

УДК 577.4



Ю.Г. Кутинов



С.Г. Копосов

Кутинов Ю.Г.*,
Копосов С.Г.**

Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ для решения задач рационального природопользования

*Кутинов, Юрий Григорьевич, доктор геолого-минералогических наук, директор Центра космического мониторинга Арктики Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова главный научный сотрудник Института экологических проблем Севера Уральского отделения РАН, академик Европейской академии естественных наук (Ганновер) и Итальянской академии социальных и экономических наук (Рим)

E-mail: kutinov@iepn.ru

**Копосов Сергей Геннадьевич, заместитель директора Центра космического мониторинга Арктики Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова

E-mail: s.koposov@narfu.ru

В специфических условиях северных территорий, осложненных разреженностью наземной гидрометеорологической сети, использование космической информации для изучения климатических параметров и динамики их изменения дает большие возможности для: исследования процессов, происходящих в биосфере; решения проблем оценки состояния среды и принятия управленческих решений, направленных на сохранение и рациональное использования ресурсов. Наиболее эффективными средствами наблюдения за состоянием ледяного покрова являются всепогодные радиолокационные данные. Нами рассмотрены возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики для решения задач рационального природопользования в северных территориях России. Показано, что комплексное использование данных ДЗЗ открывает широкие возможности не только для детектирования источников загрязнения и путей их переноса, но и дает возможность оценить последствия их воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: космический мониторинг природных и антропогенных процессов, полярно-орбитальные метеоспутники, Центр космического мониторинга Арктики Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, данные дистанционного зондирования Земли.

Введение

Использование результатов космической деятельности (РКД) открывает новые потенциальные возможности по предоставлению услуг спутниковой навигации, дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и других видов космического обеспечения для инновационного развития государства.

Перечень поручений Президента Российской Федерации В.В. Путина по вопросу повышения эффективности использования результатов космической деятельности в интересах модернизации экономики Российской Федерации и развития ее регионов (Пр-2672 от 20.10.2012 г.) рекомендует органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации разработать региональные целевые программы использования результатов космической деятельности. Этому же вопросу посвящены и следующие нормативные документы:

- Стратегия развития информационного общества в России, утвержденной 07.02.2008 г. Президентом Российской Федерации.
- Концепция развития российской космической системы дистанционного зондирования Земли на период до 2025 г.

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
для решения задач рационального природопользования**

- Государственная программа Российской Федерации «Информационное общество (2011—2020 годы)», утвержденная распоряжением Правительства РФ от 20.10.2010 г. № 1815-р.
- Федеральная космическая программа России на 2006–2015 годы, утвержденная постановлением Правительства РФ от 22.10.2005 г. № 635.
- Федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система» на 2002–2011 годы, утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 12.09.2008 № 680.
- Федеральный закон Российской Федерации «О космической деятельности» от 20.08.1993 г. № 5663-I (в ред. от 30.12.2008 г.);
- Распоряжения Правительства РФ от 17.11.2008 г. № 1662-р (ред. от 08.08.2009 г.) «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года».

Не меньшее количество постановлений и правительственных программ посвящено развитию северных территорий РФ. Вопросы экологической безопасности Арктики имеют особое значение в виду повышенной уязвимости окружающей среды, интенсивного освоения природных ресурсов северных регионов, перехода России к модели устойчивого развития в интересах нынешнего и будущих поколений. Многочисленные исследования российских и зарубежных ученых показывают, что уровни загрязнения арктических территорий пока невысоки по сравнению с другими регионами Земного шара, но антропогенная нагрузка на окружающую среду в высоких широтах постоянно увеличивается в связи с дальнейшим развитием хозяйственной деятельности в арктической зоне, в том числе и на континентальном шельфе.

На территории Крайнего Севера и приравненных к нему местностях РФ расположены 30 республик, краев, областей и автономных округов (треть субъектов Российской Федерации) (рис. 1) и приходится почти 80% запасов всех полезных ископаемых России. Здесь добывается почти 100% алмазов, платиноидов, кобальта; более 90% природного газа; 90% меди, никеля и апатитов; 75% нефти и газового конденсата; более 60% золота; 50% рыбы и морепродуктов; 50% товарного леса, и эти объемы возрастают. Как и прогнозировалось [Север России., 2004], осуществляется выход нефтяной промышленности в новые регионы Северо-Западного федерального округа, Восточной Сибири и Дальнего Востока.



Рис. 1. Районы Крайнего Севера РФ и приравненные к ним [Сидоров, Дегтева 2008].

Уникальность Северного Ледовитого океана (СЛО) в ряду других океанов планеты заключается в наличии достаточно мощного осадочного слоя не только на шельфе и смежных прибрежных территориях, но и в собственно глубоководных,

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
для решения задач рационального природопользования**

зашельфовых областях океанской акватории. Такая особенность строения территории вкупе с современной циркумполярной структурой Арктики позволила И.С. Грамбергу еще в 1983 г. на Мировом нефтяном конгрессе в Лондоне [Gramberg et al, 1983] высказать предположение, что Арктическая циркумполярная геодинамическая система представляет собой гигантский супербассейн (рис. 2).

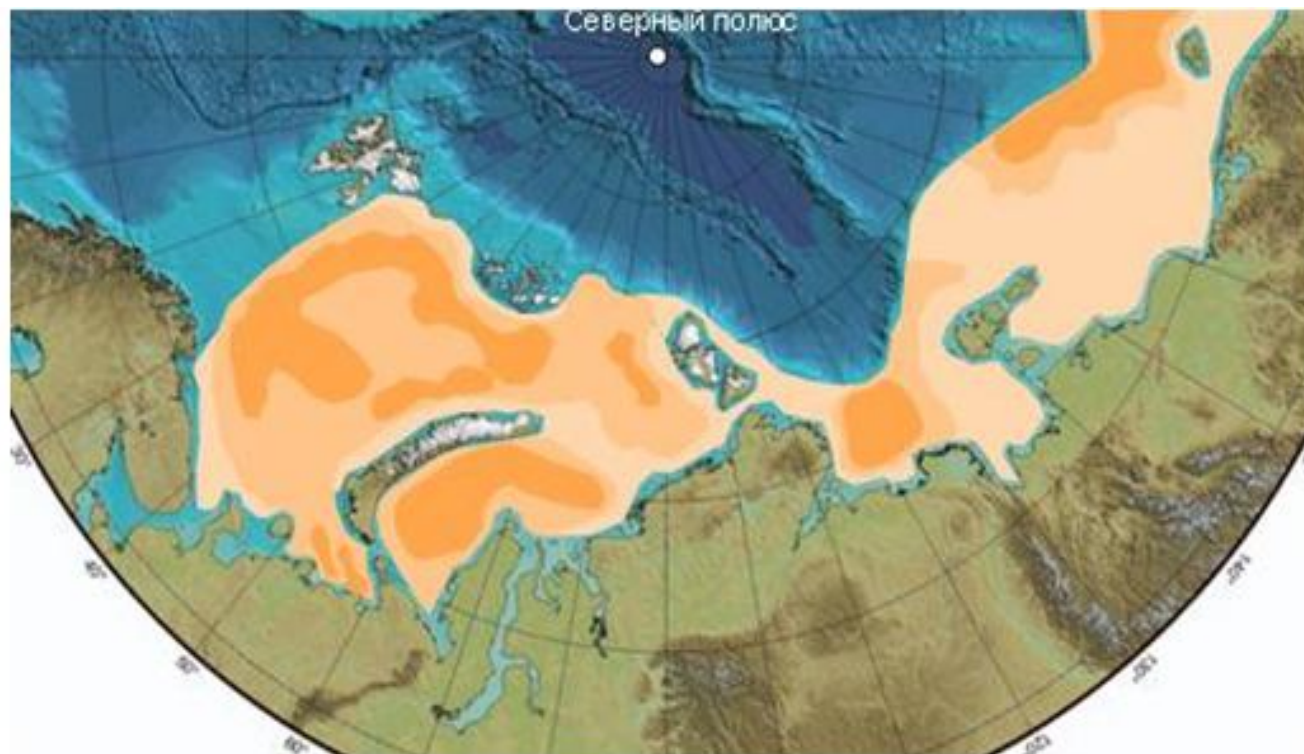


Рис. 2. Прогнозная карта распределения плотности ресурсов углеводородов на Арктическом шельфе [Хасанов 2011]

Мало-, средне- и высокоперспективные части акваторий

Планируемое освоение нефтегазовых ресурсов на шельфе арктических морей будет являться мощнейшим антропогенным прессингом на состояние окружающей среды северных территорий РФ.

Т.о., с развитием российской экономики, роль северных территорий будет возрастать, в связи с тем, что на их территории располагается практически вся сырьевая база для промышленного развития страны. Такой сценарий развития с неизбежностью будет вызывать кризисные и напряженно-кризисные экологические ситуации северных территорий. Это усугубляется тем, что природные биогеоценозы Севера отличаются особой уязвимостью, слабой устойчивостью к внешним воздействиям, низкой способностью к самоочищению и естественной регенерации, что приводит к быстрой аккумуляции как природных, так и техногенных загрязнителей в компонентах окружающей среды.

На все это накладывается такой мощный фактор, как глобальное потепление климата. Можно долго дискутировать по поводу природы этого процесса, скорости протекания и существующих прогнозных моделей, но факт потепления является доказанным [Кутинов и др. 2012].

Возрастающие масштабы разведки и освоения нефтяных запасов в Арктике приводят к увеличению объемов танкерной транспортировки. Основной упор будет сделан на Северный морской путь (СМП) (рис. 3). Учитывая, что в связи с потеплением климата, СМП может быть свободен ото льда в течение 4–6 месяцев, объем перевозок может возрасти значительно.

Точные подсчеты объемов грузов, перевозимых в этих водах, затруднительны, но этот путь используется намного интенсивнее, чем в других арктических водах. При значительных перспективах эксплуатации нефтяных и газовых месторождений в Карском и Баренцевом морях увеличатся объемы транспортировки вдоль Северного морского пути, а, следовательно, и риск аварий. Состав перевозимых по СМП грузов показан на рис. 4.а.

Существующие прогнозные оценки говорят о возможном резком увеличении трафика по СМП (рис. 4.б; 4.в). К тому же прогнозируется и изменение структуры трафика за счет возрастания доли нефти и газа, что увеличивает риск загрязнения морских акваторий нефтью и нефтепродуктами.

Долговременная стратегия охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов северных территорий РФ требует перехода от пассивной регистрации результатов многочисленных природных и техногенных бедствий и катастроф и последующей ликвидации их последствий к превентивным мерам, т.е. к их своевременному предупреждению и предотвращению (прогноз протекания процессов). Для этого необходимо создание территориальных комплексных схем, предлагающих для органов управления (исполнительной власти различного уровня) систему организации информации для обоснования природоохранных мероприятий, обеспечивающих равновесное природопользование и экологически безопасное освоение ресурсного потенциала территории Арктики. Реализация этой стратегии настоятельно требует широкого использования космических средств дистанционного зондирования Земли (КС ДЗЗ) в режиме близком к реальному времени, особенно для северных территорий.

Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
 для решения задач рационального природопользования

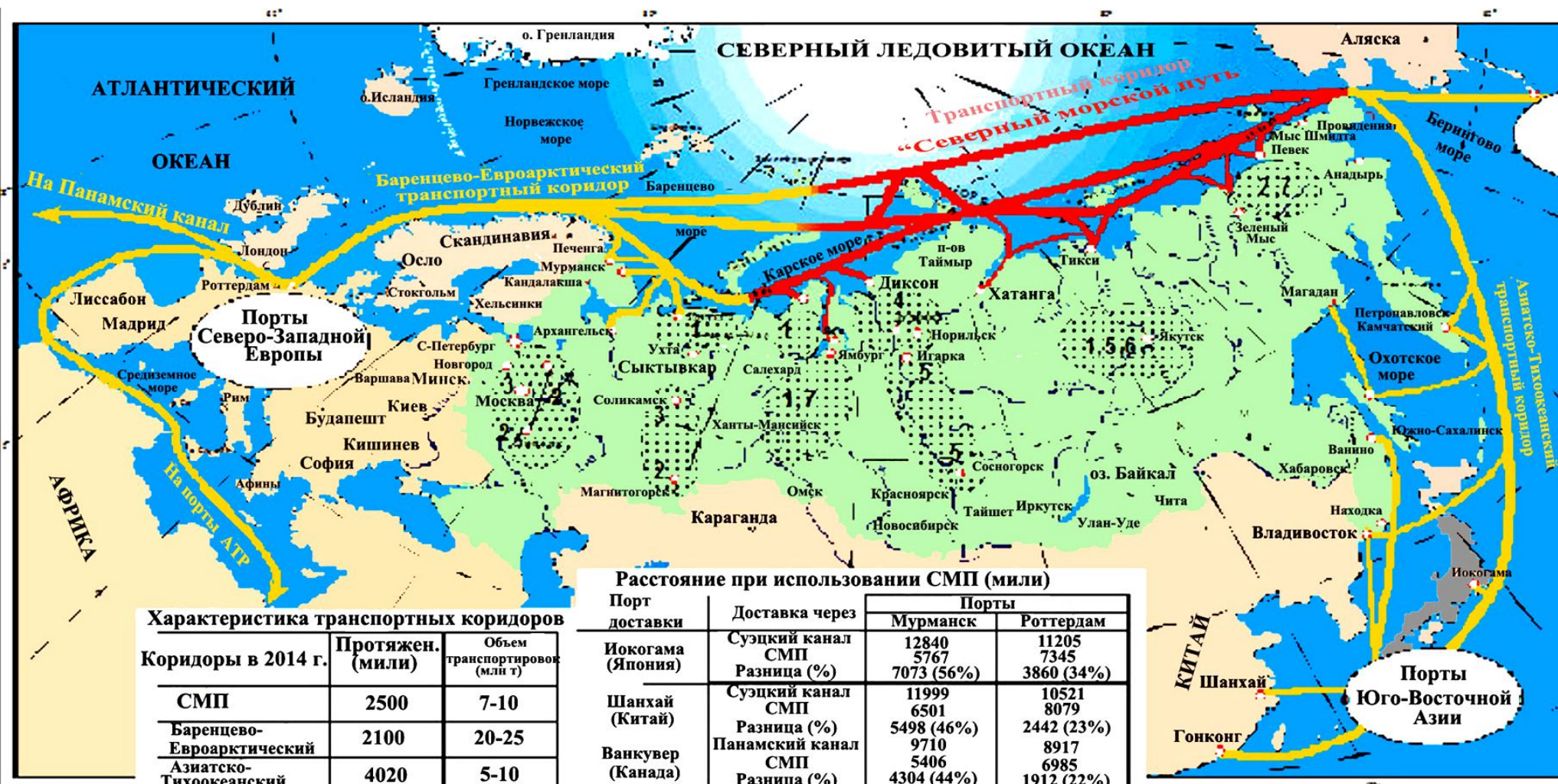
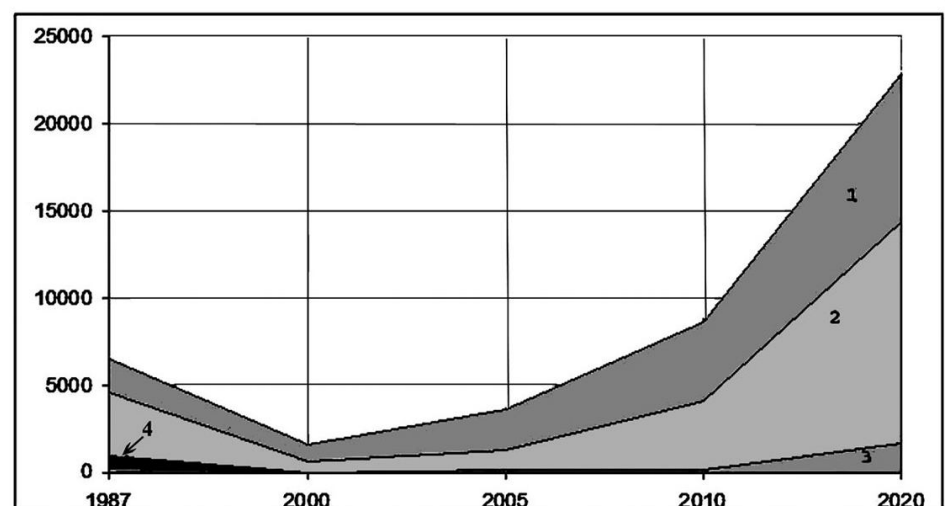
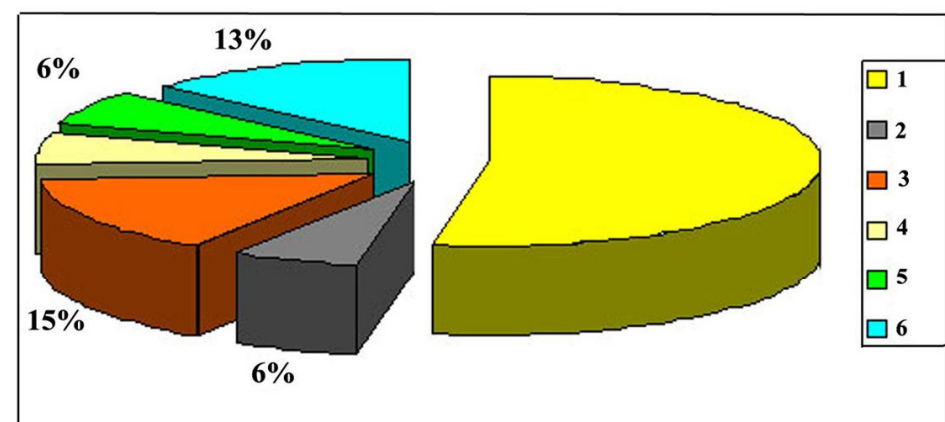
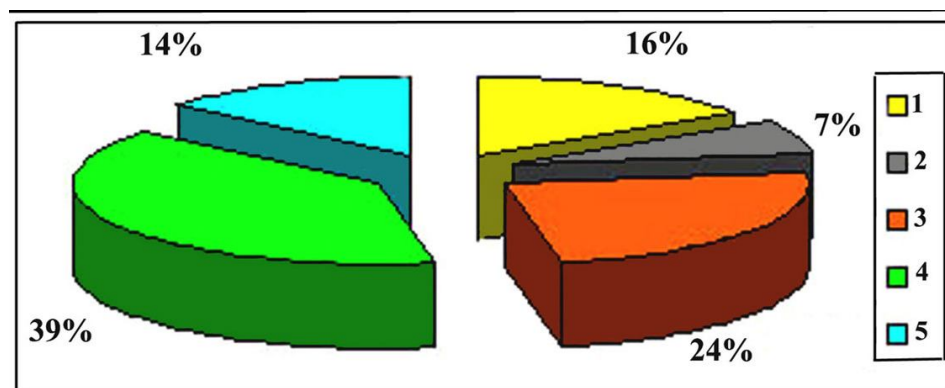


Рис. 3. Российский транспортный коридор «Северный морской путь» с системой международных транспортных коридоров «Запад – Восток – Запад» [Ivanov, 2002]: 1 – углеводороды, 2 – металлы, 3 – удобрения, 4 – продукты Норильского ГКМ, 5 – лес, 6 – уголь.
 — Морские транспортные коридоры — Железные дороги Планирующиеся железные дороги Судходные реки
 ● Районы формирования грузовой базы для СМП



а
 б
 в

Рис. 4. Состав и трафик грузов, перевозимых по СМП по [Ivanov, 2002]

а – Состав грузов перевозимых по СМП в 1987 г.: 1 – нефть и газ; 2 – уголь; 3 – руда; 4 – древесина; 5 – другие грузы

б – Прогнозный состав грузов в 2020 г. по СМП: 1 – нефть и газ; 2 – уголь; 3 – цветные металлы, руда; 4 – сера; 5 – древесина; 6 – другие грузы

в – Прогноз трафика грузов по СМП до 2020 г.: 1 – каботаж; 2 – экспорт; 3 – импорт; 4 – транзит

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
для решения задач рационального природопользования**

Долговременная стратегия охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов северных территорий РФ требует перехода от пассивной регистрации результатов многочисленных природных и техногенных бедствий и катастроф и последующей ликвидации их последствий к превентивным мерам, т.е. к их своевременному предупреждению и предотвращению (прогноз протекания процессов). Для этого необходимо создание территориальных комплексных схем, предлагающих для органов управления (исполнительной власти различного уровня) систему организации информации для обоснования природоохранных мероприятий, обеспечивающих равновесное природопользование и экологически безопасное освоение ресурсного потенциала территории Арктики. Реализация этой стратегии настоятельно требует широкого использования космических средств дистанционного зондирования Земли (КС ДЗЗ) в режиме, близком к реальному времени, особенно для северных территорий.

