

**КОНЦЕПЦИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПОРТАЛА
МОНИТОРИНГА ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
ДЛЯ БЕРЕГОВОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(на примере Мурманской области)**

Г.Г. Гогоберидзе, О.И. Ляш, И.М. Лазарева, Е.А. Румянцева, В.В. Лямин

Мурманский арктический университет, Мурманск
gogoberidze.gg@yandex.ru

Аннотация. В связи с активным освоением ресурсов Арктики, постоянным увеличением антропогенного воздействия на районы Крайнего Севера, рост взаимодействующих природно-технологических процессов оказывает всё более негативное воздействие на территорию Арктической зоны РФ (АЗРФ), что проявляется усилением социально-экономических и экологических рисков природопользования. При этом для АЗРФ характерны экосоциоэкономические системы часто с фактическим отсутствием транспортной взаимосвязи между различными районами, очаговым характером хозяйственной деятельности и, как следствие, зачастую со значительным отставанием по своевременному реагированию на проявления чрезвычайных ситуаций и опасных явлений. В этих условиях необходим инструментарий мониторинга проявления природных и антропогенных опасных явлений и одновременно содействия устойчивому развитию территорий с точки зрения роста эффективности природопользования и социально-экономического потенциала АЗРФ.

Ключевые слова: Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ), спутниковый мониторинг, геоинформационный портал.

Важно отметить, что спутниковое дистанционное зондирование уже является неотъемлемой частью глобальных и региональных систем наблюдения и прогнозирования состояния окружающей среды. Использование спутниковой информации, дополненной данными сети контактных измерений, позволяет достигать существенно более точных оценок ключевых геофизических параметров, необходимых для повышения качества мониторинга гидрометеорологических процессов и явлений на различных временных и пространственных масштабах. При этом для Арктики данные спутниковых измерений остаются практически единственным источником регулярной информации. Однако для полярных районов существуют проблемы реанализа, связанные с очаговостью и неравномерностью по времени получения спутниковой информации о территориальных объектах. Одним из путей решения задачи является использование данных, получаемых с беспилотных авиационных систем (БАС), которые также позволяют решить проблему непрерывного мониторинга какого-либо территориального объекта и явлений, на нём протекающих. Данные, получаемые с БАС,

служат необходимым дополнением к спутниковой информации, существенно расширяя возможности мониторинга явлений для полярных регионов.

Таким образом, становится необходимой разработка технологий выявления, комплексной оперативной оценки и прогноза воздействия рисков реализации чрезвычайных ситуаций и опасных явлений на процессы природопользования. Результатом разработки и реализации подобных технологий служит геоинформационный портал для исследования и мониторинга изменчивости окружающей среды и опасных явлений в АЗРФ на основе спутниковых измерений, данных беспилотных авиационных систем, информации сети контактных измерений и данных модельных расчетов. Такой портал может рассматриваться как технологический инструментарий принятия научно-обоснованных управленческих решений устойчивого социально-экономического развития территорий АЗРФ и прилегающих морских акваторий.

Выбор Мурманской области как пилотного региона АЗРФ обусловлен рядом факторов. С точки зрения природных процессов регион является климатоформирующим, в котором в последние

десятилетия происходят серьезные изменения, связанные с глобальными изменениями климата. Об этом свидетельствуют увеличение приземной температуры воздуха, уменьшение площади льда и его толщины, таяние вечной мерзлоты и снижение устойчивости почв, увеличение количества внетропических циклонов со всеми вытекающими последствиями (шторма, айсберговая активность, разрушение берегов, и т.п.). Что касается техногенных угроз, то несмотря на особый статус Мурманской области и увеличивающуюся государственную активность, осуществление арктических проектов в настоящее время остается в более сильной зависимости от фактора экономической эффективности, чем от факторов причинения экологического ущерба. Также налицо низкая степень технологической готовности к безопасному арктическому природопользованию и к ликвидации последствий аварий. Все эти основные факторы сочетаются с обширными территориальными пространствами, которые в большей степени являются малообжитыми территориями с низкой степенью доступности, что в значительной степени затрудняет оперативный мониторинг опасных явлений и катастроф природного и техногенного (антропогенного) происхождения и прогноз их развития.

