

УДК 614.849

syisik@mail.ru

**НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО
МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ УГРОЗ
В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ**

**DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF THE GEOINFORMATION
MONITORING SYSTEM OF NATURAL AND MAN-MADE THREATS
IN THE ARCTIC REGION**

*Сысоева Т. П., кандидат технических наук,
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург,
Калач А. В., доктор химических наук, профессор,
Воронежский государственный технический университет, Воронеж,
Лобова С. Ф., Санкт-Петербургский университет
ГПС МЧС России, Санкт-Петербург,
Порхачев М. Ю., кандидат педагогических наук, доцент,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Sysoeva T., Saint-Petersburg university of State fire service
of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg,
Kalach A., Voronezh State Technical University, Voronezh,
Lobova S., Saint-Petersburg university of State fire service
of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg,
Porkhachev M., The Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry
of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg*

Для создания системы мониторинга на основе Географической информационной системы следует: разработать региональные унифицированные методические подходы к сбору и анализу информации (комплекс показателей с учетом природных особенностей и техносферы и региона); для разработки планов и программ обеспечения безопасности на территории ответственности Арктического комплексного аварийно-спасательного центра МЧС России сделать аналитические и прогностические результаты обработки информации основанием для принятия конкретных решений; научно обосновать размещение точек и формирование программ мониторинга в соответствии с местными условиями, позволяющими сформулировать выводы об уровне опасности; расширить систему, включив в нее сбор и анализ информации о факторах природного и техногенного характера и возможных последствий их взаимовлияния; наладить связь с коренным населением через старост и организовать их подготовку в плане отслеживания показателей; активизировать работу со школами с учетом опыта Аляски. Предложено активизировать внедрение в практику Арктического комплексного аварийно-спасательного центра МЧС России цифровых и геоинформационных технологий, позволяющих повысить качество аналитической обработки данных о природных и техногенных угрозах на территории ответственности данного центра.

Ключевые слова: мониторинг, арктическая зона, авария, МЧС России, геоинформационные системы.

To create a monitoring system based on a Geographical Information System, it is necessary to: develop regional unified methodological approaches to the collection and analysis of information (a set of indicators taking into account natural features and the technosphere and the region); to develop plans and programs to ensure safety in the territory of responsibility of the Arctic Integrated Emergency Rescue Center of the Ministry of Emergency Situations of Russia to make analytical and predictive results of information processing the basis for making specific decisions; to scientifically substantiate the placement of points and the formation of monitoring programs in accordance with local conditions, allowing to formulate conclusions about the level of danger; to expand the system to include the collection and analysis of information about natural and man-made factors and possible consequences of their mutual influence; to establish communication with the indigenous population through elders and organize their training in terms of tracking indicators; to intensify work with schools taking into account the experience of Alaska. It is proposed to intensify the introduction of digital and geoinformation technologies into the practice of the Arctic Integrated Emergency Rescue Center of the Ministry of Emergency Situations of Russia, which will improve the quality of analytical processing of data on natural and man-made threats in the territory of responsibility of this center.

Keywords: monitoring, Arctic zone, accident, EMERCOM of Russia, geoinformation systems.

Введение

Система мониторинга экологического состояния окружающей среды в Российской Федерации (экологический мониторинг) представляет собой систему наблюдений за качественными и количественными параметрами окружающей среды. Российская система мониторинга имеет ведомственную структуру, наблюдения осуществляют соответствующие подразделения и территориальные органы разных министерств и ведомств, включая МЧС России, Росгидромет, и т. д. [1].

В Арктической зоне Российской Федерации (далее – АЗРФ) мониторинг окружающей среды включает: отслеживание динамики ледяного покрова, динамики оттаивания вечной мерзлоты, динамики состояния экосистем – антропогенной трансформации ландшафтов, динамики изменения растительного покрова арктической тундры; изучение криогенных изменений; наблюдения за буграми вспучивания, за динамикой образования озер, за пожарами в тундре и их последствиями; мониторинг температурно-влажностных характеристик подстилающей поверхности и т. д. Сложности анализа состояния экосистем в Арктике обусловлены неоднородностью и масштабностью территории, низким уровнем

организации экосистем, которые находятся в ограниченном доступе. Полномасштабно осуществить исследование арктических экосистем и проводить дистанционный мониторинг удаленных и труднодоступных районов АЗРФ возможно путем дистанционного зондирования Земли с помощью спутников.

