

Перспективы создания интегрированной наземно-космической системы прогнозного мониторинга стихийных бедствий

А.Н. Перминов, С.В. Черкас, Е.И. Цадиковский, А.Д. Линьков

*АО «Российские космические системы», Москва, 111250, Россия
E-mail: igmass@mail.ru*

Публикация посвящена перспективам создания наземно-космических мониторинговых систем, предназначенных для оперативного прогнозирования природных (лесных) пожаров и наводнений. Оценки возможностей по использованию отечественных космических средств в интересах осуществления прогнозного мониторинга показывают, что их информационный потенциал на рубеже 2015 года, с учётом пока ещё находящихся в открытом доступе основных видов информации зарубежных (международных) космических средств ДЗЗ, вполне достаточен для того, чтобы начать практическую работу по созданию таких систем. Создание «Наземно-космической системы прогнозного мониторинга лесопожарной обстановки» видится на базе Информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров Рослесхоза («ИСДМ Рослесхоз»), которая с 2005 года функционирует в режиме реального времени в общегосударственном масштабе с целью формирования ежедневной интегральной отчетности о лесопожарной обстановке и принятия необходимых управленческих решений. ИКИ РАН и Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов (ЦЭПЛ РАН) постоянно наращивают функциональные и информационные возможности «ИСДМ-Рослесхоз», в том числе в направлении её прогнозного потенциала. Именно эти две структуры, будучи достаточно плотно информационно интегрированы, смогут реально составить необходимую организационно-техническую основу будущей наземно-космической системы оперативного прогнозирования лесных пожаров. Наземно-космическую систему прогнозного мониторинга лесопожарной обстановки предлагается сформировать на уже существующей организационно-технической основе оператора РОСГИДРОМЕТА – ФГБУ НИЦ «ПЛАНЕТА». Эта достаточно плотно информационно интегрированная и поступательно развивающаяся структура федерального уровня уже сегодня составляет работающую в режиме реального времени распределённую информационную сеть, узлы которой располагаются в центрах приёма и обработки данных наземного и космического мониторинга, поддерживаемую серверами, обеспечивающими доступ к информации удаленных пользователей.

Ключевые слова: прогнозный наземно-космический мониторинг, природные (лесные) пожары, природные наводнения, пользовательские сервисы, космические средства ДЗЗ, лесопожарная обстановка, гидрологическая обстановка

*Одобрена к печати: 17.06.2016
DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-4-241-251*

Федеральная космическая программа России содержит ряд положений, прямо указывающих на необходимость развития средств космического мониторинга ЧС и его прогнозной составляющей. При этом отмечено, что «...с учетом коммерческих и экономических интересов Российской Федерации эта задача приобретет особую важность».

По всему миру разрабатывается целый ряд проектов, программ и инициатив по созданию систем космического мониторинга в интересах оперативного обеспечения ликвидации последствий ЧС природного и техногенного характера, однако, ни в одной из них задачи прогнозирования этих событий и своевременного предупреждения об угрозах их возникновения прямо не ставятся. Именно поэтому в нашей стране, начиная с 2009 года, группа специалистов ведущих предприятий ракетно-космической отрасли в инициативном порядке ведёт поисковые исследования в направлении создания наземно-космической группировки, которая на основе потенциала современной прикладной космонавтики и информационных технологий может обеспечить своевременное предупреждение об угрозах стихийных бедствий и техногенных катастроф (Лупян и др., 2015а). Практические работы по созданию такой группировки в настоящее время продолжаются в формате

проекта «Многоцелевой аэрокосмической системы прогнозного мониторинга» с участием и долевым бюджетным финансированием профильных организаций Беларуси решением Совета глав правительств СНГ от 31 мая 2013 года, включённого в «Межгосударственную программу инновационного сотрудничества стран Содружества на период до 2020 года». Одной из системообразующих задач этого проекта является задача предупреждения об угрозах природных (лесных) пожаров и наводнений, для решения которой предполагается создание специализированных наземно-космических систем, основанных на реально имеющемся в нашей стране научно-технологическом и организационно-техническом заделе.

