АЛЗАМИР-ГЕО

автоматизированная система сейсмического мониторинга для контроля геомеханических и сейсмических процессов

Кемерово
2023 год

ГЕО»

О СИС

АЛЗАМИР

- Автоматизированная система сейсмического мониторинга «АЛЗАМИР-Гео» – это *программно-аппаратный комплекс* контроля сейсмических и геомеханических явлений.
- АС «АЛЗАМИР-Гео» реализует функции систем безопасности, которые предназначены для предупреждения негативного развития геомеханических процессов в горном массиве для открытых горных работ.
- АС «АЛЗАМИР-Гео» может использоваться для контроля гидросооружений.
- *Аппаратно-техническая основа комплекса* «АЛЗАМИР-Гео» построена на современных компонентах отечественного производства.
- Отечественная автоматизированная система «АЛЗАМИР-Гео» создана на замену зарубежных систем:
  - IMS – производства Австралия,
  - EMAG – производства Польша,
  - ARES – производства США,

• – с учетом опыта эксплуатации и внедрения подобных систем, включая отечественные системы для шахт и рудников.

Нормативные требования

- Для разрезов:
  - Приказ Ростехнадзора от 10.11.2020 г. №436 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "*Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом*"»;
  - Приказ Ростехнадзора от 13.11.2020 г. № 439 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "*Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов*"»

НОРМА

АЛЗАМИР

Назначение системы

- Сейсмический мониторинг – определение угроз землетрясений;
- Контроль геомеханических процессов методом микросейсмического мониторинга – определение угроз сходов бортов, внезапных разрушений и т.д.
- Снижение рисков эксплуатации добывающих предприятий;
- Контроль сейсмических и геомеханических процессов перед, во время и после аварий;
- Выполнение нормативных требований государственных органов;
- Снижение затрат на другие виды мониторинга

НАЗНА

АЛЗАМИР

Использование системы

- Оповещение: выявление и определение положения потенциально разрушительного сейсмического события, оповещение об этом управляющего персонала предприятия, содействие в спасательных операциях;

- Предотвращение: сопоставление наблюдаемого сейсмического отклика массива горных работ на разработку с ожидаемым. Подтверждение предположений об устойчивости массива горных пород, сделанных при планировании горных работ, аудит и корректировка деталей текущего плана при ведении горных работ.

- Предостережение: определение неожиданных сильных изменений в пространственных и/или временных параметрах сейсмоактивности, которые в скором времени могут привести к динамическому явлению, затрагивающему места ведения горных работ.

- Ранжирование сейсмической опасности: количественное описание сейсмичности и отслеживание ее пространственных и временных изменений. Систематизация пространственных и временных особенностей сейсмичности и результатов численного моделирования в согласованную систему ранжирования сейсмической опасности.

- Ретроспективный анализ: повышение эффективности как планирования горных работ, так и процесса мониторинга. Особенно важен всесторонний и объективный ретроспективный анализ крупных динамических явлений, даже если они не сопровождались травмами, жертвами и разрушениями. Ретроспективный анализ должен сформировать основу для регулярного критического пересмотра используемых стратегий, руководств и процедур управления сейсмическим риском.

Во время аварии

Перед аварией

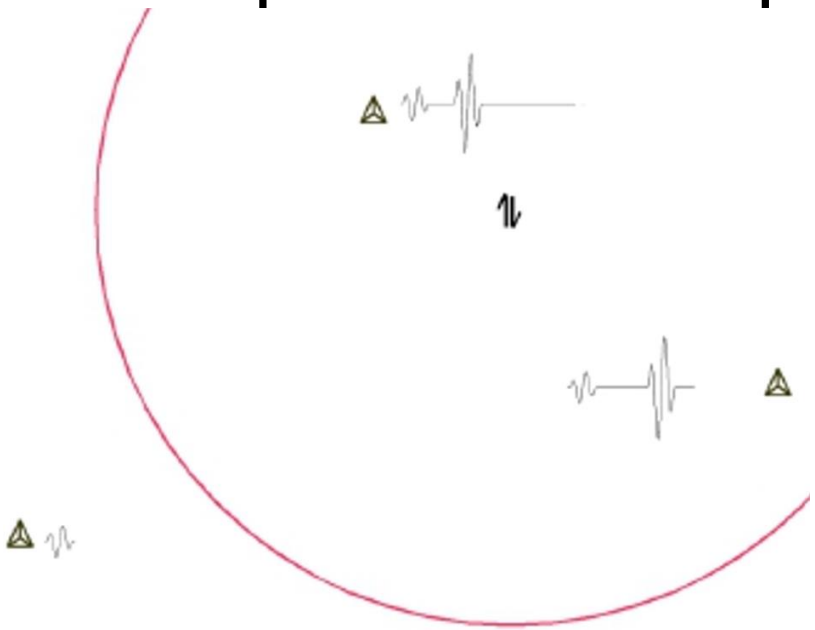
После аварии

НАЗНА

АЛЗАМИР

I)

