

ООО «АЛЬФАСЕЙСМИКА»

Технологии искусственного интеллекта и волновые методы неразрушающего контроля зданий и сооружений

Проблема!

ИСТОЧНИКИ ПРОБЛЕМ:

- Ошибки проектирования
- Ошибки строительства
- Ошибки эксплуатации
- Природные факторы
- Техногенные факторы
- Время



Норильск
штраф
≈ 40 млрд руб.

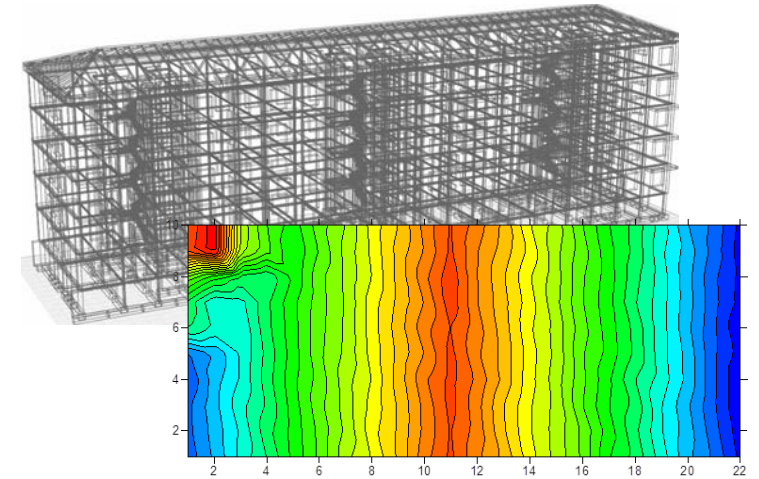
Омск, осень 22

Обрушение
2-х подъездов



МОЖНО БЫЛО ИЗБЕЖАТЬ!

Продукт – технология неразрушающего контроля



01 Измерение резонансных частот сооружения.

02 Выделение стоячих волн.

03 Интерпретация полученного результата методами ИИ.



ГИБРИДНЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

- Как выявлять аномальные зоны ?
- Как классифицировать аномальные зоны?
- Как выявить проблему приведшую к возникновению дефектов и аномальных зон ?
- Как минимизировать количество измерений?

**МАКСИМАЛЬНО УБРАТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР
ВО ВРЕМЯ ИСПОЛНЕНИЯ ПРОТОКОЛОВ!**

Методы и методика исследований

Пассивная сейсморазведка основанная на выделении стоячих волн



- Определение устойчивости свай фундамента
- Определение напряженно-деформированного состояния фундамента
- Локализация скрытых дефектов
- Оценка остаточного ресурса сооружения
- Оценка обводненности грунтов

Пример установки горизонтальных и вертикальных геофонов GS20DX и одноканальных автономных цифровых регистраторов Texan (RefTek-125A) на свае.



Комплексирование геофизических Методов
Приборы электроразведки

Предлагаемая технология, неразрушающего контроля, позволяет решать широкий спектр инженерных задачи:

- Определение напряженно-деформируемого состояния (НДС) зданий и сооружений.
- Определение остаточного ресурса здания.
- Несущая способность свай.
- Определение глубины погружения свай. Определение характера закрепления свай (висячая/стойка).
- Определение положения кровли мерзлых пород.
- Выявление линз, таликов, пустот и полостей в земле и грунте.
- Динамический мониторинг любых зданий, сооружений и отдельных элементов на предмет обнаружения аномальных зон (слабые места, наличие трещин, коррозии, определение остаточного ресурса и т.п.)

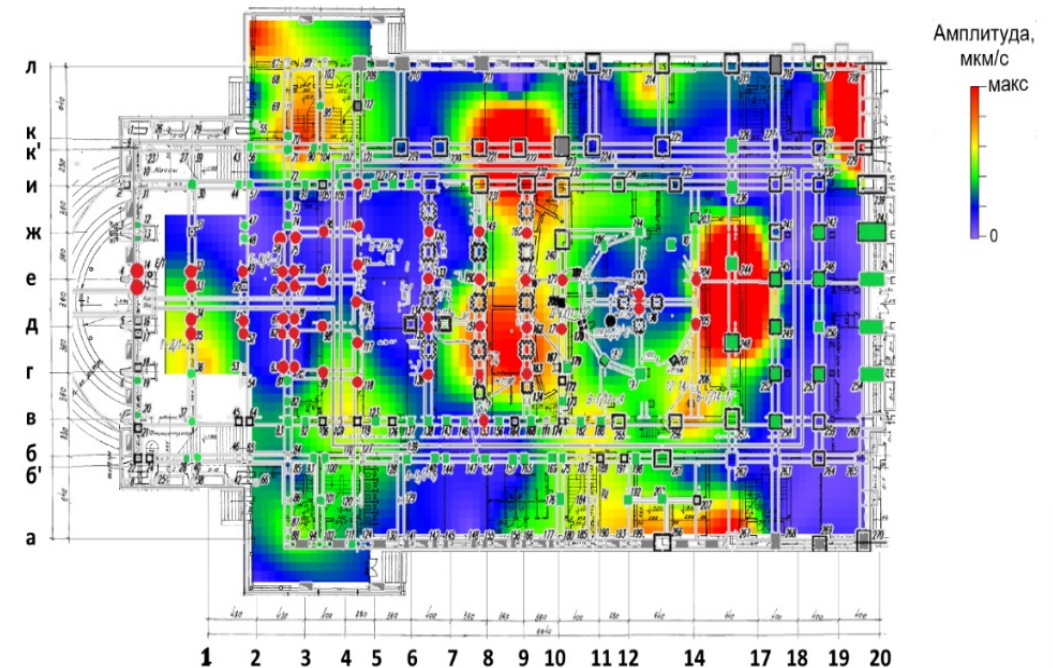
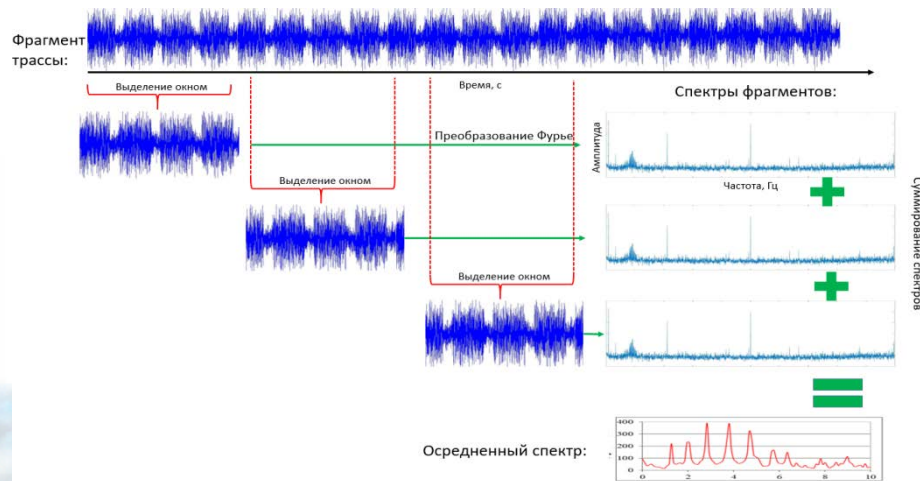
ВИДИМ ТО, ТО ЧТО СКРЫТО!

