

УДК 614.8.013:528.71

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Мурашко Н.И., Андреев А.В., Станкевич В.М.

Проведен анализ состояния Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь. Дана характеристика функционирующих в Беларуси технических средств мониторинга природной среды (космического и авиационного), отмечены их достоинства и недостатки. Рассмотрены возможности созданного Объединенным институтом проблем информатики Национальной академии наук Беларуси многоканального гиостабилизированного авиационного комплекса дистанционного наблюдения АПК «Спектр». Показано, что АПК «Спектр» позволяет получать растровые снимки местности высокого пространственного разрешения в заданных спектральных (видимый, инфракрасный, включая тепловой) диапазонах, которые используются для оценки последствий пожаров в природных экосистемах, оценки зон затопления, обнаружения разливов загрязняющих веществ на поверхности водных объектов, поиска потерявшихся в лесах людей и прочих прикладных задач. Отмечены пути совершенствования Системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, дистанционное зондирование Земли, космический мониторинг, авиационный мониторинг.

(Поступила в редакцию 3 февраля 2019 г.)

Введение. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций – комплекс наблюдений за состоянием окружающей среды (атмосферы, гидросферы, иных геосфер, почвенно-растительного покрова, животного мира, промышленных объектов) с целью контроля ее состояния и охраны, а также опережающее отражение вероятности возникновения и развития чрезвычайной ситуации на основе анализа возможных причин ее возникновения, ее источника в прошлом и настоящем [1–3].

Результаты мониторинга и прогнозирования являются исходной основой для разработки долгосрочных, среднесрочных и краткосрочных целевых программ, планов, а также для принятия соответствующих решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) [4].

В Республике Беларусь функции мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций возложены на Систему мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (СМП ЧС) [5].

Из трех основных задач СМП ЧС – наблюдения, оценки и прогноза – последняя самая сложная, особенно в ситуации с опасными природными процессами и природными ЧС [6].

Наиболее значимыми и требующими решения проблемами прогнозирования являются:

- оценка вероятности возникновения каждого из источников ЧС (опасных природных явлений, техногенных аварий, экологических бедствий, эпидемий, эпизоотий и т. п.);
- определение масштабов ЧС, размеров их зон;
- определение возможных длительных последствий при возникновении ЧС;
- расчет потребности сил и средств для ликвидации прогнозируемых ЧС.

Для решения задач прогнозирования необходимо наличие эффективных инструментов объективного мониторинга источников и параметров возникших ЧС, которые совместно с научно-методическим обеспечением формируют базис для моделирования и оценки рисков.

Основная часть. В Республике Беларусь сохраняется достаточно высокий уровень рисков возникновения ЧС природного и техногенного характера. В мировой практике для оперативного контроля и оценки состояния принятия мер по предупреждению и действиям в ЧС широко применяются геоинформационные технологии, использующие в качестве основных источников информации о состоянии территории материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в сочетании с эталонными данными наземных измерений [7]. Такой подход к решению проблемы позволяет значительно повысить оперативность контроля и достоверность оценки последствий ЧС при относительно небольших материально-

финансовых затратах по сравнению с традиционными наземными методами. В свою очередь это позволяет широко использовать методы прогнозирования и моделирования ситуаций природного и техногенного характера и на их основе своевременно проводить мероприятия по предупреждению и ликвидации ЧС.

В Республике Беларусь созданы и функционируют технические средства мониторинга природной среды: космические, авиационные и наземные [7].

Космические средства мониторинга предназначены в основном для выявления и уточнения обстановки, связанной с лесными пожарами, наводнениями и другими крупномасштабными, опасными природными явлениями и процессами с незначительной динамикой.

Космический мониторинг в видимом диапазоне позволяет получать панхроматические и многоканальные снимки. При этом снимок охватывает двадцатикилометровую полосу съемки в высоком разрешении и свыше 2000 км в низком разрешении.

Для обнаружения лесных пожаров используются космические снимки низкого разрешения, на которых производится поиск признаков горения древесины: дым и огонь. Температура горения древесины находится в пределах от 800 до 1000 °С. Температура нижнего пожара, включая костер, составляет около 700 °С. В пожароопасный период система обнаружения лесных пожаров по данным с космических аппаратов позволяет выявлять около 6 % всех возникающих ЧС этого вида. Особенностью такой системы является возможность обнаружения пожаров в малонаселенных районах страны, а также в непосредственной близости к государственной границе Беларуси (рис. 1).

