Оперативный сейсмический мониторинг естественной и наведённой сейсмичности

https://eqalert.ru

ООО «Геофизические технологии»
http://geophystech.ru
https://twitter.com/geophystech_llc

Цели Проекта

1 Совершенствование мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, обусловленных сейсмической активностью

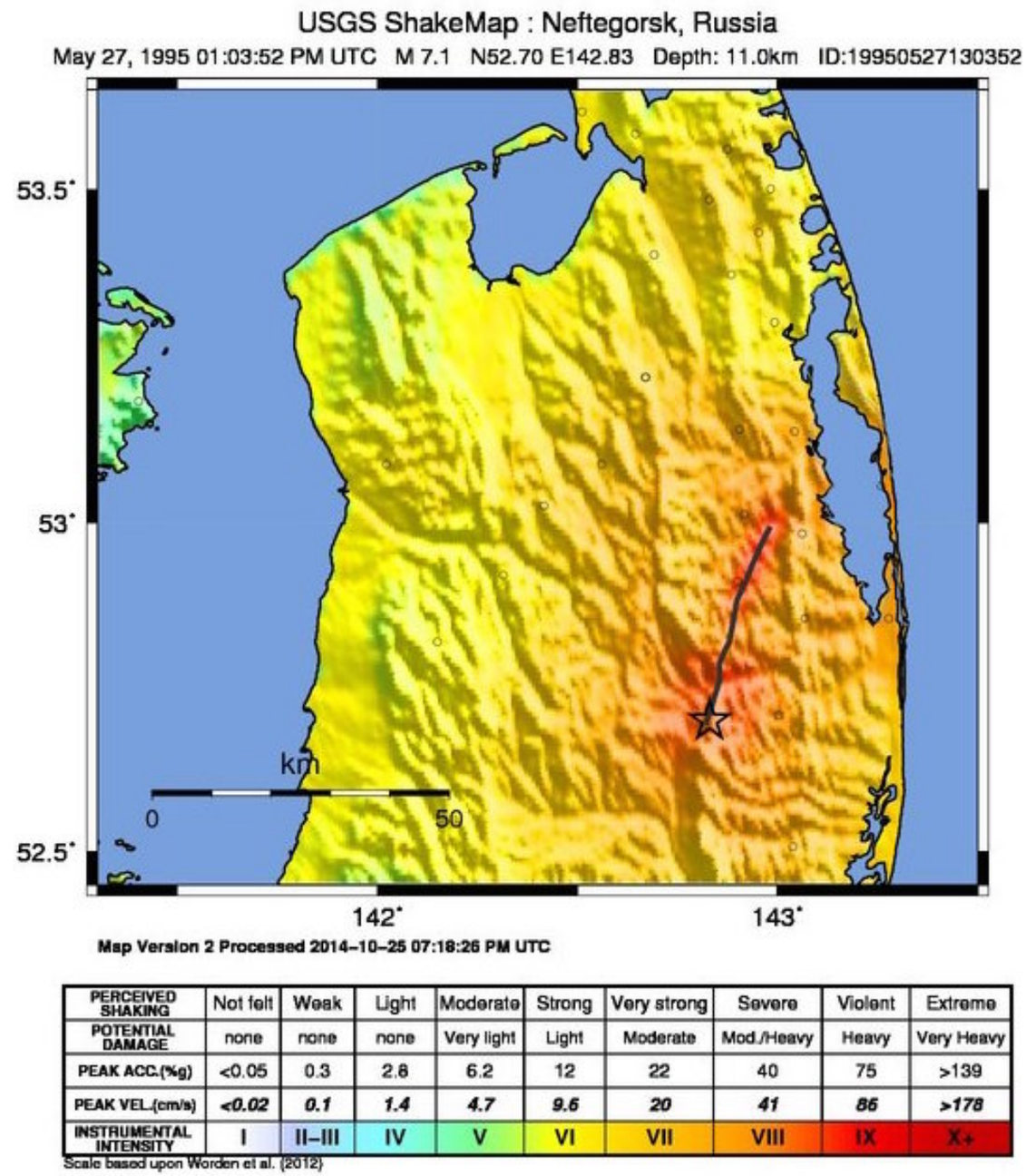
2 Повышение готовности руководителей всех уровней к действиям в чрезвычайных ситуациях

3 Уточнение оценки интенсивности землетрясений, обновление существующих нормативных положений

Актуальность оперативной оценки сейсмических воздействий

Карта интенсивности катастрофического Нефтегорского землетрясения M=7.1 (27.05.1995) по данным Геологической службы США

Пиковые ускорения достигали 1g (9.8 м/с^2) !!!