Методика выделения стоячих волн из микросейсм

1. Установка датчика рядом с исследуемым объектом, для записи наводок.
2. Запись шумовых данных (перемещаемый датчик + опорный).
3. Нормирование данных на уровень шумов.
4. Разбиение шумовой записи на блоки.
5. Преобразование Фурье для каждого блока и осреднение по всем блокам.
6. Построение амплитудно-частотного распределения вдоль исследуемого объекта.

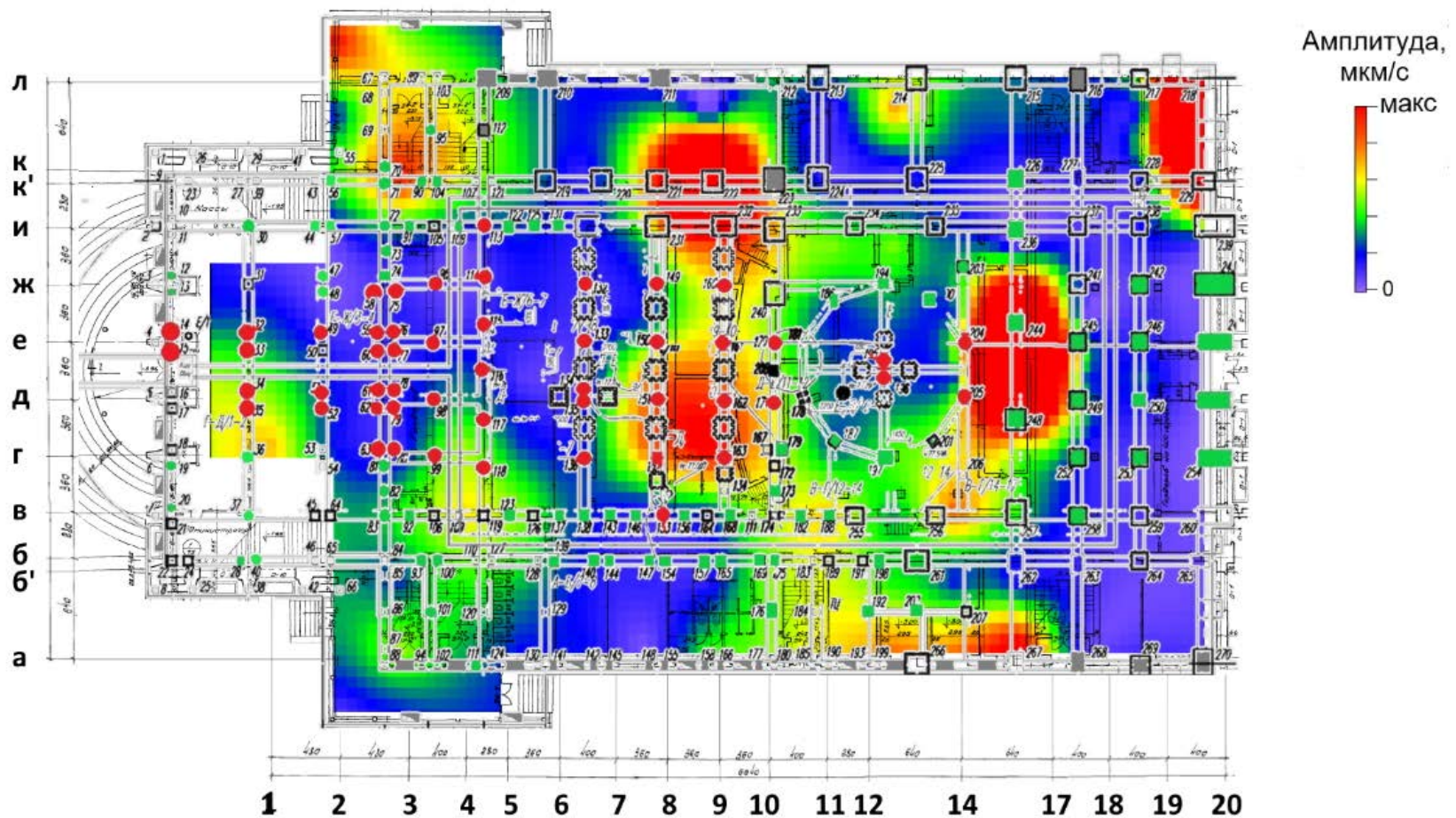
Что позволяет метод?

- ✓ Выявить проблему
- ✓ Локализовать
- ✓ Классифицировать



ВИДИМ ТО, ТО ЧТО СКРЫТО!

Результаты обследования



ВЫВОДЫ:

Из 130 свай,
42 потеряли
устойчивость!

