

УДК 528:614.8(476)

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЧС РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Юржиц А.М., Чумила Е.А., Точеный Н.Н.

Обоснована эффективность применения геоинформационной системы при угрозе возникновения или возникновении чрезвычайных ситуаций и разработан проект концепции единого геоинформационного портала. Проанализирована возможность применения геоинформационной системы в различных сферах деятельности, определен наиболее гибкий и перспективный ее вид, позволяющий продлить срок актуальности и соответствия современным стандартам вновь проектируемых систем. Рассмотрены отличительные особенности и возможности использования геоинформационной системы для решения задач, связанных с анализом и обработкой большого объема пространственных данных. Определены функциональные возможности геоинформационной системы в информационно-аналитической деятельности МЧС Республики Беларусь, позволяющие повысить эффективность процесса принятия решения в вопросах мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: анализ, база данных, геоинформационная система, информация, модель, природная чрезвычайная ситуация.

(Поступила в редакцию 23 мая 2018 г.)

Введение. В последние годы наблюдается тенденция к увеличению числа природных ЧС как в Республике Беларусь, так и во всем мире. Для нашей страны в первую очередь характерны сильные (ураганные) ветры, сильные морозы и весенние заморозки, ливни и сильные снегопады, град, ледовые отложения. Они наносят весомый ущерб транспортным коммуникациям, промышленным, сельскохозяйственным предприятиям, населенным пунктам, окружающей среде, а зачастую здоровью и жизни людей.

За последние 11 лет (2007–2017 гг.) в результате природных ЧС в Республике Беларусь погибли 11 человек, в том числе 3 ребенка, травмированы 410 человек, в том числе 209 детей, уничтожено 37 и повреждено 23 801 здание.

Значительная часть природных катаклизмов характеризуется пространственными и временными показателями, что затрудняет оперативное и качественное восприятие сложившейся обстановки. И для принятия наиболее эффективного решения в таких ситуациях не всегда достаточно только текстового описания ЧС.

В связи с этим актуальным является разработка геоинформационной системы прогнозирования (далее – ГИС), мониторинга и реагирования при угрозе возникновения или возникновении ЧС. Она позволит видеть места возникновения ЧС, их территориальный охват, расположение критически важных и потенциально опасных объектов, населенные пункты, попадающие в опасную зону, и численность их населения, объекты инфраструктуры данного района (транспортные пути, линии связи и электропередач), а также силы и средства МЧС и другой хозяйственной техники, которые могут быть привлечены для борьбы с последствиями возможной или произошедшей ЧС.

Использование ГИС позволит решить проблему интеграции разноплановой информации, хранящейся в существующих базах данных МЧС, государственных органов, ведомств и организаций.

Основная часть. ГИС – это информационная система, позволяющая осуществлять сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственных данных [1]. Содержание системы включает сведения, представленные в виде цифровых изображений пространственных данных. При работе с базами данных (БД) технологическая составляющая системы связывает ряд операций, обеспечивая преимущества полноценной визуализации и географического анализа. Это отличает ГИС от других информационных систем и обеспечивает уникальные возможности ее применения для решения широкого спектра задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира, осмыслением и выделением главных факторов и причин, а также их возможных последствий, с планированием стратегических решений и результатов предпринимаемых действий.

Функционирование системы основано на тесной взаимосвязи пяти ее компонентов: аппаратные средства, программное обеспечение, данные, персонал и регламент.

Основная структура современной ГИС (рис. 1), как правило, включает пять обязательных подсистем: система ввода данных; система хранения и поиска; система визуализации; система обработки и анализа, система представления (вывода) данных в различном виде (карты, таблицы, изображения, блок-диаграммы, цифровые модели местности и т. д.).