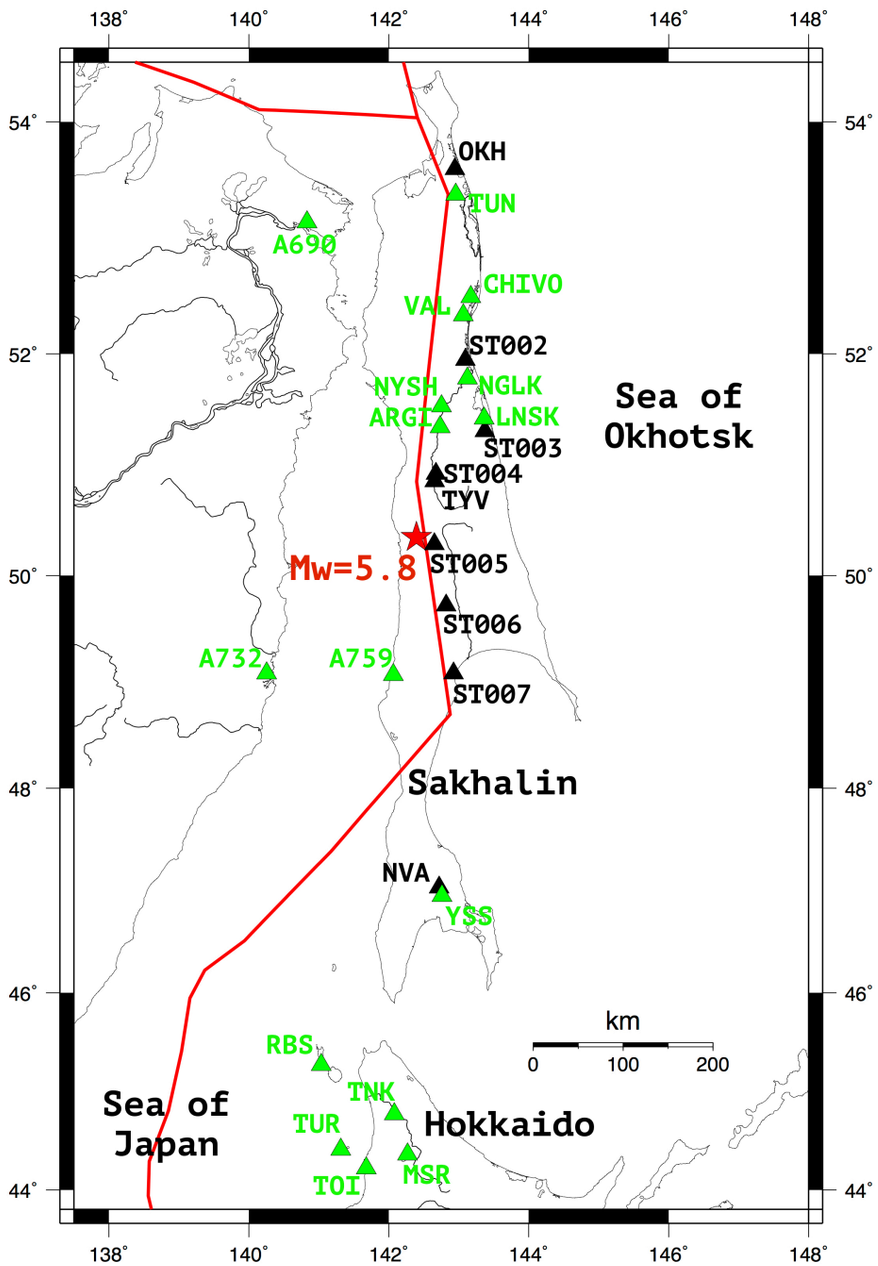


Как выглядит сейсмостанция?

Аппаратные решения собственной реализации

Опыт эксплуатации с 2006 г.

Действующая сейсмическая сеть сейсмических станций



Запущена: сентябрь 2006

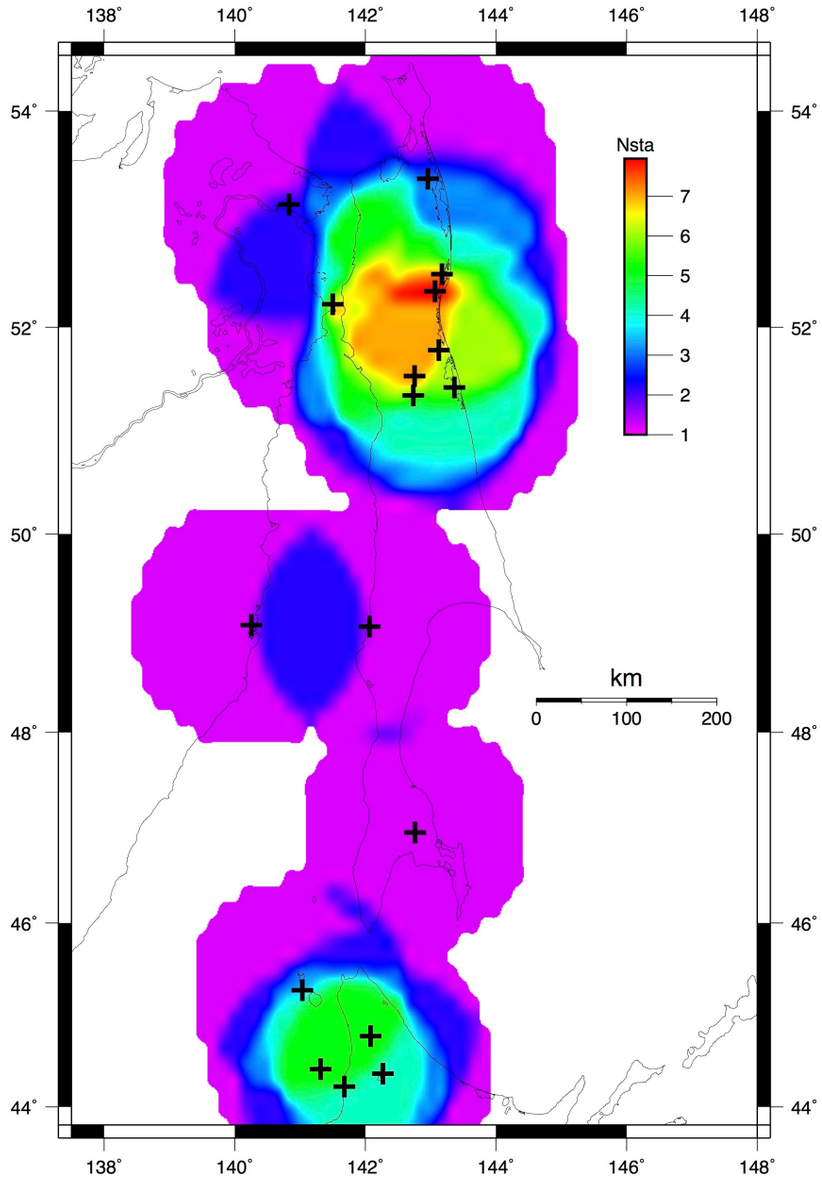
Цель: регистрация естественной и наведённой сейсмичности на Сахалине

Проекты: «Сахалин-1», «Сахалин-2»

Оборудование: высокочувствительные сейсмические датчики, акселерометры, широкополосные станции

