

Требования к информации при наземно-космическом мониторинге предвестников природных и техногенных катастроф на приграничных территориях России

В.В. Разумов, Н.В. Разумова, О.А. Алексеев

АО «Российские космические системы», Москва, 111250, Россия

E-mail: razumova-nv@yandex.ru

Рассмотрены некоторые подходы к решению основных ключевых проблем сбора, обработки, хранения и обмена информацией при проведении наземно-космического мониторинга предвестников природных и техногенных катастроф на приграничных территориях России, при условии объединения разрозненных систем наблюдений за ними, и специальных программ, способных обеспечить скоординированную, своевременную, качественную и достоверную информацию в совместимых стандартах. Обосновывается необходимость применения единой технологии интерактивного сбора, обработки и архивирования данных наблюдений и обобщенных формализованных требований к их формату, виду, составу, периодичности и оперативности получения региональными и территориальными центрами мониторинга. Оценивается эффективность существующего алгоритма межведомственного и межгосударственного обмена информацией о результатах наблюдений за катастрофическими природными явлениями и критически опасными техногенными объектами на приграничных территориях, предложены дополнения в существующий алгоритм такого обмена в части формализации состава информационных ресурсов в области чрезвычайных ситуаций, формы и временного режима их представления. Декларируется возможный социальный и экономический эффект от применения новых способов сбора, обработки, архивирования, формализации данных наблюдений и их обмена в предлагаемой системе наблюдений за предвестниками природных и техногенных катастроф на приграничных территориях России.

Ключевые слова: информация, наземно-космический мониторинг, предвестники природно-техногенных катастроф, приграничные территории, формализация данных

Одобрена к печати: 07.11.2017

DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-7-52-61

Введение

В настоящее время органы государственного управления и центры стратегического планирования нашей страны обладают недостаточной полнотой информации о территориальном распределении и уровнях природных и техногенных опасностей, которые могут возникать в приграничных районах России и в соседних странах. Неблагополучное экологическое состояние, а также природные и техногенные катастрофы, происходящие на приграничной территории одного государства, зачастую распространяются вглубь соседствующих государств на расстояния, значительно превышающие формальную ширину приграничной территории, а возможные при этом негативные последствия в состоянии охватить обширные территории других государств.

Общеизвестно, что основная территория Российской Федерации граничит по территории суши с 16 государствами (включая Абхазию и Южную Осетию), общая протяженность государственной сухопутной границы составляет свыше 21 тыс. км. Самые протяженные сухопутные границы она имеет с Казахстаном (7599 км), Китаем (4209 км) и Монголией (3485 км). По морской акватории Россия граничит с 12 государствами, в том числе с США (длина границы 49 км) и Японией (длина границы 194,3 км). Значительная часть государственной границы России либо проходит по внутренним водным объектам, либо пересекается

трансграничными водотоками. Из основных межгосударственных трансграничных водных бассейнов страны можно выделить Чудское и Псковское озера, реки Нарву, Днепр, Неман, Западную Двину, Псоу, Самур, Узень, Иртыш, Урал, Тобол, Ишим, Волга, Селенга, Амур, Аргунь и др. (Баяраа, Мамин, 2011).

В последнее время на приграничных территориях России участились трансграничные природные и техногенные чрезвычайные ситуации (наводнения, землетрясения, сильные дожди и ветры, пыльные бури, лесные пожары, радиационные и химические выбросы в атмосферу, загрязнение водных объектов, прибрежно-морской среды и др.), которые по своим экологическим, экономическим и социальным последствиям, а также территориальному охвату носят межгосударственный характер. Для предотвращения всевозможных чрезвычайных ситуаций (ЧС) в огромной приграничной полосе страны, особенно на локальном уровне, необходима полноценная и разносторонняя информация о степени опасности и риске проявления природных и техногенных процессов, действующих (или способных действовать) на изучаемой территории. Такая информация в первую очередь может быть получена при мониторинге предвестников природных и техногенных катастроф.