Принципы работы системы (I)



P-волна, S-волна на плоскости (2D)

- Система регистрирует сейсмическое событие по времени прихода
- P и S –волны, фиксирует и запоминает амплитуды виброускорения G(X,Y,Z) и виброскорости V (X,Y,Z) по трем осям вектора как минимум 4-х сейсмодатчиков.
- Система вычисляет:
  - координаты очага P(X,Y,Z);
  - энергию события E по формуле: lg(PGV) = 0.98m – 1.8lg(R) + 3.8, где PVG (Peak Ground Velocity) - затухание максимальной амплитуды;
  - полярность P-волны для определения типа события;
- Скорость распространения продольных (P) волн принимается V_p = 5500 м/с ± 3%;
- Скорость распространения поперечных (S) волн принимается : V_s = 3500 м/с ± 3%;
- Ошибка пикирования времен вступлений P- и S-волн должна быть не более: 0.5 м/с.

ПРИНЦ

АЛЗАМИР

Рис. Данные с трёхкомпонентных акселерометров с 4 сейсмодатчиков:

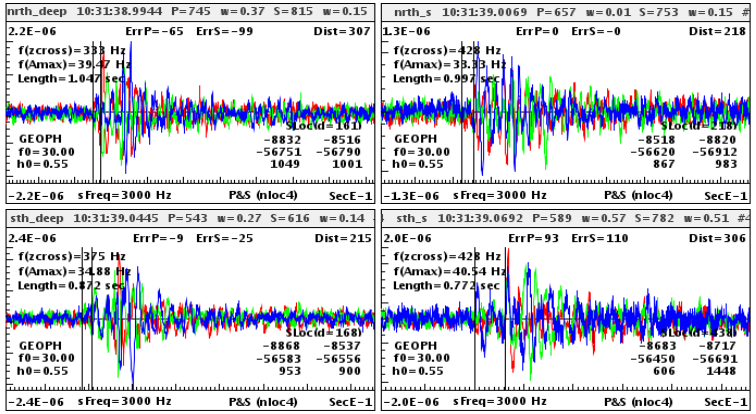
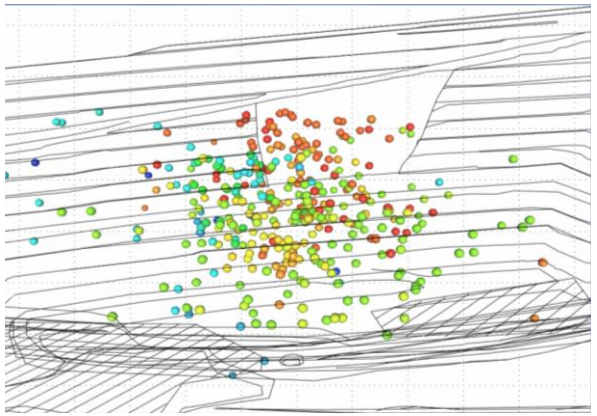


Рис. Вычисление сейсмособытий и сопоставление со схемой рудника 2D:



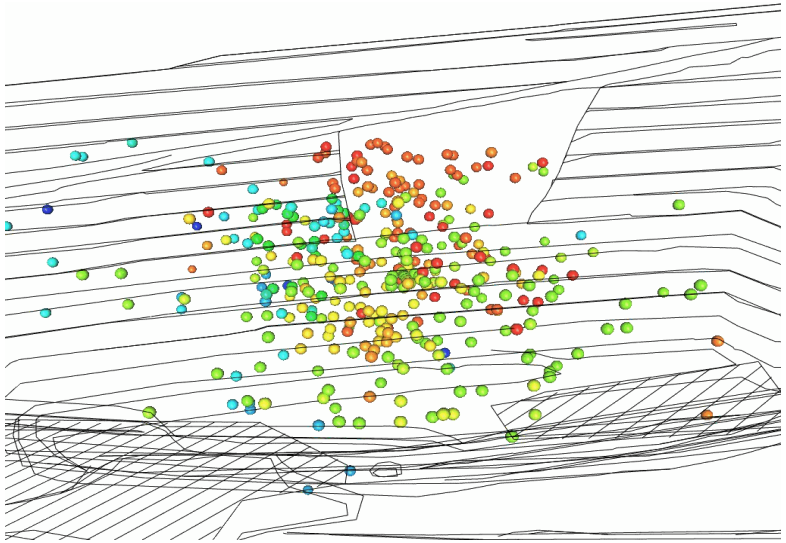
II)