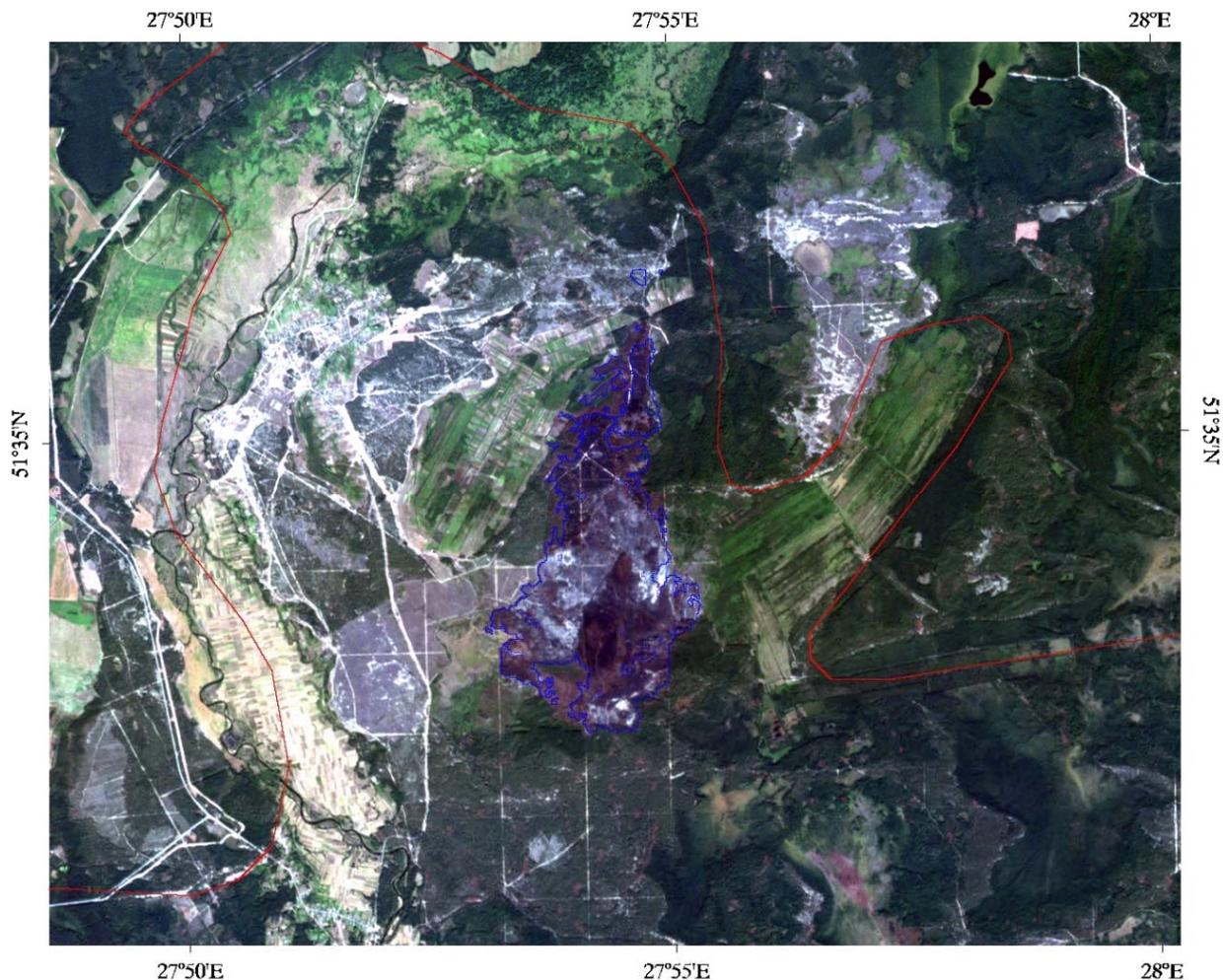


Рисунок 1. – Снимок белорусского космического аппарата с последствиями пожара на территории Украины вблизи границы Республики Беларусь 31.08.2017

В Республиканском центре управления и реагирования на чрезвычайные ситуации МЧС Республики Беларусь (РЦУРЧС) активно используются средства космического мониторинга чрезвычайных ситуаций [7].