Основные особенности получения информации при наземно-космическом мониторинге

Мониторинг возможных природных и техногенных ЧС в нашей стране основывается на проведении инструментальных измерений параметров их предвестников. К настоящему времени уже выявлен целый ряд аномальных явлений в атмосфере, ионосфере и на поверхности Земли, считающихся признаками приближающихся природных катастроф. На сегодняшний день известны сотни предвестников природных катастроф, в том числе более 200 типов предвестников землетрясений (Степанов, 2011), для их фиксации уже созданы приборы, которые могут размещаться как на Земле, так и на борту космических аппаратов. Проведение мониторинга предвестников природных и техногенных катастроф в России в основном осуществляется наземной наблюдательной сетью, которая проводит регулярные метеорологические, аэрологические, гидрологические, агрометеорологические, геофизические, гелиогеофизические и другие наблюдения, а также наблюдения за опасными гидрометеорологическими, гелиогеофизическими явлениями и за уровнем загрязнения различных сред, включая радиоактивное загрязнение. Однако получение необходимой информации о возникновении и развитии на протяженных приграничных пространствах катастрофических природных и техногенных явлений (процессов) только традиционными наземными способами далеко не всегда возможно и эффективно, для этого требуется: обработка огромного массива данных; высокая стоимость наблюдений и длительность сроков сбора данных, а самое главное — густая сеть станций наблюдений, в том числе и на приграничных, чаще всего недоступных горных и арктических, территориях. Учитывая обширность границ России и быстроту проявления природных и техногенных катастроф, для решения этих и других проблем, наряду с наземными исследованиями их предвестников, эффективны методы дистанционного

зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса, результаты которых могут быть сопоставлены с данными с наземных станций геофизических, радиологических, гидрохимических, гидрометеорологических и других измерений.

Основные преимущества использования космических методов при мониторинге опасных природных и техногенных процессов общеизвестны — это большая обзорность, возможность регулярного отслеживания состояния земной поверхности, высокая оперативность получения информации об интересующем районе и интеграция в геоинформационные системы (ГИС) и др. Использование космических систем дистанционного зондирования Земли для мониторинга природоопасных территорий и техногенных объектов, а также их сочетания с данными наземных станций измерений является наиболее перспективным и эффективным инструментом для решения задач мониторинга потенциальных источников ЧС. Широкое внедрение дистанционных съемок для мониторинга опасных природных и техногенных процессов позволит получать информацию, недоступную для наземных методов, даст возможность надежно экстраполировать наземные данные (которые будут использоваться для выборочной верификации) и целенаправленно размещать наземную сеть, делая ее репрезентативной (Шапошников, 2008). При этом сеть наземных измерительных станций и постов может быть использована в качестве калибровочных полигонов для средств дистанционного зондирования, а результаты наземного мониторинга могут использоваться для уточнения данных, полученных с космических или авиационных аппаратов, и для интерпретации наблюдений, которые не могут быть осуществлены другими методами.

Интегральное использование сети наземных измерительных станций и постов, космических средств дистанционного зондирования Земли, современных средств и каналов связи, технических, методических и программных средств сбора, обработки и хранения данных о предвестниках природных и техногенных катастроф, а также проведение организационных и технических мероприятий по экспертной оценке текущего состояния этих предвестников и др. может позволить создать такую систему наземных и космических средств наблюдения для мониторинга предвестников природных и техногенных катастроф, которая позволит получать информацию по всем приграничным территориям России и сможет обеспечить оперативность и интегрирование данных о различных компонентах природной и техногенной среды. Разработка такой интегральной системы мониторинга предвестников природных и техногенных ЧС возможна только при объединении разрозненных систем наблюдений и программ, способных обеспечить скоординированную, своевременную, качественную и достоверную информацию в совместимых стандартах, которая и будет служить основой для прогнозирования природных и техногенных катастроф.

Требования к мониторинговой информации

Основные требования и способы получения мониторинговой информации в основном известны — это синхронность получения всех видов данных; метрологическое единство всех

видов измерений; репрезентативность наземных измерений из космоса относительно территорий, охватываемых космической съемкой; сопоставимость масштабов и разрешающей способности всех видов измерений; оперативность обработки данных о предвестниках природных и техногенных катастроф; возможность идентификации данных о предвестниках ЧС и их видов; оперативность обмена данными о предвестниках природных и техногенных катастроф; возможность получения данных об опасных явлениях и процессах и предвестниках ЧС из труднодоступных территорий и др.

