Слабосвязанная архитектура регионального геопортала как основа для интеграции гетерогенных данных для экологического мониторинга



Конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» · 9–13 ноября 2026 г.

Лазарева И. М. · Скалабан Е. В. · Ляш О. И. · Лямин В. В.

Грант РНФ № 24-17-20021

Почему это важно?

Мурманская область — экологически уязвимый арктический регион.

Для постоянного мониторинга нужны данные ДЗЗ и БАС, но различия в форматах, частоте и разрешении затрудняют совместную работу.

Цель — единая аналитическая среда для разнородных данных.

Источник данных	**Характеристики из материала доклада**
Спутники	10 м; раз в 5 дней
Ортофотоплан с БАС	2–5 см; эпизодически; десятки ГБ
Метеоданные	Точечные измерения; непрерывное поступление

Ключевые требования к архитектуре

Требование	Обоснование
Разнородность источников	ДЗЗ, БАС, метеоданные, векторные слои
Различия в частоте и объёмах	От секунд до недель; от КБ до десятков ГБ
Единое картографическое представление	Совместный анализ данных
Безопасность и разграничение доступа	Публичные и закрытые слои; ролевая модель

Разные источники и нагрузки должны сосуществовать в едином картографическом представлении, при этом доступ к данным необходимо разграничивать.

Почему микросервисы и слабосвязанность?

Вместо жёстких связей монолитной системы — независимые модули, которые можно развивать и масштабировать раздельно.

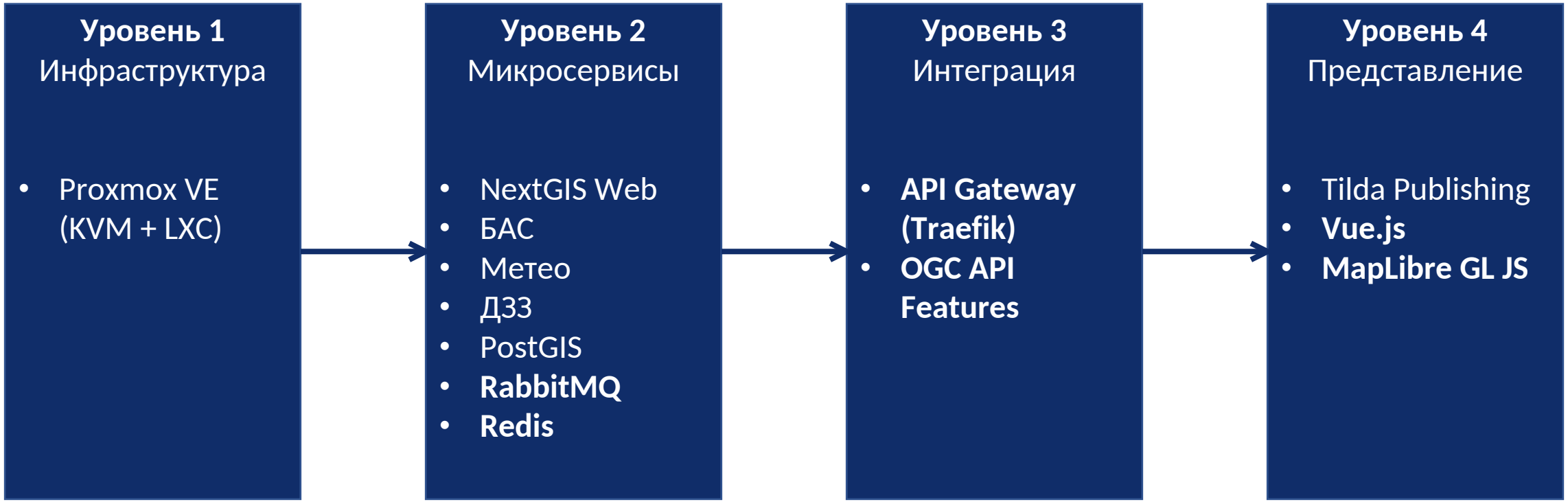
Каждый модуль взаимодействует с другими через API и события, не зная об их внутренней реализации.

Это позволяет обновлять и масштабировать компоненты независимо, снижая влияние изменений на систему в целом.