Национальный оператор Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли в целях мониторинга чрезвычайных ситуаций представляет в РЦУРЧС информацию с системы метеорологических спутников серии NOAA и Terra, российского спутника «Канопус», а также с БКА. Полученные снимки обрабатываются и анализируются с использованием современных программных средств на предмет обнаружения тепловых аномалий.

Результаты тематической обработки космических снимков публикуются на информационном ресурсе в интернете. Работники территориальных управлений по ЧС, открыв информационный ресурс, получают информацию о тепловых аномалиях и дают указания подчиненным подразделениям на обследование этих территорий. При подтверждении факта пожара для его ликвидации высылаются силы и средства МЧС, а также привлекаются техника и работники организаций-собственников данных территорий.

К недостаткам космического мониторинга в видимом диапазоне следует отнести ограниченное количество безоблачных дней (до 60 дней) в году. При использовании одного спутника к недостаткам следует добавить то, что:

- спутник может находиться над заданной территорией один раз в четверо суток;
- спектральные каналы не могут быть изменены в процессе эксплуатации космического аппарата.

Недостатки космического мониторинга компенсируются авиационным мониторингом на базе пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов.

Авиационные средства используются для тех же целей, что и космические, а также для получения данных о состоянии радиационной обстановки, обстановки в зонах широко-масштабных разрушений, состоянии магистральных трубопроводов и другой обстановки (дорожной, снежной, ледовой и т. п.). Они имеют более широкие возможности, по сравнению с космическими средствами, как по составу объектов наблюдения, так и по оперативности и поэтому находятся на оснащении целого ряда соответствующих мониторинговых подразделений с учетом сфер ответственности последних. Это:

- авиационный аппаратно-программный комплекс оперативного контроля за состоянием лесов (ВСК-2). Создан научно-исследовательским учреждением «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета в 2000 г. в интересах унитарного предприятия «Белгослес»;

- аэрофотосъемочная аппаратура РС-30 швейцарской фирмы «Leica». Используется для решения задач геодезии и картографии в республиканском дочернем аэрофотогеодезическом унитарном предприятии «БелПСХАГИ» Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь.

Новым шагом в вопросе совершенствования системы оперативного мониторинга источников чрезвычайных ситуаций по данным качественно меняющейся информации ДЗЗ является созданный Объединенным институтом проблем информатики Национальной академии наук Беларуси многоканальный гиростабилизированный авиационный комплекс дистанционного наблюдения АПК «Спектр» [8, 9].

АПК «Спектр» включает в себя представленные на рисунке 2 авиационную спектрально-зональную систему «АВИС», авиационную стабилизирующую платформу ASP-4, модуль управления стабилизирующей платформой МУ-СП, инерциальный навигационный модуль ИНМ-К, специальное программное обеспечение (СПО) формирования метафайла данных, СПО хранения данных авиасъемок на встроенных носителях системы «АВИС», СПО обработки авиационных снимков видимого, инфракрасного и теплового диапазонов.

Комплекс имеет следующие технические характеристики:

1) режимы съемки:

- спектрально-зональная сверхвысокого разрешения;
- панхроматическая сверхвысокого разрешения;
- панхроматическая стереосъемка сверхвысокого разрешения;
- телевизионная обзорная съемка;
- тепловизионная съемка 0,75–12 мкм;

2) пространственное разрешение с высоты 500 м:

- сверхвысокое разрешение – 0,05 м/пиксель;
- обзорное цветное изображение – 0,2 м/пиксель;
- тепловизионное изображение – 0,8 м/пиксель.



Рисунок 2. – АПК «Спектр»

АПК «Спектр» позволяет получать растровые снимки местности высокого пространственного разрешения в заданных спектральных (видимый, инфракрасный, включая тепловой) диапазонах. Снимки используются для оценки последствий пожаров в природных экосистемах, оценки зон затопления, обнаружения разливов загрязняющих веществ на поверхности водных объектов, поиска потерявшихся в лесах людей и прочих прикладных задач.

К достоинствам авиационного мониторинга можно отнести:

- оперативность;
- высокое пространственное разрешение снимка, необходимое для решения специальных задач;
- возможность одновременного наблюдения за местностью в видимом и инфракрасном диапазонах;
- возможность смены фильтров в многоканальной съемочной аппаратуре в зависимости от решаемой задачи (обнаружение пожара, мониторинг развития половодья, мониторинг загрязнения нефтепродуктами).