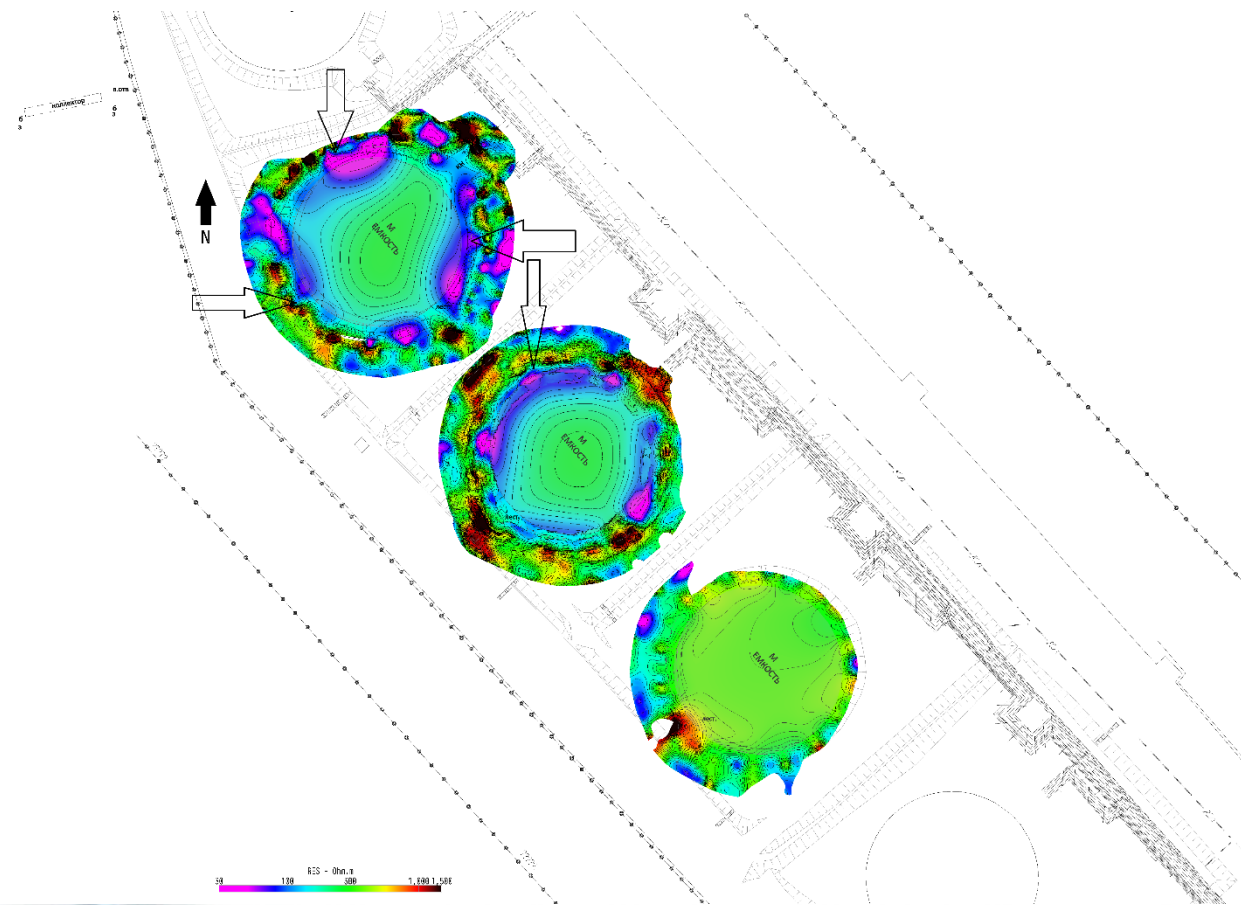
Определение потери устойчивости топливных резервуаров

Для обеспечения безопасной эксплуатации топливных резервуаров необходимо периодически контролировать их состояние. В настоящей работе представлены результаты натурных экспериментов, демонстрирующие возможность обнаружения потери устойчивости основания топливных резервуаров.

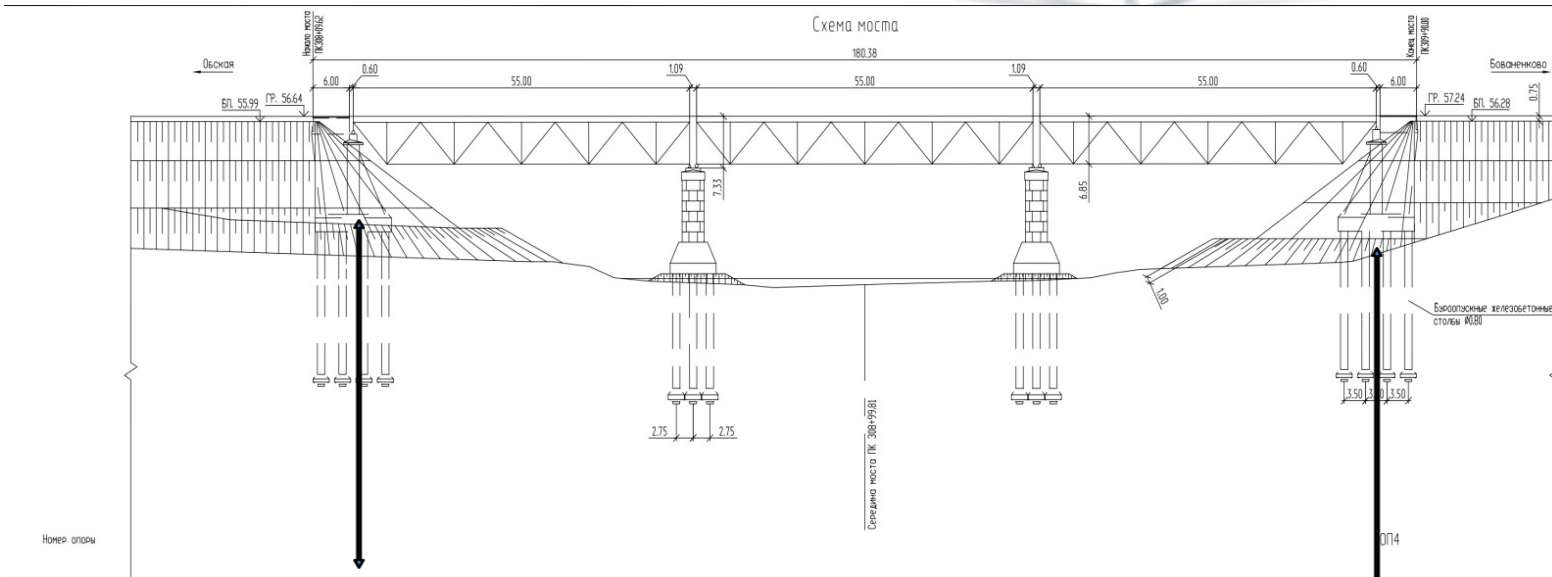
Фундаменты резервуаров опираются на сваи в многолетнемерзлых грунтах.