Микросервисный подход	**Слабосвязанное взаимодействие**
Независимость модулей	Асинхронность взаимодействия
Гибкое масштабирование	Событийная модель
Отказоустойчивость	Формализованные контракты
Упрощённое сопровождение	Независимость от конкретных реализаций

Четырёхуровневая архитектура геопортала

Уровни разделяют инфраструктуру, обработку и представление; обмен между сервисами идёт через REST API и события.



Как обеспечена слабосвязанность?

1.

REST API
Синхронный интерфейс с контрактами OpenAPI.

2.

Очереди RabbitMQ
Асинхронная передача задач воркерам.

3.

Событийная модель
Примеры событий: `layer.published` и `processing.completed`.

4.

Контракты данных
JSON Schema, OpenAPI и Event Schema формализуют обмен.
Например, модуль обработки БАС публикует событие, не зная, какой подписчик его обработает.

Последовательность взаимодействия:
клиент → REST API → RabbitMQ → воркер → событие → подписчик.

NextGIS Web — ядро интеграции

Каталог метаданных
Единый поиск по всем данным.

OGC-сервисы
WMS, WFS и OGC API Features.

Точка интеграции
Стандартизированный доступ к разнородным данным для разных клиентов.

Управление доступом
Разграничение публичных и закрытых ресурсов.

Реализованные специализированные модули

Каждый модуль развёрнут как независимый LXC-контейнер со своим стеком технологий; взаимодействие — через API и события.

Модуль БАС	**Модуль метеоданных**	**Модуль ДЗЗ**
OpenDroneMap, PDAL	Python/SciPy, RBS	Спутники, ИКИ
Асинхронная обработка	Интерполяция полей	Автоматическая загрузка
Генерация COG	Обновление по cron	Атмосферная коррекция
~4 ч на 12 ГБ	~30 с на слой 1000×1000	Публикация через события

Разделение ответственности на уровне представления

Tilda Publishing — контент и доставка

CDN-доставка, актуальная для удалённых территорий; удобное управление контентом; SEO-оптимизация.

перенос на нашу инфраструктуру

Vue.js + MapLibre GL JS — интерактивная карта

WebGL-рендеринг миллионов точек; векторные тайлы MVT; прямая работа с COG и OGC-сервисами.