На Севере России сеть опорного наземного мониторинга крайне редка или практически отсутствует [Кутинов 2005; Кутинов и др. 2012]. В то же время пространственно-временная изменчивость параметров, определяющих состояние природных экосистем, чрезвычайно высока. Учитывая огромные площади труднодоступных территорий природно-ресурсного освоения Севера, своевременный и эффективный контроль их состояния возможен только на основе космических методов исследований при минимуме наземных сопутствующих работ.

Следует отметить, что на настоящий момент правильное и эффективное использование данных о состоянии экосистемы Севера крайне затруднено из-за разобщенности систем сбора и обработки, а, главное, из-за отсутствия единой методики их интерпретации и совместного использования [Кутинов 2005]. До сих пор практически невозможно корректно сопоставить информацию, полученную на полигонах России, не только с данными других стран, но и между собой. В итоге затруднено, а во многих случаях и невозможно, противодействие развитию опасных природных и техногенных процессов, которые имеют отчетливую тенденцию уже в текущем десятилетии стать причиной региональных и даже глобальных катастроф. Для решения этой проблемы необходимо создание единой многофакторной и многоуровневой модели управления процессами природопользования Севера в рамках единой геосистемы.

Основные задачи космического мониторинга для северных территорий РФ следующие [Кутинов и др. 2012]:

- рациональное использование и охрана недр в зонах воздействия нефтегазовой и горнодобывающей промышленности при освоении минерально-сырьевых ресурсов суши и шельфа;
- поиски новых месторождений нефти, газа и твердых полезных ископаемых, в том числе и нетрадиционных;
- охрана, контроль и прогноз изменений напряженных экологических систем городских агломераций, производственно-территориальных комплексов;
- оценка динамики и разработка прогнозов опасных природных, природно-антропогенных и антропогенных процессов в пределах сложившейся и перспективной хозяйственной деятельности.

Актуальные задачи космических съемок по видам природных ресурсов следующие [Кутинов и др. 2012]:

- лесные ресурсы — определение степени поражения лесов в результате антропогенных воздействий, особенно вблизи городских агломераций и объектов нефтегазовой и горнодобывающей отраслей;
- водные ресурсы — исследование динамики русловых процессов рек и комплексного загрязнения поверхностных и подземных вод;
- земельные ресурсы — оценка состояния почвенного покрова и рельефа местности, включающая степень эрозии, увлажненности, гумусированности, загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами;
- животный мир — исследование кормовой базы и распространение факторов беспокойства, особенно вблизи и в пределах городских агломераций и объектов нефтегазовой и горнодобывающей промышленности;
- геологическая среда — оценка влияния эндогенных и экзогенных процессов в районах крупных инженерных сооружений, в том числе в зонах развития многолетнемерзлых пород, проведение ландшафтно-геохимического районирования территорий и изучение направленности миграционных потоков загрязняющих веществ вблизи дневной поверхности;
- климат — изучение негативных последствий современных вариаций климата и утоньшения озонового слоя, разработка сценариев развития процессов и оценка степени воздействия на окружающую среду;
- состояние ледовой обстановки, включающее в себя следующие позиции:
 - 1) прокладка курса через паковые льды, уточнение положения ледяной кромки, слежение за ледяными островами, айсбергами и их обломками, определение областей с тонким льдом внутри паковых льдов, обнаружение ледяных заторов на больших речных системах и наблюдение за вскрытием рек;
 - 2) картографирование областей с разводьями и трещинами в прибрежных и материковых льдах, границ шельфовых зон и материковых льдов, ледовых течений материкового льда, снежного покрова для построе-

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
для решения задач рационального природопользования**

ния гидрологического прогноза;

3) наблюдение за состоянием снежного покрова, определение влагосодержания и влажности снега, определение момента начала снеготаяния, наблюдение за линией снеготаяния.

В последние десятилетия широкое развитие получили университетские (вузовские) центры приема космической информации. Явления это достаточно новое, но стремительно развивающееся. Для него характерны как достижения, так и целый ряд проблем, связанных с существующим законодательством и отсутствием целенаправленной государственной политики в этой области.

В настоящее время функционирует 29 университетских (вузовских) центров приема космической информации (по данным ОАО «НПК «РЕКОД»), из них 16 используют приемные станции ИТЦ СканЭкс (комплексы УниСкан и ЕОСкан). Т.е. университетские центры космического мониторинга (ЦКМ) в большинстве используют однотипные приемные станции и, как следствие, однотипное программное обеспечение. Таким образом, на территории РФ создана в достаточной мере унифицированная сеть университетских центров космического мониторинга. Рассмотрим возможности университетских центров на примере Центра космического мониторинга Арктики Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова.

1. Общая характеристика Центра космического мониторинга Арктики

В ноябре 2010 г. в Северном (Арктическом) федеральном университете имени М.В. Ломоносова (САФУ) был создан Центр космического мониторинга Арктики (ЦКМА).

Центр образован в рамках программы развития университета на 2010—2020 гг. и ориентирован на решение 3-х основных задач: образовательной — подготовки специалистов обладающих современными знаниями в области дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и геоинформационных систем (ГИС); научно-исследовательской — проведения научно-исследовательских работ; мониторинговой — мониторинг территории региона и предоставление информации в режиме близком к реальному времени для поддержки принятия управленческих решений хозяйствующим субъектам.

На настоящий момент ЦКМА САФУ — это 11 специалистов в области приема, тематической обработки оптических и радарных данных ДЗЗ. В Центре трудятся 3 кандидата и 1 доктор наук (36% от общей штатной численности). Сотрудники Центра участвуют в преподавательской деятельности в институтах САФУ имени М.В. Ломоносова и имеют опыт проведения и организации полевых исследований северных территорий с использованием современной цифровой аппаратуры.

Несмотря на относительную молодость ЦКМА успешно сотрудничает с органами исполнительной власти Архангельской области и крупными государственными и коммерческими компаниями — Северным управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ФГБУ «Северное УГМС»); Правительством Архангельской области; Инженерно-технологическим центром «СканЭкс» (ИТЦ «СканЭкс»); ОАО «Научно-производственная корпорация «РЕКОД»; Институтом экологических проблем Севера УрО РАН; РОСКОСМОСом; ОАО Архангельскгеолдобыча; ААНИИ и др.

2. Технические возможности ЦКМА и характеристики принимаемых спутников

2.1. Наземный комплекс приема и обработки данных ДЗЗ

В основе работы Центра — отечественная технология приёма и обработки изображений Земли из космоса «УниСкан-36» (табл. 2, 3), разработчиком которой является Инженерно-технологический центр «СканЭкс» (ИТЦ СканЭкс, Москва).

Таблица 2

Основные характеристики станции УниСкан-36 [Инженерно-технологический центр «СканЭкс» б/г]

Поляризация	Правая круговая или правая и левая круговая (опционально)	
Диапазон несущих частот сигнала	7900 ... 8500 МГц ¹	
Типы модуляции сигнала	ФМ-2, ФМ-4, ФМ-4С	
Максимальный темп приема	170 Мбит/с или 320 Мбит/с (в зависимости от модели приемника)	
Тип ОПУ	3-осное (X — Y с вращением по азимуту)	
Диаметр рефлектора антенны	3.1 м	
G/T при углах места от 5 град.	24.0 дБ/К	
Вес антенной системы, не более	1000 кг	
Скорость ветра	Рабочая	20 м/с
	Максимальная	40 м/с
Диапазон рабочих температур антенной системы	-50 ... +50 С	
Диапазон рабочих температур для узлов, расположенных в помещении	+10...+25 С	
Первичное электропитание	220 В, 50/60 Гц	
Максимальное энергопотребление (в конфигурации с одним приемником)	1000 Вт	

¹ М.б. расширено до 7750—8500 МГц с незначительным ухудшением характеристик.

Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
для решения задач рационального природопользования

Таблица 3

Минимальные углы места приема данных с разных спутников для станции УниСкан-36
[Инженерно-технологический центр «СканЭкс» б/г]

Спутник	Мин. угол места (град.)
TERRA (DB), AQUA(DB)	5
ENVISAT (ASAR) ¹	5
EROS-A1, EROS-B	5
IRS-P5, IRS-P6	10
CARTOSAT-2	5
LANDSAT 5	5
RADARSAT-1	5
RADARSAT-2	5
SPOT 4, 5	5
COSMO-SKYMED-1, 2, 3	7
TERRASAR-X	12

¹ Для ENVISAT, вследствие сильной изрезанности ДНА передающей системы, есть ограничения на прием в узких областях и при высоких углах места

УниСкан-36 является станцией приема данных с полярно-орбитальных спутников ДЗЗ в X-диапазоне (8 ГГц) с антенной диаметром 3,1 м на трехосном опорно-поворотном устройстве (рис. 5).

Центр оснащен следующим оборудованием:

- сервер HP ProLiant DL180 G6 для обработки и хранения информации и являющийся аппаратной платформой для развертки геопортала;
- парк рабочих станций HP Z-200 в количестве 6 машин для проведения предварительной обработки данных, пакетной обработки растровой и векторной информации и формирования тематических карт;
- терминал спутниковой связи Iridium 9575 Extreme с возможностью передачи цифровых пакетов;
- GSM/GPS/Глонасс терминал FORT-300 для управления и мониторинга стационарных и подвижных объектов.



Рис. 5. Вид антенны станции УниСкан-36:
слева — испытательная площадка ИТЦ СканЭкс, Москва, справа — ЦКМА, Архангельск

Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦЕНТРА КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АРКТИКИ САФУ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

2.2. Программное обеспечение

Программное обеспечение ЦКМА состоит из программного обеспечения управления станцией и программного обеспечения для тематической обработки данных (рис. 6).



Рис. 6. Программные средства для приема, обработки и хранения спутниковых данных (данные ИТЦ СканЭкс)

Программное обеспечение управления станцией:

- пользовательский пакет программ управления станцией именуется **UniScan Control Package (UCP)**. В него входят следующие обязательные компоненты:
- **UniScan Receiver** — приложение управления приемником;
- **UniScan Antenna** — приложение управления антенной системой;
- **UniScan Planner** — центральное приложение пакета, предназначенное для планирования работы всей приемной станции, передачи частных заданий ее подсистемам, индикации текущего состояния подсистем и обеспечения всех внешних взаимодействий станции;
- **UniScan Launcher** — приложение, выполняющее запуск других приложений, входящих в пакет, надзор за ними и перезапуск в случае их «зависания» или «краша».

Программное обеспечение для тематической обработки данных:

- Программный продукт **GeoMixer** предназначен для создания геоинформационных проектов, объединяющих в себе геоданные в растровом и векторном виде. С его помощью возможно организовывать пространственные данные в наборы слоев (карты) и управлять ими с целью предоставления и оптимизации многопользовательского доступа к ним через Интернет или локальную сеть.
- Программа обработки изображений **ScanMagic** — для просмотра, анализа и обработки изображений Земли из космоса имеет средства каталогизации, которые позволяют легко систематизировать данные ДЗЗ, организовать поиск и выборку из каталога информации о находящихся в архиве изображениях.
- **ScanEx Image Processor** — программный продукт для предварительной и тематической обработки спутниковых снимков, создания конечных продуктов — карт, физических индексов, моделей. В **Image Processor** реализована возможность обработки радиолокационных снимков — детектирование нефтяных пятен и положения судов, сегментация и классификация изображений. Для получения тематических продуктов по данным спектрометра MODIS реализован автоматический расчет следующих масок:
 - маска **NDVI**, расчет индекса вегетации;
 - маска **EVI**, расчет индекса вегетации;
 - маска **LST**, расчет температуры земной поверхности;
 - маска **Clouds**, детектирование облачности;
 - маска **Full Clouds**, детектирование облачности; маска **Fires**, детектирование пожаров; маска **Land.Snow**, детектирование снежного покрова суши;
 - маска **Sea.Ice**, детектирование ледяного покрова акваторий.

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
 для решения задач рационального природопользования**

2.3. Принимаемые спутники

В ЦКМА с 2010 г. осуществляется прямой приём спутниковых данных с различных зарубежных аппаратов: **Terra/Aqua (США), EROS B (Израиль), RADARSAT 1-2 (Канада), SPOT 4-5 (Франция)**. Работа, как с оптическими, так и с радиолокационными снимками различной детальности (от 0,7м до 1 км на пиксель) обеспечивает возможность проведения непрерывного спутникового мониторинга Арктического региона вне зависимости от погодных условий.



Космические аппараты **Terra** (слева) и **Aqua** (справа) являются частью комплексной программы NASA EOA (Earth Observing System), направленной на исследование Земли и состоящей из трех специализированных спутников Terra, Aqua и Aura, предназначенных для исследования суши, воды и атмосферы соответственно. Данные с них распространяются бесплатно.

Одним из ключевых инструментов американских спутников серии EOS является спектрорадиометр MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer). MODIS, установленный на спутниках Terra (EOS AM-1) и Aqua (EOS PM-1), имеет 36 спектральных каналов с 12-битным радиометрическим разрешением в видимом, ближнем, среднем и дальнем ИК диапазонах, и позволяет производить регулярную съемку одной территории с пространственным разрешением до 250 м. Технические характеристики спутника приведены в **таблице 4**.

Таблица 4

Основные технические характеристики спутника Aqua (Modis)

по данным [Компания «Совзонд» б/г]

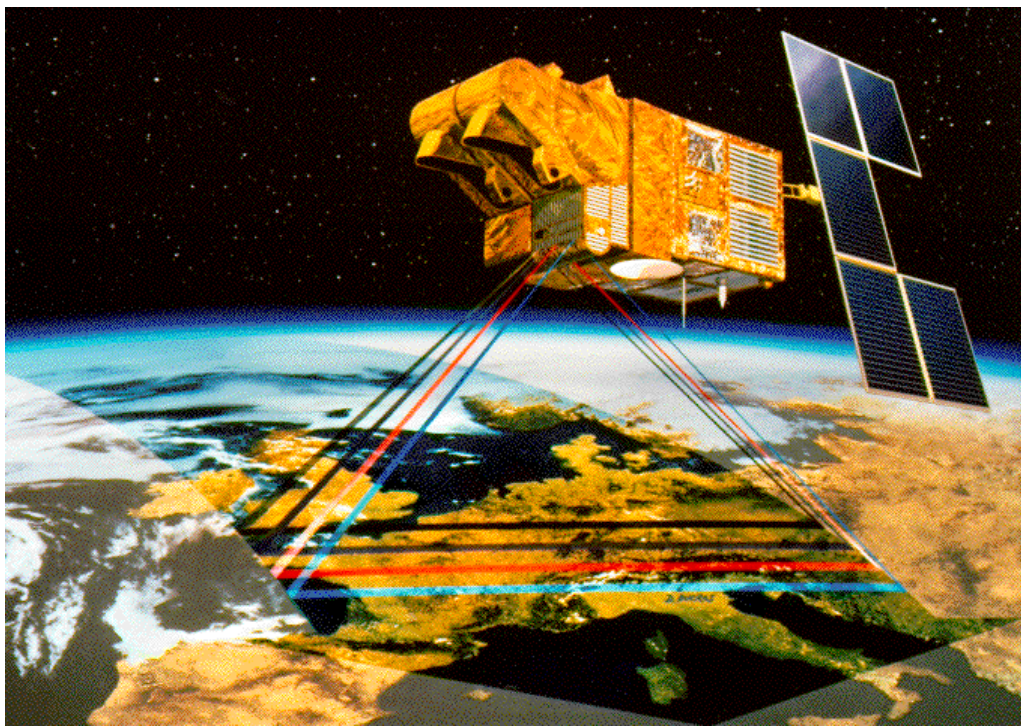
Дата запуска:	4 мая 2002 г.					
Орбита	Околополярная солнечно-синхронная высотой 705 км					
Расчетный срок пребывания на орбите	Около 6 лет					
Режимы / Каналы	1—2	3—7	8—19	20—25	26	27—36
Спектральный диапазон (мкм)	0,62—0,88	0,46—2,16	0,41—0,97	3,66—4,55	1,36—1,39	0,54—14,39
Пространственное разрешение в надире	250 м	500 м	1000 м			
Ширина полосы съемки	2300 км					
Радиометрическое разрешение	12 бит/пиксель					
Периодичность съемки	2 раза в день					

Области применения:

- Изучение облачного покрова, концентрации взвешенных частиц (аэрозолей), распределения водяного пара в атмосфере, мониторинг опасных атмосферных явлений.
- Оперативное картографирование и изучение температурного режима океана. Анализ распространения и динамики размещения фитопланктона в целях определения биопродуктивности океана.
- Оперативное автоматизированное выявление очагов лесных пожаров размером вплоть до десятков кв м.
- Выявление мест сжигания попутного газа и мониторинг функционирования факелов.