Для выделения стоячих волн из регистрируемого на поверхности покрытия акустического шума применялось накопление амплитудных спектров большого числа шумовых записей. Показано, что по накопленным амплитудным спектрам, полученным при наблюдениях на исследуемых объектах, можно уверенно идентифицировать потерю устойчивости исследуемого объекта.

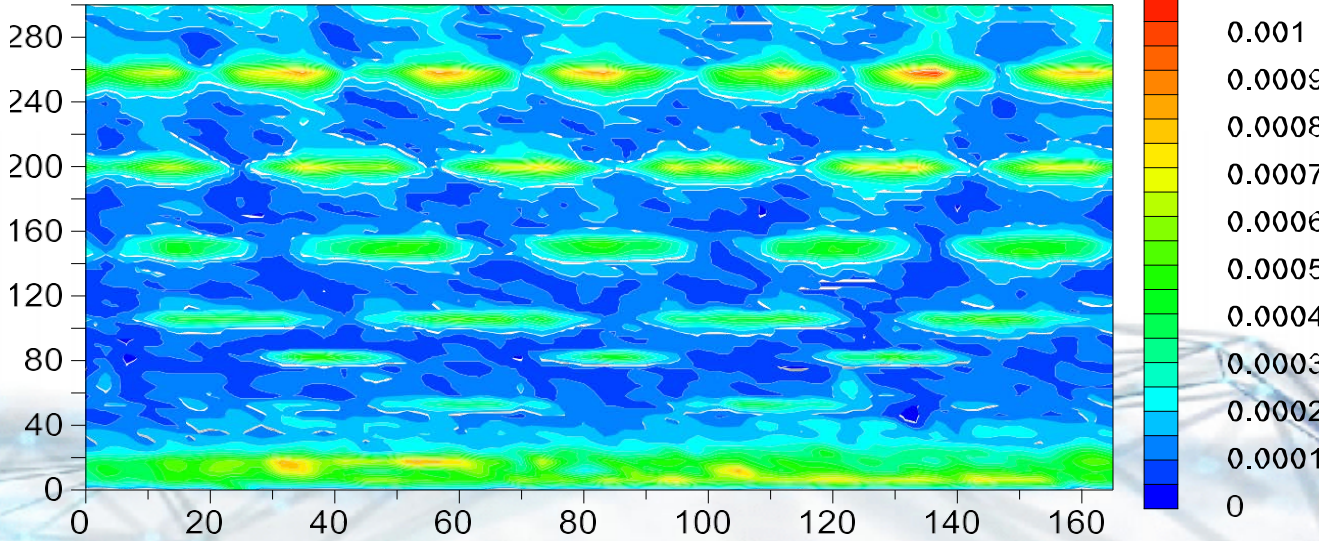
Проведено сравнение полученного результата с результатами электротомографии.



Оценка состояния устойчивости мостов

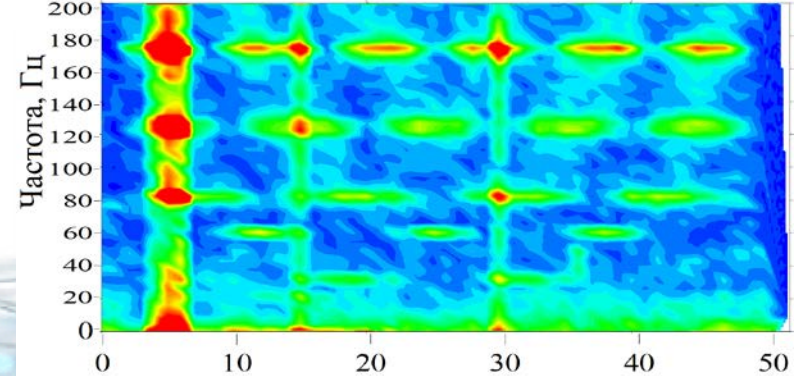
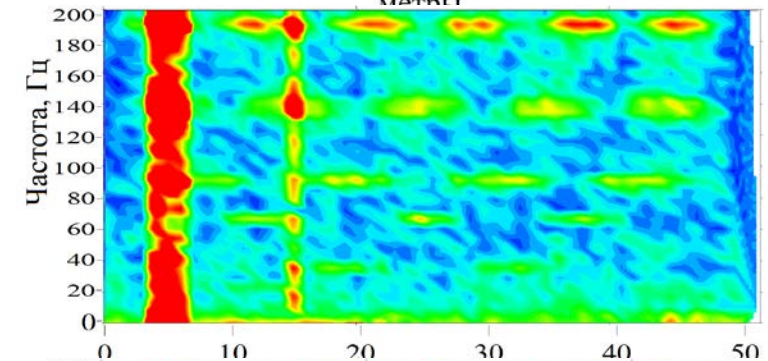
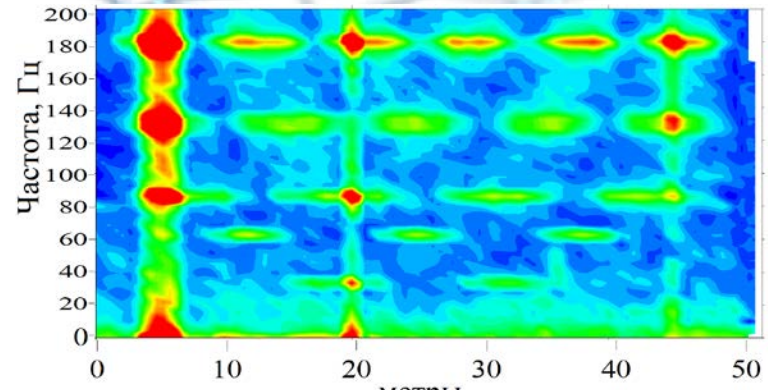