разработка своего UI

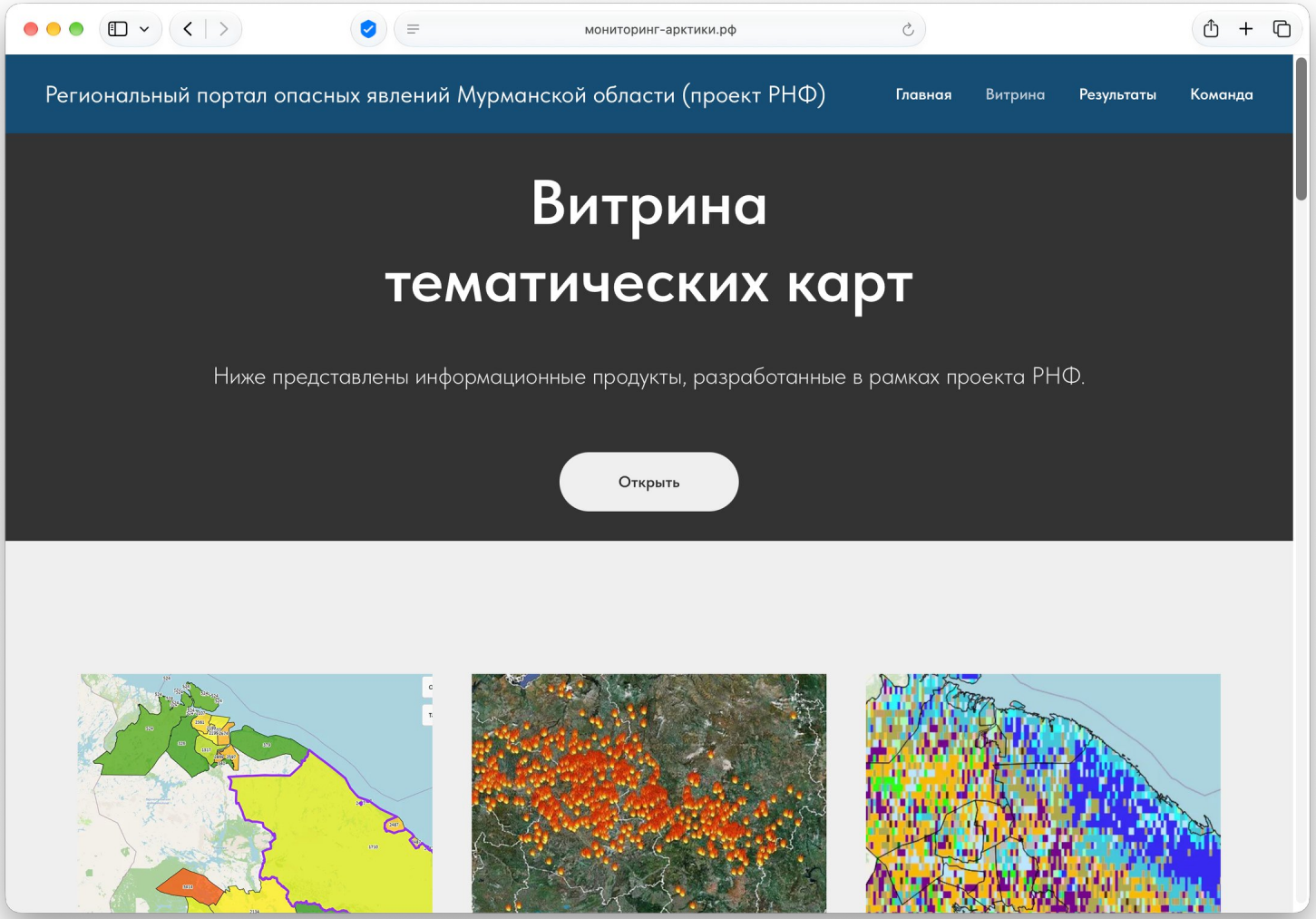
Ключевые преимущества архитектуры

Открытые стандарты и независимые модули поддерживают расширение и сопровождение решения.

Возможность тиражирования на другие арктические субъекты РФ.

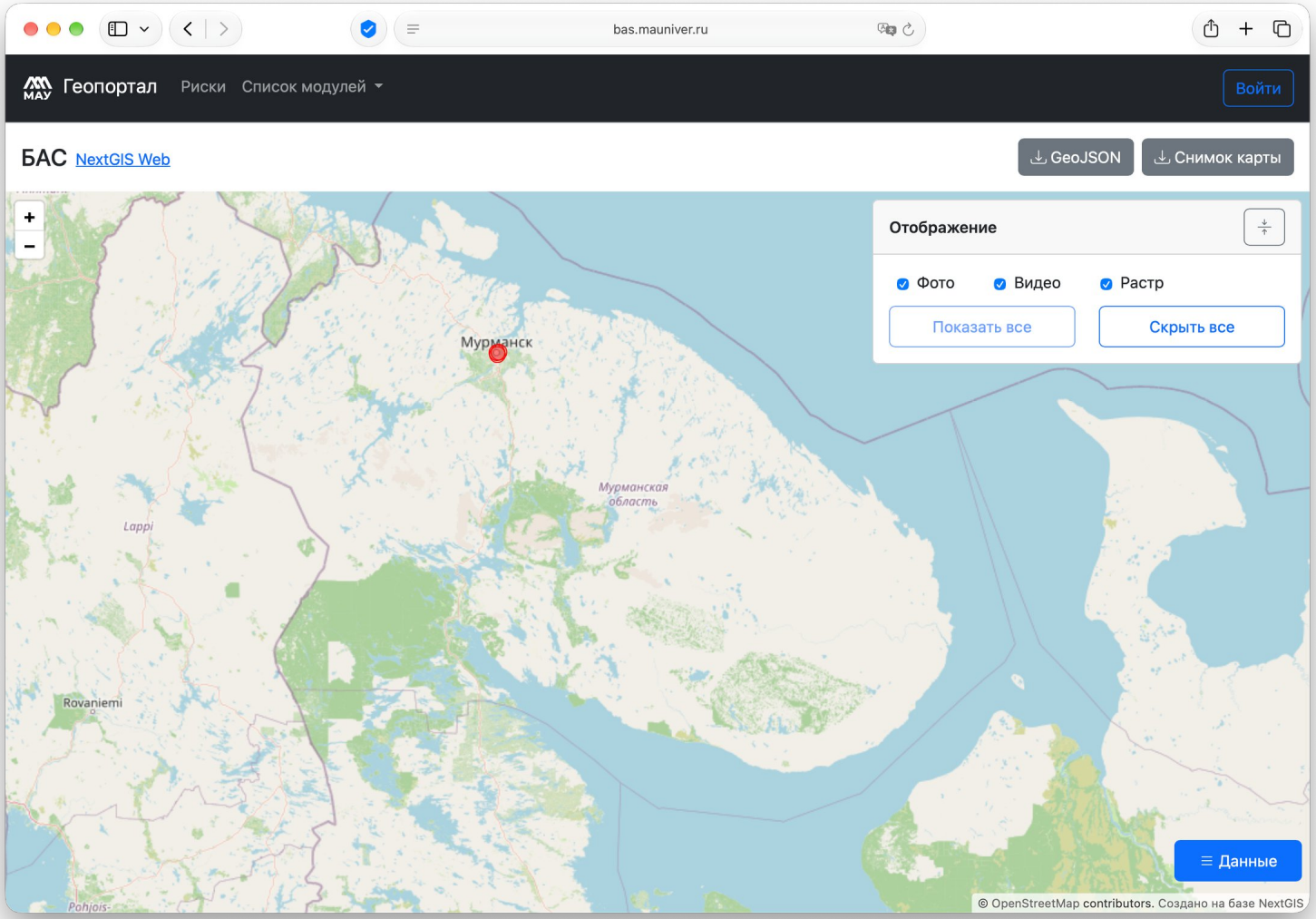
Преимущество	**Как проявляется**
Гибкость	Новые модули подключаются без модификации существующих
Экономичность	Используются открытые технологии
Нет вендор-лока	OGC-стандарты, REST, GeoJSON и COG
Простое сопровождение	Модули можно обновлять независимо
Отказоустойчивость	Сбой одного модуля не означает отказ всей системы
Работа с большими данными	COG и асинхронные очереди