Таким образом, именно для устойчивого арктического природопользования на приморских и материковых территориях Мурманской области является необходимым внедрение подобно-

го инструментария оперативного мониторинга развития природных и антропогенных опасных явлений и катастроф, на основе интерпретации информации дистанционного зондирования и моделирования процессов.

В целом разработка геоинформационного регионального портала для исследования и мониторинга изменчивости окружающей среды Мурманской области и прилегающих акваторий на основе спутниковых данных, данных БАС и моделирования включает три крупные последовательно решаемые задачи:

1. Разработка геоинформационного веб-приложения – регионального портала спутниковых данных и результатов геофизических моделей – для исследования и мониторинга состояния окружающей среды Мурманской области и прилегающих акваторий.

2. Разработка/адаптация спутниковых и БАС продуктов и методов восстановления геофизических параметров для решения региональных задач, а также региональных моделей динамики опасных явлений.

3. Проведение пилотного мониторинга и исследования изменчивости окружающей среды и опасных явлений на основе спутниковых данных, данных БАС и моделирования.

Концептуально схему геоинформационного регионального портала можно представить в следующем виде (рис. 1).

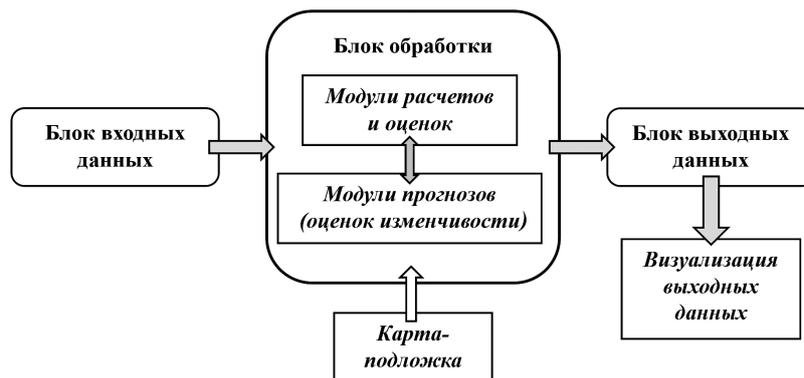


Рис. 1. Концептуальная схема регионального геоинформационного портала мониторинга опасных явлений

Важнейшим в представленной схеме является блок обработки, состоящий из двух групп модулей:

– модулей расчетов и оценок параметров, входящих в портал. Группа включает модули тематической обработки входящей информации

спутниковых данных, данных БАС, сети контактных измерений и т.д.;

– модулей оценки и прогноза динамики изменчивости параметров в портал. Группа включает расчетные модули прогностических моделей изменчивости заданных параметров.

Предполагается, что параметрами отображения и визуализации текущей и прогностической ситуации на региональном геоинформационном портале мониторинга опасных явлений будут являться:

- территориальные оценки рисков арктического природопользования;
- гидрометеорологическая ситуация и опасные явления (сильный ветер, аномальные осадки и т.д.);
- ледовая обстановка на внутренних водоемах (ледовые заторы);
- ледовая обстановка на морских акваториях;
- пожарная обстановка;
- загрязнения (в т.ч. нефтяные пятна) на морских водных поверхностях;
- выбросы загрязнений в атмосферу;
- иные параметры.

Техническая реализация портала будет осуществляться в виде нескольких виртуальных машин на платформе ProxMox, в том числе система управления базами данных; блок обработки данных; витрина портала; сервер запуска модулей модулирования. Каждая виртуальная машина представляет LXC-контейнер с необходимыми для каждой из задач ресурсами (процессоры, оперативная память и дисковое пространство), в качестве основной операционной системы будет использоваться дистрибутив операционной системы Linux – Debian, а в качестве СУБД предполагается использование продукта PostgreSQL. Для написания модулей обработки информации будет использоваться фреймворк Django с языком программирования Python и набор библиотек JavaScript для отображения визуализации и картирования информации. В качестве основного источника общей картографической информации обозначен открытый проект Open Street Maps и ресурсы проекта Яндекс.Карты. Для унифицирования обработки пространственной информации в проекте дополнительно будет задействована виртуальная машина с развернутым в ней сервером Geonod.