ПРИНЦ

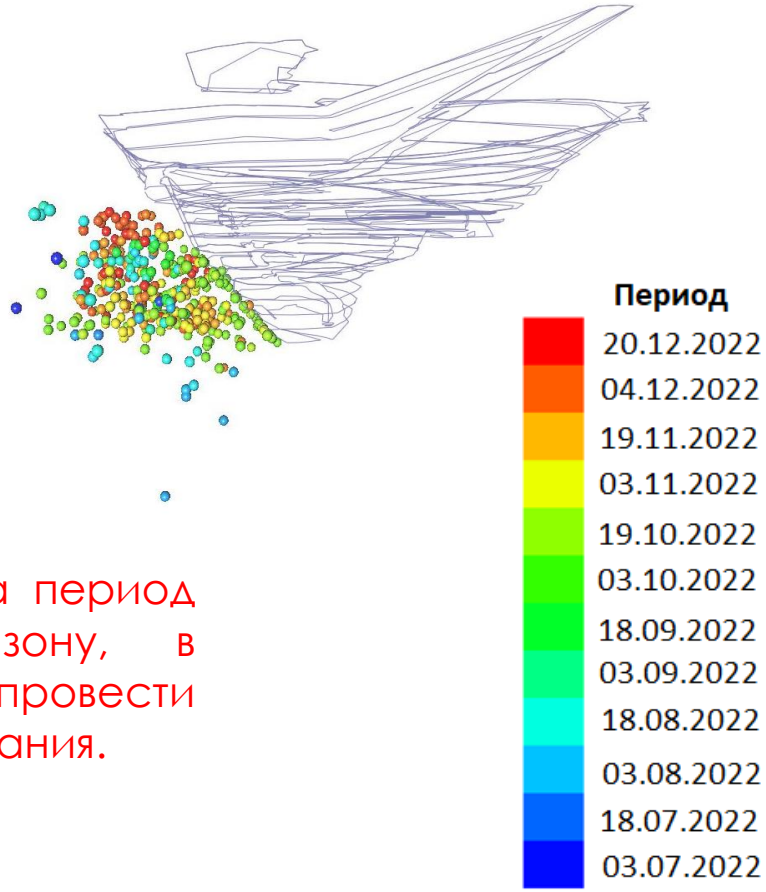
АЛЗАМИР

Принципы работы системы (II)

Сопоставление сейсмособытий за период со схемой разреза 2D:



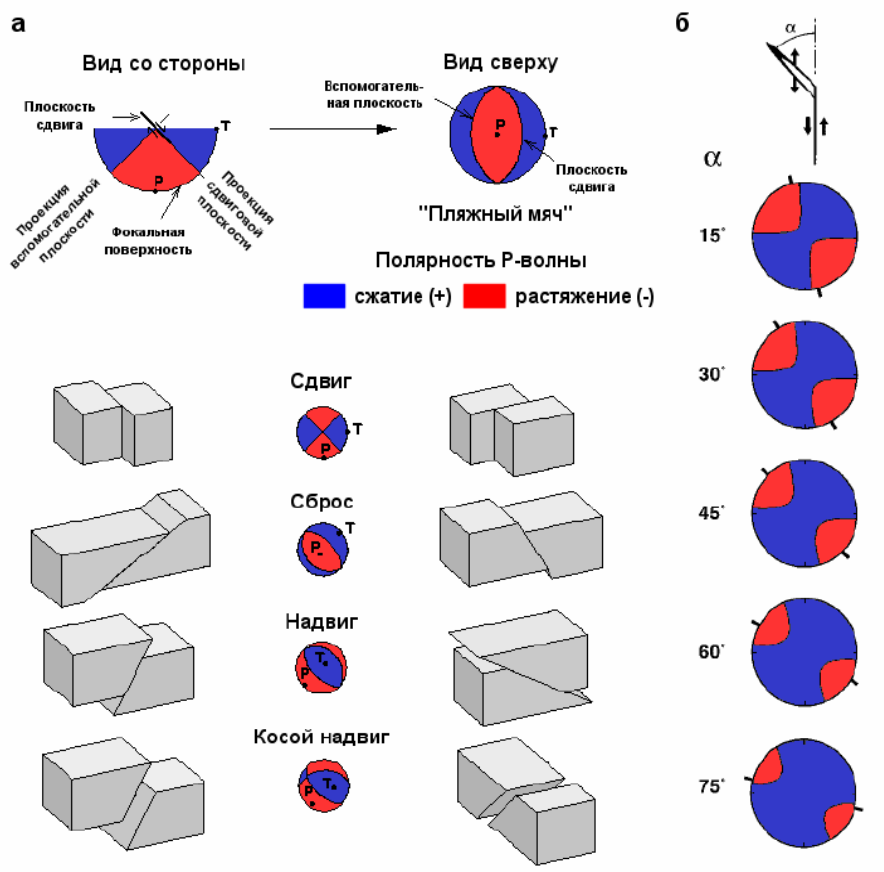
Сопоставление сейсмособытий за период со схемой разреза 3D:



Концентрация событий за период определяет опасную зону, в которой требуется провести дополнительные исследования.

Принципы работы системы (III)

Визуализация событий по типам:



Связь событий по типам с поляризацией P-волны.