Витрина геопортала



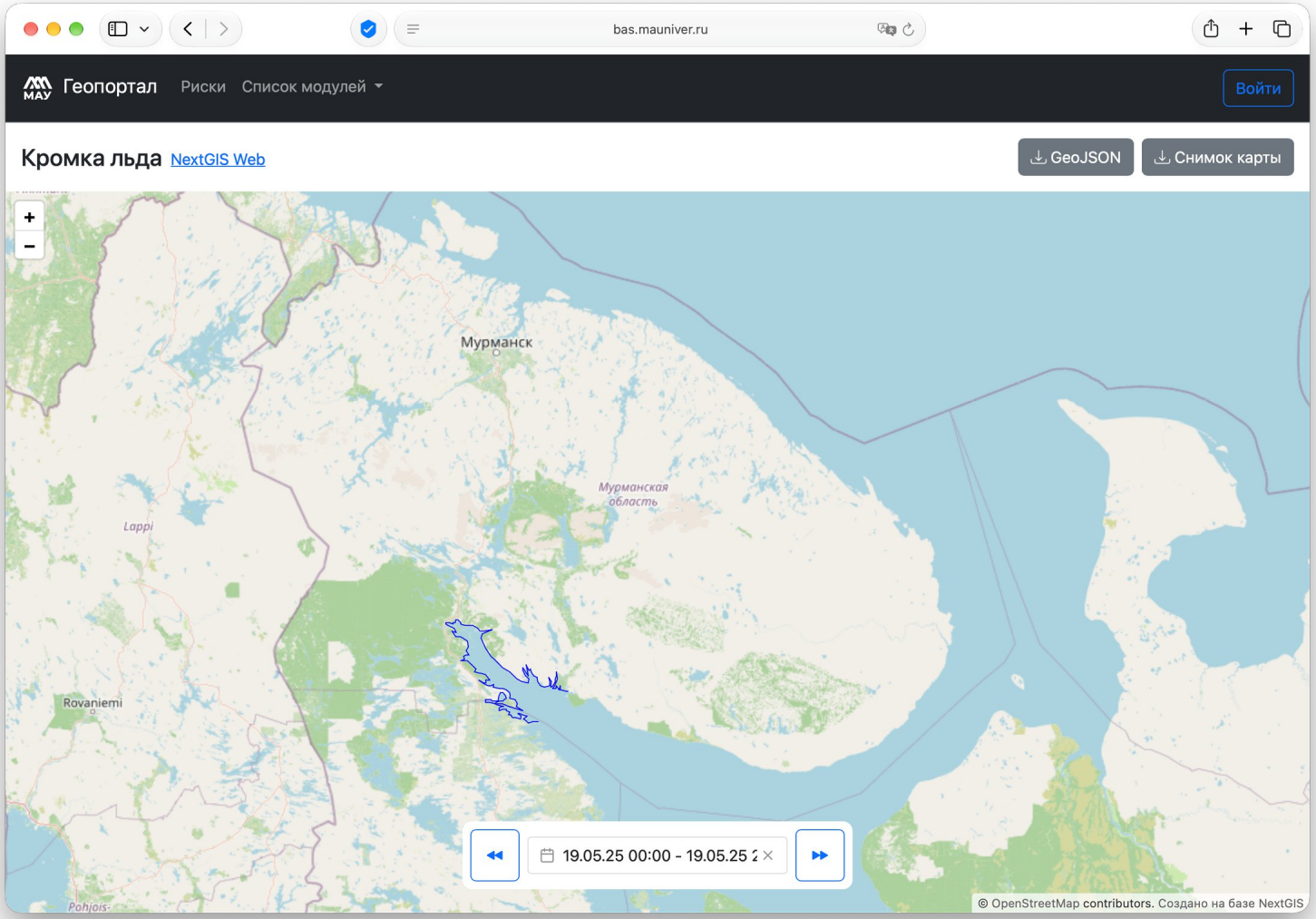
Витрина тематических карт — единая точка входа пользователей к картографическим продуктам геопортала.