Отметка земли, м	37.80	35.90	35.90	35.20	33.60	33.10	32.60	32.20	32.70	33.10	33.20	33.60	34.30	34.80	35.80	36.00	42.20	45.00
Расстояние, м	65	4	6	4	6	15	5	18	17	8	9	4	4	33	21	10		

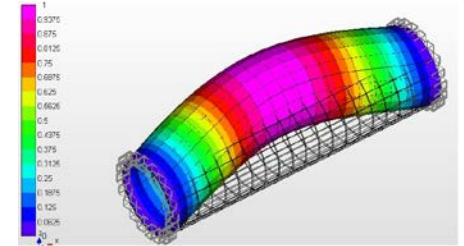


- Проверить пролеты мостов и опоры на устойчивость.
- Определить длины свай и характер их закрепления у основания ("висячая" или жестко закрепленная опора).
- Поставить датчик предупреждения ЧС (при изменении собственных колебаний сооружения отправляется смс с оповещением).

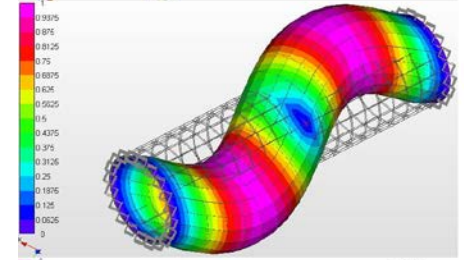
Определение состояния водоводов и трубопроводов



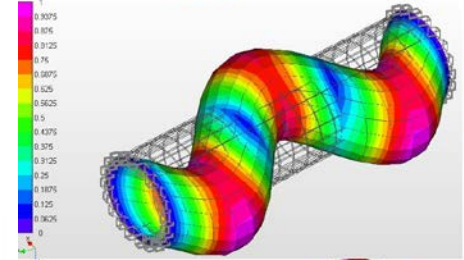
1 Мода



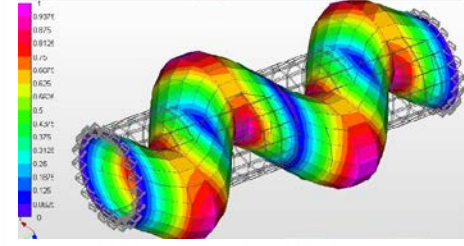
2 Мода



3 Мода

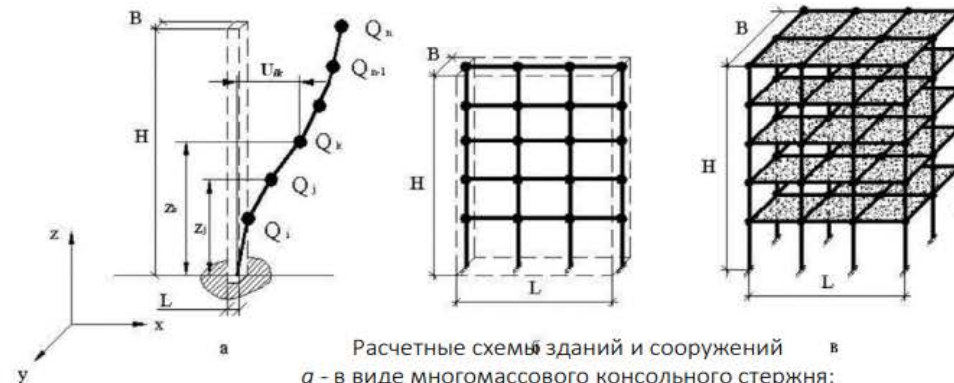
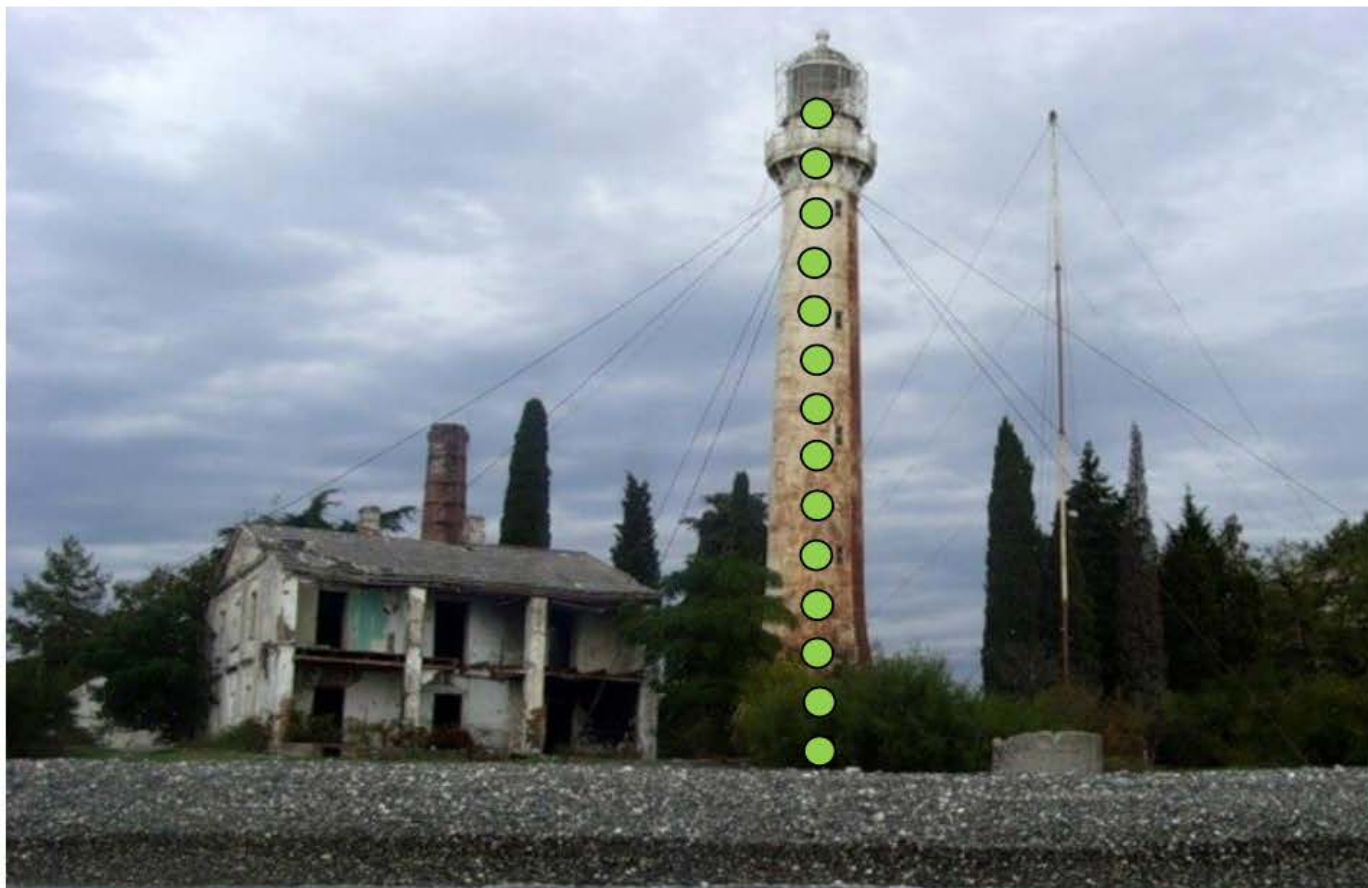