Оценки возможностей использования отечественных космических средств в интересах осуществления прогнозного мониторинга показывают, что их информационный потенциал на рубеже 2015 года, с учётом пока ещё находящихся в открытом доступе основных видов информации зарубежных (международных) космических средств ДЗЗ, вполне достаточен для того, чтобы начать практическую отработку таких задач (Меньшиков и др., 2014).

В российских условиях особой актуальности предотвращения многочисленных природных пожаров, учитывая, что космические наблюдения являются единственными методами мониторинга на большей части территории страны, перспективы использования отечественных космических средств в интересах раннего предупреждения об угрозах их возникновения связаны с комплексным анализом некоторой совокупности их предпосылок (прогнозных признаков). Особенно важным здесь является тот факт, что изменение параметров практически каждого такого признака важно зафиксировать на основе совместного проявления на статистически состоятельном массиве данных, полученных от наземных, авиационных и космических средств мониторинга. Однако долгосрочные проявления таких признаков весьма редки, а краткосрочные зачастую слабо информативны. Именно поэтому в основу анализа факторов лесопожарной опасности разработчики заложили давно известные и «гостированные» показатели (индексы) потенциальной опасности возгорания леса по условиям погоды, которыми пользуются профильные российские организации, занимающиеся мониторингом и прогнозированием лесных пожаров (Рослесхоз и МЧС): индекс Нестерова, а также, возможно, используемый за рубежом «индекс засушливости» KBDI (Keetch-Byram Drought Index).

Создание «Наземно-космической системы прогнозного мониторинга лесопожарной обстановки» (НКС ПМЛО) разработчиками видится на базе Информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров Рослесхоза (ИСДМ Рослесхоз), которая с 2005 года функционирует в режиме реального времени в общегосударственном масштабе с целью формирования ежедневной интегральной отчетности о лесопожарной обстановке и принятия необходимых управленческих решений (Лупян и др., 2015б). При этом основное внимание предполагается уделить управлению будущим информационным ресурсом этой системы, базирующимся на возможностях современных отечественных и зарубежных космических средств, а также существующих автоматизированных систем

мониторинга лесных пожаров. Так, наряду с космической информацией (оперативные данные метеоспутников серии NOAA (прибор AVHRR), спутников TERRA и AQUA (прибор MODIS), КА Landsat (прибор ETM+), данные российских КА Метеор-М (прибор КМСС), Ресурс-ДК1 и Канопус-В) в ИСДМ поступает обобщённая информация видеонаблюдения с пожарно-наблюдательных вышек, пожарно-химических и автоматических лесных метеорологических станций, системы метеостанций Росгидромета, средств грозопеленгации ФБУ «Авиалесоохрана».

Хотя авиационные средства мониторинга и обеспечивают получение данных от контрольно-измерительной аппаратуры, используемой при авиационном (пилотажном, либо с привлечением БПЛА) патрулировании лесов, наряду с перспективами появления высотных лётных лабораторий, одним из основных направлений развития ИСДМ Рослесхоз в ближнесрочной перспективе всё же считается наращивание её космической информационной составляющей, а именно – обеспечение возможностей работы с новыми, более эффективными спутниковыми системами: Sentinel-2 и Метеор М № 2 (2014 г.), Обзор и Электро Л № 2 (2015 г.). Это даст возможность приступить к решению качественно нового спектра задач прогнозного мониторинга лесопожарной обстановки, обеспечивающего краткосрочное предупреждение об угрозе возникновения лесных пожаров в масштабах всей территории России и сопредельных стран (о месте, времени, вероятности и прогнозируемых последствиях).