К недостаткам авиационного мониторинга следует отнести:

- узкую полосу наблюдения (в среднем 250 м с высоты 500 м);
- необходимость для проведения плановой съемки иметь на борту воздушного судна гиостабилизированную платформу;
- отсутствие возможности оперативной передачи обзорных снимков высокого разрешения с борта самолета на наземный пункт управления, т. е. снимки высокого разрешения поступают в пункт управления после посадки самолета со значительной временной задержкой.

Заключение. Повышение эффективности функционирования системы оперативного мониторинга источников чрезвычайных ситуаций по данным ДЗЗ возможно при совместном использовании данных дистанционного зондирования Земли, полученных от космических, авиационных и наземных средств наблюдения (многоуровневая система). Комплекс-

ный подход к применению этих средств позволит оперативно обнаруживать чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера и принимать оптимальные решения по их ликвидации с минимальными затратами.

Методичное применения многоуровневой системы будет обеспечивать выполнение таких функций, как:

- обнаружение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий;
- обнаружение несанкционированного доступа на объекты магистральных трубопроводов и других режимных территорий;
- мониторинг паводков, половодий и их последствий;
- обнаружение потенциальных источников пожара в лесу и на торфянике, обнаружение утечек тепла на промышленных и жилых объектах;
- мониторинг технического состояния линий электропередачи, дамб, мостов и элементов дорожной сети;
- аэрофотосъемка в видимом, инфракрасном и тепловом диапазонах в интересах отечественных и зарубежных заказчиков.

Использование многоуровневой системы мониторинга позволит снизить затраты на ликвидацию ЧС путем предупреждения самого факта ее возникновения либо более эффективного реагирования за счет получения сведений об объективной обстановке в зоне ЧС. В свою очередь такие преимущества позволят уменьшить ущерб от социальных, экологических и экономических последствий чрезвычайной ситуации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 26 ноября 1992 г., № 1982-ХІІ // Бизнес-Инфо / ООО «Профession. правовые системы». – Минск, 2018.
2. О Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь [Электронный ресурс]: Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 14 июля 2003 г., № 949 // Бизнес-Инфо / ООО «Профession. правовые системы». – Минск, 2018.
3. Экзарьян, В.Н. Геоэкология и охрана окружающей среды / В.Н. Экзарьян. – М.: Экология, 1997. – 172 с.
4. О Государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс]: Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 10 апреля 2001 г., № 495 // Бизнес-Инфо / ООО «Профession. правовые системы». – Минск, 2018.
5. О некоторых вопросах Министерства по чрезвычайным ситуациям [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 29 декабря 2006 г., № 756 // Бизнес-Инфо / ООО «Профession. правовые системы». – Минск, 2018.
6. Об утверждении Положения о системе мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 19 ноября 2004 г., № 1466 // Бизнес-Инфо / ООО «Профession. правовые системы». – Минск, 2018.
7. Отдел мониторинга и прогнозирования ЧС [Электронный ресурс]: Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://erc.mchs.gov.by/struktura-rtsearchs/otdel-monitoringa-i-prognozirovaniya-chs/>. – Дата доступа: 30.10.2018.
8. Андреевко, А.В. Обнаружение последствий чрезвычайных ситуаций по данным авиационного мониторинга / А.В. Андреевко, Н.И. Мурашко, К.А. Романович // Материалы VII Белорусского космического конгресса, Минск, 24–26 октября 2017 г. / ОИПИ НАН Беларуси. – Минск, 2017. – Т. 2. – С. 99–102.
9. Мурашко, Н.И. Система обработки данных аэрокосмического мониторинга / Н.И. Мурашко, А.А. Иванов, А.В. Андреевко // BIG DATA Advanced Analytics: collection of materials of the fourth international scientific and practical conference, Minsk, May 3–4, 2018 / BSUIR; Ed. by: M. Batura [et al.]. – Minsk, 2018. – P. 278–282.

IMPROVING THE SYSTEM OF EMERGENCY MONITORING AND PREDICTING

Nikolay Murashko, PhD in Technical Sciences

United Institute of Informatics Problems
of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

Aleksey Andreenko

Republican Center for Emergency Management and Response
of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk, Belarus

Victor Stankevich, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Gomel Branch of the State Educational Establishment «University of Civil Protection
of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Gomel, Belarus

Purpose. The present state of the National system of environment monitoring of the Republic of Belarus is analyzed.