4 Мода



Определение собственных колебаний вдоль маяка

Расположение точек регистрации :



Расчетные схемы зданий и сооружений в
 а - в виде многомассового консольного стержня;
 б - в виде многомассовой перекрестной системы;
 в - в виде пространственной динамической модели.
СНиП II-7-81 Спектральный метод расчета

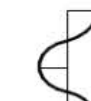
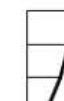
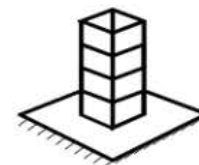
Здание столбчатого типа

По высоте

1 форма

2 форма

3 форма



Активация Windows

Windows активирован не полностью. Перейдите в раздел "Параметры" для активации Windows, перейдите в раздел "Параметры"

ГОСТ 34081-2017 ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ

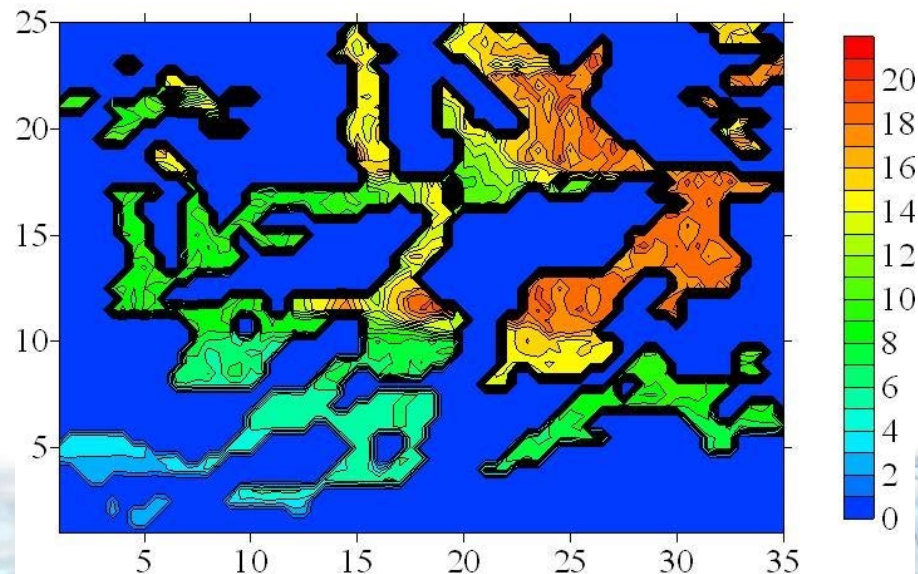
Определение собственных колебаний вдоль маяка Расположение точек регистрации : ГОСТ 34081-2017 ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОСНОВНОГО ТОНА СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ

КАРТИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ПУСТОТ МЕТОДОМ СТОЯЧИХ ВОЛН (НА ПРИМЕРЕ БАРСУКОВСКОЙ ПЕЩЕРЫ)

<https://pbs.twimg.com/media/EXOU36-X5NSD.jpg>



Пассивный сейсмический метод стоячих волн использован для исследования Барсуковской карстовой пещеры. Ходы и гроты пещеры общей длиной около 200 м образовались в массиве карбонатных пород. Их максимальная глубина от поверхности земли достигает нескольких десятков метров.