Требования к системе

Требуемые характеристики для микросейсмического мониторинга геомеханических процессов:

Параметр	Значение
Точность расположения сейсмодатчиков	< 0,1 м. (с учетом GPS/Глонасс)
Время синхронизации	(для погрешности локации сейсмоочагов порядка 5 м) 1 мкс = 10^{-6}сек
Максимальная магнитуда	mM ≈ 3.5
Минимальная магнитуда	mM = −2.0
Чувствительность датчика при mM ≈ 3,5 и d = 10 м.	V_c=100 мм/с
Чувствительность датчика при mM = -2.0 и d = 1000 м.	V_c=0,01 мм/с
Отношение сигнал/шум	10 (V_c=0,001 мм/с)
Необходимый динамический диапазон $20 \log_{10} (V_{max}/V_{noise})$	100 дБ

ТРЕБО

АЛЗАМИР

Цели создания системы:

- создание систем безопасности (в том числе в составе МФСБ) по требованию нормативных документов;
- мониторинг состояния горного массива и сооружений, сейсмической активности и геомеханических воздействий с помощью системы непрерывного автоматизированного контроля;
- снижение рисков, снижение расходов на маркшейдерские работы.

Задачи системы:

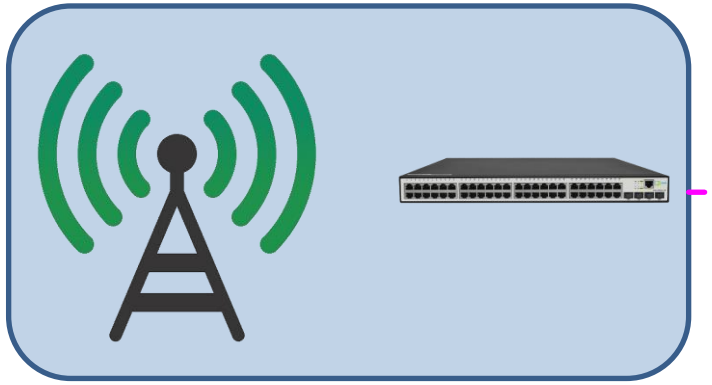
- детектирование и классификация сейсмических и геомеханических событий;
- оценка уровня сейсмического и геомеханического воздействия;
- синхронная регистрация и хранение данных;
- отображение трендов исходных данных и тревог по их порогам;
- контроль работоспособности оборудования;
- передача сигналов в сторонние системы.

Функции системы:

- измерение физических величин виброускорений и виброскоростей, их усиление, согласование и аналогово-цифровое преобразование в сейсморегистраторе;
- непрерывная передача данных, регистрация и хранение в защищенном виде;
- самодиагностика, бездемонтажная поверка (дистанционная поверка метрологии без демонтажа сейсмоприемников);
- выдача и отображение данных с привязкой к карте местности и координатам горного массива, просмотр исторических данных (срок хранения не менее 1 года);
- «Пороговый обнаружитель» - оценка уровня опасностей;
- «Опасное землетрясение» - выдача предупреждающих и аварийных сигналов;
- корректировка параметров и применение фильтров – настройка параметров среды, детекторов и фильтров производственных шумов;
- «Модуль получения параметров сейсмического воздействия от внешних станций» - получение данных с внешних сейсмических сетей;
- программа «Тренажер» для обучения персонала.

