

УДК 528.8

## **МЕЖВЕДОМСТВЕННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И РЕАГИРОВАНИЯ НА ПОЖАРЫ В ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЕРАТИВНЫХ ДАННЫХ БКСДЗ**

С. А. Золотой, И. Б. Страшко, Н. Н. Сачек

УП «Геоинформационные системы», Минск, Беларусь

*Показана актуальность создания автоматизированных систем реагирования на пожары в природных экосистемах. Рассмотрены структура и принципы создания межведомственной системы мониторинга и реагирования на пожары в природных экосистемах с использованием оперативной космической информации Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли (МСМП). Приведена концепция модели прогнозирования пожаров в лесном фонде.*

Более 60 % территории Беларуси покрыто лесами, торфяниками, кустарниками и другими экосистемами, в которых обнаружение, мониторинг и ликвидация пожаров сопряжены с множеством трудностей. Площадь, покрытая лесными массивами, по состоянию на 01.01.2018 г. составляет примерно 9582 тыс. га (46,2 % общей площади страны). Породный состав, возрастная структура лесных насаждений и иные факторы определяют пожарную горимость лесов государственного фонда. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь за 2014–2018 гг. ежегодно возникает более 570 лесных пожаров; в среднем за год площадь, пройденная лесными пожарами, составляет 3,8 тыс. га; сгорает и повреждается на корню 86 146 м<sup>3</sup> леса.

В последние годы в лесном хозяйстве республики наблюдается устойчивая тенденция возрастания пожарной опасности. Большие площади насаждений, погибших вследствие пожара, находились на юге республики на приграничных с Украиной территориях. В 2019 г. произошло 682 лесных пожара на площади 7,17 тыс. га, из них 234 случая зафиксированы в лесхозах Брестского государственного производственного лесохозяйственного объединения. Площадь, поврежденная огнем, в этом регионе составила почти 5,3 тыс. га – 73,7 % от общей площади лесных пожаров. В апреле 2019 г. пожар, пришедший с территории Украины, уничтожил более 7 тыс. га насаждений на территории Республиканского ландшафтного заказника «Ольманские болота». Сложность тушения таких пожаров связана с наличием в приграничной территории природоохранных зон (из крупных лесных массивов, заболоченных участков леса и болот), в которых отсутствует развитая дорожная сеть, а абсолютное большинство территорий являются труднодоступными для техники и людей. Охрана природных экосистем от пожаров означает выполнение комплекса мер пожарной безопасности, включающего прогноз возникновения пожаров, мониторинг территорий и прогноз распространения пожара, мероприятия по ликвидации пожаров.

По результатам выполнения Государственной программы «Наукоемкие технологии и техника» на 2016–2020 гг., утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 327 от 21.04.2016 г., в рамках мероприятия «Создание и развитие многоуровневой Белорусской космической системы дистанционного зондирования

### 3. СРЕДСТВА, ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ, ГЕОСЕРВИСЫ НА ИХ ОСНОВЕ. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

---

Земли с использованием космических, авиационных и наземных средств дистанционного зондирования Земли и технологий их применения» были разработаны и успешно введены в эксплуатацию подсистема мониторинга и реагирования при угрозе или возникновении чрезвычайных ситуаций («Мониторинг ЧС») в Министерстве по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, подсистема гидрометеорологической безопасности (ПС ИНФОМЕТ) в Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, подсистема мониторинга лесного фонда («Мониторинг ЛФ») в Министерстве лесного хозяйства Республики Беларусь, подсистема мониторинга земельного фонда («Мониторинг ЗФ») в Государственном комитете по имуществу Республики Беларусь.

Успешный опыт эксплуатации подсистемы «Мониторинг ЧС» показал эффективность реализованного подхода к созданию современных информационно-мониторинговых систем и систем информационной поддержки принятия решений на основе оперативных данных БКСДЗ. Развитие подсистемы направлено на максимальную автоматизацию процессов, связанных с мониторингом и прогнозированием распространения пожаров в природных экосистемах и на прилегающих территориях, повышение оперативности обмена информацией между заинтересованными ведомствами.