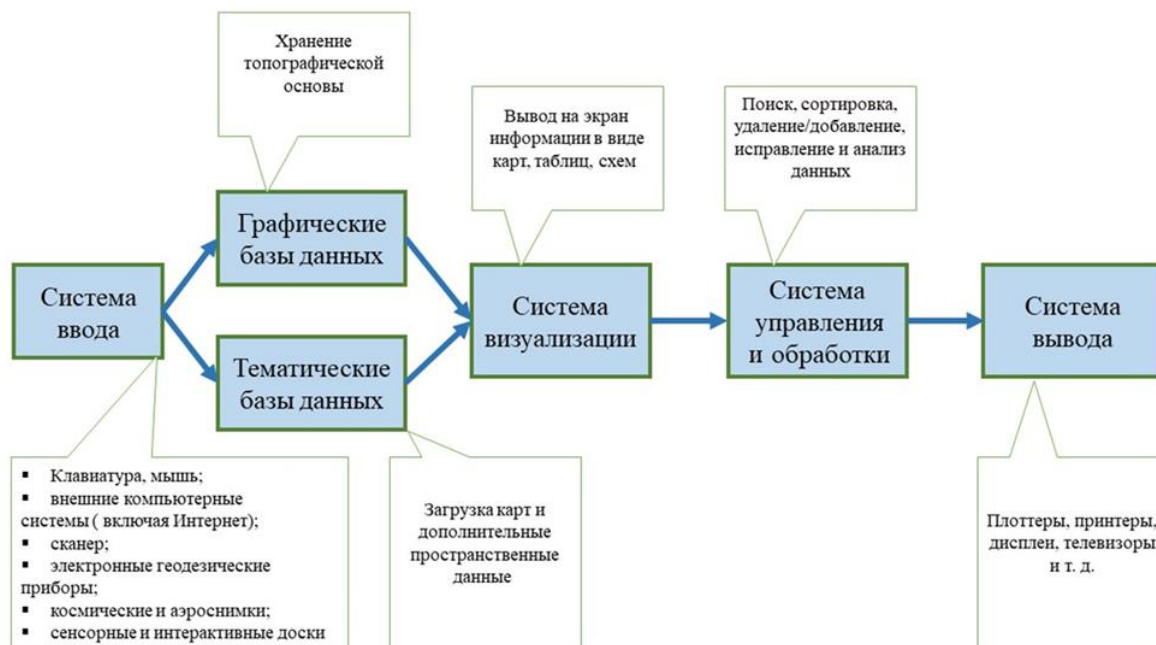


Рисунок 1. – Классическая структура современной ГИС

Для рассмотрения отдельных частей пространственно-распределенных данных с целью обеспечения большей доступности и производительности ГИС выстраивает упорядоченную структуру и связывает в единую систему пространственную информацию [2]. Для решения задач, в основу которых положен анализ и прогноз, ГИС-технология дает новый, более эффективный, удобный и быстрый подход.

Информационная система представляется как модель реального мира, позволяющая накапливать и хранить данные, привязанные к земной поверхности. При этом возможность поддержки процессов принятия альтернативных решений является наиболее приоритетным вектором развития ГИС [3].

Сущность ГИС проявляется в ее возможности присваивать пространственным объектам некоторую описательную (атрибутивную) информацию. Как правило, атрибутивная информация представляется в виде таблиц реляционной БД. В самом простом случае каждому пространственному объекту (точечный, линейный, площадной) соответствует строка таблицы – запись в БД.

ГИС, в зависимости от своей специфики, имеют множество функциональных возможностей, позволяющих решать научные, производственные, служебные, бытовые и другие задачи. Основные функциональные возможности ГИС показаны в таблице 1.

Таблица 1. – Перечень основных функций ГИС

Функциональные возможности ГИС	Ввод данных в ГИС (с клавиатуры, импорт, сканирование, дигитализация и т. д.)
	Хранение, манипулирование и управление данными
	Вывод данных на устройство отображения информации
	Картометрические операции
	Генерация пользовательских запросов и документирование
	Оверлейные операции
	Моделирование данных
	Настройка на требования пользователя
	Визуализация данных
	Преобразование пространственных данных
Пространственный анализ	

Анализ функциональных возможностей ГИС позволил выделить ее основные преимущества: формат отображения пространственных данных представлен в удобном для

пользователя виде; объединение составных частей в единую систему осуществляется внутри организации (страны); последовательность действий принятия обоснованных решений; современный и удобный способ для создания карт.