Одним из доступных путей отслеживания состояния экосистем представляется взаимодействие с аборигенами – местным кочующим населением, малочисленными народностями и со старостами поселений. Это позволяет получать информацию, необходимую и для поисково-спасательных операций, и для отслеживания состояния бугров вспучивания и других ситуаций при отслеживании экосистем. Необходима и просветительская работа в плане развития цифровой грамотности местного населения с позиций интересов региона – управление инновационным развитием по принципу регионализации.

Алгоритм действий при отслеживании состояния экосистем заключается в адекватных целях отслеживания; в точном определении контрольных точек; в создании комплекса лабораторных исследований, способных выявлять показатели окру-

жающей среды; а также в создании организационной системы по быстрому обмену информацией; введении типовой программы межведомственного взаимодействия для преодоления бюрократических сложностей взаимодействия.

Мониторинг системы контроля нефте- и газопроводов

Любое месторождение в АЗРФ предполагает развитую сеть трубопроводов для транспортировки нефти и газа. Использование трубопроводов является надежным и экономичным методом доставки жидкостей и газа, доступным для всего мира.

К 2012 г. длина магистральных трубопроводов в России составляла 250 тыс. км: 55 тыс. км – нефтепроводы, 20 тыс. км – нефтепродуктопроводы,

175 тыс. км газопроводы (рис. 1) [2]. Утечки из нефтепроводов и резервуаров могут быть разрушительными для окружающей среды. Опубликовано много статей о последствиях таких аварий. Поскольку месторождения в АЗРФ находятся в зоне вечной мерзлоты, необходимо принимать особые меры уже при проектировании трубопроводов: они должны быть подняты над землей, чтобы предупредить деформацию труб и аварию с нефтеразливом в случае таяния мерзлотного грунта. Это задача компаний, которые разрабатывают месторождение. Кроме того, трубопроводы защищают от коррозии путем применения специальной наружной и внутренней изоляции и применяют вещества, которые закачивают в трубы для образования защитной пленки на стенках [3, 7].

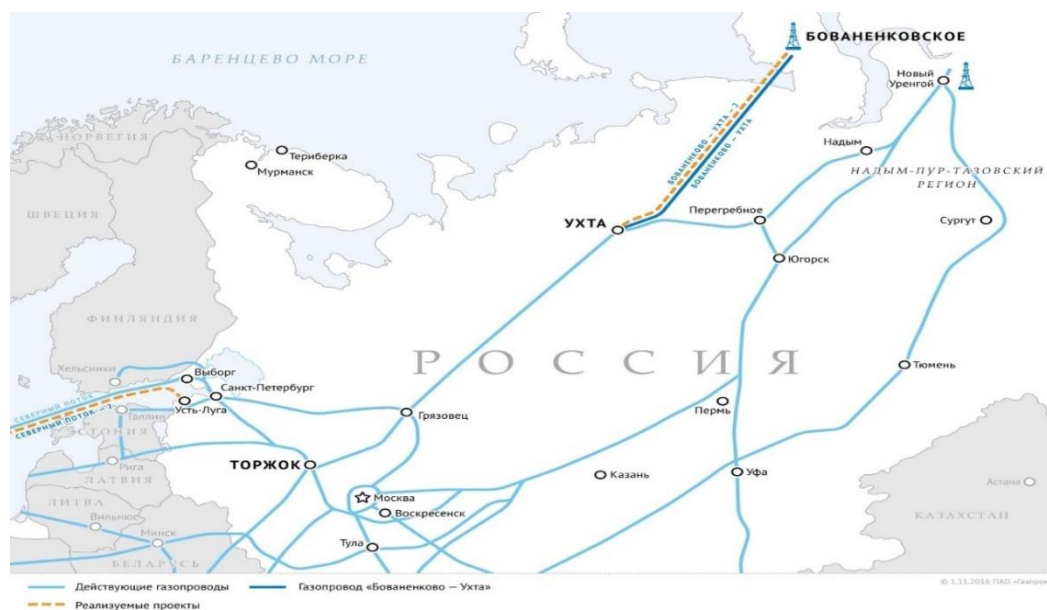


Рисунок 1. Действующие и реализуемые проекты трубопроводов в России

Согласно официальным данным, в России утечки при авариях на трубопроводах оцениваются неоднозначно – от 3-х до

20 млн тонн в год. На ремонт старых трубопроводов тратится до 50 млрд руб. в год [4].