Другим важным направлением развития ИСДМ постепенно становится создание специализированных информационных продуктов (пользовательских сервисов), которые могут быть использованы в НКС ПМЛО (Bartalev et al., 2013). Поэтапная доработка и опытная эксплуатация блока моделирования распространения пожаров и оценки причиняемых ими потенциальных ущербов войдёт важной составной частью в общий прогнозный функционал системы. Именно современная спутниковая мониторинговая информация, охватывающая площадь всего лесного хозяйства страны, позволяет использовать все доступные для измерения физические характеристики поверхности почвы и зелёной массы (альбедо, температура, влагосодержание и пр.) в качестве входных параметров разработанных к настоящему времени многочисленных моделей динамики развития лесной растительности, её пожароустойчивости, интенсивности обеспечиваемой ею стока углерода и накопления его в растительной биомассе. Процесс измерения таких физических характеристик может быть налажен с использованием широкой номенклатуры спутников с различными уровнями пространственного разрешения, используемых спектральных каналов, частотой наблюдения и другими параметрами. Так, например, температуру и влажность почвы можно измерять приборами низкого разрешения AVHRR метеоспутников серии NOAA, приборами среднего разрешения спутников MODIS, TERRA и AQUA, аппаратурой высокого разрешения ETM+ спутников Landsat и ASTER спутника TERRA. Для оценки влагосодержания растительного покрова или высохшей растительности может использоваться аппаратура спутников RAPIDEYE, ALOS-AVNIR-2, TERRA-ASTER, Landsat ETM+.

ИКИ РАН и Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов (ЦЭПЛ РАН) активно участвовали в разработке, создании и развертывании ИСДМ Рослесхоз, а также постоянно наращивают её функциональные и информационные возможности. Будучи достаточно плотно информационно интегрированы, именно эти две структуры могут реально составить практически всю необходимую организационно-техническую основу НКС ПМЛО. Вот уже в течение нескольких лет ИКИ РАН и ЦЭПЛ (рис. 1) совместно осуществляют математическое моделирование динамики состояния лесных экосистем, разработку геоинформационных систем мониторинга лесных пожаров, обеспечивающих, среди прочего, получение данных об условиях их возникновения и развития на основе комплексного анализа материалов наземных, воздушных и космических средств и методов наблюдения. В этой связи следует отметить принципиальную готовность ИКИ РАН развернуть у себя Экспериментальный участок НКС ПМЛО (рис. 2), в рамках которого будут отработаны ключевые технические и алгоритмические решения в области прогнозного мониторинга лесных пожаров. Важнейшей задачей, которую можно было бы решить в его рамках, является разработка моделей и алгоритмов комплексного анализа прогнозных признаков, предшествующих возгоранию, а также методик краткосрочных прогнозов лесных пожаров для различных регионов страны.

Решаемые задачи	Требования к космической съёмке			Определяемые параметры
	Пространственное разрешение	Используемые спектральные каналы	Требуемая периодичность съёмки	
Долгосрочная оценка лесопожарной опасности ¹	250 м – 1 км	0,85 мкм 1,5 мкм 3,5 мкм	ежедневно (предпочтительно не реже 2 раз в сутки)	Наличие значимых трендов и прогнозные оценки характеристик горимости лесов, включая: - частоту (число) лесных пожаров; - площадь лесных пожаров; - сезонные пики горимости лесов; - пожарные интервалы; - степень повреждения лесов пожарами.
Оперативное выявление очагов лесных пожаров, мониторинг динамики их развития в интересах разработки методик и моделей краткосрочного прогнозирования возгораний	100 – 500 м	3,5 мкм 11 мкм	4-5 раз в сутки	- площадь очагов лесных пожаров; - периметр очагов лесных пожаров; - скорость распространения лесных пожаров; - прогноз динамики развития лесных пожаров.
Сбор и оперативное представление данных прогнозного мониторинга для оценки экологических и экономических последствий (ущерба) засух и лесных пожаров	30 – 250 м	0,65 мкм 0,85 мкм 1,5 мкм	1 раз в 3-4 дня (предпочтительно ежедневно)	- площадь, пройденная лесным пожаром; - степень повреждения лесных массивов; - потери запасов стволовой древесины; - площадь и типы с/х посевов и лесов, повреждённых пожарами; - изменение площадей лесных массивов.