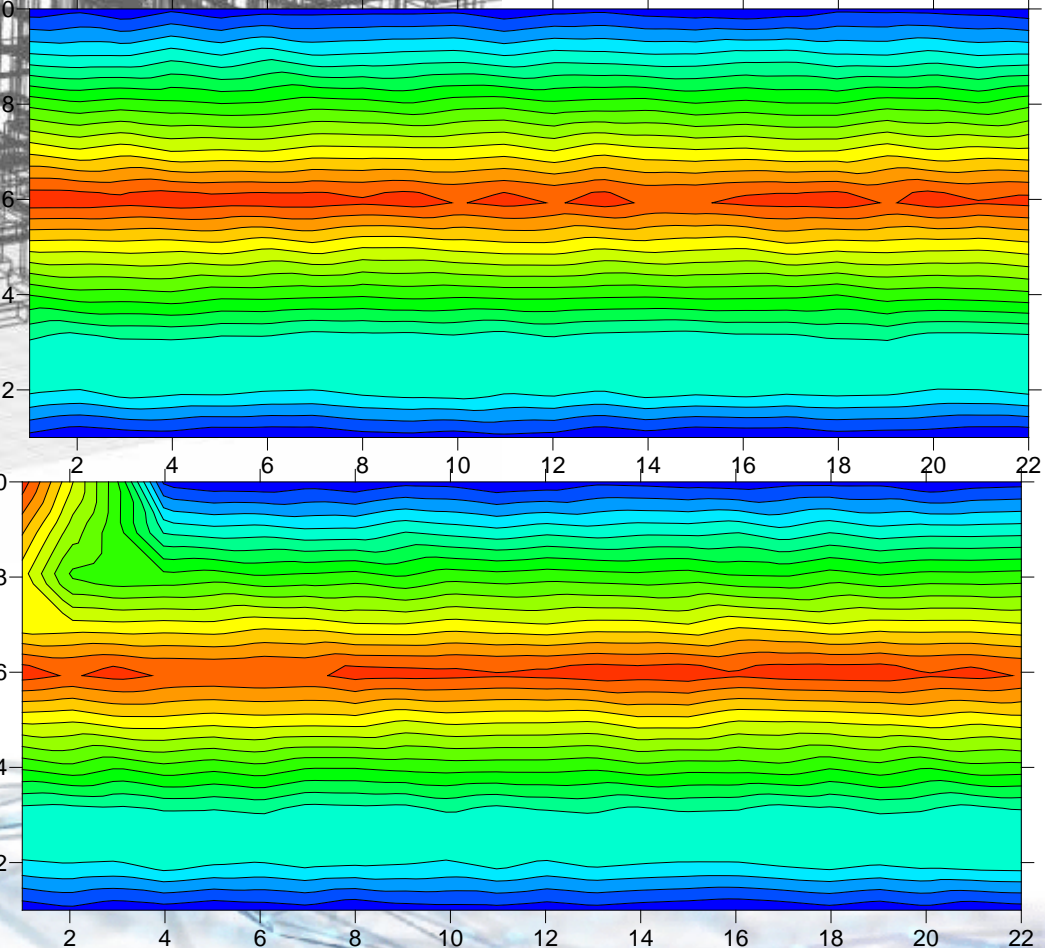
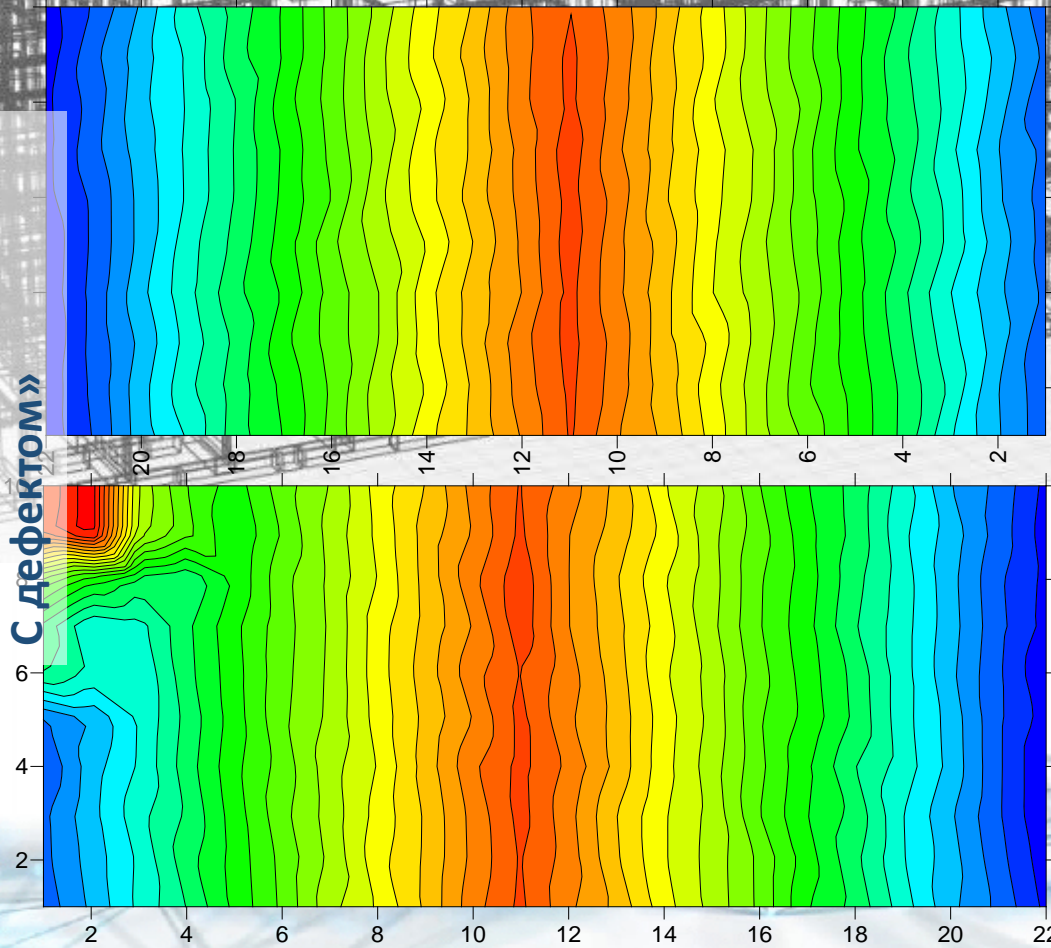


Использованный для исследования пещеры метод основан на эффекте генерации микросейсмами семейства стоячих волн в породном массиве между земной поверхностью и кровлей пещеры.

Полученная карта отражает строение пещеры в плане и подтверждает сравнение со схемой пещеры, составленной ранее одним из спелеологов.

Определение прочности зданий – волновая модель панельного дома («Хрущевка» серия 1-464)

Объект
«панельная
Пятиэтажка
С дефектом»



X

Y

Текущее состояние

- ✓ Изношенность основных фондов в РФ – в среднем 45-50%, около 25 млн. кв м жилья с износом более 70%, около 82 млн. кв м с износом 66-70%. Требуется методы «быстрого» обследования конструкций.
- ✓ Волновой метод обследования относится к технологичным, «быстрым» методам обследования, позволяющим видеть «внутреннее» состояние объекта.
- ✓ Метод апробирован на объектах Новосибирска, Норильска, Салехарда, Абхазии, и тд.
- ✓ Нормативная база. Существующие ГОСТы применения волновых методов для использования в определении состояния сооружений и конструкций.



Применение метода

Жилые	Промышленные	Инфраструктурные
Дома	Здания Сооружения Цеха	Мосты Столбы, опоры Дамбы Трубопроводы

Обследование

инструментальное обследование, позволяющее определить текущее состояние объекта. Выявление аномальных зон.