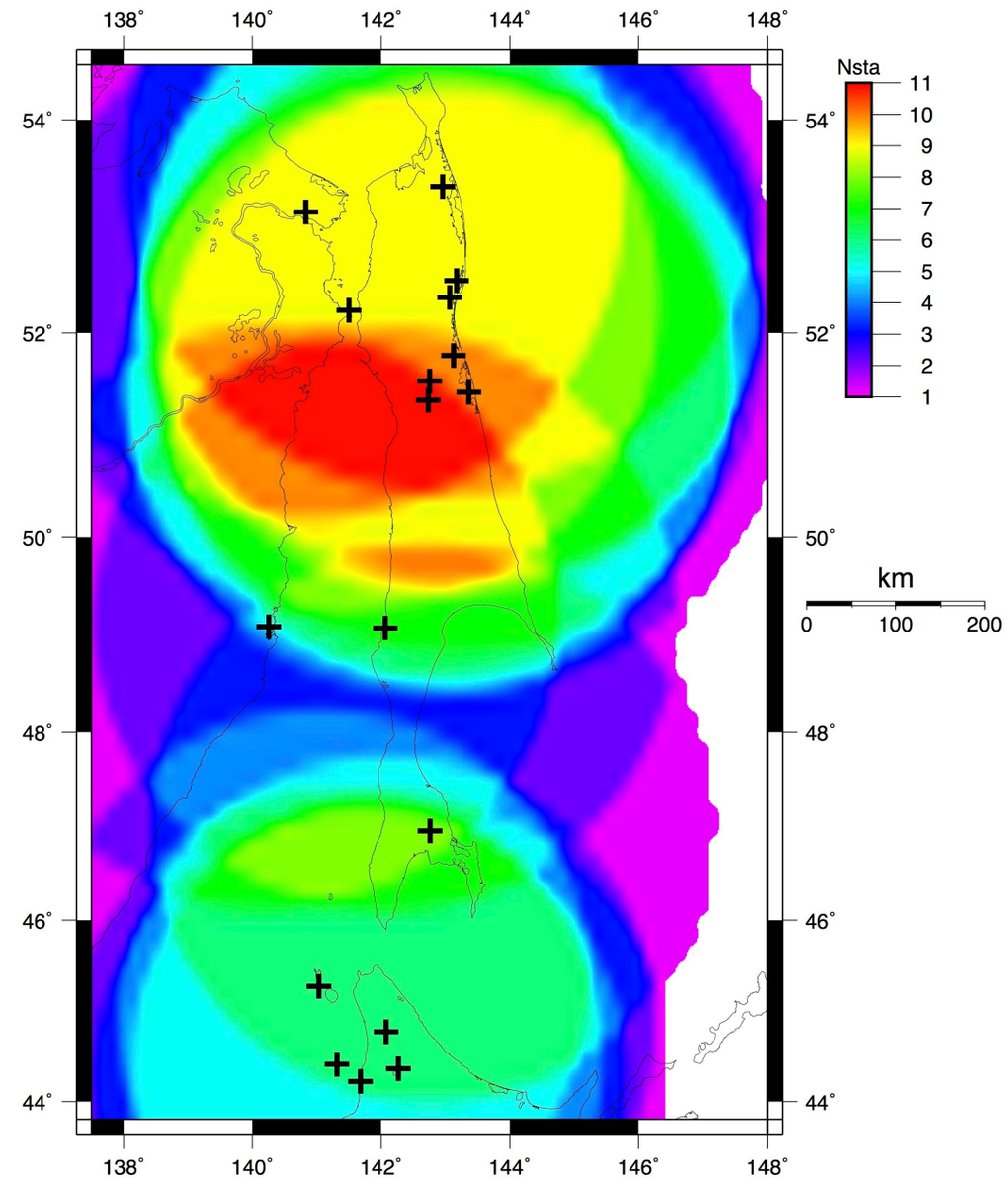
Выполнено объединение сетей разного уровня в единую сейсмическую сеть для наблюдения за естественной и техногенной сейсмичностью на Сахалине.

Регистрационные возможности действующей сети сейсмических станций (моделирование)



M=2.5, h=10 км, A=35 нм

Землетрясения, которые могут вызвать опасные движения грунта попадают в область уверенной регистрации сейсмической сети