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
 для решения задач рационального природопользования**

- Определение и мелкомасштабное картографирование биопродуктивности лесных массивов и сельскохозяйственных угодий.
- Мониторинг динамики ледников, процессов заболачивания и опустынивания, засоления, половодий, паводков.
- Мониторинг природных и антропогенно-спровоцированных катастроф на региональном и глобальном уровнях (наводнения, цунами, извержения вулканов и т.п.).



Спутник **SPOT-4** (выведен из эксплуатации в 2013 г.). Спроектирован Национальным космическим агентством Франции совместно с Бельгией и Швецией. Оператором спутников является компания SpotImage (Франция). Технические характеристики спутника приведены в **таблице 5**.

Таблица 5

Основные технические характеристики спутника Spot-4
 по данным [Компания «Совзонд» б/г]

Дата запуска:	24 марта 1998 г.		
Орбита	Солнечно-синхронная высотой 822 км		
Расчетный срок пребывания на орбите	Не менее 5 лет. (Выведен из эксплуатации в 2013 г.)		
Режимы	Панхроматический (HRVIR)	Мультиспектральный	Vegetation 1
Спектральный диапазон (мкм)	0,61—0,68	зеленый: 0,50—0,59 красный: 0,61—0,68 ближний ИК: 0,78—0,89 средний ИК: 1,58—1,75	0,45—0,52 0,61—0,68 0,78—0,89 1,58—1,75
Пространственное разрешение	10 м	20 м	1 км
Ширина полосы съемки	60 км (в надире)	60 км (в надире)	1000 км и 2000 км
Радиометрическое разрешение	8 бит/пиксель	8 бит/пиксель	10 бит/ пиксель
Периодичность съемки	26 дней (при съемке в надир)		
Возможность получения стереопары	Да, с одного витка		

Области применения:

- Создание и обновление топографических и специальных карт вплоть до масштаба 1:100 000.
- Обновление топографической подосновы для разработки проектов схем территориального планирования субъектов федерации.
- Контроль лесопользования и мониторинг состояния лесов.
- Мониторинг состояния посевов сельхозкультур, прогнозирование урожайности.
- Мониторинг экологического состояния территорий.
- Мониторинг и прогнозирование процессов заболачивания и опустынивания, засоления, карста, эрозии, степных пожаров и т.п.

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
 для решения задач рационального природопользования**



Спутник **SPOT-5**. Оператором спутника является компания SpotImage (Франция). Технические характеристики спутника приведены в **таблице 6**.

Таблица 6

Основные технические характеристики спутника Spot-5
 по данным [Компания «Совзонд» б/г]

Дата запуска:	3 мая 2002 г.		
Орбита	Солнечно-синхронная высотой 822 км		
Расчетный срок пребывания на орбите	Не менее 5 лет		
Режимы	PAN	MS	Vegetation-2
Спектральный диапазон (мкм)	0,48-0,71	зеленый: 0,50—0,59 красный: 0,61—0,68 ближний ИК: 0,78-0,89 средний ИК (SWIR): 1,58—1,75	0,45—0,52 0,61—0,68 0,78—0,89 1,58—1,75
Пространственное разрешение	5 м (в режиме SuperMode — до 2,5 м)	10 м	1 км
Ширина полосы съемки	60 км (в надире)	60 км (в надире)	1000 км и 2000 км
Радиометрическое разрешение	8 бит/пиксель	8 бит/пиксель	10 бит/пиксель
Периодичность съемки	26 дней (при съемке в надир)		
Возможность получения стереопары	Да, с одного витка		

Области применения:

- Мониторинг и прогнозирование процессов заболачивания и опустынивания, засоления, карста, эрозии, степных пожаров и т.п.
- Создание и обновление топографических и специальных карт вплоть до масштаба 1:25 000.
- Создание цифровых моделей рельефа с точностью 5—10 м по высоте.
- Инвентаризация и контроль строительства объектов инфраструктуры транспортировки и добычи нефти и газа.
- Мониторинг экологического состояния территорий в районах добычи, переработки, транспортировки нефти и газа, других полезных ископаемых.
- Обновление топографической подосновы для разработки проектов схем территориального планирования муниципальных районов и субъектов федерации.
- Выполнение лесоустроительных работ, инвентаризация лесов. Регулярный контроль лесопользования и мониторинг состояния лесов.
- Инвентаризация сельскохозяйственных угодий, мониторинг состояния посевов, оценка засоренности, выявление вредителей и болезней сельхозкультур, прогнозирование урожайности.

Спутник оснащен высокоточным стереоскопическим детектором, позволяющим получать стереопары для построения глобальной модели рельефа SPOT-DEM, а также двумя камерами высокого разрешения, позволяющими получать черно-белые изображения с разрешением 5 м (в режиме SuperMode — до 2,5 м) и цветные — с разрешением 10 м. На

Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ для решения задач рационального природопользования

SPOT-5 установлена камера VEGETATION-2, позволяющая получать практически ежедневно снимки всей поверхности Земли с разрешением 1 км.

На настоящий момент функционирует спутник SPOT-6 с улучшенными по отношению к SPOT-5 техническими характеристиками.



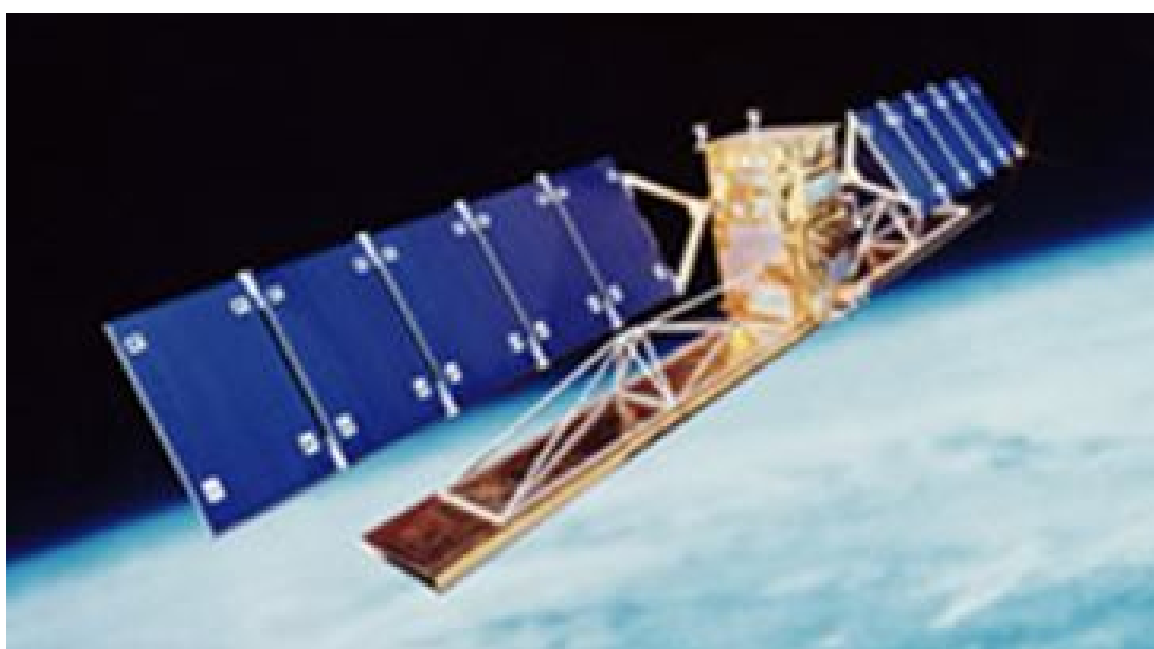
Спутник **EROS-B** компании ImageSat (Израиль). Спутник обладает высокой маневренностью и возможностью быстрого перепрограммирования нацеливания на объект съемки. Наличие бортового записывающего устройства обеспечивает оперативное получение результатов съемки районов, не входящих в зону прямой видимости центров приема. Косая проекция позволяет спутникам видеть практически любой участок земной поверхности 2-3 раза в неделю. Технические характеристики спутника приведены в **таблице 7**.

Таблица 7

Основные характеристики съемочной аппаратуры спутников EROS

Спутник	Варианты изображений				
	Базовое изображение (Basic Image)		Векторное изображение (Vector Image)		Сtereo изображение (Stereo Image)
	Размеры	Примечания	Размеры	Примечания	
EROS B	7 км x 7 км	Разрешение 0.7 метра	7 км x до 150 км	Длина зависит от времени интегрирования	Два перекрывающихся изображения одной и той же области за один и тот же виток

Данные в таблице рассчитаны для высоты орбиты 500 км и съемки в надир



Космический аппарат **RADARSAT-1**. Прекратил функционирование по техническим причинам в 2013 г. Создан под управлением Канадского космического агентства CSA (Canadian Space Agency) во взаимодействии с несколькими коммерческими структурами.

Области применения:

- Создание ЦМР и ЦММ с точностью 5—10 м по высоте.
- Создание и обновление карт и планов, вплоть до масштаба 1:50000.
- Наблюдение за стихийными бедствиями (наводнениями, подвижками ледников и т.д.) вне зависимости от погоды и времени суток.
- Мониторинг быстроразвивающихся экологических процессов (распространение нефтяных загрязнений, вредителей и болезней леса и т.д.).
- Сельскохозяйственный, лесохозяйственный мониторинг — обновление карт, контроль использования земель, незаконных вырубок и т.д.
- Отслеживание ледовой и снеговой обстановки

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
 для решения задач рационального природопользования**

RADARSAT-1 оснащен радиолокатором бокового обзора с синтезированной апертурой (РЛС). РЛС может работать в одном из семи основных режимов. Технические характеристики спутника и геометрия съемки приведены в **таблице 8** и на **рис. 7**.

Таблица 8

**Основные технические характеристики космического аппарата (КА) RADARSAT-1
 по данным [Компания «Совзонд» б/г]**

Дата запуска:	4 ноября 1995 г.						
Орбита	Солнечно-синхронная с высотой 798 километров и наклоном 98,6°						
Расчетный срок пребывания на орбите	7 лет. Прекратил функционирование по техническим причинам в 2013 г.						
Размер антенны	15x1.5x1.5 м						
Мощность передатчика / пиковая	300 Вт / 5 кВт						
Частота / Спектральный диапазон	5,3 ГГц / 5,6 см (С-диапазон)						
Режимы	Высокого разрешения (Fine)	Расширенный высокого разрешения (Extended High)	Стандартный (Standard)	Широкозахватный (Wide)	Расширенный низкого разрешения (Extended Low)	Узкий низкого разрешения (ScanSAR Narrow)	Широкий низкого разрешения (ScanSAR Wide)
Номинальное пространственное разрешение	8 м	25 м	25 м	30 м	35 м	50 м	100 м
Ширина полосы съемки	50 км	75 км	100 км	150 км	170 км	300 км	500 км
Скорость передачи данных на наземный сегмент	Два диапазона: 105 Мбит/сек в реальном времени, 85 Мбит/сек для записанных данных						
Радиометрическое разрешение	8 бит/пиксель						
Периодичность съемки	От 9 суток на экваторе до 3 суток в средних широтах и ежедневной съемки в приполярных районах						

Спутник оснащен радаром бокового обзора с синтезированной апертурой, обладающим уникальными возможностями изменения ширины полосы съемки и пространственного разрешения. Радар выполняет съемку земной поверхности в С-диапазоне длин волн (5,6 см), с горизонтальной поляризацией излучения (HH), в диапазоне съемочных углов от 10° до 60°.

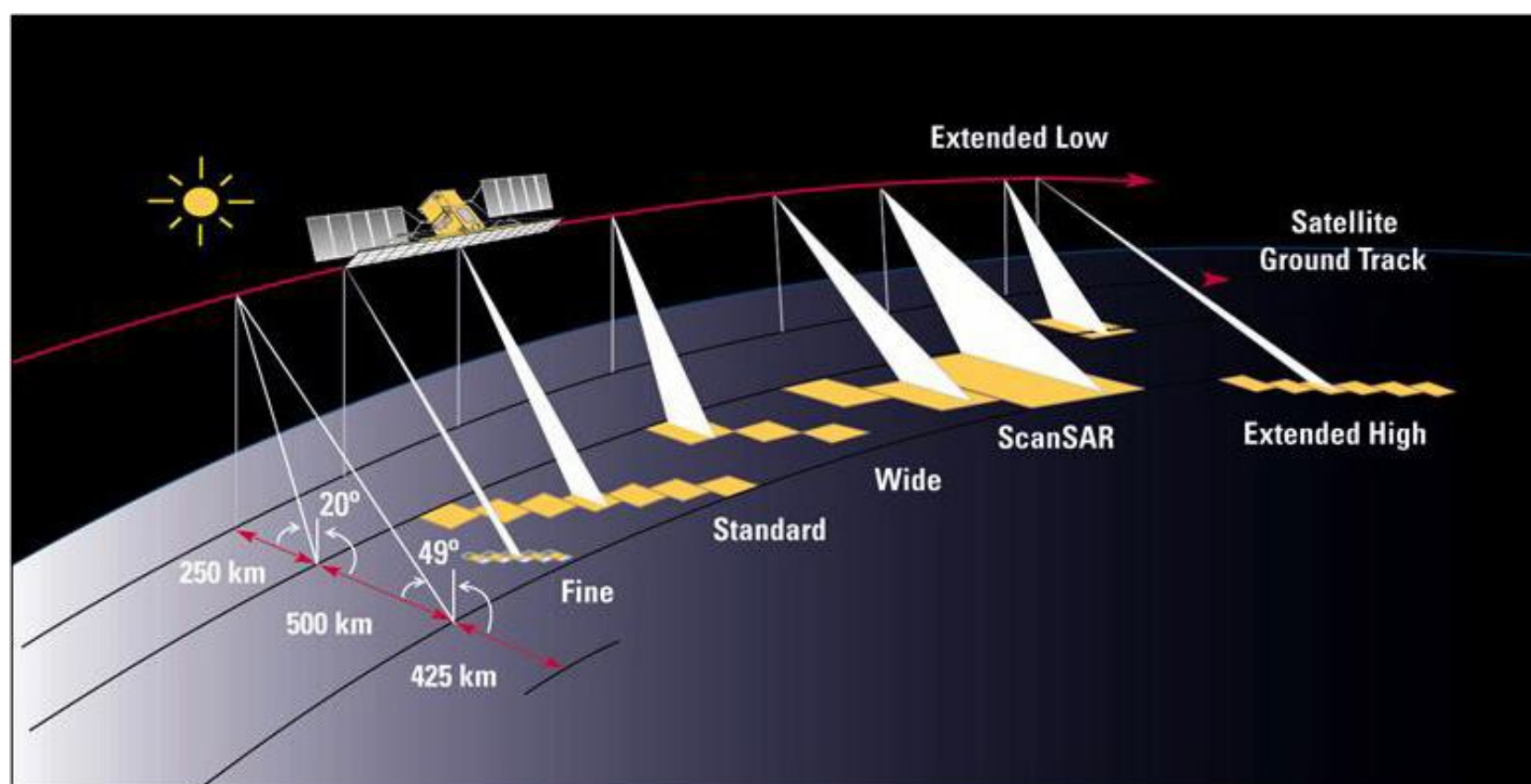
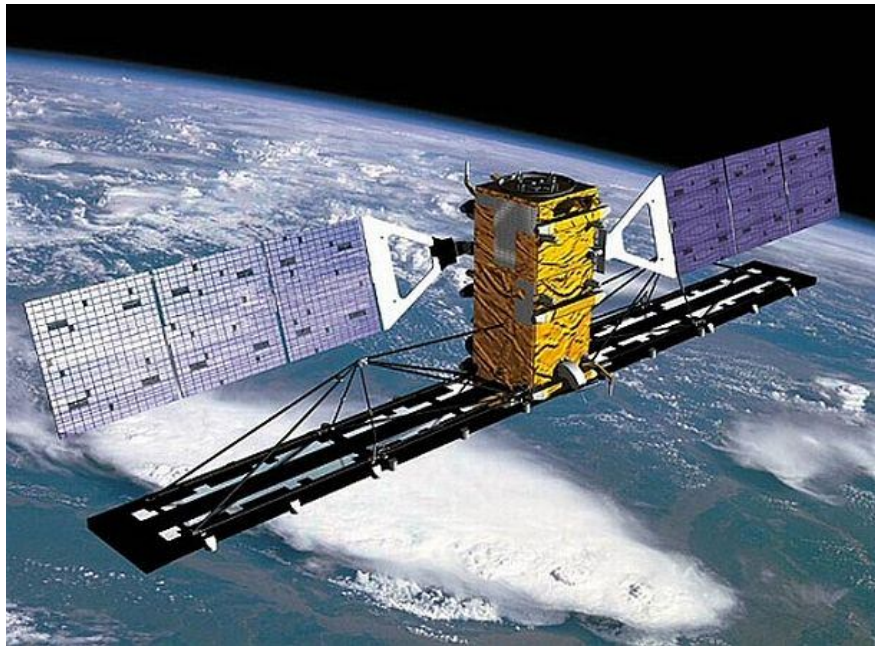


Рис. 7. Геометрия съемки с ИЗС Radarsat-1 [Saint-Jean 2002].

Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
 для решения задач рационального природопользования



Спутник **Radarsat-2** компании MDA. Разработан Канадским космическим агентством CSA (Canadian Space Agency) и компанией MDA (MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd.). Технические характеристики спутника и геометрия съемки приведены в **таблице 9** и на **рис. 8**.