Мониторинг

постоянное наблюдение за состоянием объекта.
Постановка под постоянный контроль объектов критической инфраструктуры. Изучение факторов влияния.
Выделение негативных факторов воздействия на объект.

ЛЮБЫЕ ТИПЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Жизненные циклы объекта

01

Проектирование – получение карт ожидания стоячей волны (КОСВ)

02

Строительство – получение карт реальных стоячих волн (КРСВ)
Контроль арматуры, примененных материалов, закреплений, скрытых дефектов.

03

Эксплуатация – получение КРСВ. Выявление аномальных зон, остаточного ресурса, устойчивости, напряженно-деформированного состояния.

04

Реновация (капитальный ремонт, реконструкция, снос) – получение КРСВ. Выявление аномальных зон, остаточного ресурса, устойчивости, напряженно-деформированного состояния.

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗМОЖНО
НА ЛЮБОМ ЭТАПЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТА**

Емкость рынка в РФ

100 млрд руб.

TAM

Исходя из общего количества недвижимости в РФ.

25 млрд руб.

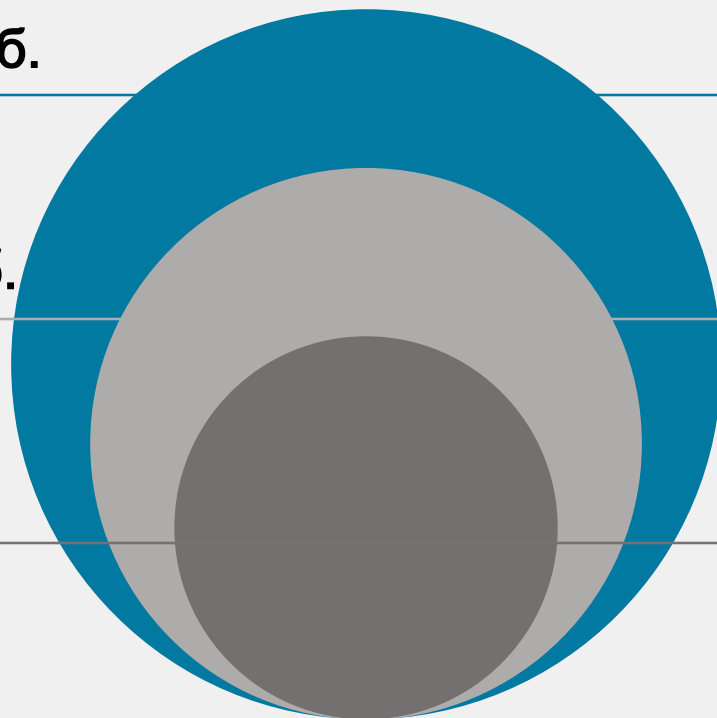
SAM

По статистическим данным, рынок обследование в РФ.

1 млрд руб.

SOM

Реальная доля «АльфаСейсмики» может составить до 5%.



Существующие ГОСТы, СНИПы и СП обследования сооружений и конструкций

1. ГОСТ 18353-79. КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ. Классификация видов и методов. (<https://docs.cntd.ru/document/1200006401>)
2. ГОСТ 17624—2012 БЕТОНЫ. Ультразвуковой метод определения прочности. (<https://docs.cntd.ru/document/1200101539>)
3. ГОСТ 22690—2015 БЕТОНЫ. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. (<https://docs.cntd.ru/document/1200124396>)
4. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. (<https://rags.ru/gosts/gost/54142/>)
5. СП 454.1325800.2019. Свод правил. Здания жилые многоквартирные. Правила оценки аварийного состояния. (<https://docs.cntd.ru/document/564542211>)
6. СП 13-102-2003 Обследование несущих строительных конструкций. (<https://docs.cntd.ru/document/1200034118>)
7. ГОСТ Р 54859-2011. Здания и сооружения. Определение параметров основного тона собственных колебаний. (<https://docs.cntd.ru/document/1200092227>)
8. ГОСТ Р 53778-2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. (<https://docs.cntd.ru/document/1200078357>)
9. ГОСТ 34081-2017 здания и сооружения. Определение параметров основного тона собственных колебаний (<https://docs.cntd.ru/document/1200157292>)
10. СНиП II-7-81 (<https://docs.cntd.ru/document/1200000291>)
11. СНиП II-A.13-69 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» (<https://meganorm.ru/Data2/1/4293788/4293788172.pdf>)
12. ГОСТ Р 55596—2013 (<https://docs.cntd.ru/document/1200105687>)
13. ГОСТ Р 52862-2007 (<https://docs.cntd.ru/document/1200066539>)
14. ГОСТ 30630.1.7-2013 (<https://docs.cntd.ru/document/1200113483>)
15. ГОСТ 14782-86 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ. СОЕДИНЕНИЯ СВАРНЫЕ. МЕТОДЫ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ (<https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294852/4294852670.pdf>)

Команда

Игорь Болдырев
CEO



- Соучредитель и генеральный директор АНО «Кластер искусственного интеллекта»
- +25 лет опыта работы в бизнесе и управлении производственными компаниями
- Директор Центра смарт-технологий и искусственного интеллекта НГУ

Аркадий Рофе



- Соучредитель и заместитель директора «Альфасеймика»
- +25 лет опыта работы в бизнесе и управлении компаниями

Константин Федин
Scientific advisor



- Соучредитель и заместитель директора «Альфасеймика»
- Кандидат технических наук
- Соавтор метода «Применение пассивного метода стоячих волн в инженерной сейсмике»

Дмитрий Свириденко
Scientific advisor



- Доктор физико-математических наук, профессор
- Премия Академии наук СССР за разработку теории семантического моделирования
- Развитие подхода гибридного искусственного интеллекта к моделированию интеллектуальных цифровых двойников

Контролируем здоровье зданий и сооружений

**Болдырев Игорь
Анатольевич**

Академик Российской инженерной академии,
директор центра смарт-технологий
и искусственного интеллекта
Новосибирского государственного
университета, ООО «АльфаСейсмика»



bia10@yandex.ru



www.alphaismica.ru