ГИС распространяет информацию в пространстве и времени о реальном мире в виде набора механизмов, используемых для отображения географических наборов и пограничных слоев, которые объединены на основе географического положения. Эти слои могут воспроизводить статический или движущийся объект, границу, событие и пространственную структуру того или иного явления, что, в свою очередь, является простым, но очень гибким подходом при решении проблемных ситуаций с явно заданной целью: для контроля передвижения транспортных средств и материалов, детального отображения реальной обстановки и планируемых мероприятий, представления математической модели общей циркуляции атмосферы, отображения природных ЧС и их последствий.

Любая географическая информация содержит сведения о пространственном положении, будь то привязка к географическим или другим координатам, или ссылки на адрес, почтовый индекс, избирательный округ или округ переписи населения, идентификатор земельного или лесного участка, название дороги и т. п. При использовании подобных ссылок для автоматического определения местоположения объектов применяется геокодирование, с помощью которого можно быстро определить и посмотреть на карте, где находится интересующий объект или явление, произошло наводнение, по какому маршруту проще и быстрее добраться до нужного пункта назначения [4].

Выделяют два основных формата представления пространственных данных: в виде векторной графики и в виде растровой графики (рис. 2–3).

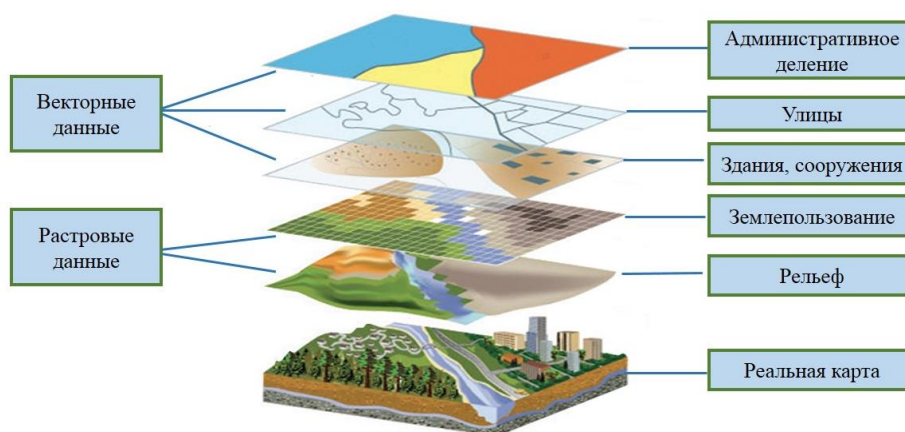
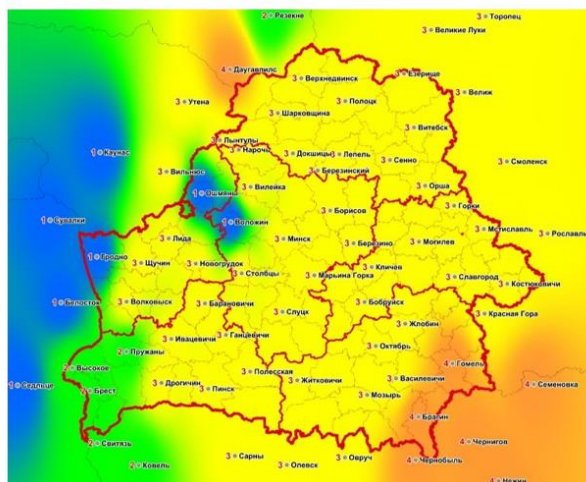
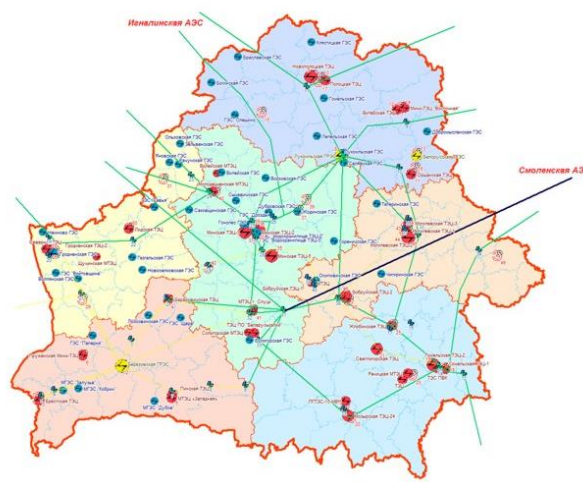