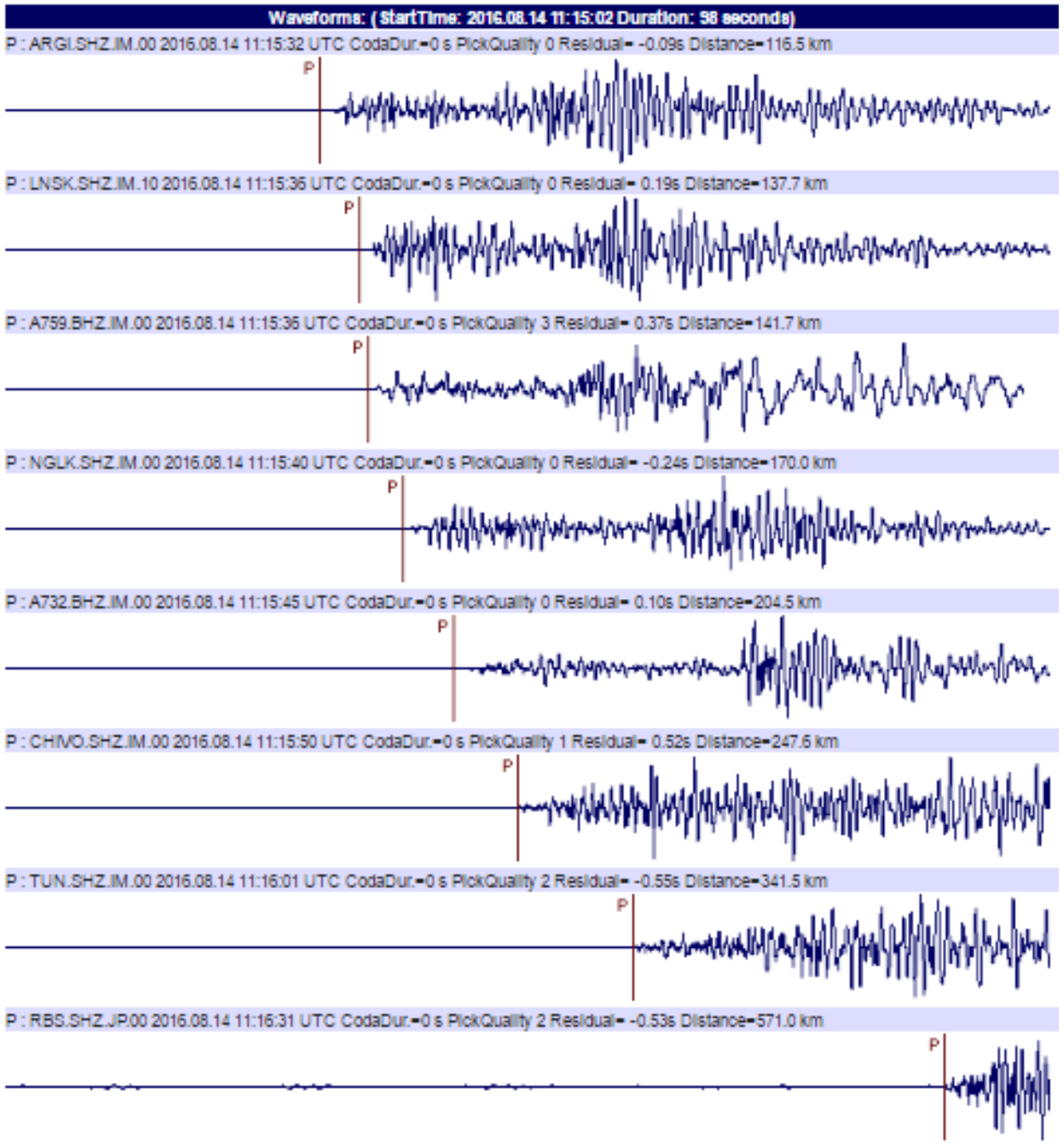


M=3.5, h=10 км, A=35 нм

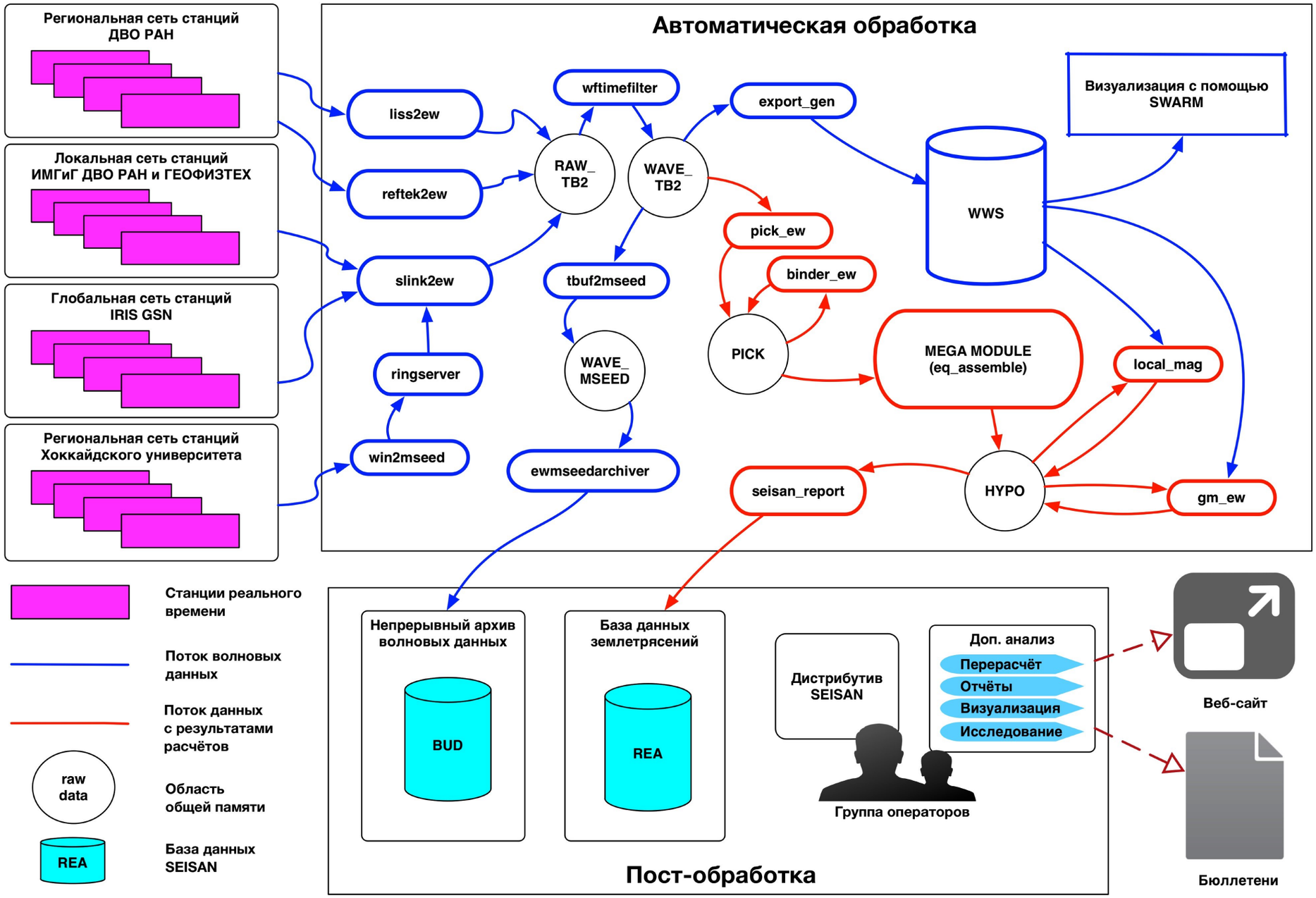
Пример автоматической регистрации землетрясения M=6.1, 14 августа 2016 в 11:15:13 UTC

Современные методы и алгоритмы автоматической и автоматизированной обработки сейсмологических данных.

Время реакции системы: ~3 минуты



Система непрерывной обработки данных



Этапы оперативной оценки сейсмических воздействий на промышленные объекты, здания и сооружения

1. Сбор данных сейсмической сети в режиме реального времени

2. Автоматическая обработка данных и локализация землетрясения

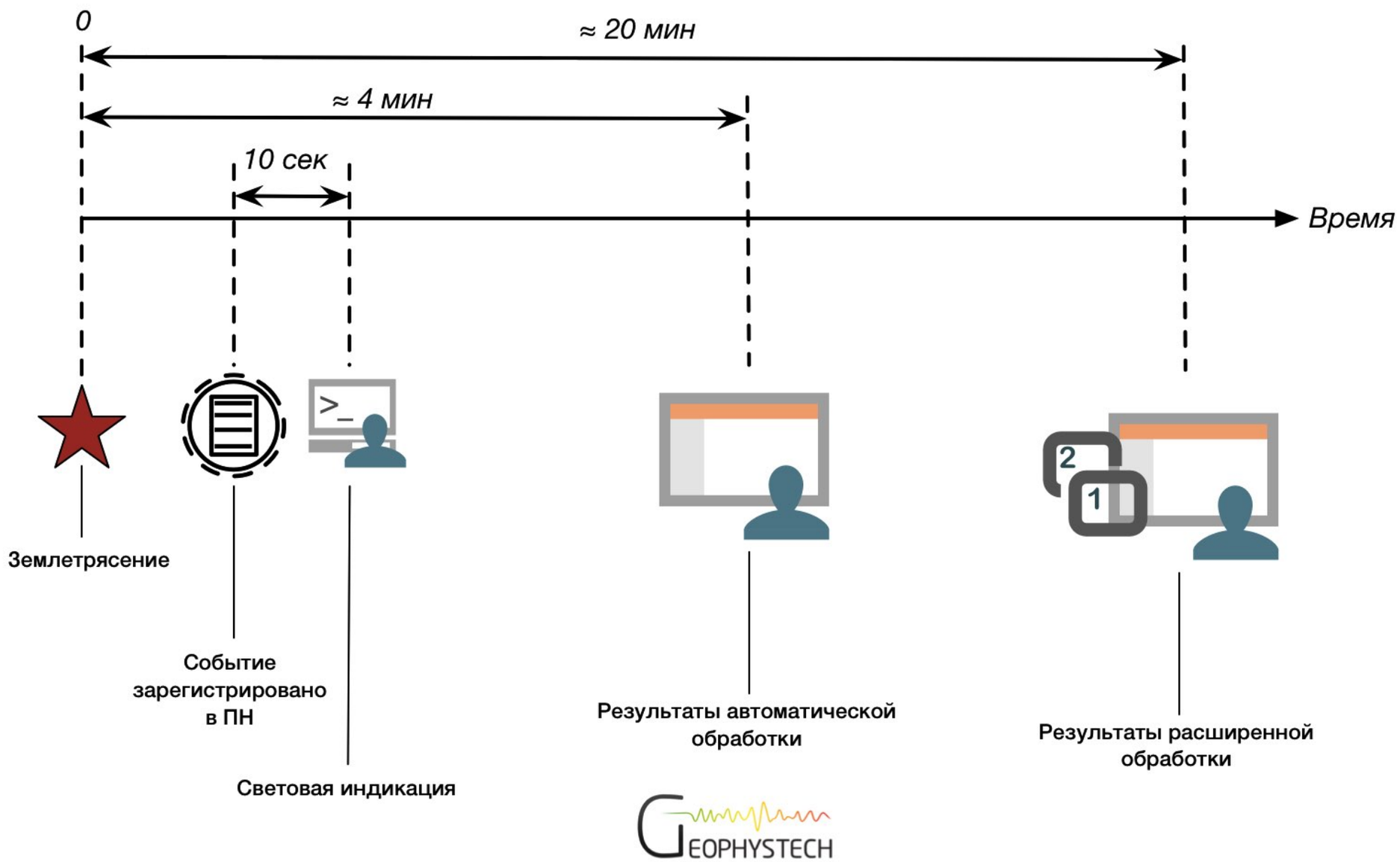
3. Моделирование пиковых ускорений грунта (PGA) на сетке с шагом 500 метров