Мониторинг пожаров



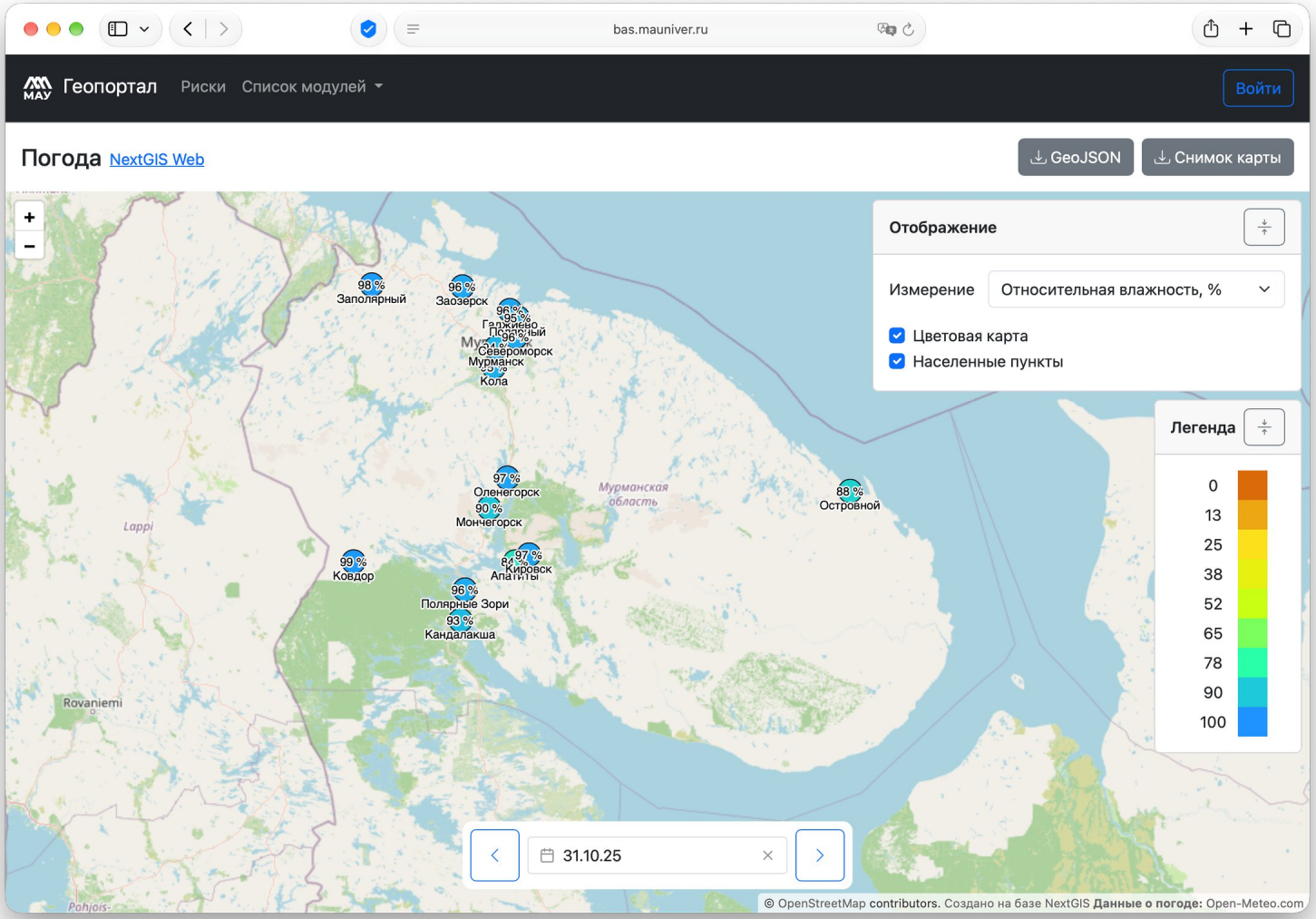
Обновлённое отображение результатов мониторинга пожаров.