Таблица 9

Основные технические характеристики КА RADARSAT-2
 по данным [Компания «Совзонд» б/г; Saint-Jean, 2002]

Дата запуска	14 декабря 2007 г			
Орбита	Солнечно-синхронная с высотой 798 км и наклоном 98.6°, с периодом обращения 100,7 мин.			
Спектральный диапазон	5,6 см (С-диапазон)			
Режимы	Ширина полосы съемки	Разрешение Range x Azimuth	Диапазон углов съемки	Поляризация
Высокого разрешения (Fine)	50 км	8 x 8 м	36°—48°	HH и HV, либо VH и VV
Стандартный (Standard)	100 км	25 x 26 м	20°—49°	
Широкозахватный (Wide)	150 км	30 x 26 м	20°—45°	
Узкий низкого разрешения (ScanSAR Narrow)	300 км	50 x 50 м	20°—47°	
Широкий низкого разрешения (ScanSAR Wide)	500 км	100 x 100 м	20°—47°	
Расширенный низкого разрешения (Extended Low)	170 км	40 x 26 м	10°—23°	HH
Расширенный высокого разрешения (Extended High)	75 км	18 x 26 м	49°—60°	
Высокого разрешения с полной поляризацией (Fine Quad-pol)	25 км	12 x 8 м	20°—41°	HH, VV, HV, VH
Стандартный с полной поляризацией (Standard Quad-pol)	25 км	25 x 8 м	20°—41°	
Сверхвысокого разрешения (Ultra-Fine):				Один тип из: HH/HV/VH/VV
— Ultra-Fine Narrow	10 км	3 x 3 м	30°—40°	
— Ultra-Fine Wide	25 км	3 x 3 м	30°—40°	
Периодичность съемки	В зависимости от режима и типа съемки. От 2—3 суток на экваторе в полосе 500 км.			

Планировалось создание системы на базе Radarsat-2, которая должна была состоять из трех малых спутников, распределенных равномерно вдоль орбиты. Спутники Radarsat Constellation-1,2,3 планируются к запуску в 2012-2014 гг. Система позволила бы увеличить количество спутников, распределенных на орбитах до шести, что обеспечило бы сокращение интервала между повторными съемками в 2 раза. В связи с тем, что Radarsat-1 прекратил функционирование по техническим причинам, создание группировки скорее всего будет отложено.

Спутник Radarsat-2 имеет следующие технические усовершенствования:

- установлен новый радар с активной фазированной антенной решеткой, обеспечивающий съемку с пространственным разрешением до 1—3 м;
- реализован режим многополяризационной съемки с сигналами 2-х или 4-х видов поляризации одновременно;
- обеспечена возможность съемки районов с левой и с правой стороны относительно трассы полета, что позволяет сократить время повторного просмотра;
- увеличена емкость бортового накопителя для выполнения глобальной съемки; увеличена точность определения орбитального положения и ориентации спутника и, как следствие, более точной геопривязки изображений.

Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
для решения задач рационального природопользования

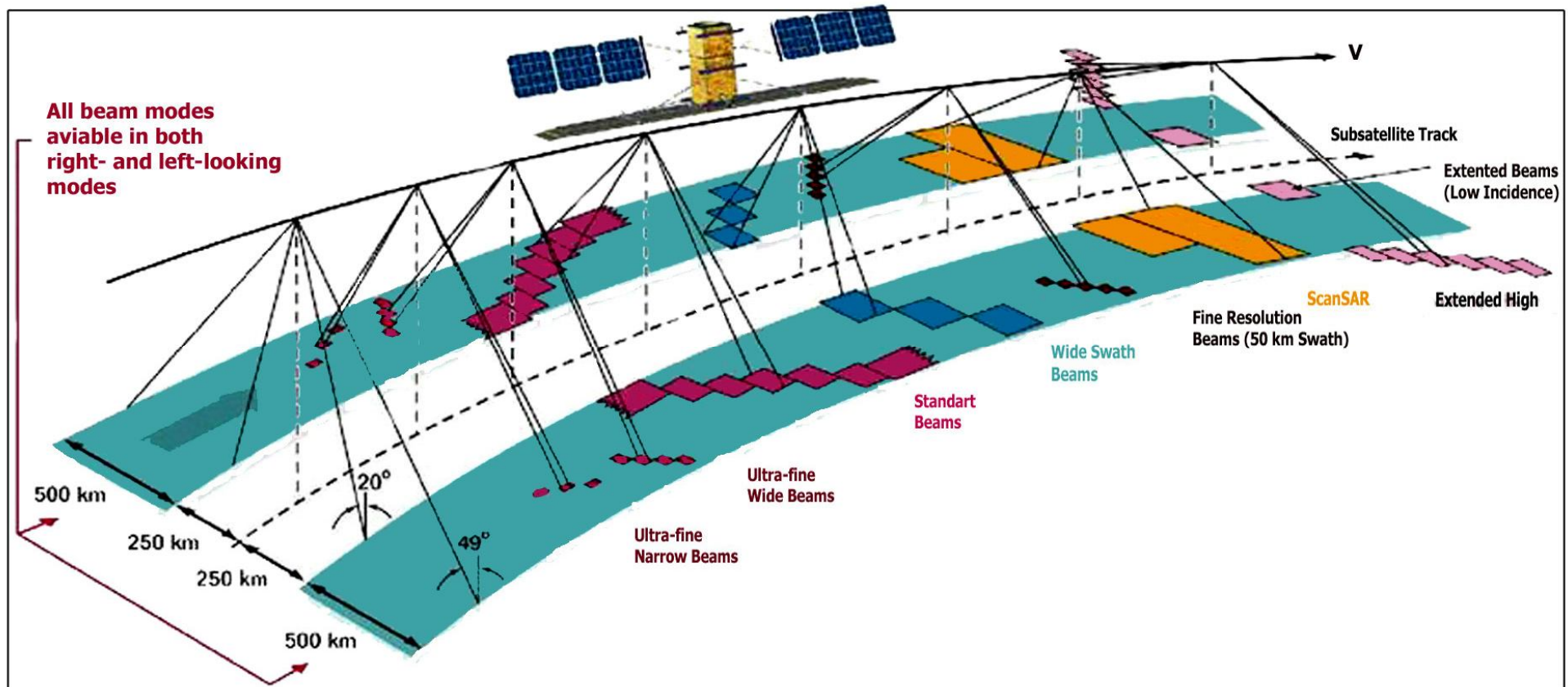


Рис. 8. Геометрия съемки с ИЗС RADARSAT-2 [Saint-Jean, 2002]

Области применения:

- создание и обновление топографических и специальных карт, вплоть до масштаба 1:25 000.
- Создание высокоточных ЦМР и ЦММ (3-6 м по высоте).
- Всепогодное наблюдение за природными и антропогенными катастрофами.
- Оценка состояния ледников, запасов воды.
- Мониторинг акваторий (распространение нефтяных загрязнений, приливные явления, мониторинг судов, отслеживание ледовой обстановки и т.д.).
- Картирование сельскохозяйственных культур, определение состояния посевов, точное сельское хозяйство.
- Картирование древостоев, определение породного состава без наземных исследований, мониторинг вырубок и состояния лесов.

3. Реализуемые в ЦКМА проекты

В Центре прошли обучение на семинарах «Методы и практика дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)» более 600 студентов. Осуществляется предоставление информации для научных исследований. Работает геопортал с постоянным наполнением космоснимками для использования в учебном процессе и проектах. Система имеет настраиваемый под каждого пользователя веб-интерфейс – соответственно каждый пользователь видит только свои данные (рис. 9).

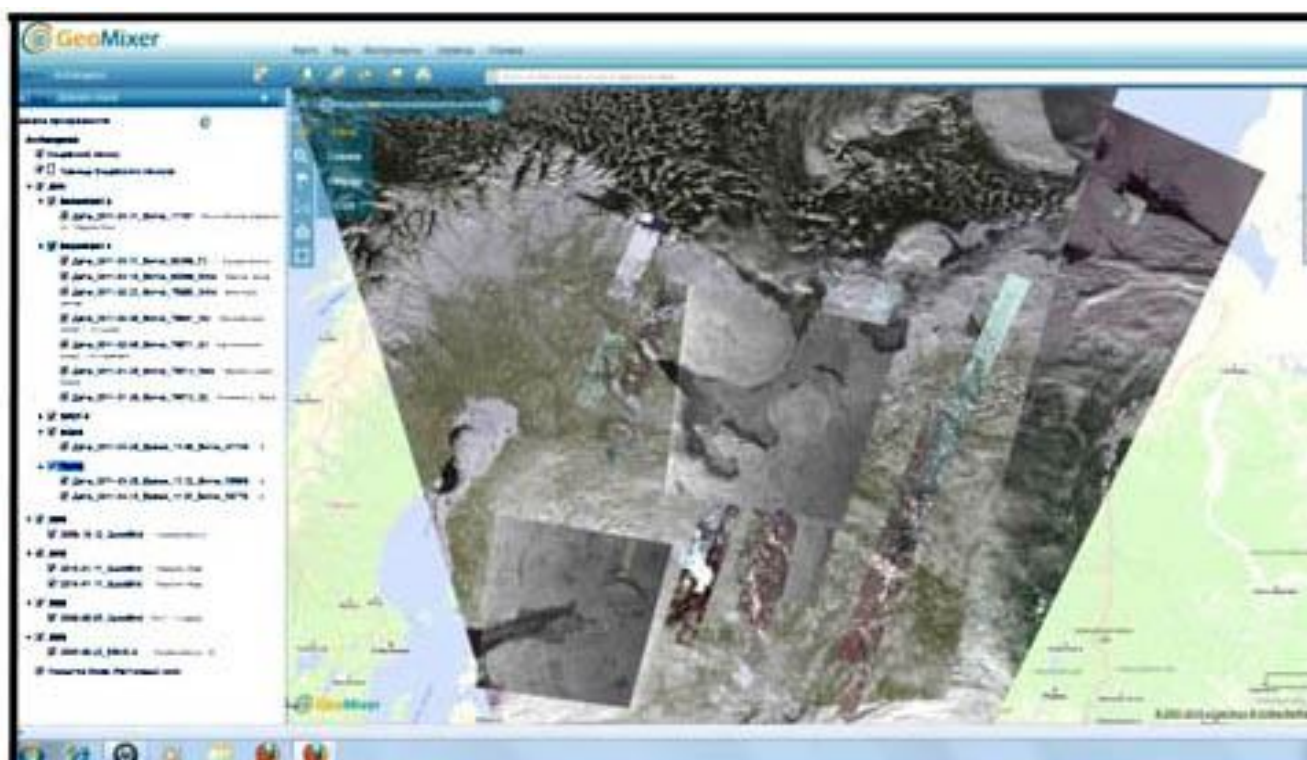


Рис. 9. Интерфейс геопортала ЦКМА [Северный (Арктический) федеральный университет б/г]

Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ для решения задач рационального природопользования

Совместно с отделом поддержки веб-сайта САФУ разработан интерактивный каталог космоснимков для автоматизации процесса заказа снимков для внутреннего использования в университете (**рис. 10**).

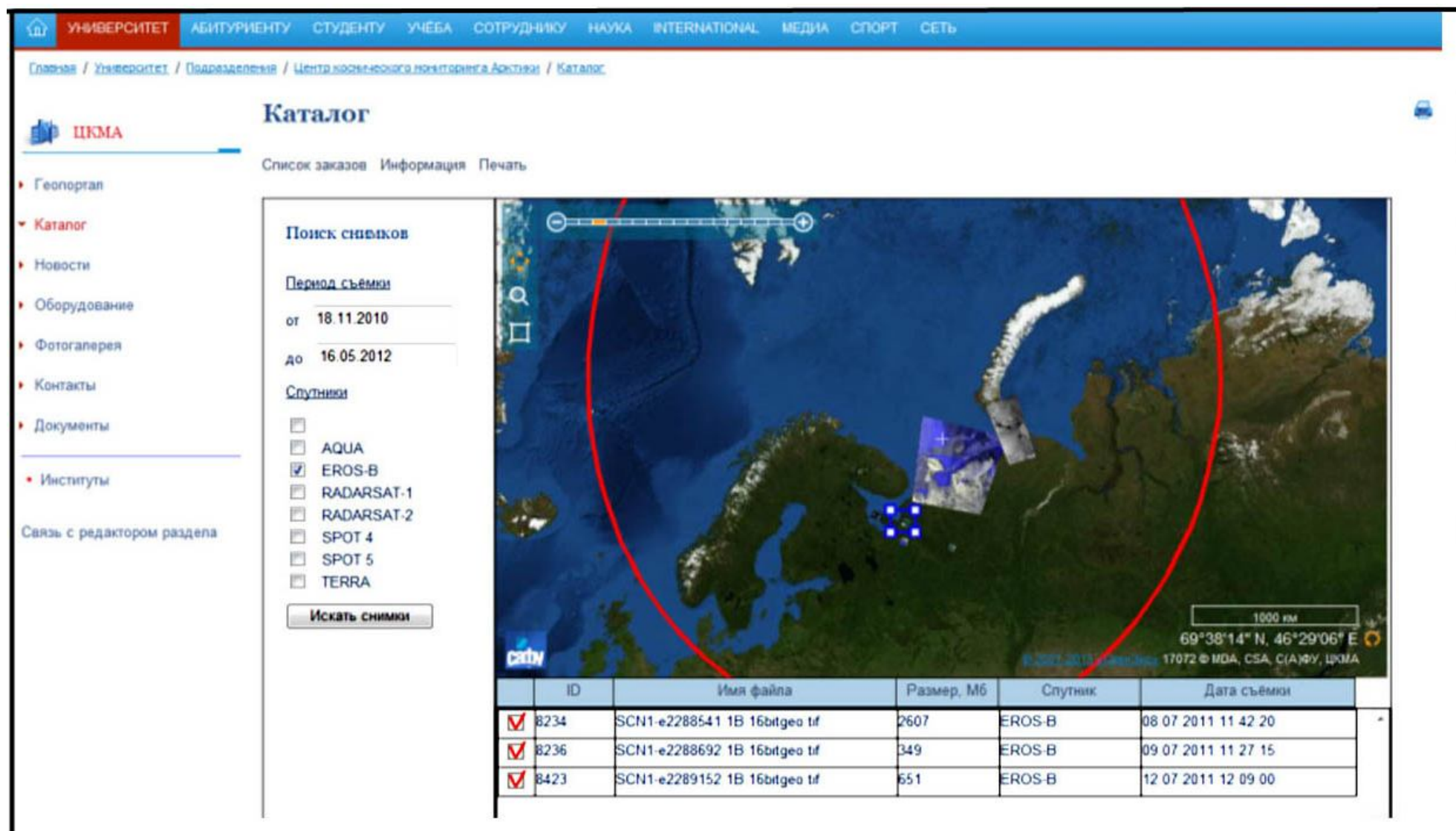


Рис. 10. Интерфейс каталог космических снимков ЦКМА [Северный (Арктический) федеральный университет б/г]

В соответствии с договорами о сотрудничестве налажено взаимодействие с Северным (Проект «Создание системы мониторинга половодий») (рис.11) и Северо-Западным межрегиональными управлениями федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

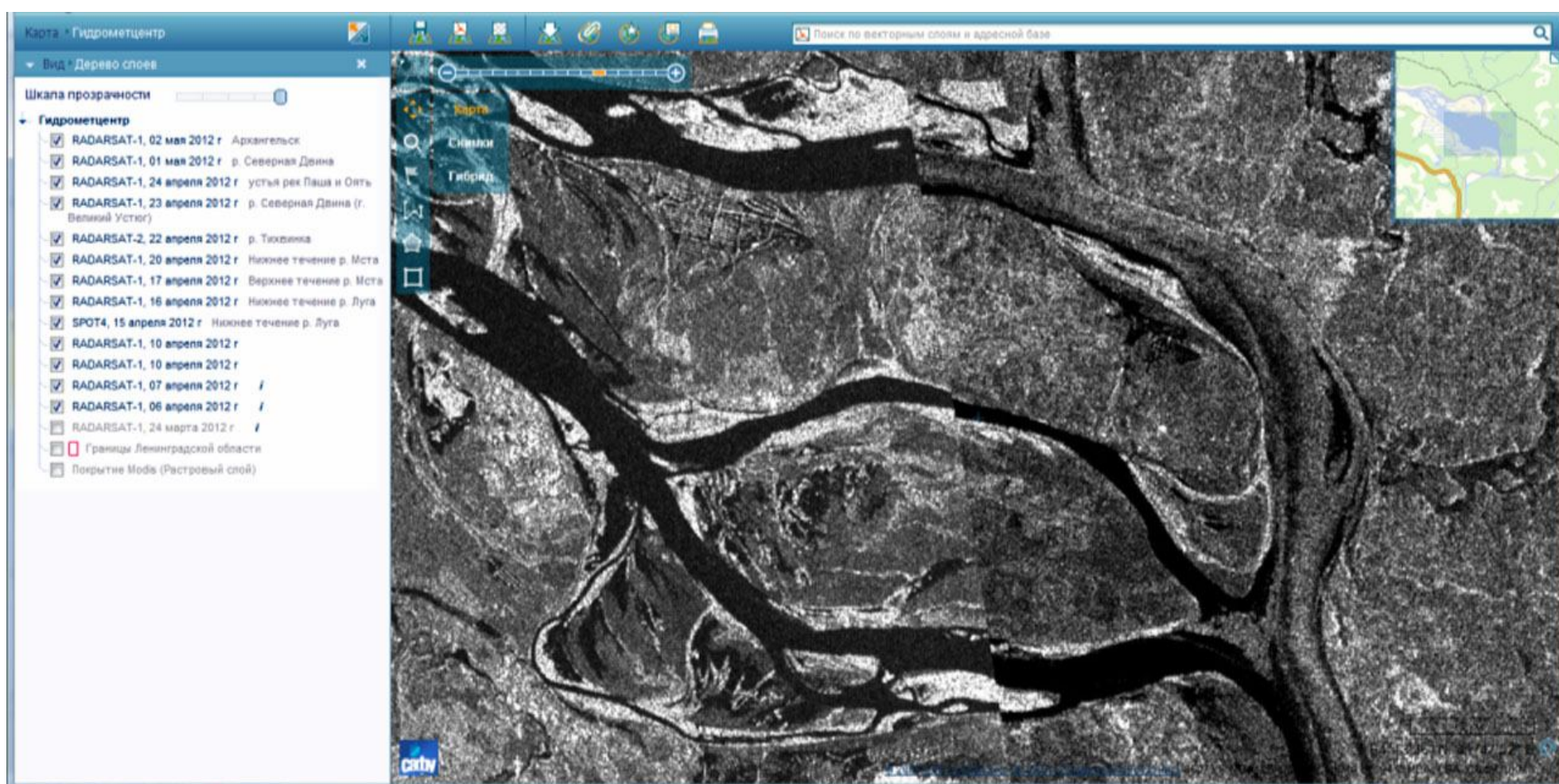


Рис. 11. Мониторинг ледостава и паводков

Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. **ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦЕНТРА КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АРКТИКИ САФУ**
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

По договору с одним из предприятий Федерального космического агентства — ОАО «НПК «РЕКОД» — проведена опытно-конструкторская работа «Мониторинг северных территорий». Ведутся переговоры по включению университета в создание Единой территориально-распределенной информационной системы ДЗЗ (ЕТРИС ДЗЗ), а также по приему данных с российских спутников.