Структура системы для поверхности

Оборудование связи



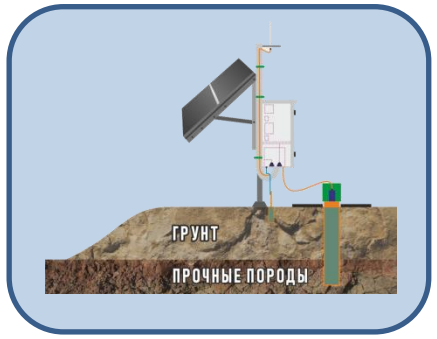
Ethernet

Сервер

Ethernet

АРМ

Сейсмопавильон №1

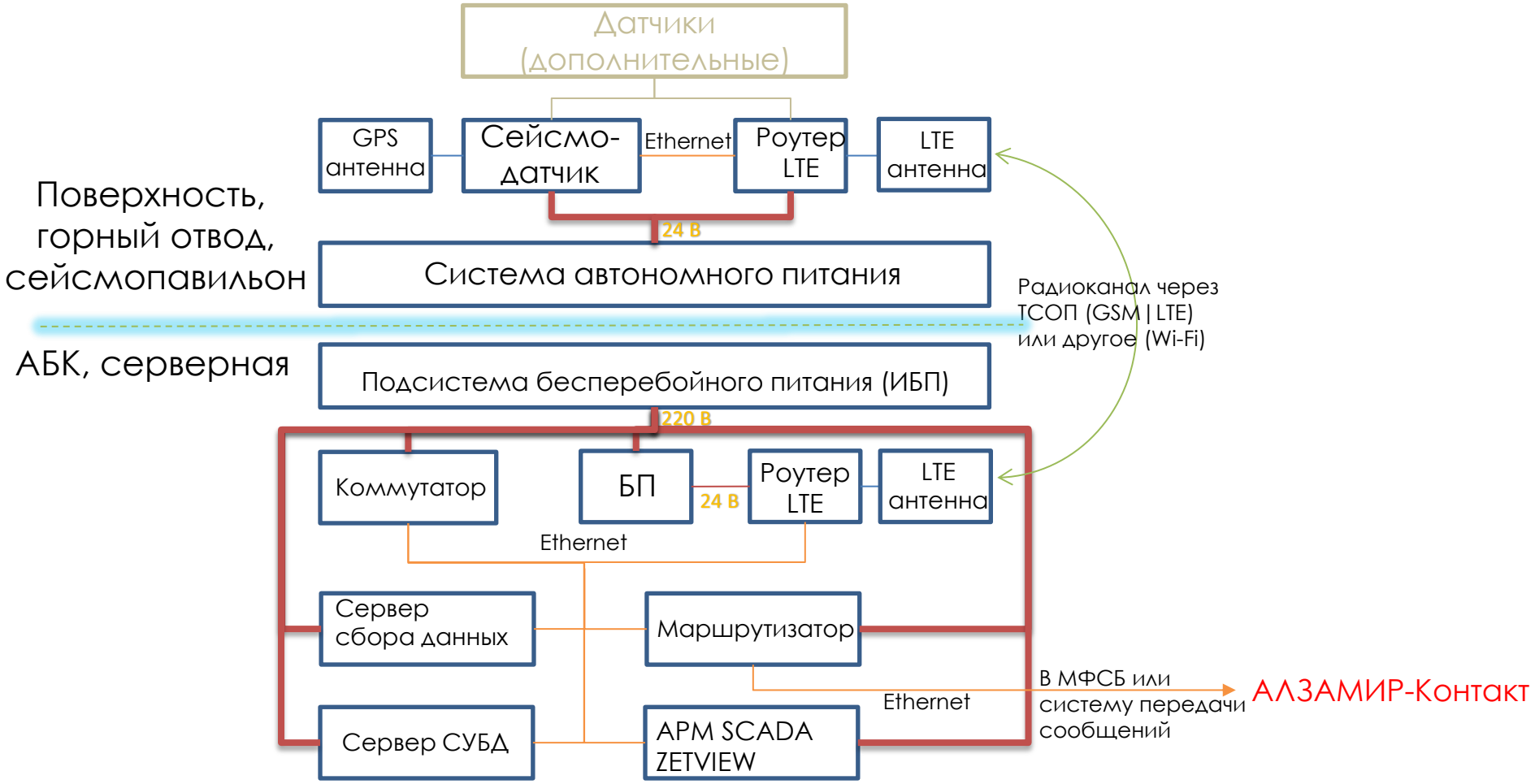


Сейсмопавильон №2

Сейсмопавильон №3

Сейсмопавильон №#

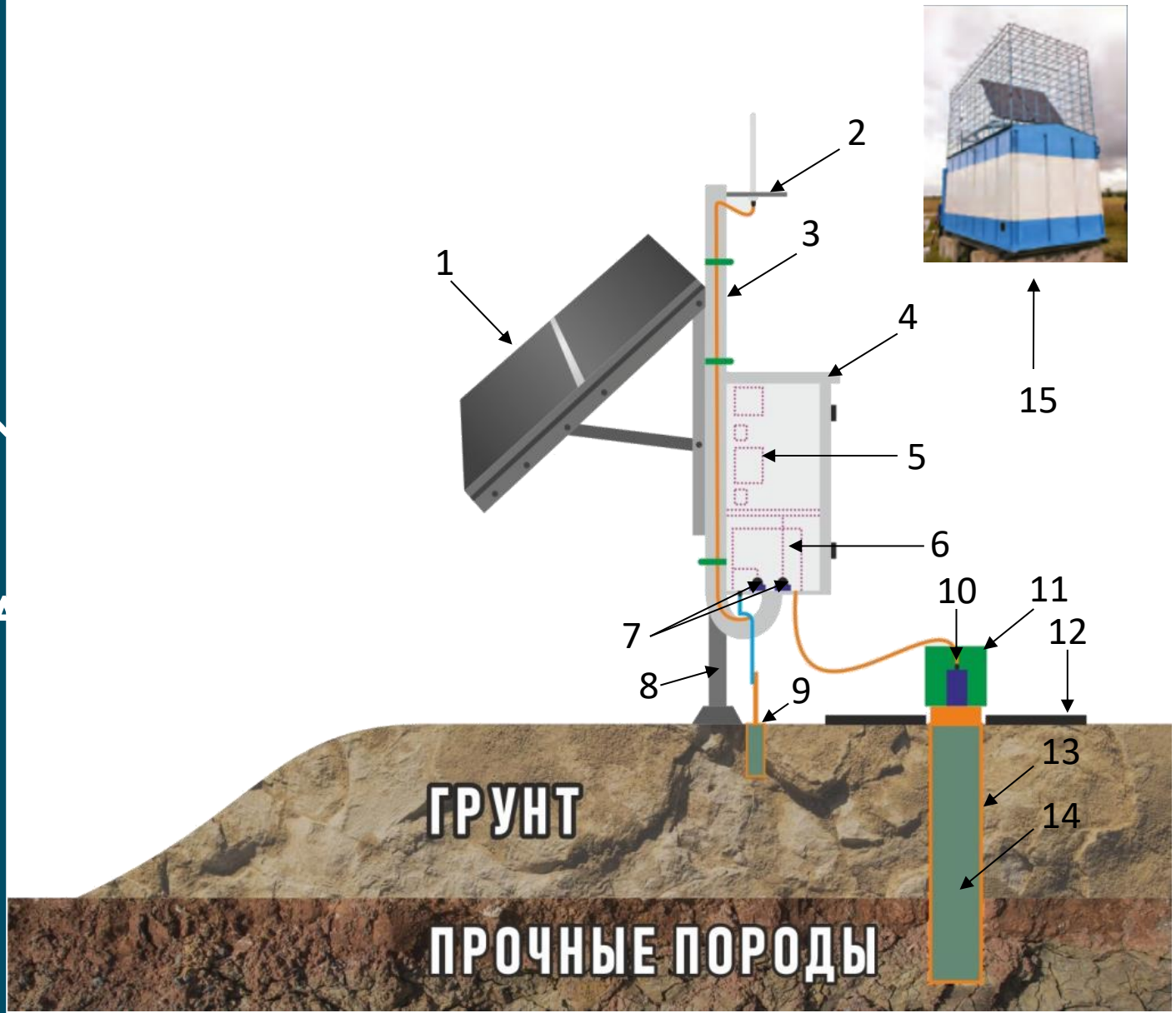
Типовая схема



ТИПОВ

АЛЗАМИР

Состав сейсмопавильона



1. Солнечная панель
2. Антенна связи
3. Антенный кабель
4. Шкаф сейсмопальона
5. Оборудование связи
6. Оборудование электропитания
7. Кабельные ввода
8. Мачта
9. Защитное заземление
10. Сейсмограф
11. Защитный кожух
12. Основание (опора)
13. Обсадка скважины
14. Тампонаж скважины с армировкой
15. Антивандальный вариант

К системе могут быть подключены дополнительные датчики и контроллеры.

СЕЙСМ

СОСТА