Рисунок 2. Трубопроводы в криолитозоне

По данным МЧС России, в 2013–2014 гг. число аварий на магистральных и внутрипромысловых трубопроводах, которые привели к развитию ЧС, составило от 48 до 50 случаев. За последующие годы в связи с бурным развитием добычи нефти количество аварий на нефтепроводах за несколько лет увеличилось на 20 %. В отличие от других стран, в России не развито экологическое страхование, и штрафы природопользователей не превышают 20 % от реальной суммы ущерба. Для безопасности использования этой транспортной системы важным является предупреждение возможных повреждений трубопроводов и выброса в окружающую среду нефти. Нефтяные разливы в холодном климате Арктики сохраняются очень долго и наносят непоправимый вред арктической тундре (см. рис. 2), а удаление их связано с серьезными трудностями, особенно в труднодоступных и отдаленных районах АЗРФ. Значительно облегчает мониторинг трубопроводов внедрение систем дистанционного контроля состояния труб.

Для минимизации экологического ущерба необходимо быстрое обнаружение неполадок, оповещение персонала о возникшей проблеме и предоставление точной информации о координатах возникно-

вения неполадок. Существуют разные способы контроля за состоянием трубопроводов:

- метод сравнения расхода транспортируемой жидкости в начале и в конце участка. При превышении разницы расходов определенных допустимых норм автоматически срабатывает аварийное оповещение;

- инфразвуковая система мониторинга;

- ультразвуковой контроль трубопроводов [5];

- беспилотные летательные аппараты (далее – БЛА) – наиболее удобные для контроля на значительном расстоянии – до 70 км (дистанционный контроль состояния трубопроводов). На сегодняшний день это наиболее эффективный и экономически выгодный метод мониторинга нефте- и газотрубопроводов. Такой способ мониторинга является наиболее современным и наиболее информационным, так как может оценить техническое состояние трубопроводов и ближайшей природной местности. На основании этих данных можно будет создавать цифровые карты местности

(рис. 3) [6].

Существуют и системы космического мониторинга магистральных трубопроводов (рис. 4).



Рисунок 3. Фото мониторинга газопровода с помощью БЛА



Рисунок 4. Система мониторинга контроля нефте- и газопроводов

Но кроме современной системы трубопроводов в АЗРФ находятся в эксплуатации, ранее построенные по старой технологии трубопроводы, которые требуют постоянного отслеживания и больших финансовых затрат на предупреждение аварийных ситуаций. Вследствие таяния и деградации вечномёрзлотных почв

происходит деформация труб и возрастает риск вытекания нефти (рис. 5). Накопленный опыт работы Арктического комплексного аварийно-спасательного центра (далее – АКАСЦ) МЧС России свидетельствует о выездах подразделений МЧС России на ликвидацию таких ситуаций.



Рисунок 5. Образование провала и оголение подземного участка трубопровода

Экологические риски арктического туризма

Сегодня туризм – неотъемлемая часть жизни людей. Арктический туризм набирает обороты и привлекает все больше туристов и особенно любителей экстрима.

К особенностям климата и географии Арктики и экономической специфики циркумполярного мира развитие туризма и растущий приток туристов – экстремалов, в том числе иностранцев, добавляет негативные тенденции в плане нарушения экологического равновесия, особенно в арктической тундре. Возрастают риски загрязнения окружающей среды; повреждения геологических, палеонтологических и других памятников природы; нарушение почвенного покрова тундры вследствие возрастания числа туристических маршрутов и использования средств передвижения и т. д.

Чтобы уменьшить негативное влияние туризма на арктическую природу, необходимо ужесточить как общественный, так и государственный контроль, за соблюдением природоохранного законодательства.

Географические информационные системы (далее – ГИС)

Данные системы были созданы для организации и хранения пространственных данных. Развитие ГИС не стоит на месте, а находится все время в развитии, в ее си-

стему входят такие направления, как планирование землетрясений, планирование и оценка состояния окружающей среды, управление природными ресурсами и т. д. Спектр деятельности данной системы очень широк, поэтому стоит полагать, что именно ГИС займет ведущее место для решения новых информационных задач управления в АЗРФ.

Поскольку основанием для принятия управленческих решений является совокупность показателей, необходима информационно-аналитическая система с обширной базой данных по факторам среды обитания и эффективными инструментами оценки состояния среды. В настоящее время существует мировой опыт комплексного картографирования природных и экологических процессов, на базе которого создаются электронные атласы – комплексное цифровое атласное картографирование [8].

Электронные атласы содержат карты высокого качества, имеют доступный для пользования интерфейс и снабжены справочно-поисковыми системами [9].

Развитие межрегионального мониторинга с использованием технологии геоинформационной системы является современным перспективным путем создания системы мониторинга в АЗРФ.