Мониторинг кромки льда



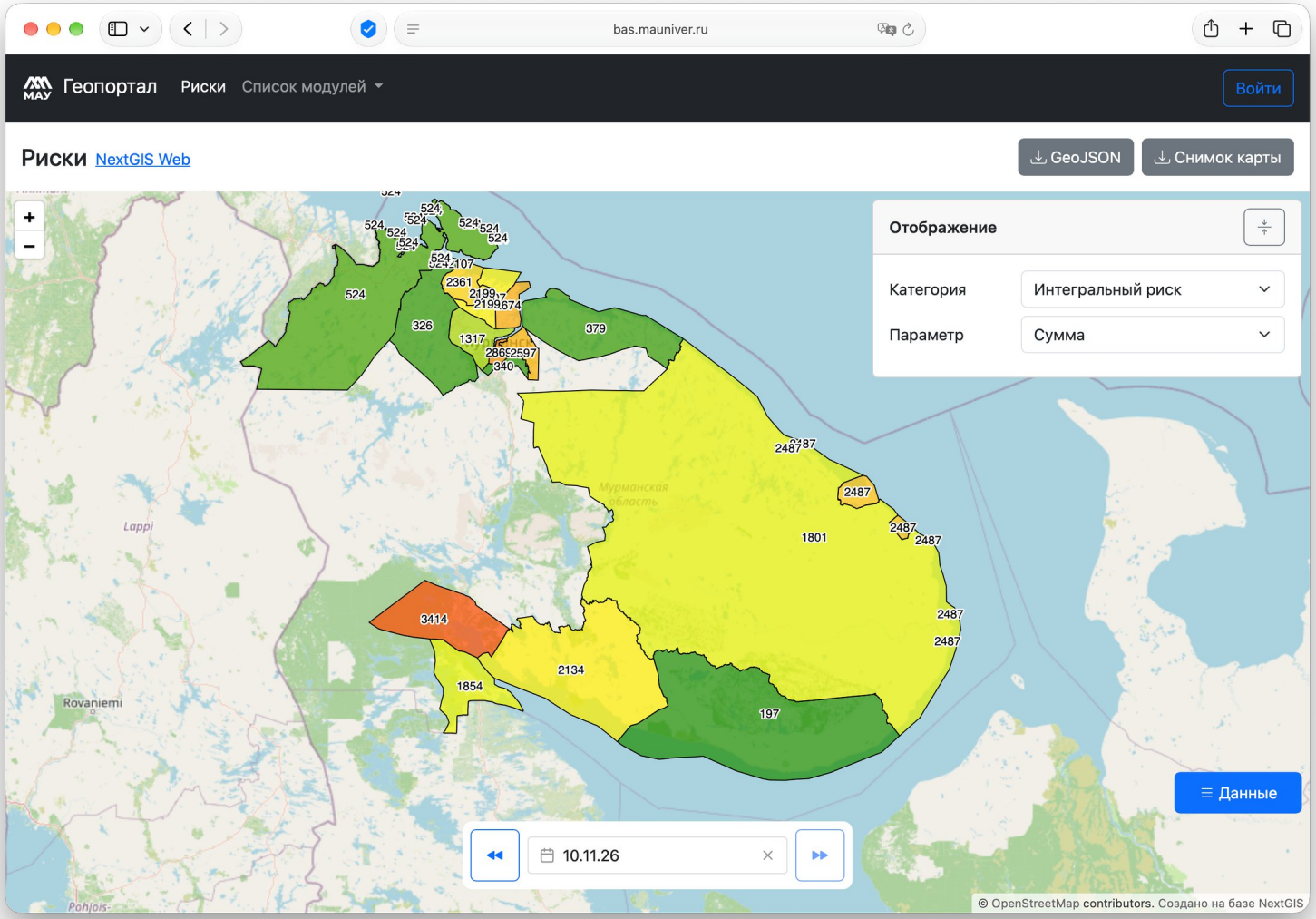
Совмещение данных ЛСО и результатов машинной обработки для отображения кромки льда.