4. Анализ сейсмических воздействий на сооружения на основе проектных характеристик

5. Оперативное информировании о состоянии сооружений на основе прогноза сильных движений и измеренных значений

6. Расширенный анализ сильного землетрясения (тензор сейсмического момента, характер подвижки на поверхности, погрешности определений)

Этапы оперативной оценки сейсмических воздействий на промышленные объекты



Преимущества оперативной оценки сейсмических воздействий

Срочное информирование (~10 сек) о потенциально опасных сейсмических воздействий на конструкции промышленных объектов, зданий, сооружений

Оперативная оценка (~5 мин) состояния промышленных объектов, зданий, сооружений после наступления сильного землетрясения

Интеграция интерфейсов информирования в существующие системы эксплуатации промышленных объектов для быстрого принятия адекватных мер реагирования на внештатные ситуации

Соответствие п. 4.8 СП 14.13330.2014 (Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81*) и Градостроительного кодекса Российской Федерации для производственных объектов I и II класса опасности

Услуги по оперативной оценке сейсмических воздействий

Внедрение и запуск

- Разработка технических заданий и проектной документации
- Монтаж акселерометров вблизи промышленных объектов
- Анализ проектных значений объектов и грунтовых условий
- Интеграция интерфейса мониторинга в системы эксплуатации промышленных объектов
- Обучение персонала

Поддержка и обслуживание

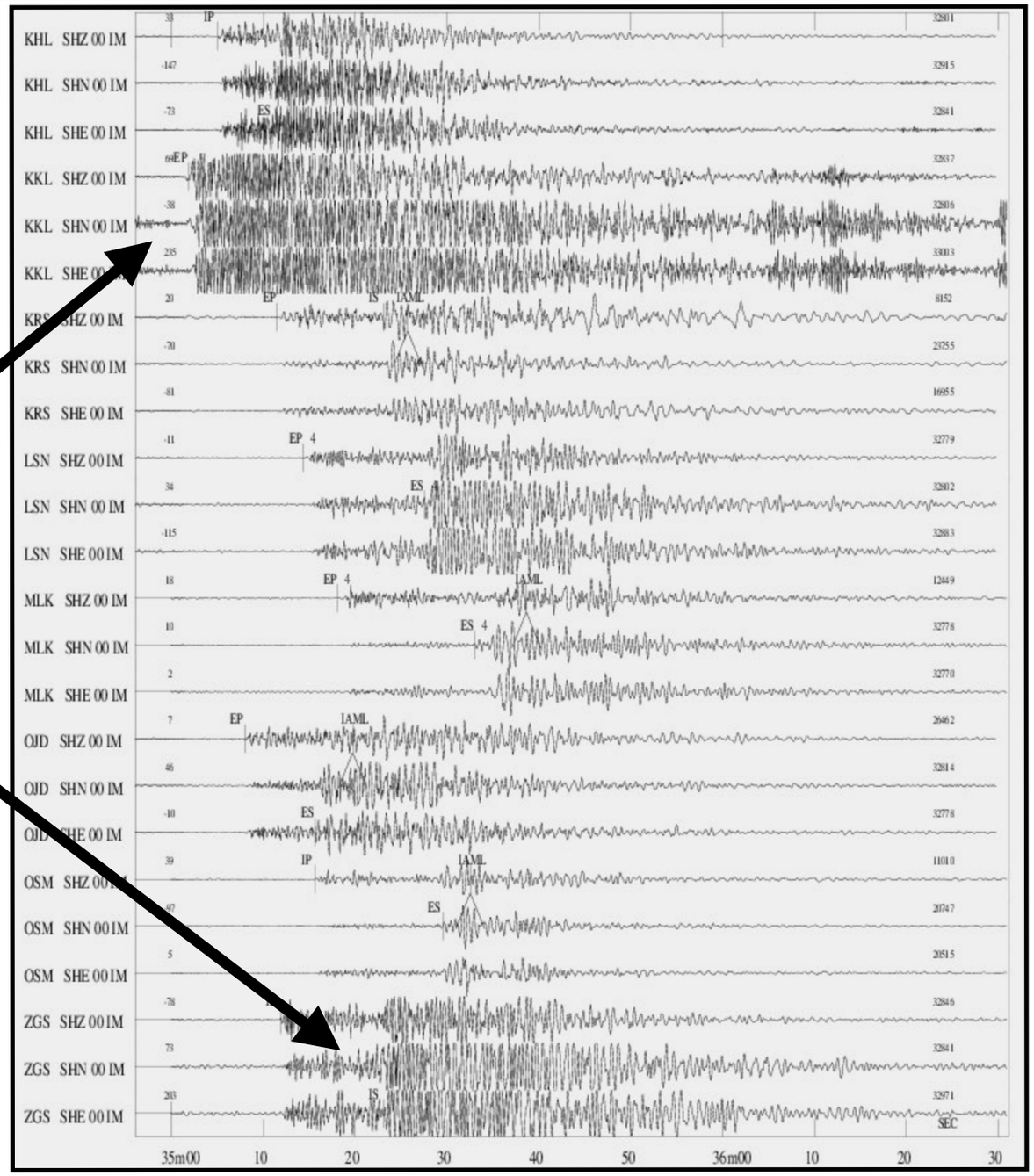
- Информирование в режиме реального времени о землетрясениях и сейсмических воздействиях
- Оперативное информирование о состоянии объектов после сильного землетрясения
- Полное техническое обслуживание акселерометров на объектах
- Техническая поддержка через интерфейс оператора, email, колл-центр
- Подробные отчёты о сейсмических воздействиях на промышленные объекты, здания, сооружения

Зачем нужны акселерометры?

Пример записи умеренного землетрясения M=4.8 сетью чувствительных датчиков

Зашкаливание !!!

Акселерометры необходимы для прямых измерений реакции конструкций объекта на сейсмическое воздействие



О проекте eqalert.ru

Объединённая сейсмическая сеть для регистрации землетрясений на территории Сахалина и прибрежного шельфа

Передовые технологии обработки данных

Определение параметров очага землетрясений в режиме реального времени

Оперативная оценка сейсмических воздействий

Центры обработки данных в Москве и Хабаровске

Публичный web-интерфейс:
https://eqalert.ru

Инвестиции в проект превысили ~30 млн. руб.