АЛЗАМИР

Сейсмограф

Сейсмограф представляет собой трёхкомпонентный цифровой акселерометр и трехкомпонентный цифровой велосиметр объеденный в одном герметичном корпусе IP68, питание DC 24В, $T_{раб}$ = -40..+60 °С.

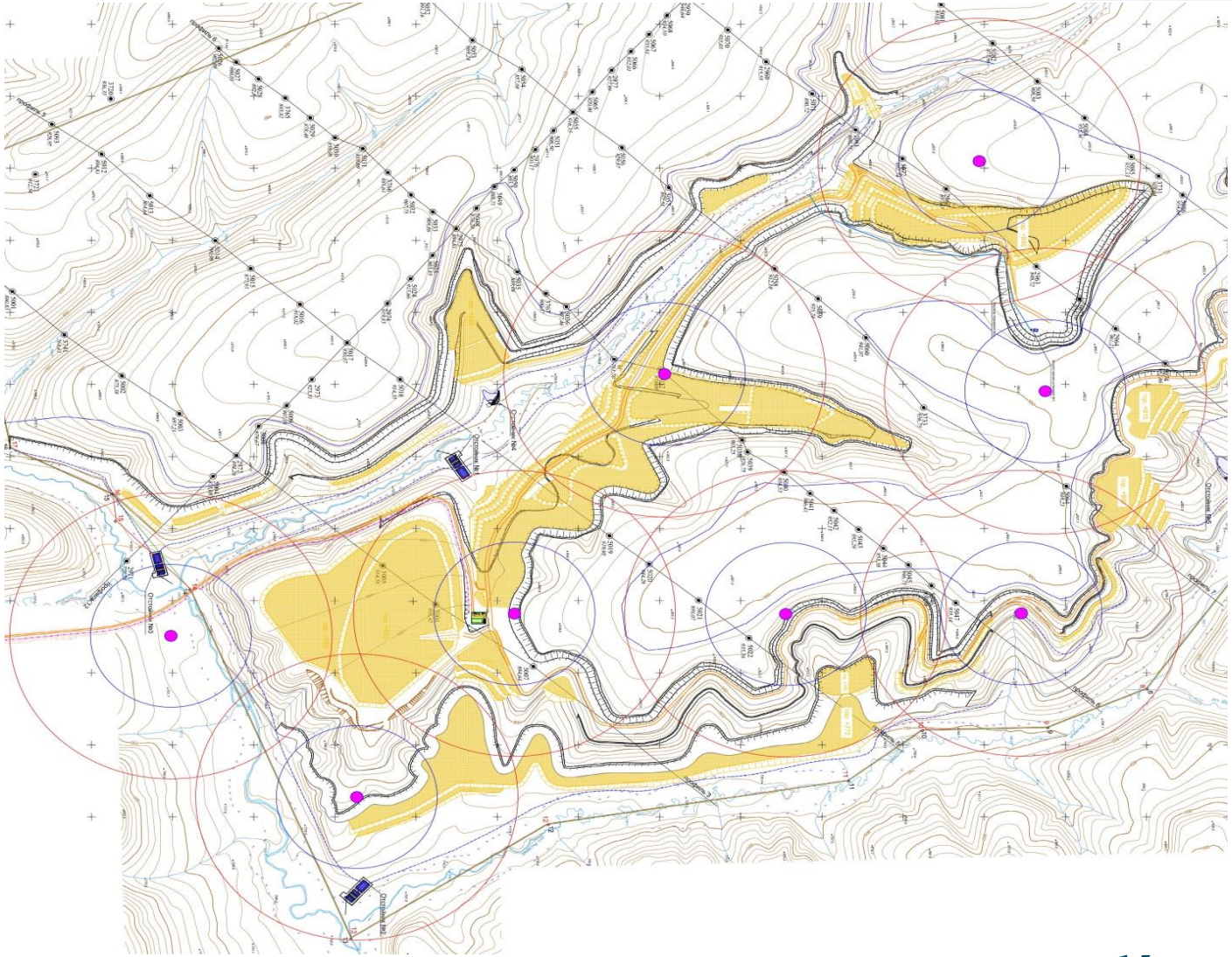
Параметр	Значение
Тип сейсмоприёмника	Велосиметр; акселерометр
Количество осей	3 для каждого датчика
Число каналов измерений	6
Частотный диапазон	0,2..400 Гц
Максимальный уровень сигнала	5 мм/сек.; ±8 g
Уровень шума	0,0001 мм/сек.; 0,0002 g
Динамический диапазон	106 дБ; 80 дБ
Скорость передачи данных	100 Мбит/сек. (Ethernet)
Источники синхронизации сигналов	GPS/ГЛОНАСС | Galileo/BeiDou
Синхронизация по ЛВС	PTP (IEEE1588)
Точность синхронизации по GPS	3 мкс
Точность синхронизации по PTP	10 мкс