Погодная информация



Отображение погодных данных. Планируется добавить поля ветра, полученные из ИКИ.

Карта рисков



Карта показывает интегральный риск и позволит подробнее изучать его факторы.

Оператор сможет корректировать значения рисков.

Для автоматического пересчёта интегрального риска ожидается методика оценки влияния данных, поступающих от других модулей.

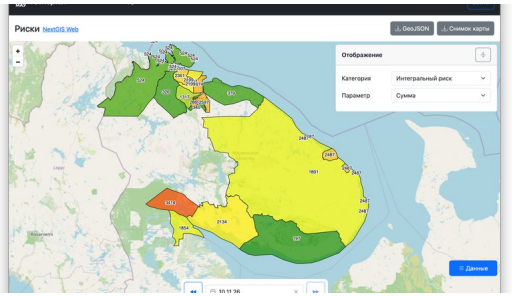
Выводы и дальнейшие шаги

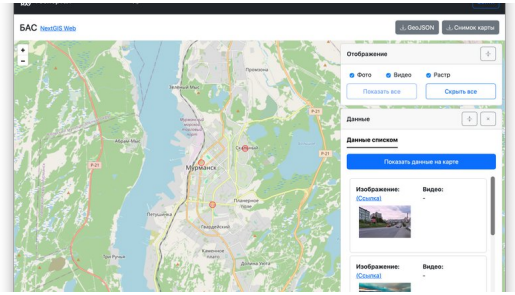
Результаты

Разработана слабосвязанная архитектура геопортала; интеграция гетерогенных данных опирается на OGC-стандарты; реализованы модули обработки БАС, метеоданных и ДЗЗ.

Ограничения

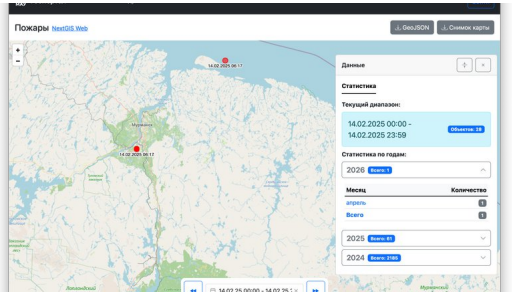
Тестирование проводилось на ограниченном наборе данных. Вопросы безопасности требуют дополнительной проработки.

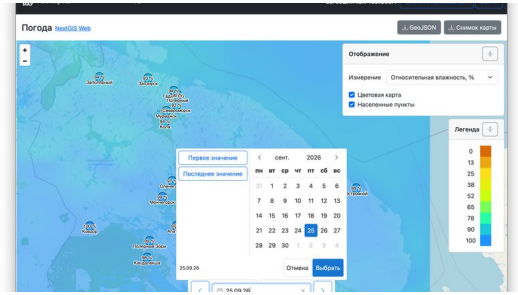




Перспективы

Тиражирование на другие арктические субъекты, интеграция модулей машинного обучения и расширение источников данных.





Контакты

Ляш Олег Иванович · Мурманский арктический университет
lyash.oi@mauniver.ru

Ссылки

Портал: https://мониторинг-арктики.рф/
ГИС-сервис: https://geo.mauniver.ru/
Фронтенд: https://bas.mauniver.ru/dev

Поддержка

Грант РНФ № 24-17-20021

МУРМАНСКИЙ АРКТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