¹ В первую очередь на территориях неохраемых лесов, где космические средства и методы наблюдений являются не только доминирующими, но и единственными (космический мониторинг 2-го уровня)

Рис. 1. Задачи, решаемые Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов в рамках мониторинга лесопожарной обстановки

О перспективах решения второй прогнозной задачи – своевременного предупреждения о природных (речных) наводнениях, также весьма актуальной для российских условий. Особенно значительную угрозу природные наводнения представляют для той части населения России, которая проживает на берегах крупных сибирских и дальневосточных рек: Оби, Иртыша, Тобола, Ишима, Амура, Усури и Аргуна. Во время таяния снега

или выпадения большого количества осадков объем стока этих рек резко (на порядки) возрастает, в результате чего они выходят из берегов, затопливая обширные территории. Наводнение в Приморском крае осенью 2013 г. и аналогичные события в Бурятии и Якутии летом 2016 г. нанесли этим регионам колоссальный ущерб. Если не избежать масштабных затоплений, то хотя бы своевременно предупредить об угрозе их наступления можно на путях комплексного наземно-космического прогнозного мониторинга гидрологической обстановки в бассейнах крупных российских рек. На сегодняшний день признано, что любое природное наводнение с приемлемой степенью достоверности возможно спрогнозировать практически всегда, хотя и с различным временным упреждением. Объективно существуют предпосылки возникновения природных наводнений и возможности аэрокосмического мониторинга по их выявлению. На практике заблаговременность предупреждения о наводнениях составляет от нескольких дней (недель) до нескольких часов, причём для бассейна каждой реки и отдельных её участков решение этой задачи носит, как правило, индивидуальный характер.



Рис. 2. Структура экспериментального участка прогнозного космического мониторинга лесопожарной обстановки (первый этап разработки «Наземно-космической системы прогнозного мониторинга лесопожарной обстановки»)

Задача предупреждения об угрозах природных наводнений может быть решена в рамках предлагаемой «Наземно-космической системы прогнозного мониторинга гидрологической обстановки» (НКС ПМГО), которая может быть создана на базе организационно-технического и научно-методического потенциала профильных структур этого федерального ведомства. Росгидромет уже сегодня располагает обобщённой информацией, принимаемой с объединённых систем космической связи и передачи данных гидрологических постов, автоматизированных систем расчёта и краткосрочного

прогноза основных элементов ледового режима рек, мониторинга уровня водной поверхности акваторий и водных бассейнов, а также – от многочисленных метеостанций. Его ведомственная космическая составляющая сбора и передачи данных обеспечивает ретрансляцию буквенно-цифровой информации, получаемой наземными и авиационными платформами сбора данных, через космический ретранслятор в центр их сбора и обработки в реальном масштабе времени.

В то время как традиционные методы сбора и обработки информации о природных наводнениях не позволяют оперативно принимать управляющие решения по предупреждению об их наступлении, перспективы использования в этих целях отечественных космических средств связаны с разработкой технологий оперативного гидрологического прогнозного мониторинга на основе комплексирования космических данных ДЗЗ и сведений, полученных с наземных автоматизированных гидрометеорологических станций. Так, например, реализация разработанной в НИЦ ОМЗ технологической схемы космического мониторинга наводнений на основе данных российских и зарубежных КА с привлечением средств ERDAS IMAGINE и ArcView GIS даёт возможность получать оценки состояния подтопляемых территорий на всех этапах наблюдений: при прогнозе наводнений, во время и после прохождения паводка. Комплексное использование этих данных позволяет в динамике оценивать опасные гидрологические процессы на региональном, локальном (бассейн реки) и детальном уровнях. При этом данные MODIS КА Terra (разрешение 250 и 500 м, полоса обзора 2230 км) используются для ежедневного наблюдения за состоянием речных пойм контролируемых рек, оценки степени их затопления и подготовки средствами ArcView соответствующих карт масштаба 1:200000 или 1:500000. Для более детального анализа гидрологической ситуации и подготовки карт более крупного масштаба (например, 1:100000) могут использоваться данные прибора МСУ-Э, установленного на КА МЕТЕОР-3М № 1 (разрешение снимков 32 м, полоса обзора 74 км). Весьма эффективными оказались и методики оценки степени затопления, основанные на адаптивном методе классификации с использованием аппаратуры МСУ-СК КА серии РЕСУРС (разрешение 170 м, полоса захвата 600 км). Широко используемое картографирование районов пойменных разливов (затоплений) основано на цифровых методах обработки спутниковых изображений затоплений поймы в разных масштабах, полученных аппаратурой МСУ-СК и МСУ-С в ближнем ИК-диапазоне. Для этого используется цифровая спутниковая информация (полученная в оперативном режиме, либо находящаяся в виде оцифрованных архивных спутниковых снимков).