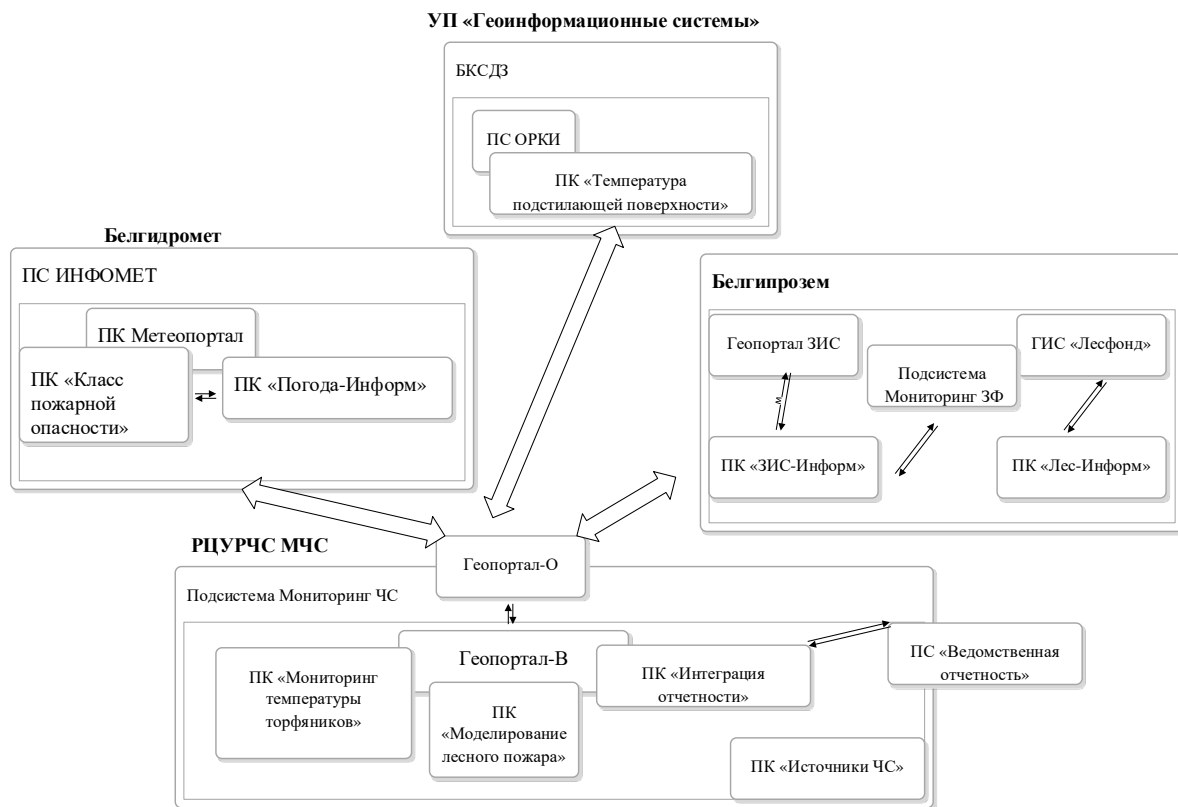
Основной задачей мероприятия является создание МСМП на основе разработки программных средств и автоматизации соответствующих методик. Целевое применение информации, предоставляемой МСМП, позволит обеспечить:

- предоставление доступа к тематической космической информации пользователям МСМП;
- единство использования государственных информационных ресурсов для снижения рисков возникновения и развития чрезвычайных ситуаций в природных экосистемах;
- межведомственное взаимодействие в области предупреждения и ликвидации пожаров в природных экосистемах;
- снижение затрат на ведение мониторинга и ликвидацию пожаров в природных экосистемах.

МСМП строится на основе функциональных подсистем многоуровневой БКСДЗ и ведомственных подсистем «Мониторинг ЧС», ПС ИНФОМЕТ и «Мониторинг ЗФ», а также земельно-информационной системы РБ (ЗИС) и корпоративной геоинформационной системы «Лесфонд» (ГИС «Лесфонд»).

МСМП представляет собой совокупность программных комплексов, взаимодействующих друг с другом для обеспечения:

- автоматизации процессов межведомственного обмена мониторинговой, прогнозной и фактической информацией, относящейся к пожарам в природных экосистемах;
- предоставления пользователям МСМП регламентированного доступа к тематической космической информации;
- обеспечения пользователей МСМП материалами БКСДЗ;
- обеспечение пользователей МСМП прогнозной и фактической информацией о метеоусловиях, классе пожарной опасности лесов по погодным условиям и классе горимости леса;
- обеспечение пользователей МСМП информацией о земельном и лесном фондах Республики Беларусь и другой тематической геопривязанной информацией, необходимой для принятия решений по предупреждению и ликвидации пожаров в природных экосистемах.



Концептуальная схема межведомственной системы мониторинга и реагирования на пожары

Схема взаимодействия существующих программных средств, комплексов, функциональных подсистем организаций, использующих данные МБКСДЗ и взаимодействующих друг с другом, а также совокупность программных комплексов, обеспечивающих автоматизацию процессов мониторинга и прогнозирования распространения пожаров в природных экосистемах и на прилегающих территориях, в том числе автоматизацию обмена информацией между ведомственными информационными системами приведена на рисунке. Взаимодействие программных комплексов МСМП осуществляется на основе применения открытых и общеизвестных протоколов обмена данными. Информационный обмен реализуется с использованием технологий REST API, протоколов картографических веб-сервисов Open Geospatial Consortium.

Проведенный анализ исследований и разработок показывает, что в настоящее время существует значительное количество подходов к моделированию развития лесных пожаров [1–3]. При этом наиболее перспективно применение полуэмпирических моделей, которые формализуются в виде упрощенных математических зависимостей, а их коэффициенты подбираются на основе экспериментальных данных.

Модель прогнозирования развития лесных пожаров предполагается строить с учетом использования стандартных показателей лесных насаждений, получаемых в результате лесоустройства, метеорологических показателей при прогнозировании развития лесных пожаров, и итогов апробации полученной модели на реальных данных лесных пожаров.

С целью определения коэффициентов уравнений модели и верификации модельных расчетов предусматривается создание базы данных лесных пожаров, содержащей векторизованный контур лесного пожара, координаты очага возгорания, общую информацию о лесном пожаре, а также метеорологические данные и лесоводственно-таксационные показатели, критичные для распространения лесного пожара.

### 3. СРЕДСТВА, ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ, ГЕОСЕРВИСЫ НА ИХ ОСНОВЕ. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

---

Выбранные в ходе проектирования МСМП решения позволяют создать систему в предусмотренные заданием сроки (в 2025 г.) с достижением всех установленных целевых показателей.

#### Список литературы

1. Доррер, Г. А. Математические модели динамики лесных пожаров / Г. А. Доррер. – М. : Лесная промышленность, 1979. – 161 с.
2. Гришин, А. М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними / А. М. Гришин. – Новосибирск : Наука, 1992. – 408 с.
3. Баровик, Д. В. Алгоритмические основы построения компьютерной модели прогноза распространения лесных пожаров / Д. В. Баровик, В. Б. Таранчук // Вестник Полоцкого гос. ун-та. Сер. С. Фундаментальные науки. – 2011. – № 12. – С. 51–56.