СЕЙСМ

АЛЗАМИР

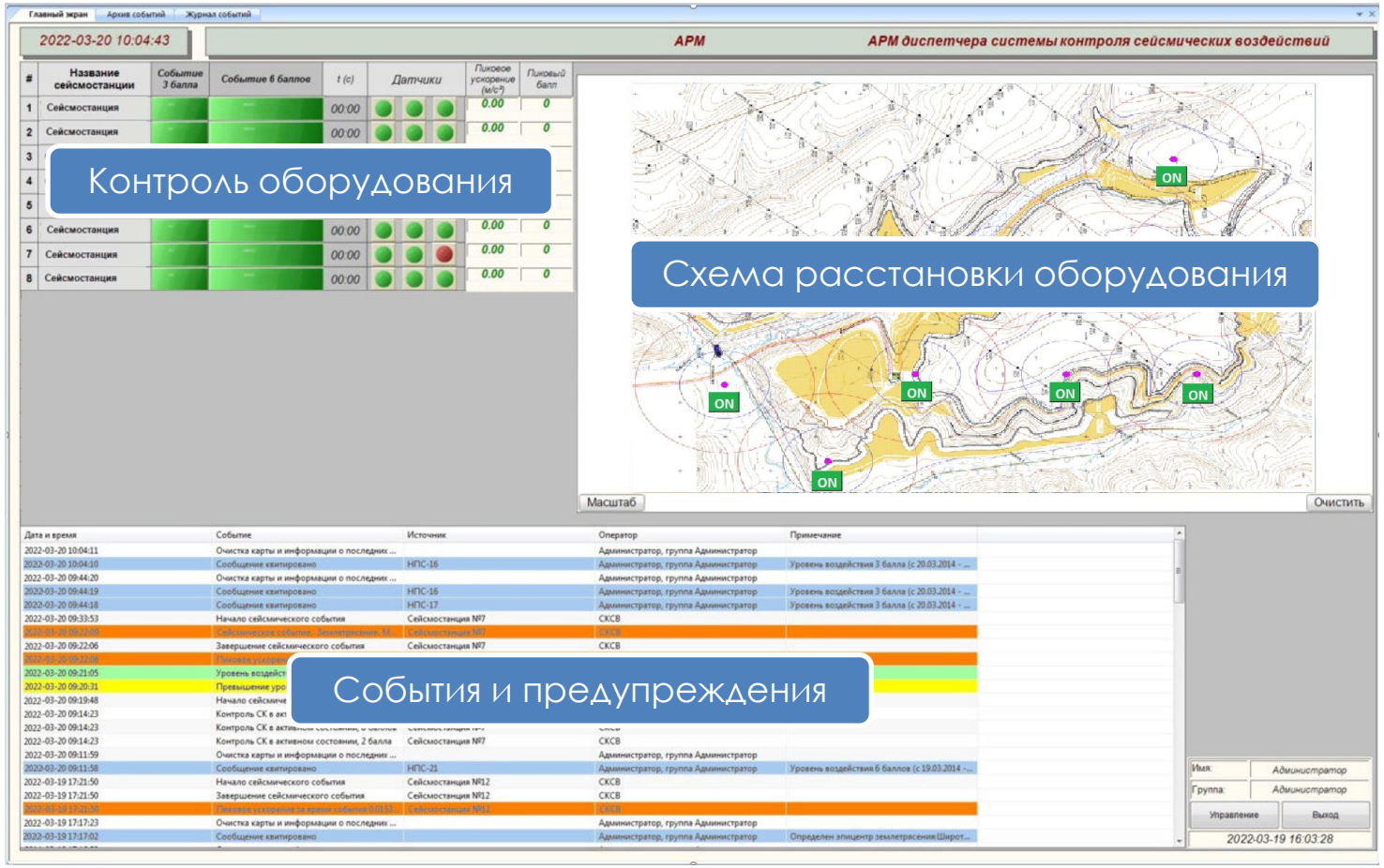
Пример схемы расположения сейсмопавильонов