НКС ПМГО предлагается сформировать на уже существующей организационно-технической основе оператора Росгидромета – ФГБУ НИЦ «Планета». Эта достаточно плотно информационно интегрированная и поступательно развивающаяся структура федерального уровня уже сегодня составляет работающую в режиме реального времени распределённую информационную сеть, узлы которой располагаются в центрах приёма и обработки данных наземного и космического мониторинга, поддерживаемую серверами, обеспечивающими доступ к информации удаленных пользователей. Существующая система

по объему данных (более 420 Гбайт/сутки), принимаемых с 16 зарубежных и отечественных спутников наблюдения Земли, спектру решаемых задач и номенклатуре выпускаемой информационной продукции (более 350 видов), размеру архива данных, имеющего статус Госфонда РФ, количеству потребителей (более 530) федерального и регионального уровня является крупнейшей в России, а по охвату оперативным космическим мониторингом поверхности Земли (более 1/5 суши) – самой крупной в мире. На ее основе (а это одна из базовых государственных систем информационного обеспечения федеральных органов власти), а также на основе обязательств России в области международного обмена данными можно было бы создать и развернуть экспериментальный участок будущей системы (ЭУ НКС ПМГО). Далее, в его рамках отработать ключевые технические и алгоритмические решения в области прогнозного мониторинга природных наводнений, осуществляя в кооперации математическое моделирование их динамики, разработку ГИС-продуктов на основе комплексного анализа материалов наземных, воздушных и космических средств наблюдения (рис. 3). Важнейшей задачей, которую можно было бы при этом решить, является разработка моделей и алгоритмов комплексного анализа прогнозных признаков, предшествующих резким подъемам воды, а также методик краткосрочных прогнозов наводнений для различных типов акваторий.

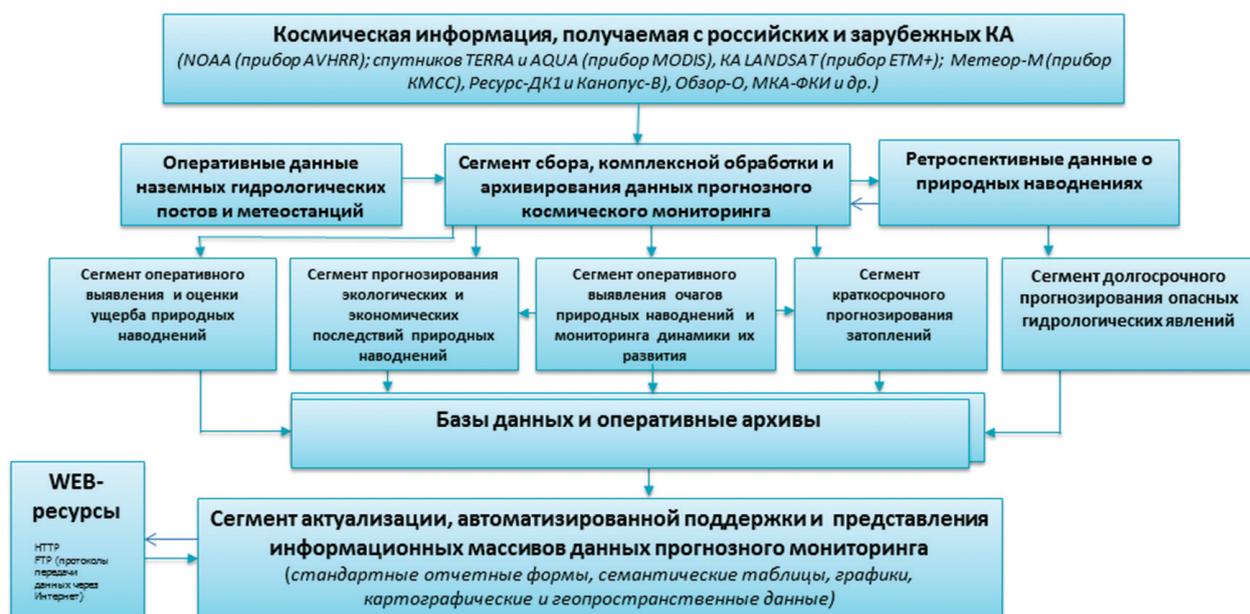


Рис. 3. Структура экспериментального участка прогнозного мониторинга гидрологической обстановки (первый этап разработки «Подсистемы прогнозного мониторинга природных наводнений»)