Рисунок 2. – Представление пространственных данных в ГИС



а – Карта горимости лесов (растровая карта)



б – Карта электроэнергетических сетей (векторная карта)

Рисунок 3. – Пример растровой (а) и векторной (б) моделей данных

В векторной модели информация о точках, линиях и полигонах представлена в виде наборов координат. Формат представления векторной графики не хранит само изображение – оно формируется «на лету» подсистемой визуализации ГИС, и поэтому качество картинки всегда высокое, независимо от текущего масштаба.

Растровая модель оптимальна для работы с непрерывными свойствами. Растровая графика (растровое изображение) – это обычно двумерный массив точек, каждая из которых представлена своим цветом, оно подобно отсканированной карте или картинке [5]. Преимущества растровой и векторной моделей представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Сравнение преимуществ растровой и векторной моделей

<i>Растровая модель</i>	<i>Векторная модель</i>
1. Простая структура данных	1. Компактная структура
2. Эффективные оверлейные операции	2. Топология
3. Работа со сложными структурами	3. Работа с отдельными объектами
4. Работа со снимками	4. Качественная графика при изменении масштаба
	5. Точность представления объектов

Современные ГИС могут одновременно работать как с векторными, так и с растровыми моделями данных, что добавляет гибкости к их функциональности.

Ученые подсчитали, что большая часть информации (в различных источниках встречаются значения от 60 до 90 %), с которой сталкивается человек в своей жизни, имеет территориальную привязку. Поэтому перечислить все области применения ГИС практически невозможно [6]. Этим системам можно найти применение почти в любой сфере деятельности человека.

ГИС эффективна во всех областях, где осуществляется учет и управление территорией и объектами на ней. Это практически все направления деятельности органов управления и администраций [6].

Создание ГИС для обеспечения органов государственного управления необходимой информацией станет фундаментом для совершенствования систем оперативного управления и объединение в единое целое всех или на начальном этапе большинства БД различных систем управления, что в свою очередь обеспечит возможность перехода на уровень анализа. В частности для МЧС это позволит в будущем автоматизировать большинство процессов анализа ЧС и выбора оптимального варианта ликвидации их последствий.

Если рассматривать в комплексе систему информатизации для достижения максимального эффекта, система поддержки принятия решения должна базироваться на 4 уровнях: базисная инфраструктура; аналитические системы; моделирование; экспертные системы.

Немаловажным в оценке возможности реализации ГИС является вопрос места размещения и хранения данного электронного ресурса. Планируется, что общий объем информации будет достаточно большим и может существенно превышать доступные ресурсы в каком-либо одном из ведомств. Также необходимо учитывать требования к обеспечению надлежащего уровня безопасности информации, своевременного резервного копирования, круглосуточного обеспечения доступа, надежности и стабильности работы технических средств, на которых будет функционировать ГИС.