- Сейсмопавильоны располагаются на расстоянии 1 км друг от друга на всей территории проведения горных работ.
- Минимальное количество сейсмопавильонов для функционирования системы составляет 4 шт.
- Увеличивая плотность сейсмопавильонов – увеличиваем точность определения сейсмоочагов.
- Возможно подключение к сейсмоповильону дополнительного оборудования сторонних производителей



ПРОЕКТ АЛЗАМИР

Программное обеспечение



Состоит из:

- Пакета утилит оборудования для анализа и контроля;
- SCADA–системы сбора и отображения данных;
- Модулей расширения и конфигураций для SCADA*.

*SCADA —(***S**upervisory **C**ontrol **A**nd **D**ata **A**cquisition) диспетчерское управление и сбор данных*

Программное обеспечение

- SCADA содержит более 56 готовых модулей для обработки данных.
- SCADA, используя технологию OPC, позволяет организовать взаимодействие с внешними программами, поддерживающими эту технологию.
- SCADA позволяет создавать сценарии на Visual Basic.
- SCADA имеет открытую архитектуру, позволяющую дописывать модули, требующиеся в рамках проекта.
- SCADA поддерживает визуальное программирование, что позволяет быстро создавать конфигурации для обработки данных предприятия.

Документы, поставляемые с системой

- Проект системы;
- Рабочая (монтажная) документация;
- Сметный расчет;
- Методика испытаний системы при сдаче;
- План наработки критериев и фильтров;
- Паспорт (или формуляр);
- Руководство по установке и эксплуатации;
- Руководство администратора;
- Руководство пользователя;
- Дистрибутив ПО «АЛЗАМИР-ГЕО» с защитным ключом.

Внедрение системы

- Обследование предприятия;
- Сканирование и построение 3D-модели разреза;
- Выпуск проектной, рабочей и эксплуатационной документации;
- Монтаж сейсмопавильонов, пуско-наладка системы;
- Настройка системы – наработка критериев и фильтров (1-й год эксплуатации);
- Аутсорсинг сейсмомониторинга;
- Обучение специалистов заказчика и консультационные услуги;
- Выезд к Заказчику по требованию;
- Ремонт оборудования, метрологическая поверка, обновление ПО.

Выводы

Автоматизированная система «АЛЗАМИР-Гео»:

1. применяется как система безопасности в составе МФСБ предприятия, ведущих открытые горные работы или эксплуатирующих гидросооружения;
2. расширяемая система как по количеству сейсмопавильонов, так и по количеству функций (добавление новых типов датчиков);
3. поддерживает промышленные стандарты: стандартную архитектуру, стандартные интерфейсы сопряжения, стандартные форматы хранения данных;
4. просто монтируется, обслуживается, контролируется;
5. имеет понятную, проверяемую и настраиваемую систему обнаружения опасностей, что позволяет повысить безопасность работ, снизить издержки, быстро провести обучение персонала;
6. может использоваться как инструмент анализа состояния горного массива инженерно-техническими работниками.

Контактная информация

Генеральный директор - Заятдинов Дамир Фанисович
тел.: +7 961 701 31 67
Технический директор - Айкин Андрей Владимирович
тел.: +7 923 491 27 19
Начальник коммерческого отдела – Рерих Елена Викторовна
тел.: +7 913 301 73 54
Начальник отдела АСУТП - Решетников Владимир Владимирович
тел.: +7 913 319 66 25

Юридический адрес:
Кемеровская область, г. Кемерово, пр-кт, Химиков 14-71
Фактический адрес:
Кемеровская область, г. Кемерово, ул. Шестакова, д. 6, офис 216
Почтовый адрес:
650036, Кемеровская область, г. Кемерово, ул. Гагарина, 151, а/я 1051
Телефон: +7 961 701 31 67

Сайт: alzamir.ru
E-mail: alzamir.prom@yandex.ru

КОНТА

АЛЗАМИР

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!