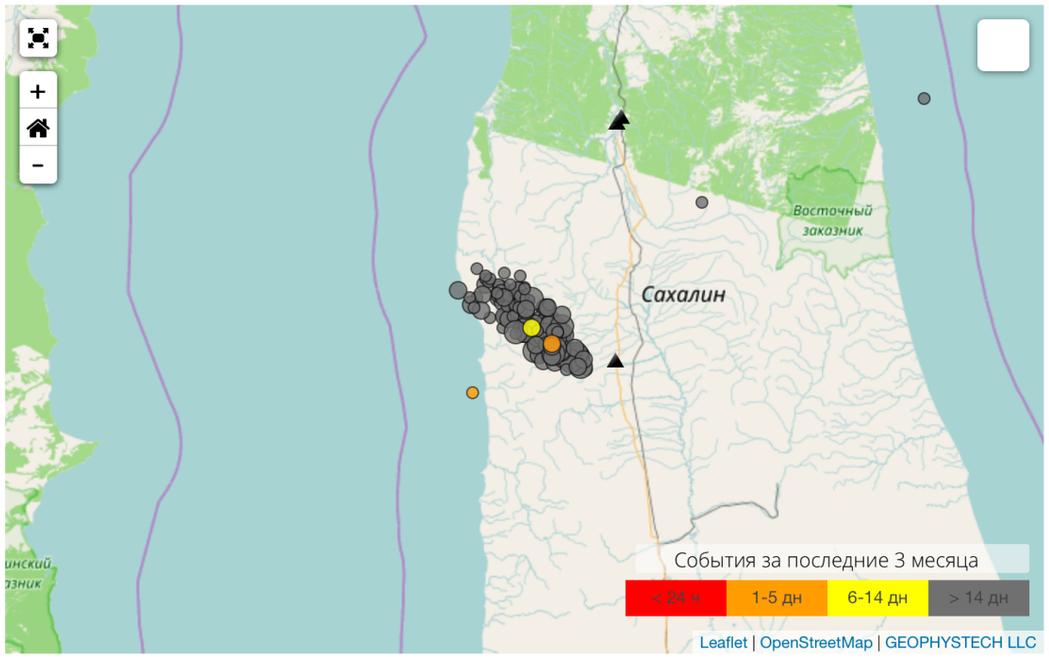
EQA!ert™

Проект продолжает активное развитие!

Каталог землетрясений, онлайн карты

#	Магнитуда	Глубина	Дата и время	Ближайший населенный пункт
1	4.1	5 км	29 августа 2016 в 19:51:53 UTC	33.7 км до с. Палево
2	4.7	15 км	27 августа 2016 в 19:44:23 UTC	34.8 км до с. Онор
3	4.3	477.2 км	27 августа 2016 в 05:17:39 UTC	226.5 км до с. Соболиное
4	4.4	5 км	20 августа 2016 в 02:07:13 UTC	22.9 км до с. Онор
5	4.3	5 км	19 августа 2016 в 01:19:51 UTC	23.7 км до с. Онор
6	4.5	5.5 км	17 августа 2016 в 15:50:31 UTC	26.4 км до с. Онор
7	4.9	6.3 км	17 августа 2016 в 14:03:17 UTC	22.8 км до с. Онор
8	4.1	10.2 км	16 августа 2016 в 23:38:04 UTC	18.3 км до с. Онор
9	4.6	7.8 км	16 августа 2016 в 21:15:44 UTC	24.6 км до с. Онор
10	4.0	6.9 км	16 августа 2016 в 13:53:56 UTC	28 км до с. Онор

Показать больше событий



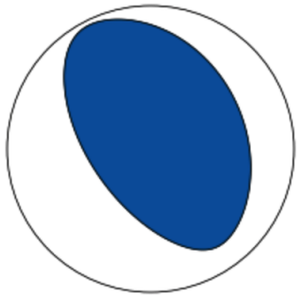
Землетрясения добавляются в realtime-режиме

Срочное информирование в telegramm

Realtime API

Каталог тензоров сейсмического момента

4.5	26.4 км до с. Онор 17 августа 2016 в 15:50:31 UTC, глубина 5.5 км	
4.9	22.8 км до с. Онор 17 августа 2016 в 14:03:17 UTC, глубина 6.3 км	
4.6	24.6 км до с. Онор 16 августа 2016 в 21:15:44 UTC, глубина 7.8 км	
4.3	18.2 км до с. Онор 16 августа 2016 в 04:57:07 UTC, глубина 11.5 км	
4.8	78.2 км до с. Новиково 15 августа 2016 в 15:28:02 UTC, глубина 10.3 км	
5.0	29.3 км до с. Онор 15 августа 2016 в 08:23:07 UTC, глубина 6.8 км	



Moment Tensor (deviatoric)

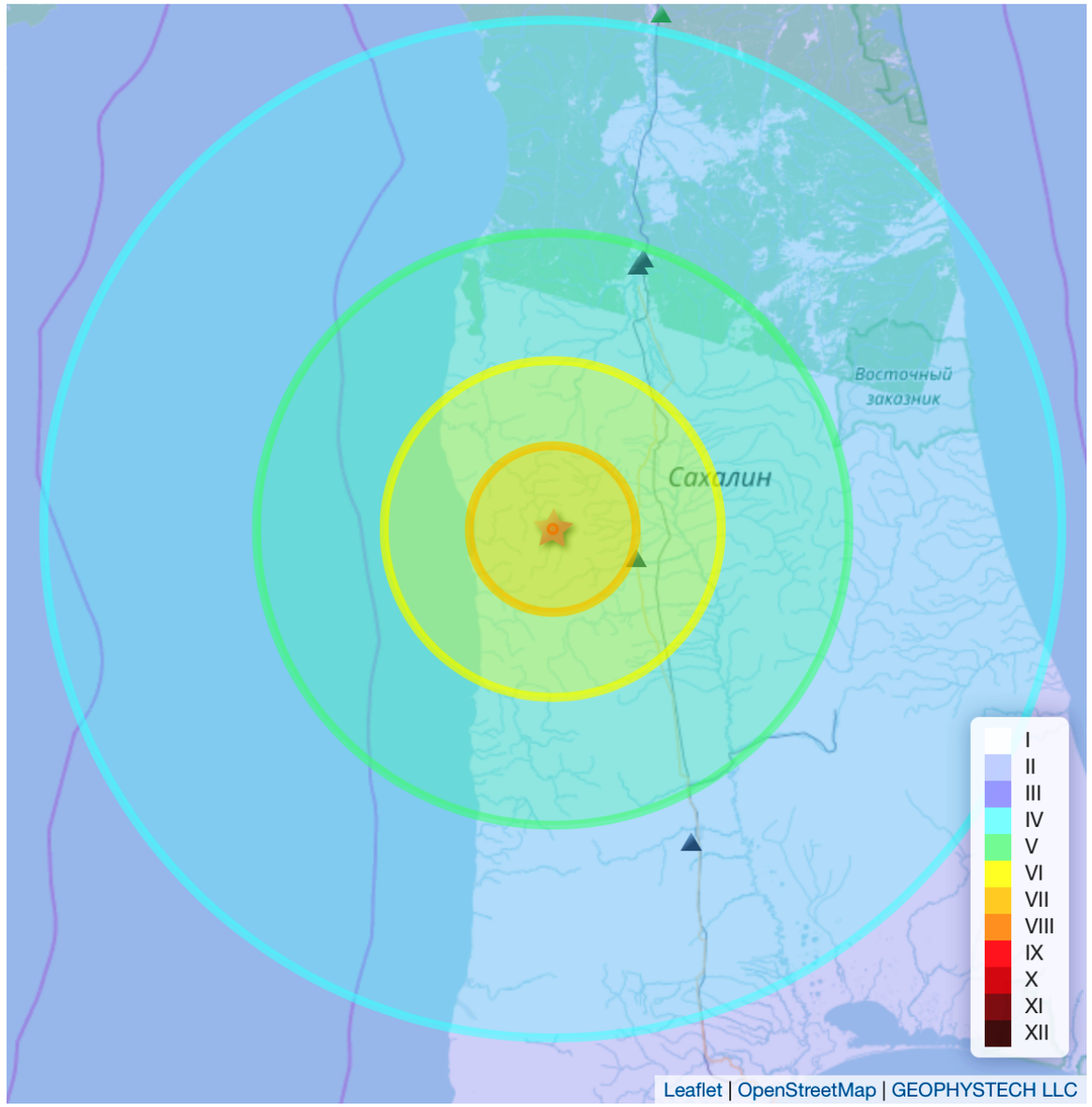
#	Параметр	Значение
1	M0	3.528e+17 N-m
2	Mw	5.6
3	C-depth	7 км
4	C-time	3.75 сек
5	DC	91.5%
6	CLVD	8.5%
7	VR	0.6