На первом этапе организации и проведения наземно-космического мониторинга предвестников природных и техногенных катастроф на приграничных территориях необходимо составить их унифицированные статистические ряды на основе опубликованных данных и фондовых материалов; подготовить каталог ретроспективных космических снимков на конкретные территории (объекты); разработать систему дешифровочных признаков для определения интересующих параметров предвестников природных и техногенных катастроф; составить каталоги опасных природных процессов и техногенных объектов, распространенных (размещенных) на исследуемой территории, с характеристикой их параметров по наземным и космическим данным, исследовать пространственные и временные закономерности произошедших ЧС и др.

Для проведения вышеописанных процедур предварительно необходимо провести работы по сбору, накоплению, обмену и распространению информации о предвестниках природных и техногенных катастроф.

В настоящее время имеются две ключевые проблемы сбора, обработки и обмена информацией о предвестниках природных и техногенных катастроф:

- технологическая, обусловленная сложностью комплексного использования данных разнородных наземных и космических средств измерения, потоков оперативной мониторинговой информации, массивов и баз данных, разнообразных программно-технологических и аппаратных средств обработки, управления и доставки мониторинговой информации;
- организационная, связанная с неурегулированностью многих вопросов информационного взаимодействия между мониторинговыми организациями страны и приграничных государств, ограничения доступа к информации из-за отсутствия единых норм в области сбора, накопления, обмена и распространения информации.

Рассмотрим более подробно эти проблемы. Известно, что для эффективного контроля за предвестниками природных и техногенных катастроф необходимо использовать большие объемы данных, собираемых с наземной и космической сетей наблюдений, при одновременном сокращении сроков их сбора и доставки, необходимости повышения надежности и достоверности информации. Поступаемая в центры мониторинга с наземных средств измерения информация зачастую не адекватна текущему состоянию природных и техногенных объектов прогнозного мониторинга (пожаро-, химически-, радиационно-, паводко-, сейсмически и других опасных районов), неполна, несвоевременна и ограниченно пригодна. Следует также учесть, что накопление и обработка мониторинговой информации осуществляется с использованием большого количества слабо связанных между собой технологий, в которых

используется слишком широкий спектр программного обеспечения, форматов и структур данных, классификаторов и кодов. Обобщение данных готовится не регулярно, в зависимости от потребностей организации в мониторинговой информации для выполнения конкретных задач. Существующие обзоры, бюллетени и базы мониторинговых данных разных министерств и ведомств страны не стандартизированы, ведутся и поддерживаются отдельно друг от друга и, как следствие, характеризуются высоким уровнем дублирования. Создание и хранение совместных массивов синхронизированных данных наблюдений за индикационными параметрами природных и техногенных катастроф не ведется. К тому же очень сильно ограничена возможность получения обобщенных данных и аналитической информации через сайты мониторинговых государственных организаций. При этом потребителю мониторинговой информации приходится тратить существенное время для поиска необходимой информации, принимать решение по ее качеству.

Технология сбора данных подразумевает использование определенных методов сбора информации и технических средств, выбираемых в зависимости от вида информации и применяемых методов ее сбора. В зависимости от целей, сферы деятельности и располагаемых технических средств можно выделить целый спектр методов сбора данных и их источников: сбор информации из нормативной и методической документации; сбор пространственных (координатных и атрибутивных) данных; сбор данных с первичных документов; заполнение собственных форм и шаблонов при сборе данных; сбор данных из статистических, смежных и подотчетных организаций и ведомств с помощью заполнения ими предписанных форм отчетности; мониторинг (в оперативном и задержанном режиме) потоков данных, поступающих с метеостанций, станций мониторинга окружающей среды и др. Разнородность источников информации и их большое количество зачастую приводят к росту ошибок уже на этапе сбора информации, дополнительные (корректирующие) данные для проведения сравнительного анализа чаще всего не используются, да и места их получения чаще всего не востребованы или просто неизвестны.

Наиболее важным компонентом сбора информации является организация процесса периодической и оперативной актуализации пространственно-координированной информации с возможностью осуществления выборки данных по определенной дате или периоду. Такая организация данных позволяет формировать динамические временные ряды по определенным группам показателей-предвестников, дает возможность отслеживания периодичности повторяемости этих показателей, а также определения их динамики в местах, где они уже проявлялись, и фиксации фактов их проявления на территориях и объектах, где они проявились впервые.