Применительно к задачам прогнозирования наводнений весьма важным является создание цифровых моделей рельефа (Merkuryev et al., 2012), что позволяет надёжно идентифицировать районы, которым грозит затопление (все области, находящиеся ниже текущей средней высоты уровня воды, классифицируются как зоны высокого риска). При этом важно совместно использовать наземные и космические средства, а также самые совре-

менные геоинформационные технологии (рис. 4) оперативной обработки мониторинговых данных. Важная особенность космического мониторинга – возможность совмещения при оценках риска затопления оперативной информации о состоянии местности и цифровых картографических ГИС-слоев, среди прочего содержащих информацию о планировании городского строительства, проектировании защитных сооружений, развитии инфраструктуры.



Рис. 4. Современные геоинформационные технологии обработки мониторинговых данных в интересах гидрологического прогнозирования

Исходя из приведённой выше схемы реализации практической составляющей наземно-космического мониторинга гидрологической обстановки, может быть предложен вариант общей технологии космического мониторинга природных наводнений (рис. 5). Структурно такая технология состоит из трех основных компонентов (блоков): оперативного картирования, прогноза (моделирования) и верификации. Блок оперативного картирования зон затопления будет использовать ежедневные съемки русел рек в оптическом и радиолокационном диапазонах на основе автоматизированной обработки снимков, на которых классифицируются такие объекты, как снег, лед, разрушенный лед, вода на льду, открытая вода и др., что позволит прогнозировать ледяные заторы на реках. Для отображения паводковой обстановки будут использоваться ГИС-программы ERDAS, ArcGIS, MapInfo. В ГИС-продуктах оценки наводнений могут быть также представлены слои топографии, опасных техногенных объектов, размещения сил и средств для противоаварийных мероприятий, данных гидрологических постов, карт облачности и температуры подстилающей поверхности. При этом уже сегодня могут использоваться дневные и ночные снимки в ИК диапазоне со спутников NOAA с сенсором AVHRR (разрешение 1,1 км), Aqua (MODIS) и Terra (MODIS) с разрешением 0,25, 0,5 и 1 км.



Рис. 5. Структурная схема общей технологии организации космического мониторинга природных наводнений

Блок моделирования служит для прогноза развития гидрологической ситуации на особо опасных участках (Зеленцов и др., 2013). Для расчетов затопления прирусловых территорий при паводках и формирования стока на водосборах используется нестационарная двумерная модель открытого потока с подвижной границей (известные уравнения Сен-Венана). В качестве начальных значений задаются значения расхода воды, получаемые с гидрологических постов. Для прогноза развития паводка в среде ГИС могут быть использованы 3D-модели, построенные на основе цифровых карт рельефа масштаба 1:100000 и крупнее. В результате могут разрабатываться карты развития паводковой ситуации на 12–48 часов, оперативно передаваемые по электронным линиям связи заинтересованным потребителям.

Блок верификации осуществляет сравнение результатов прогноза и оперативных карт зон затопления, построенных на соответствующую дату (время). По результатам сравнения выявляются различия, определяются причины ошибок и осуществляется корректировка прогнозных моделей.

Как уже упоминалось выше, в реальных условиях построению точных границ зон затопления препятствует ряд факторов. В первую очередь это облачность, которая часто сопутствует весенним наводнениям, а также тени облаков и солнечные блики на поверхности воды. Для устранения их влияния весьма перспективно использовать как космические, так и наземные радиолокационные данные в оперативном режиме. Предложенная выше технология может быть дополнена радиолокационными данными с наземных гидрологических постов и систем автоматизированного мониторинга. Так, например, ОАО «Научно-исследовательский институт дальней радиосвязи» (НИИДАР) предлагает создать систему автоматизированного мониторинга уровня водной поверхности акваторий и водных бассейнов, а также прогнозирования наводнений (проект «Акватория»), которая