ЦКМ осуществляется регулярная съемка нового месторождения алмазов (трубка имени В.П. Гриба) по проекту «Оказание услуг по организации съемки и предоставлению данных с космического аппарата (КА) EROS-B» с использованием данных высокодетальной съемки (**рис. 12**).

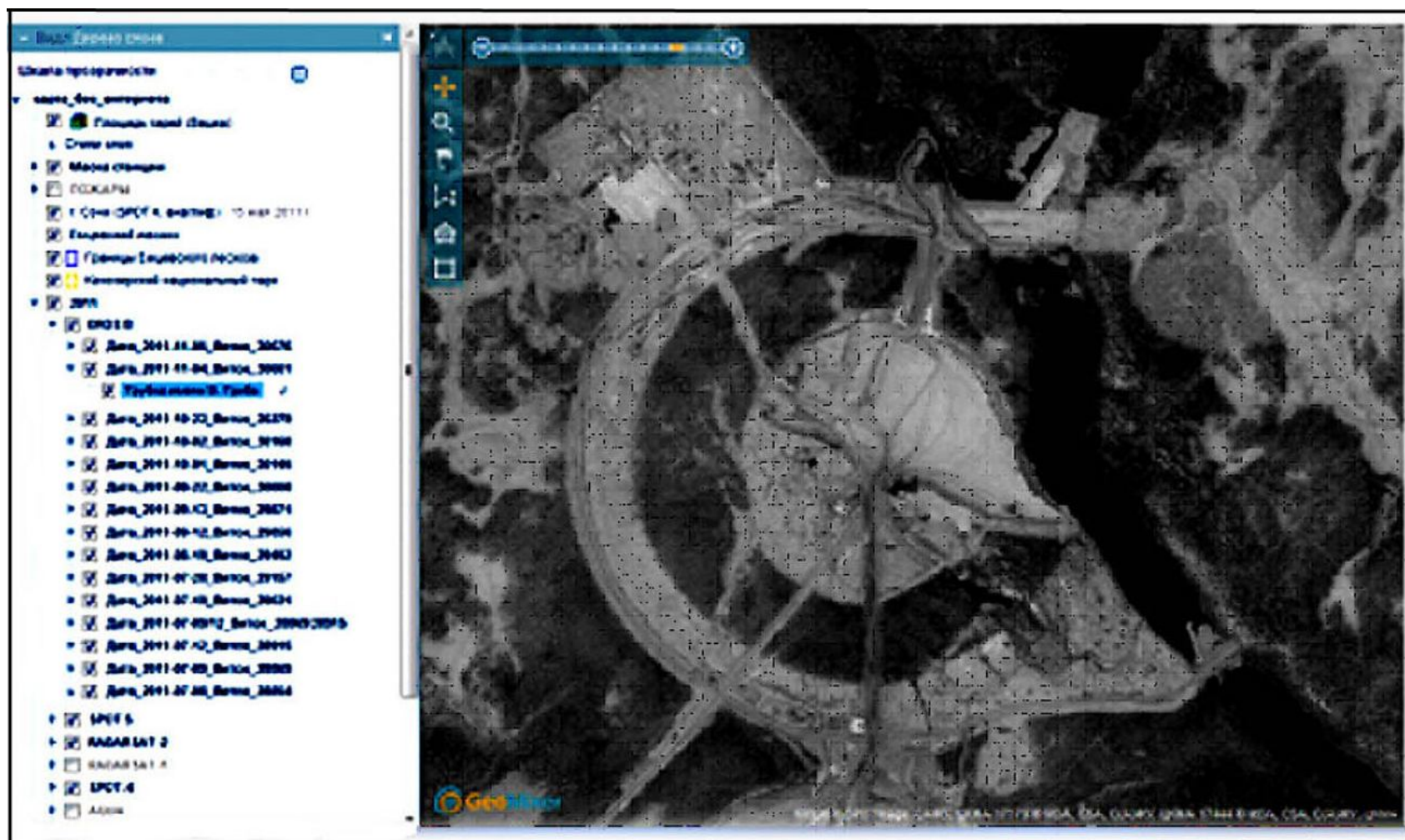


Рис. 12. Снимок со спутника EROS B трубке имени В.П. Гриба

Пилотные проекты начаты со следующими предприятиями: Архангельский филиал Рослесозащита — по мониторингу усыхающих лесов и ветровалов (**рис. 13**), Архангельский морской торговый порт – по мониторингу ледовой обстановки и чрезвычайных ситуаций. В ближайшем будущем планируются совместные проекты с МГТУ им. Н.Э. Баумана, фондом «Нансен-центр», Кольским научным центром РАН, Гринпис России, рядом кафедр университета.

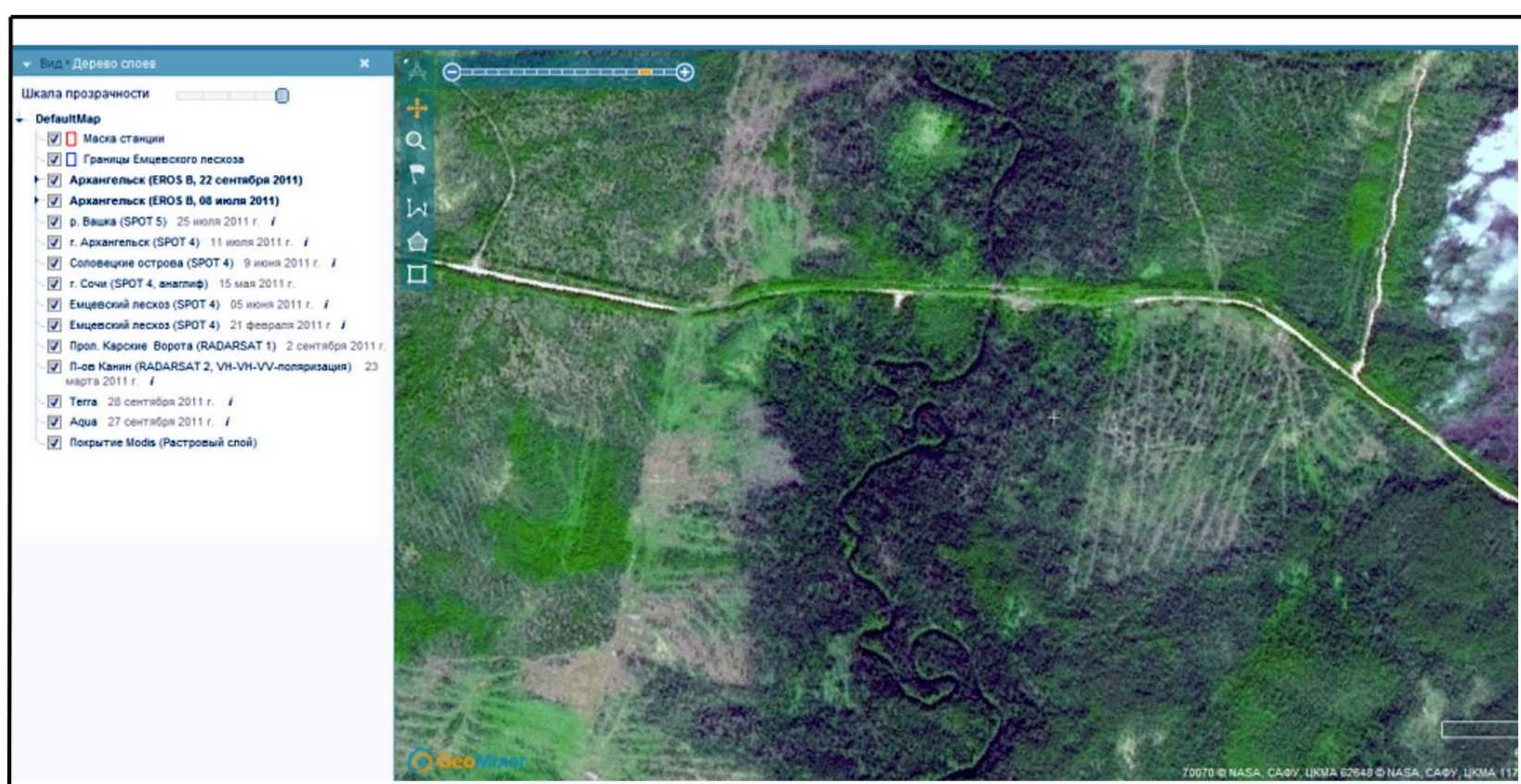


Рис. 13. Мониторинг усыхания лесов

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦЕНТРА КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АРКТИКИ САФУ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Проводится мониторинг лесных пожаров (рис. 14) и определение площади гарей (рис. 15) на территории Архангельской области.

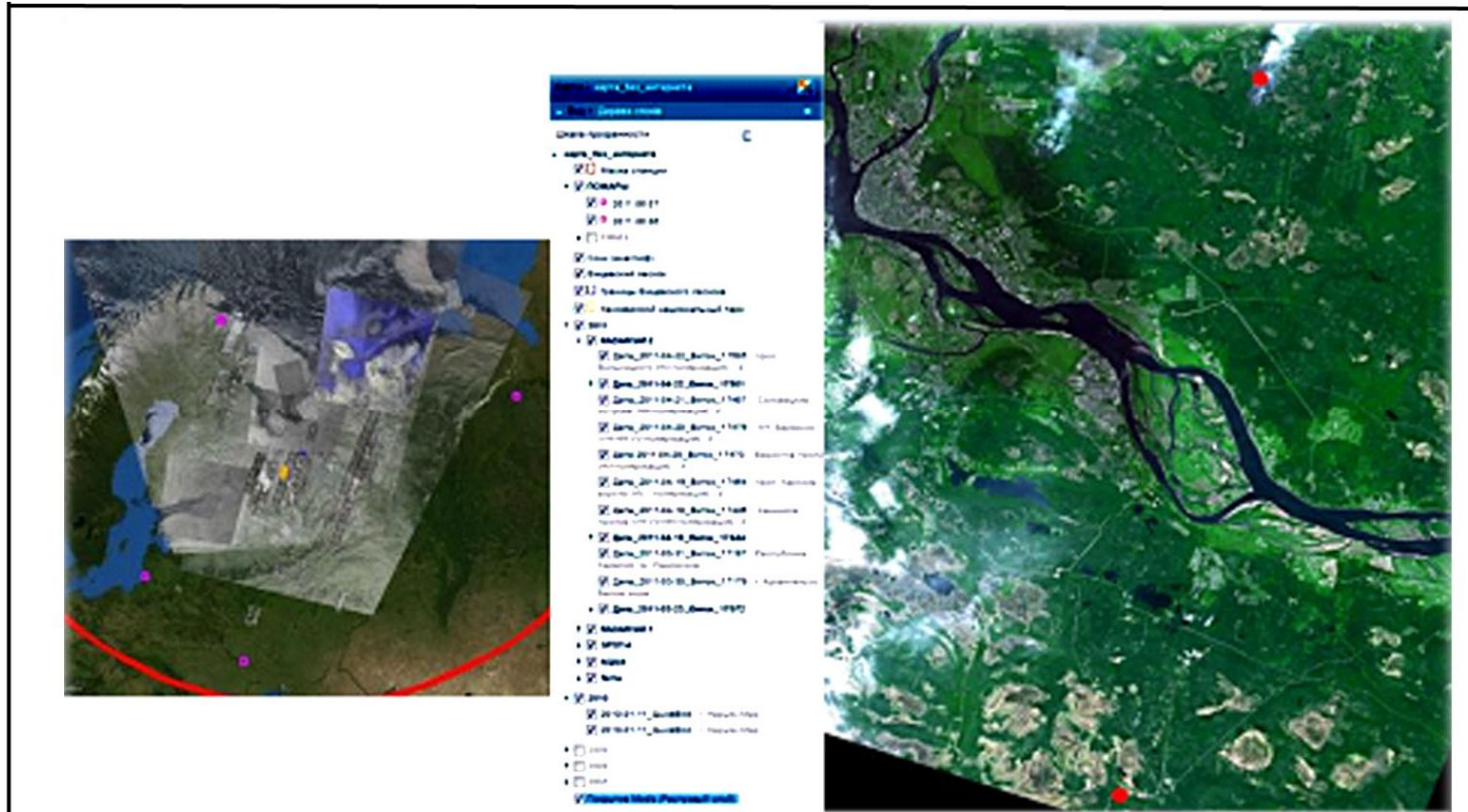


Рис. 14. Мониторинг лесных пожаров

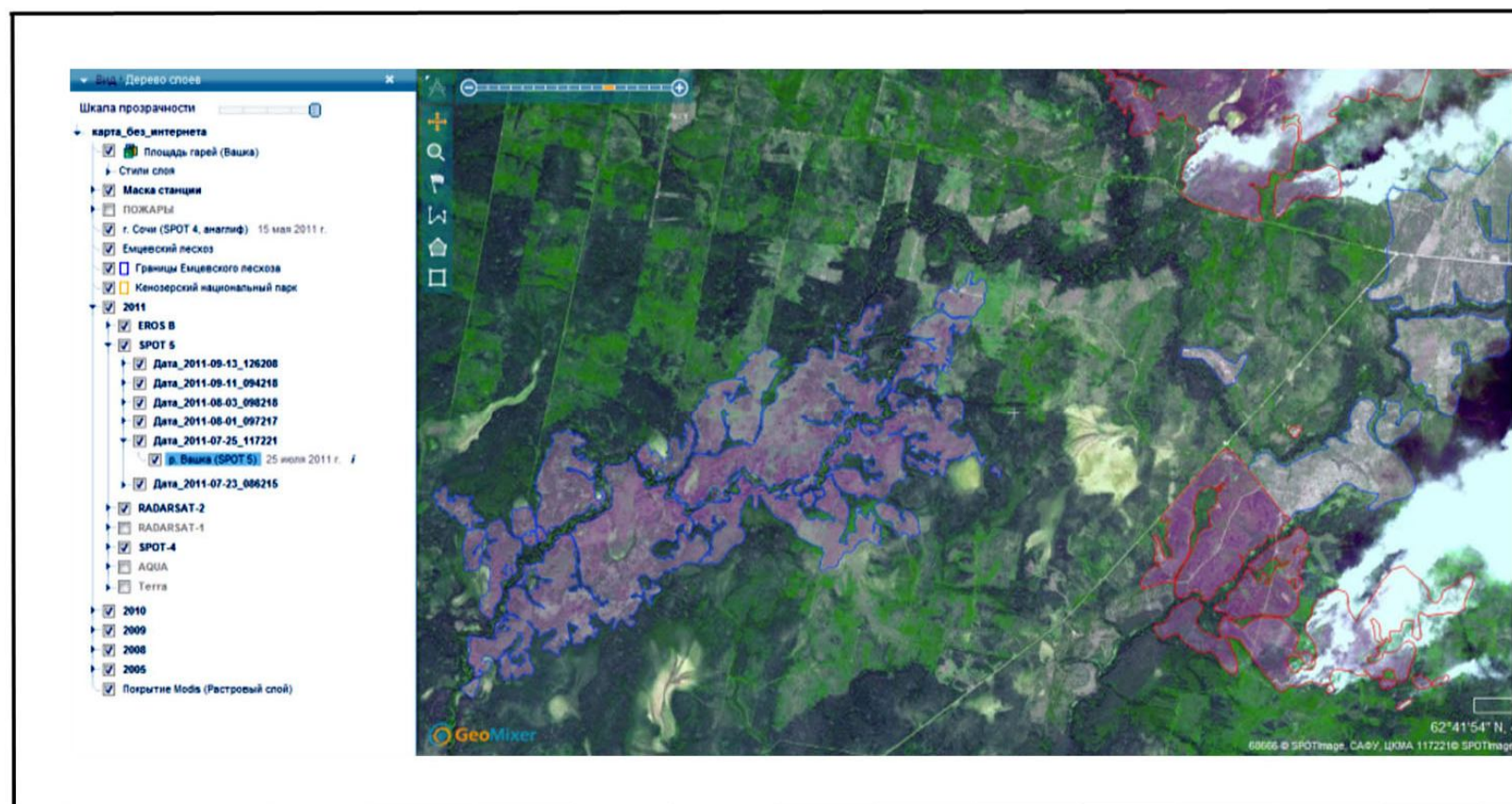


Рис. 15. Определение площади гарей

В Северном (Арктическом) федеральном университете имени М.В. Ломоносова на постоянной основе в навигационный период проводятся уже 2 года совместно с Северным УГМС научные экспедиции в акватории Северного морского пути с участием в них студентов. В рамках проекта ЦКМА осуществляет информационную поддержку проводимых экспедиций с публикацией текущей ситуации и результатов на геопортале.

Для этого обеспечивается двусторонний доступ к информационным ресурсам с борта судна, находящегося в арктических широтах, с помощью цифровой спутниковой связи через системы Iridium и/или Гонец. Сбор данных по местоположению судна и статистической информации по его перемещению (средняя скорость, полный трек и пр.) выполняется с помощью GSM/GPS/Глонасс терминала FORT-300 смонтированного на борту. При установлении спутниковой связи осуществляется автоматическая передача информация с терминала FORT-300 в центр обработки данных. Также, на судно производится регулярный сброс оптимального пакета данных по текущему состоянию и прогнозу ледовой обстановки и метеоусловий. Формирование пакета осуществляется на основе данных дистанционного зондирования со спутниковых аппаратов, как радарных, так и оптических. По результатам съемки со спутников и тематической обработки по выбранному району создаются карты ледовой обстановки (рис. 16.а).

Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ для решения задач рационального природопользования

Для метеопрогноза используются данные NOAA, выполняется для интересующего района выборка требуемых метеопараметров и создаются климатические карты. В итоге формируемый пакет является набором векторных и графических карт (рис. 16.6).

В дальнейшем планируется проведение мониторинга айсбергов для обеспечения безопасного судоходства в арктических морях, особенно по Северному Морскому пути.

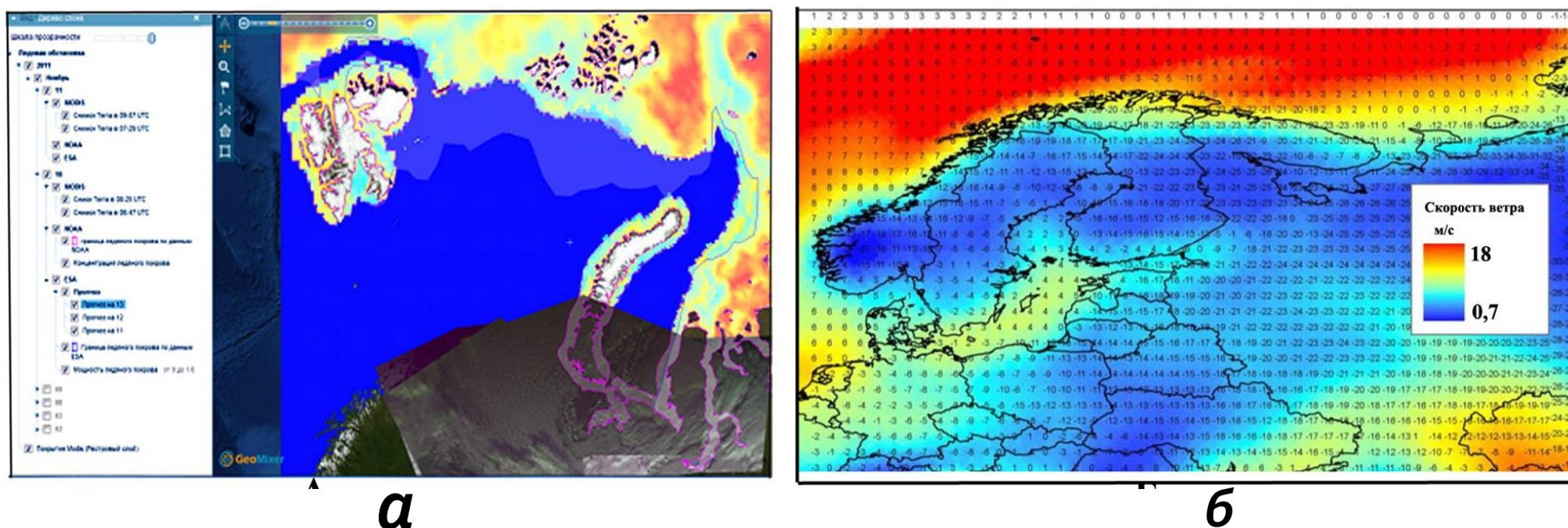


Рис. 16. Данные по текущему состоянию и прогнозу ледовой обстановки и метеоусловий; **а** — динамика и прогноз ледовой кромки; **б** — данные о высоте волн, скорости и направлении ветра

В течение всего периода научных экспедиций на геопортале, в режиме близком к реальному времени, осуществляется публикация текущего положения судна, общей обстановки и полученных с борта судна новостей и научных данных (рис. 17).

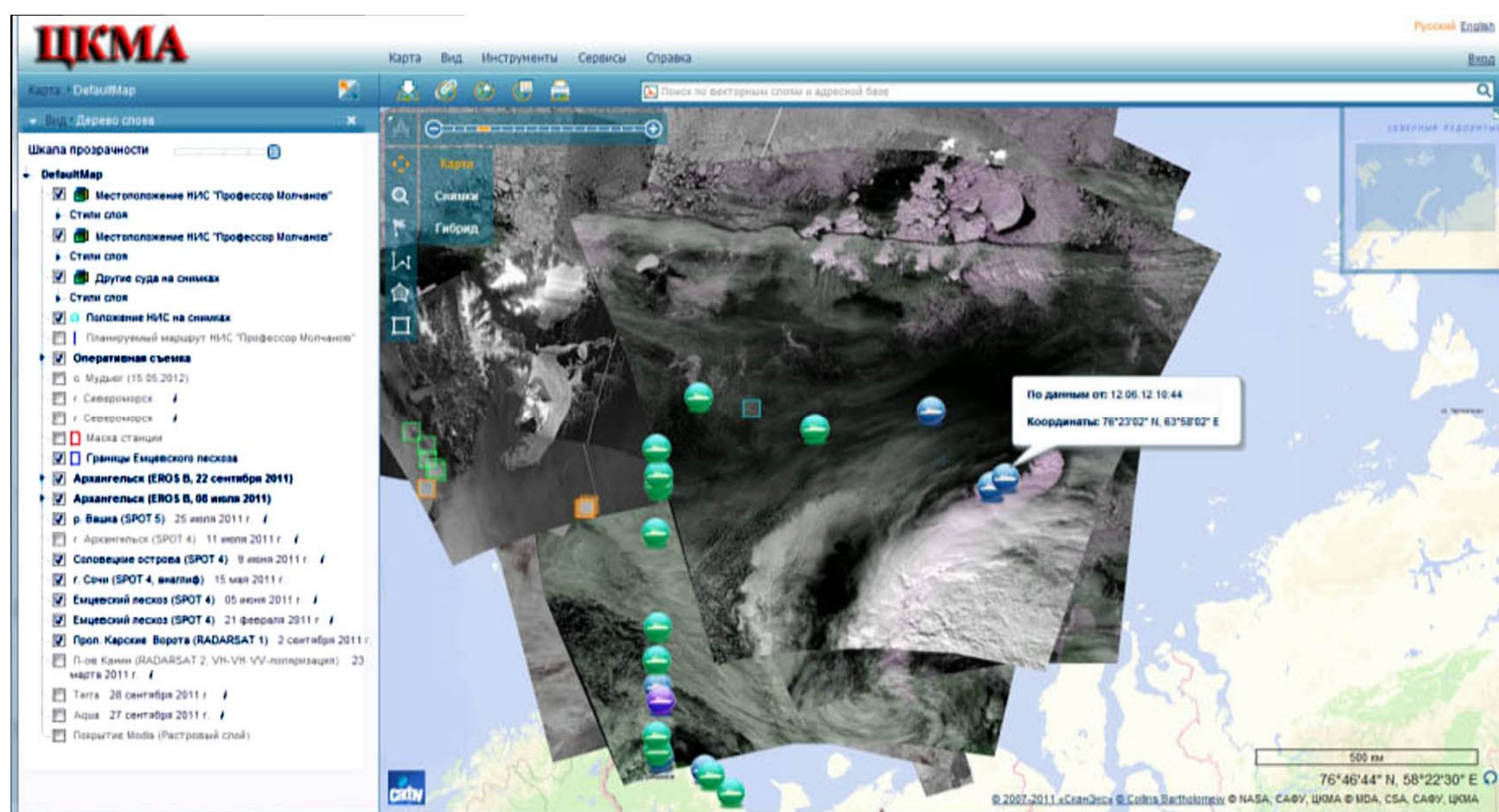


Рис. 17. Геопортал со сведениями о положении НИС «Профессор Молчанов», по данным [Северный (Арктический) федеральный университет б/г]

В результате планируется создание методики информационной поддержки судоходства в акватории Северного морского пути на основе комплексного подхода формирования данных необходимых для безопасной навигации. Будут: отработаны методы передачи информации с борта и на борт судна; определен наиболее эффективный спектр и объем передаваемых на борт судна данных; уточнены методики прогнозирования ледовой обстановки; проведены съемки ледовой обстановки в навигационный период. Все это имеет огромное значение, учитывая перспективы развития Северного морского пути (рис. 3, 4).

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
для решения задач рационального природопользования**

Кроме того университет является действительным членом консорциума «Университетские геопорталы (УНИГЕО)», который позволит разработать совместную стратегию развития и внедрения инновационных технологий и методов ДЗЗ и организовать взаимодействие вузов по использованию и развитию современных геоинформационных технологий в образовании, науке, промышленности и управлении развитием регионов.

ЦКМ Арктики принимает активное участие в решении проблем Архангельской области. На территории Архангельской области расположены 3 крупнейших в мире ЦБК, космодром «Плесецк», морской полигон «Ненокса», центр ядерного судостроения (г. Северодвинск), ядерный полигон «Новая Земля», месторождения алмазов, крупнейших в мире Североонежский бокситовый район, полиметаллические месторождения Новой Земли, перспективные на нефть участки Мезенской синеклизы и Тимано-Печорская нефтьгазоносная провинция. Учитывая острейшую проблему нехватки питьевой воды и, следовательно, в ближайшее время освоение подземных вод, нехватку строительных материалов и т.п. для развития региона необходимо решение этих проблем в ближайшее время. Все эти объекты создают и будут создавать мощнейший антропогенный прессинг на экологическое состояние окружающей среды. Поэтому необходима комплексная оценка их воздействия и разработка сценариев их дальнейшего развития. На настоящий момент существуют только объектовые характеристики на основе регламентируемых параметров (ПДУ, ПДК, ПДВ), которые носят фискальный характер и не отражают состояния среды.

Ожидаемые результаты:

- будут разработаны методики комплексной оценки состояния среды и нормирования антропогенного воздействия;
- разработана система мониторинга и алгоритм принятия управленческих решений для рационального природопользования;
- прогноз и сценарии развития негативных последствий; модели ликвидации последствий.

Для решения этих задач на первом этапе ЦКМ Арктики участвует совместно с ГАУ Управления «ИКТ АО» (уполномоченного учреждения Департамента информационных технологий администрации Губернатора Архангельской области и Правительства Архангельской области) в следующих проектах: «Создание регионального геопортала мониторинга и управления территорией Архангельской области»; «Создание электронного атласа Архангельской области»; в разработке проекта создания реестра отходов на 2013 г. совместно с ГАУ «Управление ИКТ АО», Управлением Роспотребнадзора по Архангельской области, Агентством природных ресурсов и экологии Архангельской области, ГКУ АО «Центр природопользования и охраны окружающей среды».

ЦКМА САФУ является одним из основных разработчиков долгосрочной целевой программы Архангельской области «Использование результатов космической деятельности в интересах социально-экономического развития Архангельской области на 2013—2016 годы»

Также университетом учреждено малое инновационное предприятие «Навигационная служба «Арктика» по внедрению технологии ГЛОНАСС для позиционирования подвижных объектов. Предприятие предоставляет полный комплекс услуг по поставке оборудования ГЛОНАСС/GPS, его установку и сопровождение.

4. Перспективы развития ЦКМА

4.1. Прием данных ДЗЗ

ЦКМА планируется в ближайшее время:

1. Расширить возможности станции приема X-диапазона — дооснастить станцию терминалом приема и обработки данных VIIRS с ИСЗ Suomi NPP (USA).



КА **Suomi NPP** (Suomi National Polar-orbiting Partnership)

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
для решения задач рационального природопользования**

КА **Suomi NPP (Suomi National Polar-orbiting Partnership)** служит своеобразным мостиком между программой EOS (Earth Observing System) и, идущей ей на смену, программой JPSS (Joint Polar Satellite System; прежнее ее название NPOESS — National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite System), которая начнет в полном объеме разворачиваться в 2015 г. С высоты орбиты 824 км NPP будет проводить съемку поверхности Земли практически в ежедневном режиме. Спутник оснащен различными приборами:

- для измерения температуры, влажности и давления атмосферы CrIS (Cross-track Infrared Sounder) и ATMS (Advanced Technology Microwave Sounders);
- для сбора данных о вертикальном и горизонтальном распространении озона в атмосфере OMPS (Ozone Mapping and Profiler Suite);
- для изучения электромагнитного излучения CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System).

Особый интерес для съемки земной поверхности представляет сенсор VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite), 22-канальный радиометр, аналогичный MODIS (спутники Aqua и Terra), но с существенно улучшенными характеристиками. Сенсор VIIRS позволит получать оперативную информацию о лесных пожарах, изменениях ландшафта, ледовой обстановке в северных морях и т. д.

Решаемые задачи:

- изучение облачного покрова, концентрации взвешенных частиц (аэрозолей), распределения водяного пара в атмосфере, мониторинг опасных атмосферных явлений;
- оперативное картографирование и изучение температурного режима океана;
- оперативное автоматизированное выявление очагов лесных пожаров размером вплоть до десятков кв м;
- мониторинг динамики ледников, процессов заболачивания и опустынивания, засоления, половодий, паводков;
- мониторинг природных и антропогенно-спровоцированных катастроф на региональном и глобальном уровнях (наводнения, цунами, извержения вулканов и т. п.).

2. Приобрести станцию приема и обработки информации L-диапазона Алиса-СК для приема данных метеоспутников NOAA и MetOp. Использование этой информации расширит спектр используемых данных ДЗЗ как в учебном и научно-исследовательском процессах, так и в прикладных задачах (увеличение периодичности съемки для мониторинга лесных пожаров, синоптической ситуации для прогнозирования проведения высокодетальной съемки и т.п). Целевая аппаратура КА MetOp и NOAA приведены ниже.



КА **MetOp № 1** (Meteorological Operational satellite) — метеорологический спутник Европейского космического агентства. Всего должно быть запущено три спутника (первый запущен 19 октября 2006 г.)

Целевая аппаратура КА MetOp № 1:

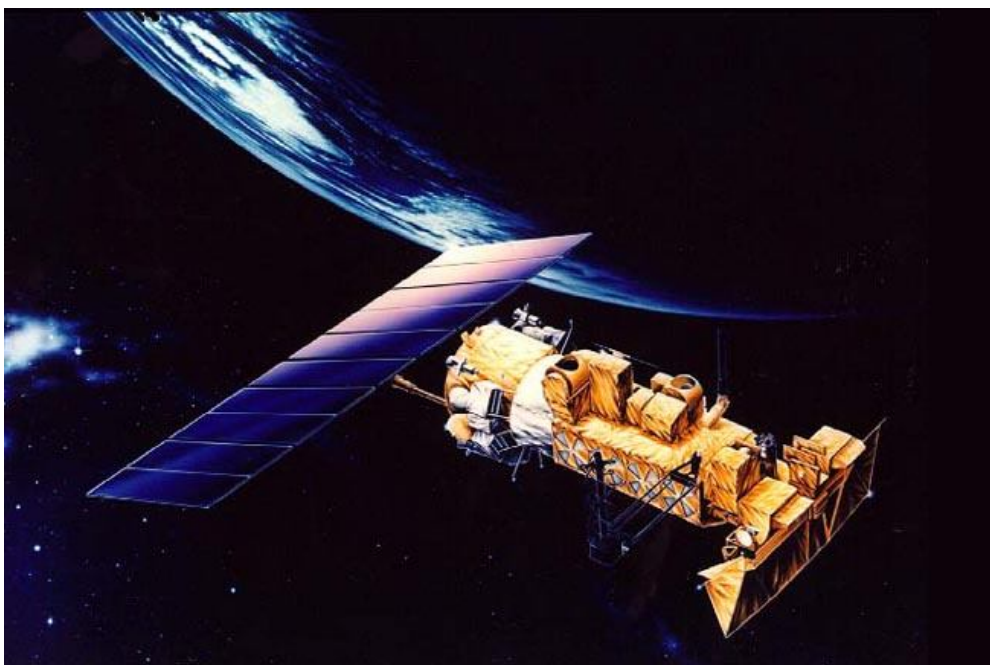
- многоканальный радиометр AVHRR/3;
- ИК-зондировщик HIRS/4;
- МВ-зондировщики AMSU-A, MHS;
- усовершенствованный ИК-зондировщик IASI высокого спектрального разрешения;
- усовершенствованный скаттерометр ASCAT;

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
для решения задач рационального природопользования**

- озонный зондировщик GOME-2 УФ/ВИД диапазона спектра;
- радиозатменный атмосферный зондировщик GRAS.

Выходные информационные продукты:

- цифровые карты температуры верхней границы облаков и подстилающей поверхности;
- оценки параметров облачности и осадков (AVHRR/3, IASI);
- оценки газового состава атмосферы и концентрации озона (GOME-2, IASI);
- оценки влагосодержания атмосферы, картирование снежного покрова, ледовой обстановки на морях и океанах, (AVHRR/3, AMSU-A, MHS);
- вертикальные профили температуры и влажности, концентрации озона в атмосфере (ATOVS , IASI);
- данные атмосферного зондирования по результатам радиозатменных наблюдений (GRAS);
- данные о волнении на морях и океанах, оценки скорости приводного ветра (ASCAT).



Метеоспутник **NOAA** (National Oceanic & Atmospheric Administration), запущен 20 мая 2005 г. Изготовлен компанией Lockheed Martin Space Systems (Missiles & Space), США.

Целевая аппаратура:

- многоспектральный сканер видимого и ИК -диапазонов спектра (радиометр AVHRR);
- аппаратура ATOVS атмосферного зондирования в составе ИК модуля HIRS/2, МКВ модулей AMSU-A,-B;
- бортовая радиотехническая система сбора данных с платформ типа ARGOS.

Выходные информационные продукты:

- многоспектральные изображения облачности и подстилающей поверхности;
- данные температурно-влажностного зондирования атмосферы (ТВЗА);
- данные о температуре поверхности океана (ТПО) и параметрах облачного покрова регионального и глобального покрытия.

Передача цифровой и аналоговой спутниковой информации обеспечивается путем:

- использования приемных станций, работающих в диапазоне 137 МГц (режим АРТ) и 1,7 ГГц (режим HRPT), причем для российских пользователей доступна информация только регионального покрытия в зоне радиовидимости приемных станций;
- распространения выходных продуктов через глобальную систему телесвязи (ГСТ);
- использования сети Интернет (сжатые изображения ТВ и ИК-диапазонов спектра).

Информация о состоянии земной поверхности и атмосферы поступает с метеорологических спутников NOAA (США) в формате HRPT (High Resolution Picture Transmission). Данные о стратосферной температуре и общем содержании озона, полученные со спутников NOAA, размещены на сайте http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/stratosphere/strat_a_f. Источником данных по озону являются SBUV/2 (Solar Backscatter Ultraviolet) на борту спутника NOAA-14 и TOVS — комплект из трех приборов для измерения уходящего излучения Земли на разных длинах волн.