Поступающий в центры мониторинга большой объем информации, отсутствие средств формализации, агрегации и анализа данных существенно затрудняют анализ обстановки, приводят к большим трудозатратам на подготовку информации, делают невозможным их использование для контроля и управления ситуацией. Базовой задачей интерактивного сбора, обработки и актуализации информации о природно-техногенных опасностях и рисках ЧС приграничных территорий является задача формализации формы, вида и состава

информации, что позволяет эффективно использовать методики анализа, прогнозирования обстановки, алгоритмы реагирования на экстремальные события в зависимости от уровня управления. При разработке технологии формализованного сбора информации важнейшим вопросом становится определение состава и структуры информации о природно-техногенных опасностях. Очевидно, что решение этой задачи применительно к конкретному региону (приграничной территории) будет основываться на данных о проявлении тех или иных предвестников ЧС на территории и их ролью в возникновении того или иного вида чрезвычайных ситуаций. Здесь необходимо особо отметить, что временной интервал системного сбора данных о предвестниках ЧС зачастую ограничен. В связи с чем ряд потенциальных источников ЧС и соответствующих видов ЧС, в силу своей спорадической повторяемости, могут отсутствовать в статистических материалах для данной территории, что абсолютно не означает, что эти источники не могут активизироваться. Отсюда следует, что с системных и технологических позиций при определении состава и структуры информации о природно-техногенных ЧС и их источниках целесообразно основываться на полном спектре видов ЧС и их предвестников, вне зависимости от того, присутствуют они на данной территории или нет. Это позволяет обеспечить сквозное кодирование видов ЧС и их предвестников для создаваемой базы данных.

Решение базовой задачи интерактивного сбора информации о предвестниках ЧС целесообразно осуществлять в виде иерархически выстроенных информационных автоматизированных матриц (таблиц) сбора и обработки информации, которые имеют четырехуровневую иерархическую структуру (сегменты сбора информации), включающую в себя приграничные территории субъектов Российской Федерации, административных районов, муниципальных образований (населенных пунктов) и объектов экономики. Такая организация данных позволяет реализовать принцип полимасштабности (географический способ сочетания анализа и синтеза, узкого обзора и детализации с широким обзором и генерализацией) при проведении мероприятий по мониторингу предвестников природных и техногенных ЧС и выявить определенные черты и факторы их динамики для каждого масштабного уровня организации территории. Для работы с такими формализованными матрицами должно быть разработано специальное программное обеспечение, позволяющее осуществлять наполнение, первичную обработку, централизованное хранение и связь с геоинформационным приложением под управлением ArcGIS (или других программных продуктов), где и будет проводиться пространственный анализ, моделирование и построение прогнозных моделей. При этом информация, содержащаяся в базе данных в формализованном виде, может использоваться при применении статистических методов и другого математического аппарата для анализа и выявления закономерностей возникновения ЧС.

Ввод информации осуществляется в заданные формы базы данных, которые оформляются в виде таблиц, содержащих структурированные по разделам метаданные пространственных данных, и состоящие из следующих видов информации: цифровые карты, планы, космоснимки и связанная с ними атрибутивная информация; оперативные пользовательские карты для отображения оперативной обстановки; регулярные модели рельефа

местности, многомерные матрицы геологической информации, матрицы специальной информации (характеристик); пространственные данные в архивных (транспортных) форматах; классификаторы пространственной информации и др. Для обеспечения ввода данных по различным временным критериям предусмотрены формы ввода как информации за определенный период (периодически обновляемой информации), так и данных о непредвиденных ситуациях на определенную дату. Формы ввода такой информации, соответственно, отличаются функционально и по набору вводимых показателей. Такая организация данных позволяет формировать динамические временные ряды по определенным группам показателей-предвестников, а также дает возможность отслеживания периодичности повторяемости этих показателей.

Процедуры обработки информации целесообразно проводить непосредственно в среде выбранного программного продукта (например, ArcGIS), поскольку вся информация имеет пространственную привязку. Соответственно, преобразование данных и введение интегрированных показателей целесообразно осуществлять, используя математический и модельный инструментальный этот программного продукта. Полнота пространственного анализа и качество обработки данных будет напрямую зависеть от полноты и достоверности показателей-предвестников.

Описанные процедуры сбора, обработки и хранения данных о природных и техногенных потенциальных источниках ЧС зачастую не учитывают адекватность поступаемой в центры мониторинга с наземных и космических средств измерения информации о текущем состоянии природных и техногенных объектов (пожаро-, химически-, радиационно-, паводко-, сейсмически и других опасных районов), ее полноту, своевременность и пригодность. Создание и хранение совместных массивов синхронизированных данных наблюдений за индикационными параметрами природных и техногенных катастроф не ведется.