Рост популярности ГИС связан с тем, что система позволяет рассматривать данные по анализируемым проблемам относительно их пространственных взаимоотношений, что позволяет проводить комплексную оценку ситуации и создает основу для принятия более точных и разумных решений в процессе управления.

Масштабность территории АЗРФ в условиях развития инновационной инфраструктуры, промышленности и транспорта является аргументом в пользу необходимости создания системы межрегионального мониторинга на основе ГИС.

Средства ГИС включают все основные функции получения высококачественных карт и планов, но намного превосходят возможности обычных картографических систем. ГИС обеспечивает всесторонние возможности сбора, анализа любых пространственных данных. Из этого следует, что использование ГИС дает возможность напрямую оценить эффективность создаваемых мероприятий по сохранению природы, их влияние на жизнь населения и экономику.

С помощью ГИС собирают и управляют данными по охраняемым территориям – заказникам, заповедникам, паркам, состоянию флоры и фауны, уровню антропогенных влияний – строительство дорог, туризм. ГИС значительно упрощает и удешевляет создание бумажных карт, что дает возможность получать большое количество карт, что удобно для образовательных процессов, для обмена данными на межрегиональном уровне и т. д. Научно-обоснованные и одновременно информативные красочные карты привлекательны и для сферы развивающегося экотуризма.

Использование ГИС позволяет на основе данных пространственного взаимоотношения провести комплексную оценку изучаемых проблем. В ГИС описываются объекты и процессы, которые являются частью повседневной жизни, и решения принимаются на основе анализа взаимоотношений определенных пространственных факторов.

Поскольку в арктической тундре существует актуальная проблема таяния и деградации вечной мерзлоты и идет поиск оптимальных решений для ее сохранения, использование такой системы, как ГИС, наиболее перспективно для получения адекватной информации и выбора необходимых конкретных действий, например, ограничения природопользования или других административных мер.

Таким образом, ГИС является наиболее действенным на сегодняшний день средством изучения среды обитания животного, растительного мира в пространственном и временном аспектах. Применение ГИС дает возможность выбора территорий с подходящими параметрами для безопасной жизнедеятельности – без последствий планируемых мероприятий.

В МЧС России есть автоматизированная система оперативного управления (далее – СОУ) в кризисных ситуациях, в которую входит Геоинформационная подсистема (ГИС) и Национальный центр управления в кризисных ситуациях (далее – НЦУКС) МЧС России. Система позволяет распознавать место возникновения чрезвычайной ситуации и охватывает всю территорию, на которой она произошла [10].

При работе с ГИС используются отсканированные картографические материалы, спутниковые изображения, цифровые модели поверхности рельефа.

Роскосмос совместно с Госкорпорацией по космической деятельности на базе подразделений МЧС России начал организацию создания совместных центров распространения и приема космической информации с целью дальнейшего развития системы космического мониторинга МЧС России. Был создан центр для обработки космической информации на базе Главного управления МЧС России по Мурманской области. Далее рассматриваются варианты размещения еще одного такого центра на территории Дудинки. Одним из путей ре-

шения задач по совершенствованию системы космического мониторинга представляется развитие сотрудничества с крупнейшими компаниями нефтегазовой отрасли

Выводы. Для создания системы мониторинга на основе ГИС следует:

1) разработать региональные унифицированные методические подходы к сбору и анализу информации (комплекс показателей с учетом природных особенностей и техносферы региона);

2) для разработки планов и программ обеспечения безопасности на территории ответственности Арктического комплексного аварийно-спасательного центра МЧС России сделать аналитические и прогностические результаты обработки информации основанием для принятия конкретных решений;

3) научно обосновать размещение точек и формирование программ монито-

ринга в соответствии с местными условиями, позволяющими сформулировать выводы об уровне опасности;

4) расширить систему, включив в нее сбор и анализ информации о факторах природного и техногенного характера и возможных последствий их взаимовлияния;

5) наладить связь с коренным населением через старост и организовать их подготовку в плане отслеживания показателей;

6) активизировать работу со школами с учетом опыта Аляски.

Активизировать внедрение в практику АКАСЦ МЧС России цифровых и геоинформационных технологий, позволяющих повысить качество аналитической обработки данных о природных и техногенных угрозах на территории ответственности АКАСЦ МЧС России.