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
 для решения задач рационального природопользования**

3. Дооснастить станцию терминалом приема и обработки данных с ИСЗ Метеор-М1 (МКС «Арктика»), спутник с широкой полосой охвата. Основные технические характеристики приведены в **таблице 10**.



ИСЗ **Метеор-М1**. Входит в состав космического комплекса гидрометеорологического и океанографического обеспечения «Метеор-3М». Создан по заданию Роскосмоса и Росгидромета на НПП ВНИИЭМ. Выведен на орбиту 17 сентября 2009 г.

Таблица 10

Характеристики основной аппаратуры спутника Метеор-М

Прибор	Применение	Спектральные диапазоны	Полоса обзора (км)	Разрешение (км)
МСУ-МР многоканальное сканирующее устройство метеорологического назначения	Глобальное и региональное картирование облачности, ТПО, ТПС	0,5—12,5 мкм (6 каналов)	3000	1 x 1
КМСС комплекс многоканальной съемки поверхности Земли	Мониторинг земной поверхности	0,4—0,9 мкм (3 канала)	100	0,06/0,1
МТВЗА модуль температурного и влажностного зондирования атмосферы	Профили температуры и влажности атмосферы, параметры приводного ветра	10,6—183,3 GHz (26 каналов)	2600	12—75
ИКФС-2 * усовершенствованный ИК-зондировщик	Профили температуры и влажности атмосферы	5—15 мкм	2000	35
«Северянин» радиолокатор с синтезированной апертурой	Ледовый мониторинг	9500—9700 MHz	600	0,4 x 0,5
Радиомет * модуль радиопросвечивания атмосферы	Профили температуры и давления атмосферы			

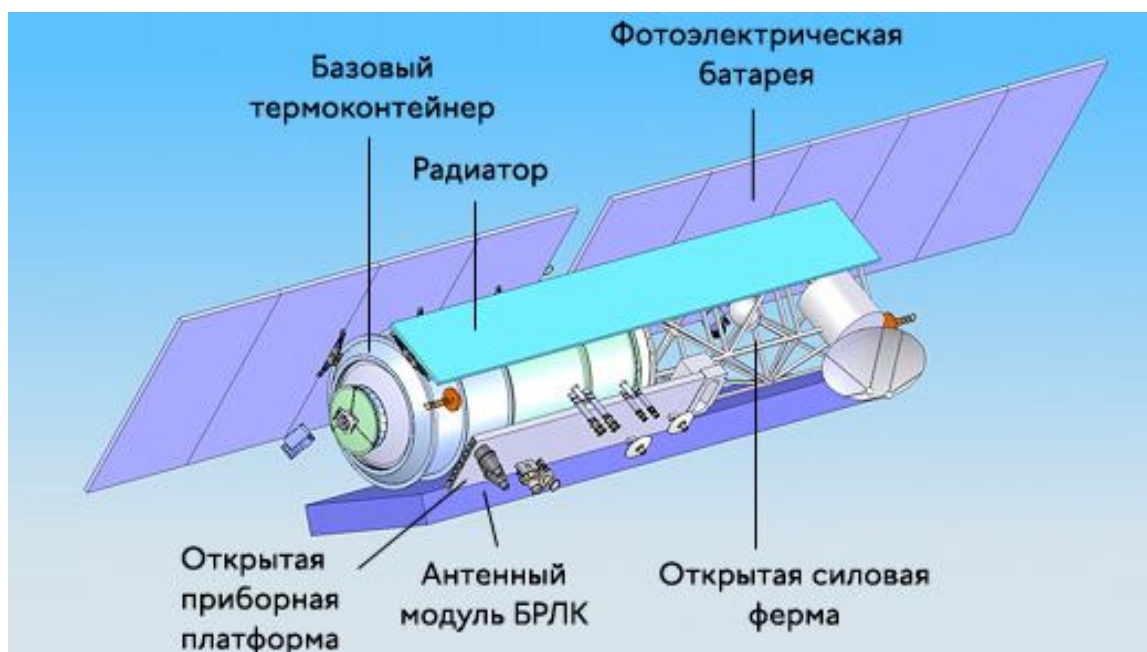
*будет установлен на спутнике Метеор-М № 2

Решаемые задачи:

- анализ и прогноз погоды в региональном и глобальном масштабах;
- анализ и прогноз состояния акватории морей и океанов, включая контроль ледовой обстановки;
- анализ и прогноз условий для полета авиации;
- анализ и прогноз гелиогеофизической обстановки в околоземном космическом пространстве (ОКП), состояния ионосферы и магнитного поля Земли;
- мониторинг климата и глобальных изменений;
- контроль чрезвычайных ситуаций;
- экологический мониторинг окружающей среды.

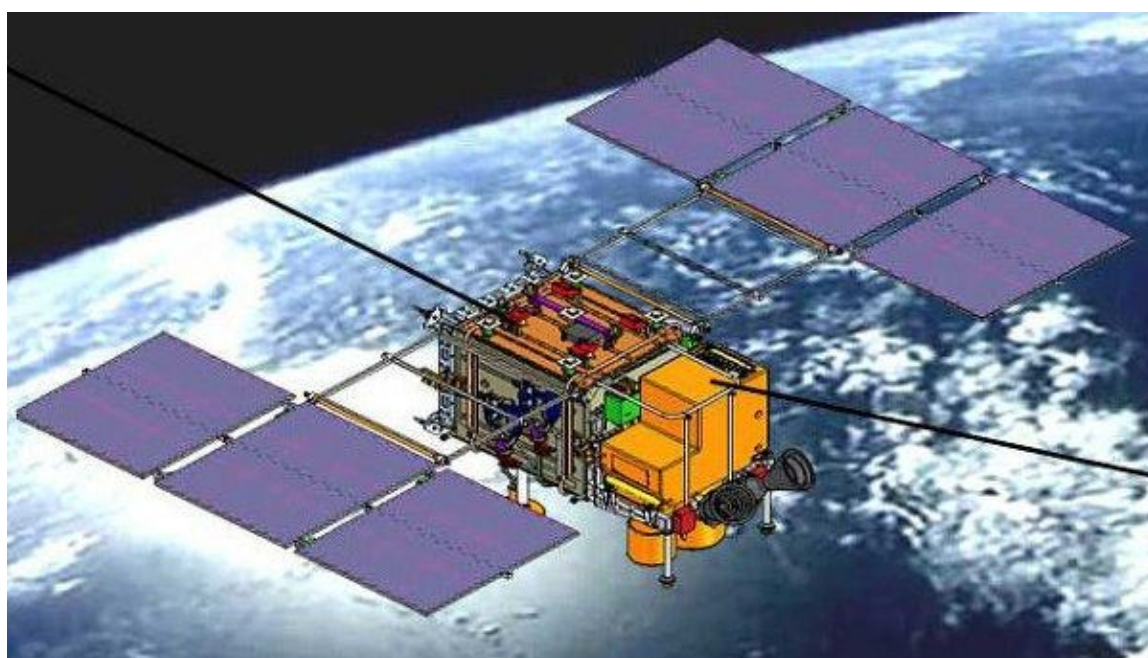
Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ для решения задач рационального природопользования

В дальнейшем планируется приобретение терминалов для приема информации с Метеор-М № 3 Океанографический, Канопус-В и Ресурс-П с гиперспектральной аппаратурой.



Компоновка океанографического КА **Метеор-М №3**. Фото с сайта <http://expo2012korea.ru/participants/ka-okeanograficheskogo-naznacheniya-tipa-meteor/>

КА «**Канопус-В**» предназначен для обеспечения подразделений Федерального космического агентства, Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Российской академии наук и других заинтересованных ведомств оперативной информацией. Основные характеристики аппарата и съемочной аппаратуры приведены в **табл. 11, 12**.



КА «**Канопус-В**» для получения панхроматических и многозональных изображений поверхности Земли. Изготовлен ОАО Корпорация «ВНИИЭМ» совместно с ОАО «Пеленг» и компанией Surrey Satellite Technology Limited (Великобритания).

Таблица 11

Основные характеристики космического аппарата
 [Научный Центр оперативного мониторинга Земли 2008]

Дата запуска: 22 июля 2012 г.		
Стартовая площадка: космодром Байконур (Россия)		
Средство выведения: РН «Союз-У»		
Разработчик: ФГУП «НПП ВНИИЭМ» (Россия)		
Оператор: НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы» (Россия)		
Масса, кг	400	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	высота, км	510—540
	Наклонение, град.	98
Расчетный срок функционирования, лет		5

Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
для решения задач рационального природопользования

Таблица 12

Основные технические характеристики съемочной аппаратуры
[Научный Центр оперативного мониторинга Земли 2008]

Режим съемки	Панхроматический	Мультиспектральный
Спектральный диапазон, мкм	0,52—0,85	0,54—0,60 (зеленый) 0,63—0,69; 0,6—0,72 (красный) 0,75—0,86 (ближний ИК)
Пространственное разрешение (в надире), м	2,1	10,5
Ширина полосы обзора, км	Более 20 (при высоте 510 км)	
Производительность съемки, млн кв. км/сутки	Более 2	
Периодичность съемки, сутки	5	
Скорость передачи данных на наземный сегмент (X-диапазон), Мбит/с	2x122,8	

Решаемые задачи

- обнаружение очагов лесных пожаров, крупных выбросов загрязняющих веществ;
- мониторинг техногенных и природных чрезвычайных ситуаций, в т.ч. стихийных гидрометеорологических явлений;
- мониторинг сельскохозяйственной деятельности, природных (в т. ч. водных и прибрежных) ресурсов;
- мониторинг землепользования;
- оперативное наблюдение заданных районов земной поверхности.



КА «Ресурс-П» (от «перспективный»), создан ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»

КА «Ресурс-П» предназначен для дистанционного зондирования земной поверхности с целью получения в масштабе времени, близком к реальному, высокоинформативных изображений в видимом диапазоне спектра. Оптико-электронная аппаратура высокого разрешения дополнена гиперспектральной съемочной аппаратурой (ГСА) и комплексом широкозахватной мультиспектральной съемочной аппаратуры высокого разрешения (ШМСА-ВР) и среднего разрешения (ШМСА-СР).

Решаемые задачи:

- составление и обновление общегеографических, тематических и топографических карт;
- составление и обновление общегеографических, тематических и топографических карт;
- контроль загрязнения окружающей среды, в т. ч. экологический контроль в районах геологоразведочных работ и добычи полезных ископаемых, контроль водоохранных и заповедных районов;
- инвентаризация природных ресурсов (сельскохозяйственных и лесных угодий, пастбищ, районов промысла морепродуктов), создание земельного кадастра и контроль хозяйственных процессов для обеспечения рациональной деятельности в различных отраслях хозяйства;
- информационного обеспечения поиска нефти, природного газа, рудных и других месторождений полезных ископаемых;
- контроль застройки территорий, получение данных для инженерной оценки местности в интересах хозяйственной деятельности;

Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ для решения задач рационального природопользования

- информационного обеспечения для прокладки магистралей и крупных сооружений, автомобильных, железных дорог, нефте- и газопроводов, систем связи;
- обнаружение незаконных посевов наркосодержащих растений и контроль их уничтожения;
- оценка ледовой обстановки;
- наблюдение районов чрезвычайных ситуаций с целью мониторинга стихийных бедствий, аварий, катастроф, а также оценки их последствий и планирования восстановительных мероприятий.

Сочетание приема данных с Канопус-В, белорусского спутника БКА (аналог Канопуса-В) и Ресурса-П № 1, а в дальнейшем и Ресурса-П № 2 позволит получать качественно новую информацию не только за счет гиперспектральной съемки (256 каналов Ресурса-П), но и данных с космической группировки из этих спутников (**рис. 18**).



Спутник **БКА** («белорусский космический аппарат»). Запущен 31 августа 2012 г. Фото с сайта <http://nmn.by/news/3848.html>

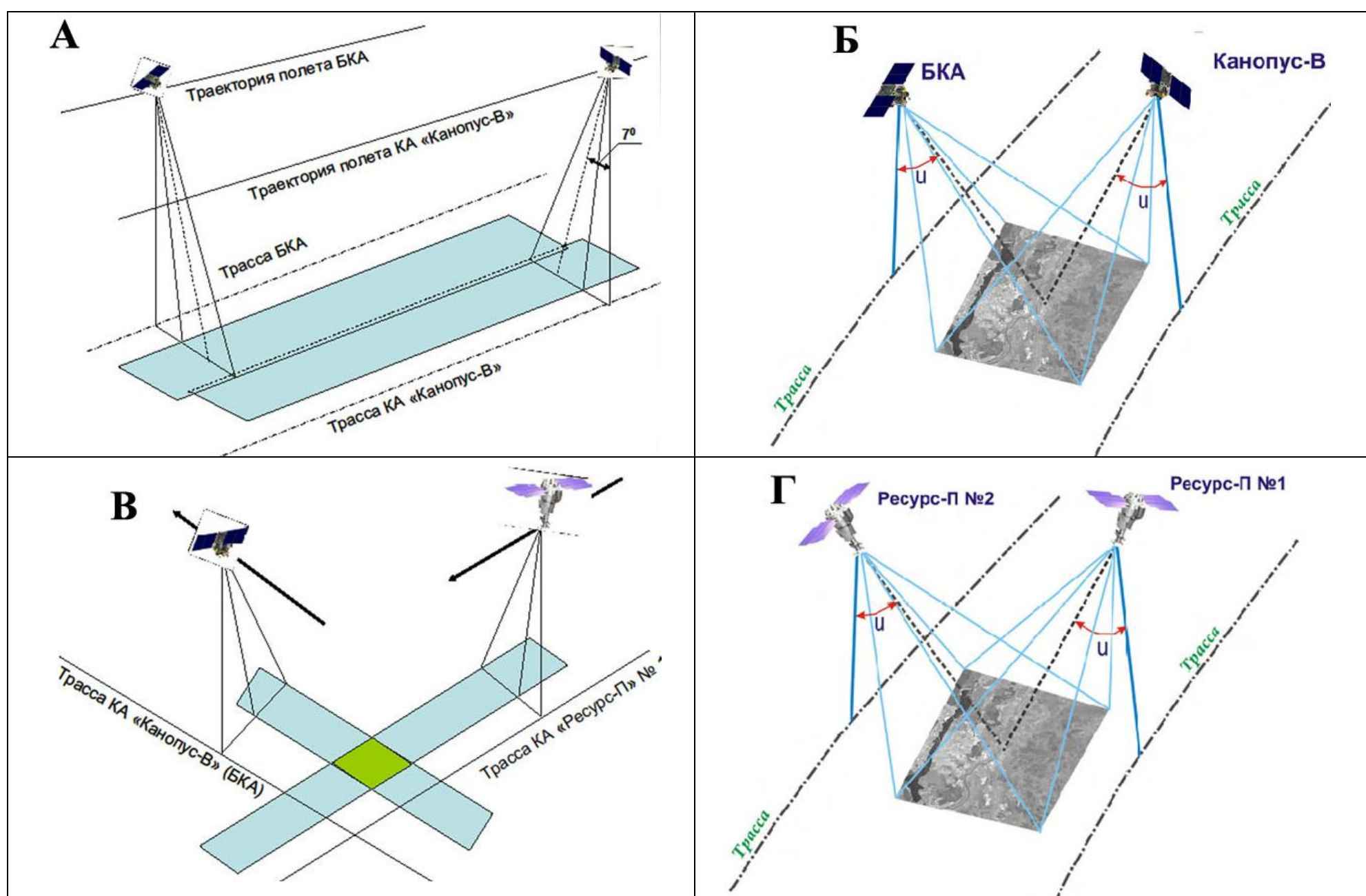


Рис. 18. Примеры схем функционирования будущей группировки [Седельников, 2013]: **А** — Схема площадной съемки с соседних витков с использованием группировки «Канопус-В» — БКА; **Б** — схема проведения конвергентной съемки с использованием группировки «Канопус-В» — БКА; **В** — схема пересекающихся маршрутов КА «Канопус-В» (или БКА) и КА «Ресурс-П» № 1; **Г** — схема проведения конвергентной съемки с соседних витков с использованием группировки «Ресурс-П» № 1 и «Ресурс-П» № 2

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
для решения задач рационального природопользования**

**4.2. Разработка автоматизированной системы оперативного мониторинга,
адаптированной к условиям северных территорий РФ**

Автоматизированный технологический цикл подразумевает спектральную классификацию полученных разновременных композитов, автоматическую фильтрацию, генерализацию, векторизацию выявленных изменений, автоматическое внесение в базу геоданных параметров произошедших изменений: площадные и географические характеристики, временной цикл изменения, его качественные и количественные характеристики.

Все вновь получаемые космические снимки должны проходить обязательную предварительную обработку, включая фотограмметрические процедуры с целью создания ортоизображений с определенными точностными показателями и ортомозаик, представляющих собой единые бесшовные изображения для всей территории региона или крупных его фрагментов.

В этих целях на базе наиболее современного и производительного программно-аппаратного обеспечения необходимо разработать автоматизированный технологический цикл для фотограмметрической, радиометрической и спектральной обработки космических снимков обеспечивающий:

- автоматизированное создание ортотрансформированных панхроматических и цветных (мультиспектральных) изображений;
- автоматизированное синтезирование панхроматических и мультиспектральных (2 м) ортоизображений в целях создания высокодетальных (цветных мультиспектральных изображений земной поверхности для целей высокоточного мониторинга;
- автоматизированная подстройка гистограмм для всех видов полученных ортоизображений.
- формирование бесшовных мозаичных цветных изображений на базе разновременных ортотрансформированных изображений; мозаики должны изготавливаться в естественных цветах.

Мониторинг районов чрезвычайных ситуаций наиболее эффективен для решения следующих задач:

- прогнозирование чрезвычайных ситуаций и их последствий;
- мониторинг чрезвычайных ситуаций, связанных с природными и техногенными воздействиями;
- планирование аварийно-спасательных работ в районах стихийных бедствий и антропогенных катастроф.

Особенно важна автоматизированная система обработки данных при мониторинге чрезвычайных ситуаций (ледовой обстановки, половодий, лесных пожаров, аварий на нефтепроводах и т.п.).