Статистический анализ произошедших ЧС природного и техногенного характера на приграничных территориях России и сопредельных стран показывает, что многие ЧС не только имеют потенциальную опасность перехода на трансграничный уровень, но и зачастую охватывают территории нескольких государств. В качестве примера можно привести радиоактивное чернобыльское загрязнение (Украина), которое в той или иной степени испытали не только соседние территории России, но и территории многих пограничных европейских государств. Для сибирских регионов России значительную проблему представляют газо-аэрозольные обмены с Монголией, Китаем и Казахстаном и взаимные риски. Для Дальневосточного региона значительную опасность представляют атмосферные переносы загрязняющих веществ из Китая, Южной и Северной Кореи и Японии, например, перенос в марте–апреле 2002 г. воздушными потоками терригенной пыли, аномально обогащенной техногенными радионуклидами, из азиатских пустынь (в результате пыльных бурь) на восточные окраины России. В последнее время наметилась устойчивая тенденция к потерям лесных ресурсов страны от трансграничных лесных пожаров. Так, например, по данным МЧС РФ, с 1999 по 2009 г. в течение пожароопасного сезона было зафиксировано 32 перехода природными пожарами государственной границы Российской Федерации (Атлас..., 2010).

При мониторинге таких трансграничных чрезвычайных ситуаций возникает проблема межведомственного и межгосударственного обмена информацией о результатах наземного наблюдения предвестников природных и техногенных ЧС на приграничных территориях. В настоящее время нормативные аспекты в области мониторинга и прогнозирования показателей-предвестников ЧС ограничены только констатацией, что их решение должно обеспечиваться в рамках существующего межведомственного и межгосударственного обмена информацией о результатах наземного наблюдения за катастрофическими природными явлениями (процессами) и критически опасными техногенными объектами. При этом абсолютно не регламентированы вопросы состава мониторинговой информации, предметов прогнозов и их заблаговременности, периодичности и форм представления информационных ресурсов. Проведенный нами анализ содержания двухсторонних соглашений в области информационного взаимодействия между МЧС России и федеральными органами исполнительной власти, с одной стороны, и договоров о сотрудничестве с сопредельными иностранными государствами — с другой, показал, что практически во всех этих соглашениях вопросы информационного взаимодействия отражены только в общей форме, без строгой формализации содержания информационных ресурсов. Очевидно, что определенные такими соглашениями существующие текстовые формы представления информации не могут решить задачи формализации интерактивного сбора, обработки и представления информации в области чрезвычайных ситуаций. В целях создания условий для формирования интерактивного межведомственного и межгосударственного информационного пространства в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций необходимо внести изменения и дополнения в существующие соглашения. Эти изменения и дополнения должны быть направлены на строгую формализацию состава информационных ресурсов в области ЧС, формы и временного режима их представления, в том числе в области мониторинга и прогнозирования ЧС. Особо необходимо отметить, что дополнения и изменения должны обеспечить обязательность выполнения функций прогнозирования угроз и рисков возникновения и развития соответствующих предвестников чрезвычайных ситуаций для каждой приграничной территории.

Эффект от применения новых способов обработки, архивирования, формализации, периодичности и оперативности получения данных наблюдений за предвестниками (индикационными параметрами) природных и техногенных катастроф, создание алгоритма межведомственного и межгосударственного обмена информацией и хранилищ ретроспективных и текущих данных наземных и спутниковых наблюдений может быть оценен по двум составляющим:

- социальный эффект — от повышения потребительской ценности мониторинговой информации (полнота, комплексность, расширение способов и увеличение числа форм представления) для всех категорий пользователей;
- экономический эффект — от увеличения скорости подготовки информационной продукции и уменьшения времени на реализацию доступа пользователям к мониторинговой информации.

Выводы

Из практики осуществления всех видов деятельности хорошо известно, что скорость представления информации, ее полнота и качество функционально связаны с оперативностью и действенностью принятия управляющих решений, что в конечном итоге приносит экономическую выгоду в виде предотвращения материальных потерь от природных и техногенных катастроф и получения дополнительной прибыли от использования ее благоприятного состояния в виде сохранения жизни людей и повышения качества самой жизни.