Moment Tensor Components

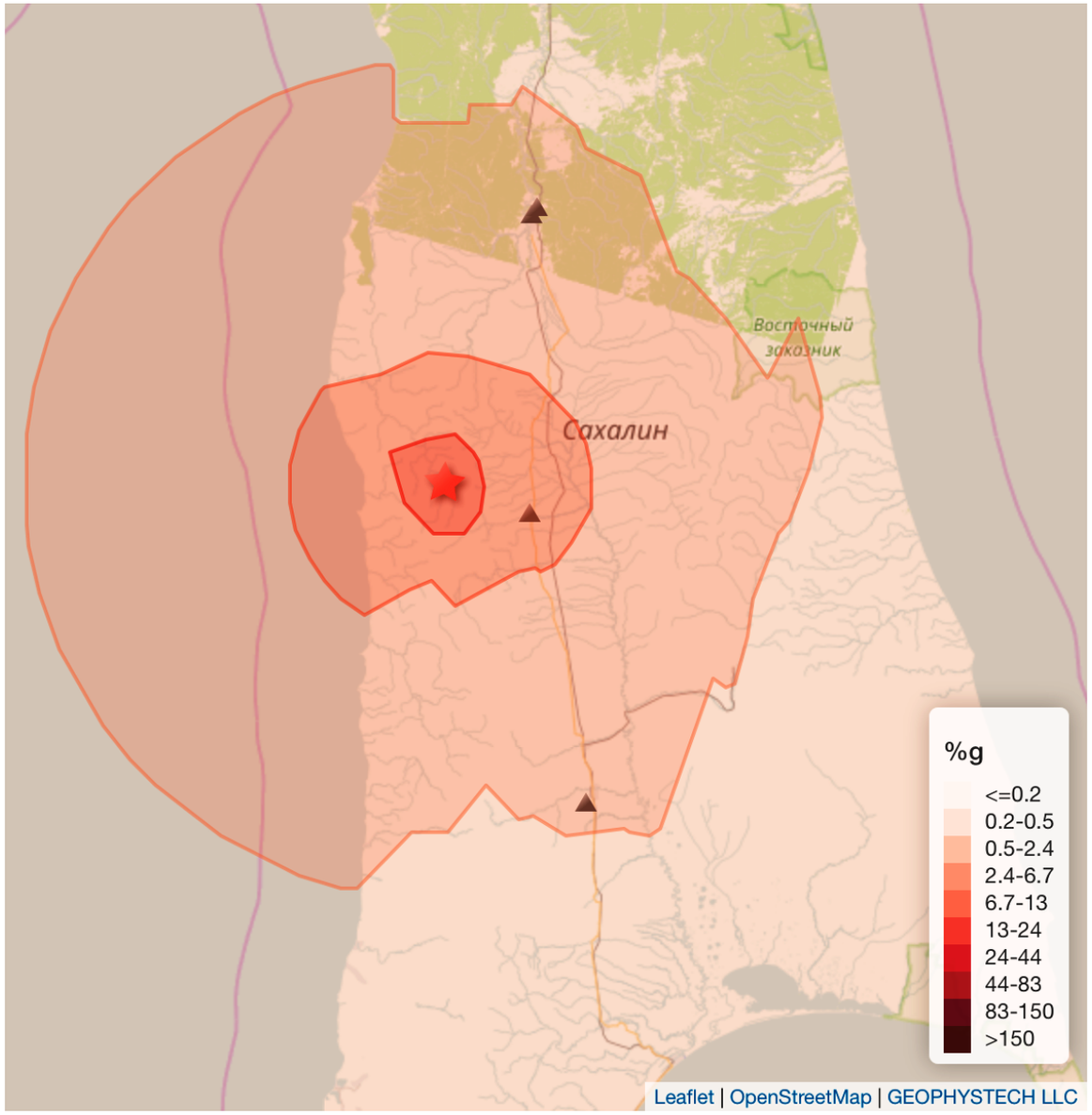
#	Параметр	Значение
1	Mrr	3.236
2	Mtt	-0.777
3	Mpp	-2.459
4	Mrt	1.117
5	Mrp	-1.004
6	Mtp	1.277