Указом Президента Республики Беларусь от 23 января 2014 г. № 46 «Об использовании государственными органами и иными государственными организациями телекоммуникационных технологий» было определено создание республиканской платформы, действующей на основе технологий облачных вычислений (далее – республиканская платформа) для размещения программно-технических средств, информационных ресурсов и информационных систем государственных органов, иных государственных организаций, а также хозяйственных обществ, в отношении которых Республика Беларусь либо административно-территориальная единица, обладая акциями (долями в уставных фондах), может определять решения, принимаемые этими хозяйственными обществами. Данная платформа реализуется в целях дальнейшего развития информационного общества в Республике Беларусь, совершенствования инфраструктуры сети передачи данных, а также повышения уровня обслуживания и качества предоставляемых информационных услуг [7].

Республиканская платформа создается и размещается на базе республиканского центра обработки данных и единой республиканской сети передачи данных и представляет собой программно-технический комплекс для распределенной обработки данных, реализую-

щий технологии облачных вычислений и обеспечивающий взаимодействие с внешней средой. На республиканской платформе обеспечиваются [7]:

- размещение программно-технических средств, информационных ресурсов и информационных систем;
- доступность государственных информационных систем для пользователей;
- хранение информации и мониторинг работоспособности информационных систем;
- защита информации от неправомерного доступа, уничтожения, модификации (изменения), копирования, распространения и (или) предоставления информации, блокирования правомерного доступа к ней, а также от иных неправомерных действий с момента ее поступления на республиканскую платформу и до момента передачи в соответствующую информационную систему или на информационный ресурс.

Работу над созданием республиканской платформы ведет совместное общество с ограниченной ответственностью «Белорусские облачные технологии» (beCloud), являющееся одним из самых современных в данной области в Беларуси и отвечающее всем мировым стандартам. В ближайшее время решения beCloud помогут реализовать значимые для страны проекты – создать системы мониторинга общественной безопасности, управления энергетикой, транспортом, здравоохранением, образованием и другие инициативы.

Размещение ГИС на республиканской платформе решит все ключевые проблемы в области хранения, доступности и защиты информации, что существенно повысит эффективность и сократит расходы задействованных ведомств. Также размещение ресурса на сервисе облачных технологий позволит выделять по запросу ровно столько мощности, сколько необходимо, что будет способствовать экономической эффективности.

Важнейшей проблемой в организации предлагаемой ГИС станет вопрос выделения человеческих ресурсов, т. к. переход на новую систему в большинстве организаций потребует некоторое количество временных затрат. Это связано с тем, что в ряде организаций ведутся внутренние БД, информационные системы и т. д., которые не смогут автоматически интегрироваться в новую систему. Решение о создании единой ГИС вызовет ряд возмущений со стороны данных ведомств. Например, исходя из обзора тематического программного обеспечения, используемого государственными органами, наиболее перспективным и современным является Геопортал земельно-информационной системы Республики Беларусь, принадлежащий РУП «Проектный институт Белгипрозем». Т. к. услуги по предоставлению доступа к данному ресурсу выполняются на платной основе, данному предприятию будет невыгодно переходить на новую платформу. Нужно осознавать тот факт, что объем получаемых и обрабатываемых пространственных и других данных ежедневно возрастает, но при этом отсутствует общая площадка их накопления и обработки. Это говорит о том, что чем позже будет принято решения о создании такой площадки, тем сложнее и продолжительнее будет сам процесс переноса данных и ввод ее в эксплуатацию. Наличие такой платформы в стране в будущем оправдывает вложенные в ее создание ресурсы, а оперативный доступ к межведомственной информации повысит эффективность работы органов государственного управления. Для снижения затрат на разработку и повышение качества проектируемой ГИС целесообразно установить государственное регулирование процессов ее создания, дальнейшего своевременного наполнения и актуализации.

Обеспечение органов государственного управления единой геопропространственной основой исключит дублирование работ и обеспечит единый источник взаимно согласованной информации при подготовке управленческих решений. В сочетании с информацией космического сегмента это обеспечит оперативную и высокодостоверную информацию о наблюдаемых объектах и явлениях, что в итоге повысит качество решений, принимаемых на основе разнородных данных как на территории Республики Беларусь, так и за ее пределами [8].