позволит в режиме реального времени получать информацию о толщине льда на реках и водоемах от гидрологических постов, оснащаемых радиолокационными уровнемерами. Специалистами НИИДАР разработано средство мониторинга толщины льда и его состояния – «Радиолокационный уровнемер РЛУ-1М», использование которого позволит зимой предупреждать гибель людей и техники на льдах водоёмов и рек России, весной – давать информацию об образовании настов и толщине нестаявшего снега, его полном стаивании, начале подвижки льдов и их скорости, плотности льдов во время ледохода, предупреждать стихийные весенние водосбросы на горных реках.

Таким образом, интеграция существующих возможностей наземных и аэрокосмических средств, а также создание центров прогнозного мониторинга природных пожаров и наводнений уже в настоящее время позволит предупредить угрозу ивоникновения этих стихийных бедствий и предложить управляющие решения, смягчающие их последствия.

Литература

1. *Зеленцов В.А., Петухова Ю.Ю., Потрясаев С.А., Рогачев С.А.* Результаты наземно-космического мониторинга и оперативного прогнозирования наводнения на реке Даугава в 2013 г. // Материалы международного форума «Формирование современного информационного общества – проблемы, перспективы, инновационные подходы». Санкт-Петербург, 2013. СПб.: ГУАП, 2013. Т. 2. С. 58–61.
2. *Лурия Е.А., Балашов И.В., Бурцев М.А., Ефремов В.Ю., Кашицкий А.В., Кобец Д.А., Крашенинникова Ю.С., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Сычугов И.Г., Толтин В.А., Уваров И.А., Флитман Е.В.* Создание технологий построения информационных систем дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015а. Т. 12. № 5. С. 53–75.
3. *Лурия Е.А., Барталев С.А., Еришов Д.В., Котельников Р.В., Балашов И.В., Бурцев М.А., Егоров В.А., Ефремов В.Ю., Жарко В.О., Ковганко К.А., Колбудаев П.А., Крашенинникова Ю.С., Прошин А.А., Мазуров А.А., Уваров И.А., Стыценок Ф.В., Сычугов И.Г., Флитман Е.В., Хвостиков С.А., Шуляк П.П.* Организация работы со спутниковыми данными в информационной системе дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015б. Т. 12. № 5. С. 222–250.
4. *Меньшиков В.А., Перминов А.Н., Рембеза А.И., Урличич Ю.М.* Основы анализа и проектирования космических систем мониторинга и прогнозирования природных и техногенных катастроф. М.: Машиностроение, 2014. 736 с.
5. *Bartalev S.A., Egorov V.A., Efremov V.Yu., Flitman E.V., Loupian E.A., Stytsenko F.V.* Assessment of Burned Forest Areas over the Russian Federation from MODIS and Landsat TM/ETM+ Imagery // Global Forest Monitoring from Earth Observation. CRC Press, Taylor& Francis Group, 2013. P. 259–286.
6. *Merkuryev Y., Okhtilev M., Sokolov B., Trusina I., Zelentsov V.* Intelligent Technology for Space and Ground based Monitoring of Natural Objects in Cross-Border EU-Russia Territory // International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2012). Munich, Germany, 2012. Report 0002759.

Perspectives of implementation of an integrated ground and space system for disaster forecast

A.N. Perminov, S.V. Cherkas, E.I. Tsadikovskiy, A.D. Linkov

*JSC “Russian Space Systems”, Moscow 111250, Russia
E-mail: igmass@mail.ru*

The paper is devoted to the perspectives of creating ground and space monitoring systems for operational forecasting of natural (forest) fires and floods. The assessment of the suitability of domestic space facilities for the implementation of forecasting monitoring shows that their information potential at the turn of 2015 is sufficient to launch such projects, taking into account that the basic types of information from foreign (international) space missions are still publicly available. Creation of a ground and space system for the forecast monitoring of forest fire situation is seen on