На настоящий момент в рамках исследования разработаны программные модули, анализирующие спутниковые снимки Мурманской области с целью выявления очагов природных пожаров и детектирования ледовых явлений на внутренних водоемах.

Очаги возгорания определяются на основе мультиспектральных данных спутников Landsat-8, 9. Проведенная валидация полученных результатов показала эффективность разработанного инструментария: при пролете спутника над целевой территорией в 78 % случаев пожар обнаруживался раньше, чем службами МЧС (по данным 2020–2022 гг.). В задаче оценки ледовой обстановки на реках Мурманской области использовались радиолокационные снимки с синтетической апертурой (РСА) спутниковой платформы Sentinel-1. Реализованные методы классификации позволили отнести поверхность анализируемого участка реки к одному из 6 типов ледовых явлений: сало, зажор, неполный ледостав, ледостав, ледоход, затор, а также к классу «открытая вода». Точность классификации, оцениваемая на основе данных натуральных наблюдений в зоне ближайшего гидропоста, в среднем имеет значение 83 % (по данным 2015–2018 гг.). Дальнейшая работа предполагает адаптацию инструментария к использованию данных с российских спутников.

В целом создание регионального геоинформационного портала мониторинга опасных явлений с использованием данных дистанционного зондирования будет содействовать росту эффективности процессов территориального планирования и прогноза устойчивости экосоциоэкономических систем АЗРФ. Портал является важным инструментом разработки рекомендаций к принятию управленческих решений по устойчивому развитию арктических территорий и прилегающих морских акваторий, а ассимиляция данных дистанционного зондирования позволит проводить оперативные решения для ситуаций противодействия проявлению рисков природного и техногенного происхождения. Кроме того, данный инструментарий позволит правительствам арктических субъектов и хозяйствующим компаниям АЗРФ при планировании строительства, организации новых направлений логистики, расширении предприятий и т.п. оценивать основные комплексы угроз природного и техногенного характера и их источники, вероятность возникновения ущербов при реализации чрезвычайных ситуаций и опасных явлений вследствие воздействия природных и техногенных процессов природопользования.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-17-20021 (<https://rscf.ru/project/24-17-20021/>) и Минобрнауки Мурманской области согласно Соглашения от 03.05.2024 № 199.

**CONCEPT OF A REGIONAL GEOINFORMATION PORTAL
FOR MONITORING HAZARDOUS PHENOMENA
USING REMOTE SENSING DATA FOR COASTAL NATURE MANAGEMENT
IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION
(ON THE EXAMPLE OF THE MURMANSK REGION)**

*G.G. Gogoberidze, O.I. Lyash, I.M. Lazareva,
E.A. Rummyantseva, V.V. Lyamin*

Murmansk Arctic University, Murmansk
gogoberidze.gg@yandex.ru

Abstract. Due to the active development of Arctic resources, the constant increase in anthropogenic impact on the regions of the Far North, the growth of interacting natural and technological processes has an increasingly negative impact on the territory of the Arctic Zone of the Russian Federation, which is manifested by the strengthening of socio-economic and environmental risks of nature management. At the same time, the Arctic Zone of the Russian Federation is characterized by ecosocioeconomic systems often with an actual lack of transport links between different regions, focal nature of economic activity and, as a consequence, often with a significant lag in timely response to manifestations of emergency situations and hazardous phenomena. In these conditions, it is necessary to have tools for monitoring the manifestations of natural and anthropogenic hazardous phenomena, and at the same time to promote sustainable development of territories in terms of increasing the efficiency of nature management and the socio-economic potential of the Arctic Zone of the Russian Federation.

Keywords: Arctic Zone of the Russian Federation (AZRF), satellite monitoring, geoinformation portal.