ГИС должна быть не конкурирующей, а взаимно интегрированной с существующими ведомственными информационными системами. Это позволит взаимно дополнить и существенно расширить ее функционально-информационные возможности. Возможность получения доступа к данным ГИС обеспечит органы и подразделения по чрезвычайным ситуациям, а также заинтересованные органы государственного и местного управления информацией, необходимой для качественного осуществления деятельности и подготовки принятия управленческих решений.

Выводы. Объем создаваемых пространственных данных возрастает с каждым днем, при этом отсутствует координация, работы не имеют системного характера. Отсутствие единой системы информационного обмена такими данными препятствует их эффективному использованию. Существующие системы создания и использования пространственных данных не позволяют обеспечить их полноценную интеграцию и совместное использование с ранее созданными БД.

Следовательно, целесообразна разработка единого специализированного программного обеспечения для всех уровней управления.

Применение ГИС в информационно-аналитической деятельности МЧС обеспечит выполнение таких функций, как:

- создание картографической основы с использованием цифровых карт различного масштаба и растровых карт и планов;
- создание атрибутивных тематических БД в области предупреждения и ликвидации ЧС природного и техногенного характера с территориальной привязкой входящих в них объектов;
- формирование топографических и специальных слоев ГИС на основе сведений тематических БД;
- интеграция в базы данных ГИС информации из других источников (автоматизированных систем);
- передача и обновление картографических и пространственно-атрибутивных данных в территориально-распределенной среде между сегментами ГИС;
- выполнение расчетных задач на основе использования картографических данных, информации, хранящейся в тематических БД, и различных прогнозных моделей;
- проведение анализа данных методом наложения;
- автоматизированная подготовка и изготовление твердых копий карт и схем с возможностью включения в них информации из атрибутивных тематических БД.

Указанные функции позволят решать ряд конкретных задач:

- определение точного местоположения источников ЧС;
- определение численности и состава населения и материальных ресурсов, оказавшихся в зоне ЧС (подлежащих эвакуации);
- построение и визуальное представление различных сценариев развития ЧС;
- прокладка оптимальных маршрутов доставки сил и средств, резервов материальных ресурсов, эвакуации населения и материальных средств;
- поиск в БД необходимой информации и осуществление пространственных запросов;
- подготовка оперативных карт (донесений) с нанесенной обстановкой.

Использование ГИС в деятельности МЧС может существенно ускорить и повысить эффективность процесса принятия решения в вопросах мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера.

Грамотно спроектированное и профессионально реализованное ГИС-решение не только повысит эффективность работы ведомства в результате внедрения системы, но также поможет избежать незапланированных затрат при ее дальнейшем масштабировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт ГИС-Ассоциации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gisa.ru/13058.html>. – Дата доступа: 10.10.2017.
2. Карманов, А.Г. Учебное пособие по курсу геоинформатика: учеб. пособие / А.Г. Карманов. – С.Пб.: Ун-т ИМТО, 2012. – 116 с.
3. Середович, В.А. Геоинформационные системы (назначение, функции, классификация): монография / В.А. Середович, В.Н. Ключниченко, Н.В. Тимофеева. – Новосибирск: СГГА, 2008. – 192 с.
4. Официальный сайт компании «ДАТА+» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dataplus.ru/concept_arkgisa/press/friendgis.php. – Дата доступа: 22.11.2017.
5. Кащенко, Н.А. Геоинформационные системы: учеб. пособие / Н.А. Кащенко, Е.В. Попов, А.В. Чечин. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. – 130 с.
6. Сайт предприятия «ГеоСистемПро» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geosys.by/blog/itemlist/tag/ГИС>. – Дата доступа: 16.11.2017.
7. Об использовании государственными органами и иными государственными организациями те-

- лекоммуникационных технологий [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 23 янв. 2014 г., № 46 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: http://pravo.by/upload/docs/op/P31400046_1390942800.pdf. – Дата доступа: 16.11.2017.
8. Золотой, С.А. Некоторые пути совершенствования белорусской космической системы дистанционного зондирования земли / С.А. Золотой, А.В. Косило, А.А. Ставров, И.Б. Страшко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. фіз.-тэх. навук. – 2016. – № 4. – С. 113–120.