Литература

1. Соловьянов А. А. О сохранении природной среды Арктической зоны Российской Федерации // Арктика. Экология и экономика. 2011. № 1. С. 94–103.
2. Утечки из нефтепроводов. URL: <http://newsruss.ru/doc/index.php> (дата обращения: 19.05.2019).
3. Калач А. В., Калач Е. В., Черепяхин А. М. Образование опасных факторов пожара на объектах нефтегазового комплекса при использовании горючей среды на основе тетрахлорметана // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2019. № 2 (13). С. 13–17.
4. Россия тратит на арктические трубопроводы 55 млрд рублей/год. URL: <https://neftegaz.ru/news/view/135745-Rossiya-tra> (дата обращения: 19.05.2019).
5. Контроль состояния трубопроводов. URL: <https://www.smis-expert.com/pages/uslugi/proektirovanie/monitoring-truboprovodov.html> (дата обращения: 19.05.2019).
6. Калач А. В. Обеспечение пожарной безопасности магистральных нефтепроводов с применением беспилотных летательных судов // Комплексная безопасность и физическая защита. Труды VII Мемориального семинара профессора Б. Е. Гельфанда XIV Международной научно-практической конференции. 2018. С. 248–255.
7. Калач А. В., Агеев П. М., Сысоева Т. П. Особенности проведения экспертных исследований вспышек и взрывов, возникающих при пожаре // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2021. № 2 (21). С. 19–22.
8. Токарчук С. М., Токарчук О. В., Трофимчук Е. В. Методические основы создания региональных электронных эколого-географических атласов // Псковский региональный журнал. 2015. № 22. С. 95–110.
9. Горбанев С. А. и др. Организация межрегиональной системы мониторинга с использованием технологий геоинформационной системы на примере Арктической зоны Российской Федерации // Гигиена и Санитария. 2018. Т. 97, № 12. С. 1134–1140.
10. Геоинформационная система национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС России. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnaya-sistema-natsionalnogo-tsentra-upravleniya-v-krizisnyh-situatsiyah-mchs-rossii> (дата обращения: 19.05.2019).

References

1. Solov'yanov A. A. O sohraneni prirodnoj sredy Arkticheskoy zony Rossijskoj Federacii // Arktika. Ekologiya i ekonomika. 2011. № 1. P. 94–103.
2. Utechki iz nefteprovodov. URL: <http://newsruss.ru/doc/index.php> (data obrashcheniya: 19.05.2019).

3. Kalach A. V., Kalach E. V., Cherepahin A. M. Obrazovanie opasnyh faktorov pozhara na ob"ektah neftegazovogo kompleksa pri ispol'zovanii goryuchej sredy na osnove tetrahlormetana // Sibirskij pozharno-spatel'nyj vestnik. 2019. № 2 (13). P. 13–17.
4. Rossiya tratit na arkticheskie truboprovody 55 mlrd rublej/god. URL: <https://neftegaz.ru/news/view/135745-Rossiya-tra> (data obrashcheniya: 19.05.2019).
5. Kontrol' sostoyaniya truboprovodov. URL: <https://www.smis-expert.com/pages/uslugi/proektirovanie/monitoring-truboprovodov.html> (data obrashcheniya: 19.05.2019).
6. Kalach A. V. Obespechenie pozharnoj bezopasnosti magistral'nyh nefteprovodov s primeneniem bespilotnyh letatel'nyh sudov // Kompleksnaya bezopasnost' i fizicheskaya zashchita: Trudy VII Memorial'nogo seminar professora B. E. Gel'fanda XIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2018. P. 248–255.
7. Kalach A. V., Ageev P. M., Sysoeva T. P. Osobennosti provedeniya ekspertnyh issledovanij vspyshek i vzryvov, voznikayushchih pri pozhare // Sibirskij pozharno-spatel'nyj vestnik. 2021. № 2 (21). P. 19–22.
8. Tokarchuk S. M., Tokarchuk O. V., Trofimchuk E. V. Metodicheskie osnovy sozdaniya regional'nyh elektronnyh ekologo-geograficheskikh atlasov // Pskovskij regionologicheskij zhurnal. 2015. № 22. P. 95–110.
9. Gorbanev S. A. et al. Organizaciya mezhregional'noj sistemy monitoringa s ispol'zovaniem tekhnologij geoinformacionnoj sistemy na primere Arkticheskoy zony Rossijskoj Federacii // Gigiena i Sanitariya. 2018. T. 97, № 12. P. 1134–1140.
10. Geoinformacionnaya sistema nacional'nogo centra upravleniya v krizisnyh situacijah MChS Rossii. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnaya-sistema-natsionalnogo-tsentra-upravleniya-v-krizisnyh-situatsiyah-mchs-rossii> (data obrashcheniya: 19.05.2019).