Methods. The distinctive features of the functioning technical means (space and aircraft) of monitoring are considered, their merits and demerits are described.

Findings. Possibilities of the new multi-channel gyro-stabilized aviation complex of remote tracking ASC «Spektr» created by the United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Science of the Republic of Belarus are considered.

Application field of research. It is found out that ASC «Spektr» is able to obtain high-resolution raster images of the area in the given spectral range (visible, infrared, and thermal included), which can be used for evaluation of aftermaths of wild land fires, estimation of flooded areas, location of pollution spills on water bodies, search of lost people and other applied problems.

Conclusions. Directions for improvement of the system of natural and man-made emergency monitoring and predicting in the Republic of Belarus are mentioned.

Keywords: emergency situation, emergency monitoring and predicting system, remote sensing of the Earth, space monitoring, air monitoring.

(The date of submitting: February 3, 2019)

REFERENCES

1. *Ob okhrane okruzhayushchey sredy* [The Law of the Republic of Belarus of Environment Protection]: *Law of the Republic of Belarus, November 27, 1992, No. 1982-XII*. Biznes-Info. OOO «Professional'nye pravovye sistemy». Minsk, 2018. (rus)
2. *O Natsional'noy sisteme monitoringa okruzhayushchey sredy v Respublike Belarus'* [On the National Environmental Monitoring System in the Republic of Belarus]: *Decree of the Council of Ministers of the Republic of Belarus, July 14, 2003, No. 949*. Biznes-Info. OOO «Professional'nye pravovye sistemy». Minsk, 2018. (rus)
3. Ekzar'yan V.N. *Geoekologiya i okhrana okruzhayushchey sredy* [Geoecology and Environment protection]. Moscow: Ekologiya, 1997. 172 p. (rus)
4. *O Gosudarstvennoy sisteme preduprezhdeniya i likvidatsii chrezvychaynykh situatsiy* [State System of Prevention and Elimination of Emergency Situations]: *Decree of the Council of Ministers of the Republic of Belarus, April 10, 2001, No. 495*. Biznes-Info. OOO «Professional'nye pravovye sistemy». Minsk, 2018. (rus)
5. *O nekotorykh voprosakh Ministerstva po chrezvychaynym situatsiyam* [Some Questions of the Ministry for Emergency Situations]: *Decree of the President of the Republic of Belarus No. 756, December 29, 2006*. Biznes-Info. OOO «Professional'nye pravovye sistemy». Minsk, 2018. (rus)
6. *Ob utverzhenii Polozheniya o sisteme monitoringa i prognozirovaniya chrezvychaynykh situatsiy prirodnoy i tekhnogennogo kharaktera* [On approval of the Regulations on the system for monitoring and forecasting natural and man-made emergencies]: *Decree of the Council of Ministers of the Republic of Belarus, November 19, 2004, No. 1466*. Biznes-Info. OOO «Professional'nye pravovye sistemy». Minsk, 2018. (rus)
7. *Emergency Monitoring and Prediction Department*. Republican Center of Emergency Management and Response of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus, available at:

- <http://erc.mchs.gov.by/struktura-rtsearch/otdel-monitoringa-i-prognozirovaniya-chs/> (accessed: October 30, 2018). (rus)
8. Andreenko A.V., Murashko N.I., Romanovich K.A. Obnaruzhenie posledstviy chrezvychaynykh situatsiy po dannym aviatsionnogo monitoringa [Detecting the Consequences of Emergencies on the Basis of Space Monitoring]. *Proc. VII Belorusskogo kosmicheskogo kongressa Minsk, October 24–26, 2017*. United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus. Minsk, 2017. Vol. 2. Pp. 99–102. (rus)
 9. Murashko N.I., Ivanov A.A., Andreenko A.V. Sistema obrabotki dannykh aerokosmicheskogo monitoringa [System of Aerospace Monitoring Data Processing]. *Proc. Intern. scientific-methodological conf. «BIG DATA Advanced Analytics», Minsk, May 3–4, 2018*. Ed. by: M. Batura et al. Minsk: BSUIR, 2018. Pp. 278–282. (rus)