M L (6.1) 14 августа 2016 в 11:15:13 UTC

Онлайн карты PGA
M=6.1, 14 августа 2016 в 11:15:13 UTC

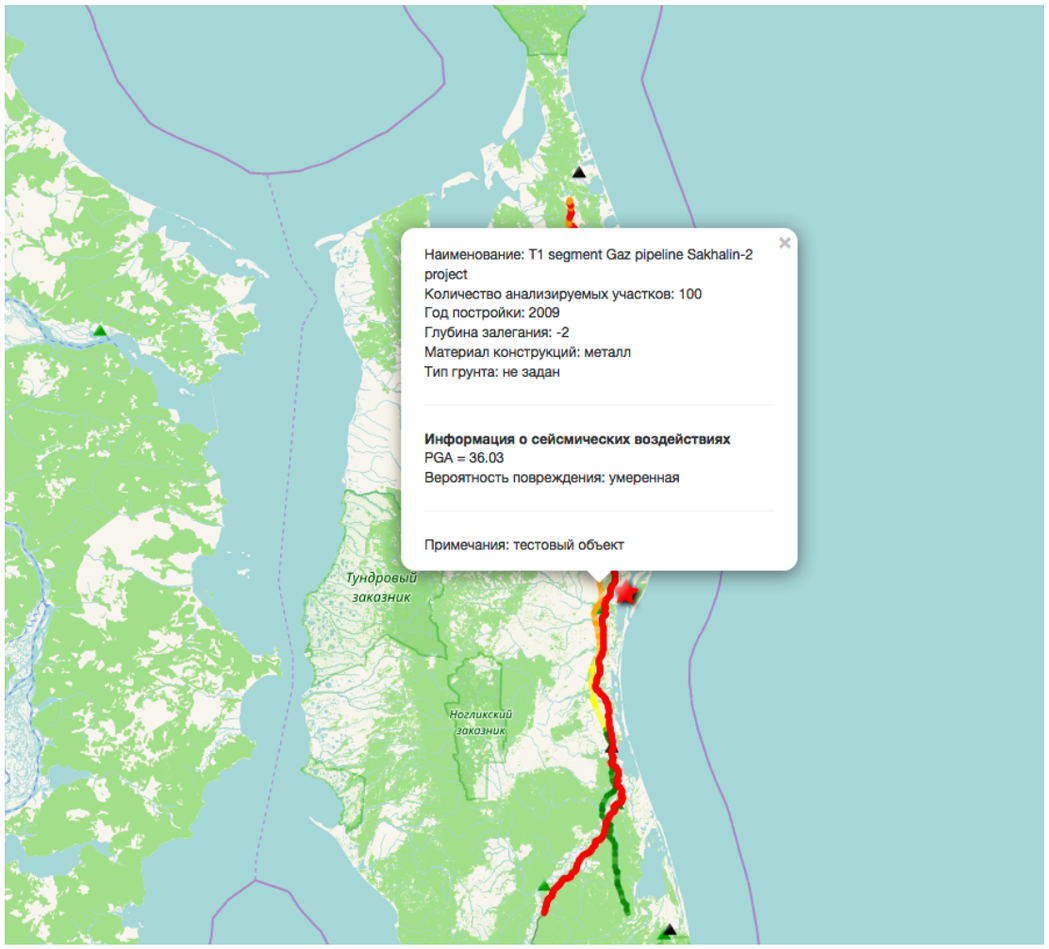


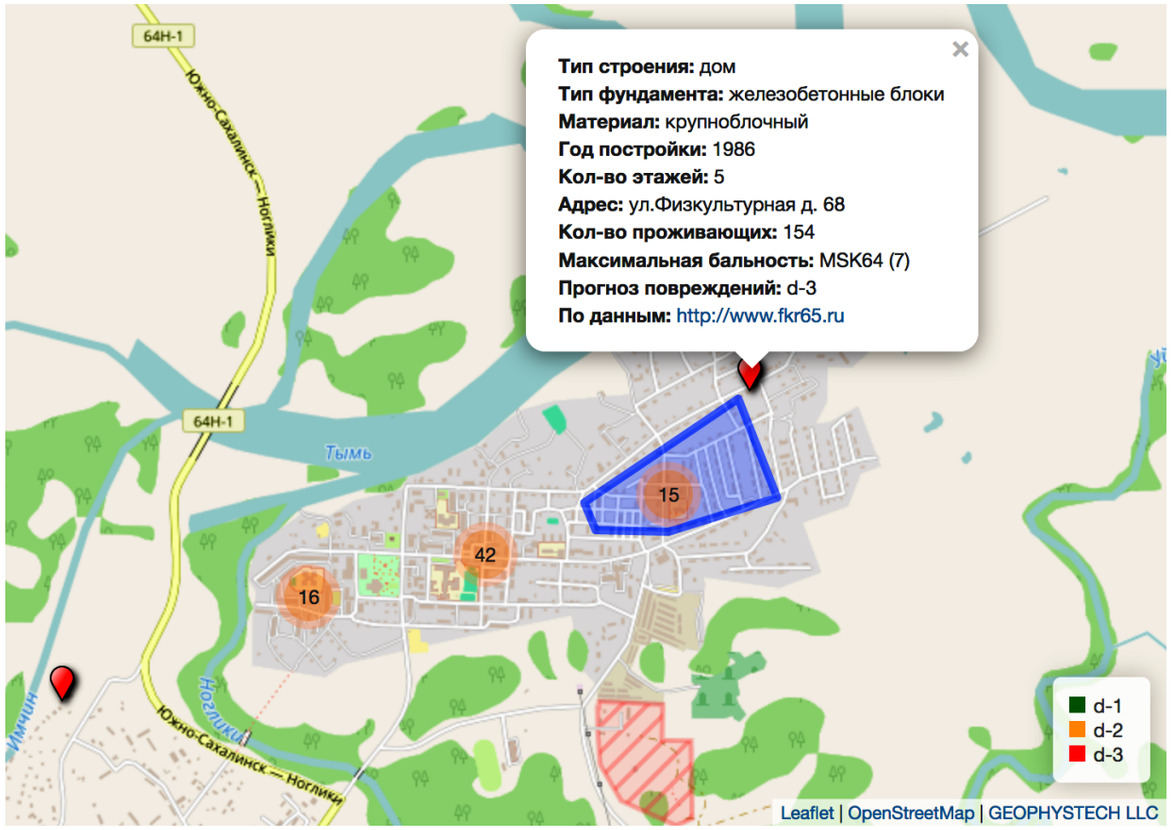
Интенсивность MSK64 (Оскорбин, 1977)



Интенсивность PGA (A-S, 2008)

Оценка состояния зданий, сооружений и магистральных объектов (пример для МОДЕЛЬНОГО землетрясения)





Магистральные объекты

Здания и сооружения

Ключевые специалисты проекта eqalert.ru

Алексей Коновалов
кандидат физико-математических наук
эксперт в области сейсмологии

Андрей Степнов
кандидат физико-математических наук
эксперт в области ИТ-систем
для анализа сейсмических данных

Александр Гаврилов
эксперт в области микроэлектроники
и регистрирующего оборудования

Ключевые специалисты проекта eqalert.ru

Константин Манайчев
эксперт в области инженерной сейсмологии

Евгений Богданов
эксперт в области мобильных приложений

Виталий Клачков
эксперт в области web-технологий

Контакты

г. Южно-Сахалинск, ул. Пуркаева 116, офис 704
(ТОЦ "Меридиан")

Алексей Коновалов
email: a.konovalov@geophystech.ru
тел.: 8-800-500-11-69 доб. 9001

Андрей Степнов
email: a.stepnov@geophystech.ru
тел.: 8-800-500-11-69 доб. 9002