Дистанционные методы обнаружения и мониторинга чрезвычайных ситуаций (ЧС) сводятся к сопоставлению и анализу совпадающих по характеристикам изображений (пространственное разрешение, спектральные каналы) для соответствующего участка местности, полученные в разное время [Кравцов и др., 2006]. На практике изображения могут значительно различаться из-за изменения геометрии их получения, что требует трансформации (коррекция геометрических искажений, координатное совмещение и т.п.) каждого из потоков спутниковых изображений. Программный комплекс автоматизированного обнаружения и мониторинга ЧС будет иметь несколько критичных ко времени вычислений процедур: трансформация спутниковых изображений и обработка спутниковых данных. Поэтому программный комплекс должен быть ориентирован на обработку в режиме времени близкому к реальному [Кравцов и др., 2006].

Система мониторинга пожарной обстановки предполагает выделение с помощью специального программного обеспечения, термоточек на основе данных со спутников Terra и Aqua. Ширина полосы съемки со спутников 2500 км, таким образом, с учетом орбиты спутников, территория Архангельской области полностью покрывается съемкой два раза в сутки. Обработка данных и выделение термоточек производится в течение 2-х часов. Результаты выкладываются на геопортале и передаются в ГУ МЧС России по Архангельской области и агентство государственной противопожарной службы и гражданской защиты Архангельской области в виде таблицы с координатами.

Этот метод позволяет выделять по 70% пожаров (30% обычно не подтверждается). Поэтому подтверждение термоточек планируется осуществлять с беспилотного летательного аппарата с цифровой камерой. Базирование БПЛА планируется осуществлять в гг. Архангельск, Дв. Березник, что позволяет с учетом радиуса действия БПЛА (500 км) покрывать практически всю территорию Архангельской области. Данные по подтвержденным термоточкам будут передаваться заказчику в виде географически привязанных растров и таблицы с координатами. В дальнейшем для более корректного выделения пожаров будет составлена цифровая модель местности и использоваться ИСЗ Метеор-М № 3, NOAA, MetOp и Ресурс ПМ (256 каналов).

4.3. Тематическая обработка данных

В целях дальнейшей тематической обработки и анализа космических снимков на базе наиболее современного и производительного программно-аппаратного обеспечения будет разрабатываться автоматизированный технологический

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ
для решения задач рационального природопользования**

цикл, основанный на следующих методах дешифрирования:

- визуальное дешифрирование. Относится к числу доступных методов, но требует высокой профессиональной подготовки и хорошего знания объектов дешифрирования;
- методы спектральных классификаций. Относятся к автоматическим и заключаются в выполнении математических процедур, позволяющих сгруппировать объекты по некоторому формализованному признаку;
- объектно-ориентированные методы классификации (также относятся к автоматическим);
- создание разновременных композитов — один из основных методов выявления изменений на территории мониторинга;
- обработка радиолокационных данных в силу особенности исходных данных выделяется в отдельную группу методов.

Выбор метода классификации всегда определяется конкретной задачей обработки снимка, особенностями объектов дешифрирования, доступностью наземной информации. В целом, автоматизированный технологический цикл дешифрирования космических снимков должен обеспечивать:

- автоматизированное выделение различных техногенных и природных объектов, подразделение территории региона по ландшафтной структуре, типам природопользования с применением методов спектральных классификаций, расширенного использования цифровых моделей местности и цифровых моделей рельефа;
- автоматизированное дешифрирование с использованием методов объектно-ориентированного дешифрирования коммунально-бытового воздействия на окружающую среду (несанкционированные свалки);
- автоматизированное дешифрирование техногенно-вскрытых грунтов с использованием спектральных коэффициентов с последующей фильтрацией по моделям местности и топографическим цифровым картам;
- автоматизированное создание методами аддитивного синтеза разновременных композитов, наиболее контрастно отображающих все произошедшие изменения на базе всех использованных космических снимков. Композиты создаются из двух разновременных снимков на одну и ту же территорию;
- автоматизированный мониторинг смещений земной поверхности с помощью радиолокационной интерферометрии (просадки грунта, оползневые процессы и др.);
- автоматизированное и визуальное дешифрирование по разновременным композитам изменений, происходящих на территории региона, создание векторных электронных картографических слоев, отображающих произошедшие изменения.

В основном данные ДЗЗ широко используются для более южных территорий. Для успешного применения космоматериалов при решении задач оценки состояния окружающей среды северных территорий необходима разработка региональных алгоритмов. Для этого, в первую очередь, необходима оценка объектов и их свойств и возможности их регистрации космическими методами. Более подробно этот вопрос рассмотрен в работе [Кутинов и др., 2012]. Здесь хотелось бы отметить, что разрабатываемые системы мониторинга должны быть адаптированы для северных территорий РФ с учетом их специфики.

В целом необходимо создание следующих систем спутникового мониторинга: состояния окружающей среды и экологии; мониторинга лесов (инвентаризации и мониторинга лесного фонда, мониторинга ведения лесопользования, охраны и обнаружения незаконных рубок, борьбы с лесными пожарами, лесопатологического мониторинга и выявления влияния неблагоприятных погодных явлений, изучение глобального углеродного цикла); геологической среды, объектов геологоразведки и горной промышленности и нефтегазового комплекса; водоемов и акваторий морей (водных объектов, паводков и наводнений, оценки ледовой обстановки и мониторинг снежного покрова); сельского хозяйства (растениеводство, животноводство; рыболовство, орошение и мелиорация земель, экология, охотничье хозяйство, сельское строительство, правовые аспекты); мониторинга особо охраняемых природных территорий; объектов дорожного хозяйства; мониторинга в муниципальном управлении и градостроительстве с использованием данных ДЗЗ высокого и сверхвысокого разрешения; создание системы доступа к спутниковым данным высокого разрешения по объектам туристической инфраструктуры региона.

Суммируя вышеизложенное, следует отметить, что комплексное использование данных ДЗЗ открывает широкие возможности не только для детектирования источников загрязнения и путей их переноса, но и дает возможность оценить последствия их воздействия на окружающую среду. Использование данных со спутников позволит проводить комплексную оценку состояния северных территорий и прилегающих акваторий морей на основе современных оптических и радиолокационных изображений. Для корректного использования космической информации необходимо создание единой сети региональных баз данных априорной и подспутниковой информации.

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦЕНТРА КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АРКТИКИ САФУ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

ЛИТЕРАТУРА

1. Бамбуляк А., Францен Б. Транспортировка нефти из российской части Баренцева региона. Сванвик: Экологический Центр Сванховд. Норвегия. 2005. 91 с.
2. Инженерно-технологический центр «СканЭкс». Официальный сайт. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.scanex.ru/ru/>
3. Компания «Совзонд». Официальный сайт. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sovzond.ru>
4. Кравцов С.Л., Мурашко Л.А., Романенко А.В. Автоматизированная обработка спутниковых данных в интересах обнаружения и мониторинга чрезвычайных ситуаций // Исслед. Земли из космоса, 2006. № 4. С. 20–26.
5. Кутинов Ю.Г., Боголицын К.Г., Чистова З.Б. Исследования северных территорий Земли из космоса: проблемы, свойства, состояние, возможности на примере МКС-Арктика. В 3-х томах. Екатеринбург: УрО РАН, 2012.
6. Кутинов Ю.Г. Экогеодинамика Арктического сегмента земной коры. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 388 с.
7. Научный Центр оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ). Официальный сайт. 2008. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nts.omz.ru>
8. Север России: актуальные проблемы развития и государственный подход к их решению / Под ред. А.Г. Гранберга, В. Н. Лаженцева. Москва – Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2004. 172 с.
9. Северный (Арктический) федеральный университет. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.narfu.ru>
10. Седелников В. П. Использование группировки отечественных КА в интересах картографирования территории России. Фонтенбло, 2013. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.racurs.ru/download/conf/France2013/Presentations/Sedelnikov.pps>
11. Сидоров П.И., Дегтева Г.Н. Стратегия развития циркумполярной медицины [Электронный ресурс] // Влияние глобальных климатических изменений на здоровье населения в российской Арктике: Междунар. раб. встреча. Москва. 19–20.05.2008. Режим доступа: http://www.npa-arctic.ru/splash_screen.html
12. Хасанов М.М. Консолидация науки, производства и образования в приоритетных направлениях научно-технической политики в нефтегазовом комплексе. Презентация доклада директора по науке ОАО «НК «Роснефть» на круглом столе Министерства образования и науки РФ 26 января 2011 г. [Электронный ресурс] // Информационно-коммуникационная площадка Министерства образования и науки РФ. Режим доступа: <http://www.innoedu.ru/projects/pir/presentation/2011-02-08/Роснефть.ppt>
13. Bovensmann H., Noël S., Monks P., Goede A.P.H., Burrows J.P. "The Geostationary Scanning Imaging Absorption Spectrometer (GeoSCIA) Mission: Requirements and Capabilities." *Adv. Space Res.* 29.11 (June 2002): 1849–1859.
14. Hillger D.W., Kopp T., Lee T., Lindsey D.T., Seaman C., Miller S.D., Solbrig J., Kidder S.Q., Bachmeier S., Jasmin T., Rink T. "First Light Imagery from Suomi NPP VIIRS." *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 94.7 (2013): 1019–1029. doi:10.1175/BAMS-D-12-00097.1
15. Ivanov Y. "Requirements for development of the infrastructure of the Northern Sea Route." *A Common Approach to Collaborative Technological Research for Arctic Development. Proceeding of the Joint EU-Russia-Canada-US Workshop.* Brussels, 2002, pp. 557–567.
16. Kamisch J., Jenkins S.F. eds. *Geostationary and Polar-orbiting Weather Satellites: Background and Assessments.* New York: Nova Science Publisher, 2013. 109 p.
17. Miller S.D., Schmidt C., Schmit T.J., Hillger D.W. "A Case for Natural Colour Imagery from Geostationary Satellites, and an Approximation for the GOES-R ABI." *Int. J. Remote Sens.* 33.13 (2012): 3999–4028. doi: 10.1080/01431161
18. Saint-Jean R. "Canadian RADARSAT Program for Resource Management." *A Common Approach to Collaborative Technological Research for Arctic Development. Proceeding of the Joint EU-Russia-Canada-US Workshop.* Brussels, 2002, pp. 681–697.

Цитирование по ГОСТ Р 7.0.11–2011:

Кутинов, Ю. Г., Копосов, С. Г. Возможности и перспективы развития Центра космического мониторинга Арктики САФУ для решения задач рационального природопользования [Электронный ресурс] / Ю.Г. Кутинов, С.Г. Копосов // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. — 2013. — Т. 4. — Вып. 1: Система планета Земля — Стационарный сетевой адрес: 2227-9490e-aprov_r_e-ast4-1.2013.72

Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦЕНТРА КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АРКТИКИ САФУ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

OPPORTUNITIES AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ARCTIC SPACE MONITORING CENTER OF NAFU FOR SOLVING PROBLEMS OF RATIONAL WILDLIFE MANAGEMENT

Yuri G. Kutinov, D.Sc. (Geology and Mineralogy), Main Researcher, Institute of Ecological Problems of the North, Ural Branch of RAS, Director of Arctic Space Monitoring Center of M.V. Lomonosov Northern (Arctic) Federal University, Member of Academy of Natural Sciences (Germany) and Italian Academy of Social and Economy Sciences (Rim)

E-mail: kutinov@iepn.ru

Sergei G. Koposov, Deputy Director of Arctic Space Monitoring Center of M.V. Lomonosov Northern (Arctic) Federal University

E-mail: s.koposov@narfu.ru

Northern territories features are sparseness of terrestrial hydro-meteorological network, combined with specific natural and climatic conditions and sensitivity to global climate change. However, it is northern territory of Russia, that both oil and gas and transport industries actively master. Under these conditions, satellite data is of particular importance for the assessment of the environment and management decisions aimed at preserving and rational use of natural resources. The most relevant and effective means of ice cover monitoring are radar data because they are all-weather, i.e. depend on neither on the light, nor the presence of cloud cover.

We have considered the opportunities and prospects of development of the university's Arctic Space Monitoring Center in order to address the challenges of environmental management at northern regions of Russia. In our article, we have discussed both scientific and organizational aspects of the equipment of the university's Center with polar-orbital weather satellites of several generations domestic and imported. We carried out a comparative analysis of long-term complex data have been obtained with weather satellites and were processed in the Monitoring Center of NAFU. As a result, we have shown that the integrated use of remote sensing data offers great opportunities not only for the detection of pollution sources and their transport routes, but also makes it possible to evaluate the consequences of their impact on the environment. We believe that the correct use of space-based information on the state of the northern territories and adjacent waters based on modern optical and radar imagery requires the establishment a unified network of regional databases of an a priori and the satellite sub-information. For this purpose we suggest concrete measures for equipping Arctic Monitoring Center with the relevant weather satellites and software, and sets out our vision of international cooperation in the weather satellite monitoring

Keywords: satellite monitoring of natural and anthropogenic processes, polar-orbiting weather satellites, Arctic Space Monitoring Center of Lomonosov Northern (Arctic) Federal University, remote sensing of the Earth.

References:

1. Bambulyak A., Franzen B. *Oil Transport from the Russian Part of the Barents Region*. Svanvik: Environmental Center Svanhovd. Norway., 2005. 91 p. (In Russian).
2. Bovensmann H., Noël S., Monks P., Goede A.P.H., Burrows J.P. "The Geostationary Scanning Imaging Absorption Spectrometer (GeoSCIA) Mission: Requirements and Capabilities." *Adv. Space Res.* 29.11 (June 2002): 1849–1859.
3. Granberg A.G., Lazhentsev V.N. eds. *North of Russia: Actual Problems of Development and Governmental Approach to Solving Them*. Moscow – Syktyvkar: Komi NTs UrO RAN Publisher, 2004, 172 p. (In Russian).
4. Hillger D.W., Kopp T., Lee T., Lindsey D.T., Seaman C., Miller S.D., Solbrig J., Kidder S.Q., Bachmeier S., Jasmin T., Rink T. "First Light Imagery from Suomi NPP VIIRS." *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 94.7 (2013): 1019–1029. doi:10.1175/BAMS-D-12-00097.1
5. Ivanov Y. "Requirements for development of the infrastructure of the Northern Sea Route." *A Common Approach to Collaborative Technological Research for Arctic Development. Proceeding of the Joint EU-Russia-Canada-US Workshop*. Brussels, 2002, pp. 557–567.
6. Kamisch J., Jenkins S.F. eds. *Geostationary and Polar-orbiting Weather Satellites: Background and Assessments*. New York: Nova Science Publisher, 2013. 109 p.
7. Khasanov M.M. "Consolidation of Science, Industry and Education in the Priority Areas of Science and Technology Policy in the Oil & Gas Sector. Presentation of the Report of the JSC "NK" Rosneft" Director of Science at the Round Table of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation 26 January 2011." *Information and Communication Ground of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation*. Ministry of Education and Science of the Russian Federation, 2011. Web. <<http://www.innoedu.ru/projects/pir/presentation/2011-02-08/Роснефть.ppt>>. (In Russian).

**Кутинов Ю.Г., Копосов С.Г. ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦЕНТРА КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АРКТИКИ САФУ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

8. Kravtsov S.L., Murashko L.A., Romanenko A.V. "Automated Processing of Satellite Data for the Benefit of Emergencies Detection and Monitoring." *Earth Studies from Space* 4 (2006). 20–26. (In Russian).
9. Kutinov Yu.G. *Eco-geodynamics of the Arctic Segment of the Crust*. Ekaterinburg: UrO RAN Publisher, 2005. (In Russian).
10. Kutinov Yu.G., Bogolitsyn K.G., Chistova Z.B. *Studies of the Northern Earth Territories from Space: Problems, Properties, State, and Capabilities, on Example of ISS-Arctic*. Ekaterinburg: UrO RAN Publisher, 2012, in 3 vols. (In Russian).
11. Miller S.D., Schmidt C., Schmit T.J., Hillger D.W. "A Case for Natural Colour Imagery from Geostationary Satellites, and an Approximation for the GOES-R ABI." *Int. J. Remote Sens.* 33.13 (2012): 3999–4028. doi: 10.1080/01431161
12. *Official Site of 'Sovzond' Company*. CJSC Sovzond, n.d. Web. <<http://sovzond.ru>>. (In Russian).
13. *Official Site of Northern (Arctic) Federal University*. NARFU, n.d. Web. <www.narfu.ru>. (In Russian).
14. *Official Site of Research and Development Center 'ScanEx'*. R&D 'ScanEx', n.d. Web. <<http://www.scanex.ru/ru/>>. (In Russian).
15. *Official Site of Research Center for Earth Operative Monitoring (NTS OMZ)*. Russian Federal Space Agency NTS OMZ, 2008. Web. <www.nts.omz.ru>. (In Russian).
16. Saint-Jean R. "Canadian RADARSAT Program for Resource Management." *A Common Approach to Collaborative Technological Research for Arctic Development. Proceeding of the Joint EU-Russia-Canada-US Workshop*. Brussels, 2002, pp. 681–697.
17. Sedelnikov V.P. *Use of the Grouping of Domestic SC in Interest of Mapping of the Territory of Russia*. Fontainebleau, 2013. Web. <<http://www.racurs.ru/download/conf/France2013/Presentations/Sedelnikov.pps>>. (In Russian).
18. Sidorov P.I., Degteva G.N. "The Development Strategy of the Circumpolar Medicine." *Mezhdunarodnaya rabochaya vstrecha "Vliyanie global'nykh klimaticheskikh izmeneniy na zdorov'e naseleniya v rossiyskoy Arktike"*, Moskva. 19–20.05.2008 [International Working Meeting "The Global Climate Change Impact on Public Health in the Russian Arctic", Moscow. 19–20.05.2008]. Web. <http://www.npa-arctic.ru/splash_screen.html>. (In Russian).

Cite MLA 7:

Kutinov, Yu. G., and S. G. Kopusov. "Opportunities and Prospects for the Development of Arctic Space Monitoring Center of NAFU for Solving Problems of Rational Wildlife Management." *Elektronnoe nauchnoe izdanie Al'manakh Prostranstvo i Vremya, Spetsialny vypusk Sistema planeta Zemlya [Electronic Scientific Edition Almanac Space and Time. Special Issue 'The Earth Planet System']* 4.1 (2013). Web. <2227-9490e-apovr_e-ast4-1.2013.72>. (In Russian).