В дальнейшем для наибольшей эффективности использования полученной в процессе наземно-космического мониторинга информации по предвестникам природных и техногенных катастроф необходимо: определить наиболее оптимальный состав наземной инфраструктуры измерения ключевых индикационных параметров и специализированный перечень космической бортовой аппаратуры регистрации предвестников катастрофических природных и техногенных явлений, их передачи и обработки; при обработке информации использовать новые методы, алгоритмы и расчетные программы, технологические возможности современных геоинформационных систем интерактивного анализа, 3-D-моделирования, сценарного прогнозирования и мультимедийного отображения пространственно-временной изменчивости предвестников природных и техногенных катастроф и районов их возможного возникновения и развития для анализа и работы с данными наземного и космического мониторинга и др.

Литература

1. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций. Российская Федерация. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2010. 696 с.
2. *Баяраа У., Мамин Р.Г.* Эколого-технологические проблемы приграничных территорий // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2011. № 5. С. 82–84.
3. *Степанов И.В.* Геоинформационное обеспечение мониторинга землетрясений с использованием материалов дистанционного зондирования Земли: дис. ... канд. геогр. наук (спец. 25.00.35). М.: МГУ, 2011. 195 с.
4. *Шапошников А.С.* Использование геоинформационных технологий в управлении мониторингом и прогнозированием чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера // Материалы 17-й Научно-технической конференции «Системы безопасности». М., 2008. С. 32–35.

Information requirements for purposes of ground and space monitoring of precursors of natural and man-made catastrophes on Russia's border territories

V.V. Razumov, N.V. Razumova, O.A. Alexeev

JSC Russian Space Systems, Moscow 111250, Russia

E-mail: razumova-nv@yandex.ru

The paper considers some ways to solve the key problems of collecting, processing, storage and exchange of information while carrying out ground and space monitoring of natural and man-made catastrophes precursors on Russia's border territories, providing merging of segmental systems of their observations and special programs that can provide coordinated, timely, qualitative and authentic information and compatible standards. We substantiate the necessity to apply an integrated technology of interactive collecting, processing and archiving data of observations and unified formalized requirements to their format, appearance, composition, periodicity and efficiency of receiving information by regional and territorial monitoring centers. The efficiency of the existing algorithm of interdepartmental and interstate interchange of the results of observation of catastrophic natural disasters and critically dangerous technogenic objects on the border territories is estimated and a number of additions are offered related to formalization of composition of information resources in the field of emergencies, forms and time schedule of their presentation. The paper points out possible social and economic effect from using the new techniques of collection, processing, archiving, formalizing of observation data and their exchange within the proposed system of monitoring of natural and man-made catastrophes precursors on Russia's border territories.

Keywords: information, land and space monitoring, precursors of natural and man-made catastrophes, border territories, formalization of data

Accepted: 07.11.2017

DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-7-52-61

References

1. *Atlas prirodnykh i tekhnogennykh opasnostei i riskov chrezvychainykh situatsii. Rossiiskaya Federatsiya* (Atlas of natural and man-made dangers and risks of emergencies in Russian Federation), Moscow: Dizain. Informatsiya. Kartografiya, 2010, 696 p.
2. Bayaraa U., Mamin R.G., *Ekologo-tekhnologicheskie problemy prigranichnykh territorii* (Ecologic and technologic problems of border territories), *Izvestiya Vyzov. Geodeziya i aerofotos'emka*, 2011, No. 3, pp. 82–84.
3. Stepanov I.V., *Geoinformatsionnoe obespechenie monitoringa zemletryasenii s ispol'zovaniem materialov distantsionnogo zondirovaniya Zemli: diss. kand. geogr. nauk* (Geoinformation support of earthquakes monitoring with the use of Earth remote sensing materials. Cand. geogr. sci. thesis), Moscow, MGU, 2011, 195 p.
4. Shaposhnikov A.S., *Ispol'zovanie geoinformatsionnykh tekhnologii v upravlenii monitoringom i prognozirovaniem chrezvychainykh situatsii prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera* (Use of geoinformation technologies in management of monitoring and forecasting of natural and man-made emergencies), *Sistemy bezopasnosti* (Security systems). Proc. 17th scientific and technical conference, Moscow, 2008, pp. 32–35.