the basis of the information system for forest fires remote monitoring of the Federal Forestry Agency (ISDM FFA), which has been operating since 2005 in a real-time mode on a national scale producing daily integrated reports on the forest fire situation. The Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences (IKI RAS) and the Center for Forest Ecology and Productivity Issues (CFEP) constantly increase the functionality and information capabilities of ISDM FFA, including the direction of its forecasting potential. These two structures being sufficiently tightly data integrated will be able to ensure the necessary organizational and technical basis for future terrestrial and space operational systems of forest fire forecasting. The ground and space monitoring system for the forecast of forest fire situation is proposed to be formed on the existing organizational and technical basis of Russian Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (ROSHYDROMET) operated by State Research Center "Planeta" (FGBU SRC Planeta). Today this is a tightly data integrated and progressively developing structure at the federal level representing a real-time distributed information network which has its nodes in the center of reception and processing of ground and space monitoring data supported by servers that provide access to information for the remote users.

Keywords: ground and space forecasting monitoring, natural (forest) fires, natural floods, custom services, ERS space means, forest fire situation, hydrological situation

Accepted: 17.06.2016

DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-4-241-251

References

1. Zelentsov V.A., Petukhova Yu.Yu., Potryasaev S.A., Rogachev S.A. Rezul'taty nazemno-kosmicheskogo monitoringa i operativnogo prognozirovaniya navodneniya na reke Daugava v 2013 g. (Results of ground and space monitoring and operational floods forecasting on Daugava river in 2013), *Formirovanie sovremennogo informatsionnogo obshchestva – problemy, perspektivy, innovatsionnye podkhody* (Proc. Int. Forum "Forming of modern information-oriented society – problems, perspectives, innovative approaches"), Saint-Petersburg: GUAP, 2013, Vol. 2, pp. 58–61.
2. Loupian E.A., Balashov I.V., Burtsev M.A., Efremov V.Yu., Kashnitskii A.V., Kobets D.A., Krashennnikova Yu.S., Mazurov A.A., Nazirov R.R., Proshin A.A., Sychugov I.G., Tolpin V.A., Uvarov I.A., Flitman E.V. Sozdanie tekhnologii postroeniya informatsionnykh sistem distantsionnogo monitoringa (Creating technologies of building information systems of distance monitoring), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015a, Vol. 12, No. 5, pp. 53–75.
3. Loupian E.A., Bartalev S.A., Ershov D.V., Kotel'nikov R.V., Balashov I.V., Burtsev M.A., Egorov V.A., Efremov V.Yu., Zharko V.O., Kovganko K.A., Kolbudaev P.A., Krashennnikova Yu.S., Proshin A.A., Mazurov A.A., Uvarov I.A., Stytsenko F.V., Sychugov I.G., Flitman E.V., Khvostikov S.A., Shulyak P.P. Organizatsiya raboty so sputnikovymi dannymi v informatsionnoi sisteme distantsionnogo monitoringa lesnykh pozharov Federal'nogo agentstva lesnogo khozyaistva (ISDM-Rosleskhoz) (Organization of work with satellite data in the informational system of forest fires distant monitoring of Federal agency for forest affairs (ISDM-Rosleskhoz)), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015b, Vol. 12, No. 5, pp. 222–250.
4. Men'shikov V.A., Perminov A.N., Rembeza A.I., Urlichich Yu.M. *Osnovy analiza i proektirovaniya kosmicheskikh sistem monitoringa i prognozirovaniya prirodnykh i tekhnogennykh katastrof* (Basic principles of analysis and designing of space systems for monitoring and forecasting of natural and man-caused emergencies), Moscow: Mashinostroenie, 2014. 736 p.
5. Bartalev S.A., Egorov V.A., Efremov V.Yu., Flitman E.V., Loupian E.A., Stytsenko F.V. Assessment of Burned Forest Areas over the Russian Federation from MODIS and Landsat-TM/ETM+ Imagery, In: *Global Forest Monitoring from Earth Observation*, CRC Press, Taylor& Francis Group, 2013, pp. 259–286.
6. Merkur'yev Y., Okhtilev M., Sokolov B., Trusina I., Zelentsov V. Intelligent Technology for Space and Ground based Monitoring of Natural Objects in Cross-Border EU-Russia Territory, *IGARSS 2012*, Munich, Germany, 2012, Report 0002759.