APPLICATION OF GEOINFORMATION SYSTEMS IN THE INFORMATION AND ANALYTICAL ACTIVITIES OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Andrei Yurzhits

Central Office of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk, Belarus

Yauhen Chumila, PhD in Pedagogical Sciences

Nikolai Tachony

The state educational establishment «University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk, Belarus

Purpose. The justification of the effectiveness of the application of the geoinformation system in case of the occurrence or threat of emergency situations and the development of a draft concept for a single geo-information portal.

Methods. The study of special scientific and methodological literature and other sources of information, survey, abstraction, modeling, formalization, hypothetical-deductive method.

Findings. The functional capabilities of the geoinformation system in the information and analytical activities of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus have been determined, which make it possible to increase the effectiveness of the decision-making process in monitoring and forecasting of emergency situations.

Application field of research. The use of geoinformation systems in the activities of the Ministry of Emergency Situations will significantly accelerate and increase the effectiveness of the decision-making process in monitoring and forecasting of emergency situations of natural and man-made nature. It will allow to see the areas emergency situations, their territorial coverage, the location of critical and potentially hazardous facilities, the settlements in the zone of emergency and the number of their population, the infrastructure of the area, as well as the forces and means of the Ministry of Emergency Situations and other equipment that can be involved to overcome the consequences of a possible or actual emergency.

Conclusions. The placing of geoinformation systems on a national platform using cloud technologies will solve all the key problems in the field of storage, accessibility and protection of information, which will significantly increase the efficiency and reduce the costs of the involved agencies. In addition, this will allow allocating just as much power as necessary for the correct operation of the system contributing to economic efficiency.

Keywords: analysis, database, geoinformation system, information, model, emergency.

(The date of submitting: May 23, 2018)

REFERENCES

1. *Ofitsial'nyy sayt GIS-Assotsiatsii* [Official site of the GIS-Association], available at: <http://www.gisa.ru/13058.html> (accessed: November 10, 2017). (rus)
2. Karmanov A.G. *Uchebnoe posobie po kursu geoinformatika* [Tutorial for Geoinformatics]. Sankt-Peterburg: Universitet IMTO, 2012. 116 p. (rus)
3. Seredovich V.A., Klyushnichenko V.N., Timofeeva N.V. *Geoinformatsionnye sistemy (naznachenie, funktsii, klassifikatsiya)* [Geoinformation systems (purpose, functions, classification)]. Novosibirsk: SGGGA, 2008. 192 p. (rus)
4. *Ofitsial'nyy sayt kompanii «DATA+»* [Official site of the company «DATA+»], available at: https://www.dataplus.ru/concept_arkgisa/press/friendgis.php (accessed: November 22, 2017). (rus)
5. Kashchenko N.A., Popov E.V., Chechin A.V. *Geoinformatsionnye sistemy* [Geoinformation systems]: tutorial. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2012. 130 p. (rus)
6. *Sayt predpriyatiya «GeoSistemPro»* [GeoSystemPro site], available at: <http://www.geosys.by/blog/itemlist/tag/ГИС> (accessed: November 16, 2017). (rus)
7. *On the use of telecommunications technologies by state bodies and other state organizations: Decree of the President of the Republic of Belarus, January 23, 2014, No. 46.* National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus, available at: http://pravo.by/upload/docs/op/P31400046_1390942800.pdf (accessed: November 16, 2017). (rus)
8. Zolotoy S.A., Kosilo A.V., Stavrov A.A., Strashko I.B. *Nekotorye puti sovershenstvovaniya belorusskoy kosmicheskoy sistemy distantsionnogo zondirovaniya zemli* [Some ways to improve the Belarusian space remote sensing system]. *Vesti Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya fizika-tekhnichnykh navuk.* 2016. No. 4. Pp. 113–120. (rus)