



**'АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ, БЕЗОПАСНОСТИ  
ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ, ЭКСПЕРТИЗА И ОЦЕНКА РИСКОВ'  
ПАМЯТИ Ю.А. БЕРЖИНСКОГО**

05 – 07 декабря 2023 года

**Инженерно-сейсмометрический мониторинг для прогноза  
сейсмостойкости (конструктивной надёжности) и  
обеспечения сохранности объектов жилищной сферы на  
урбанизированных территориях Российской Федерации**

Булыкин Владислав Игоревич, главный специалист самостоятельного структурного подразделения  
«Жилищное обеспечение граждан» ППК «Фонд развития территорий», г. Москва



# Характер последствий сильных землетрясений на урбанизированных территориях

Ущерб от землетрясений в целом по миру, связанный в основном с разрушением объектов гражданского строительства, превышает ущерб от всех остальных природных катастроф. Очередным трагическим примером явилось турецко-сирийское землетрясение, произошедшее в феврале 2023 г., которое унесло около **60 тыс.** человеческих жизней в результате разрушения свыше **5700** гражданских объектов. Мировая статистика свидетельствует, что в первую очередь разрушаются объекты жилого фонда и социальной инфраструктуры: старая жилая застройка, не сейсмостойкие здания и сооружения, а также объекты, утратившие сейсмостойкость в процессе эксплуатации.



# Статистика землетрясений на урбанизированных территориях

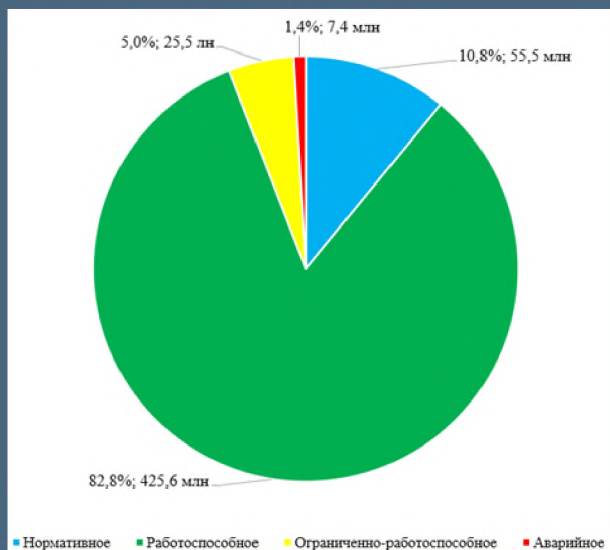
Сильные землетрясения на застроенных территориях наблюдаются сравнительно редко, например, последнее катастрофическое землетрясение интенсивностью свыше **9 баллов** по шкале MSK 64 в Российской Федерации произошло на Сахалине **около 30 лет назад**. Напротив, сейсмические колебания относительно слабой интенсивности **4-6 баллов**, как правило, не ощущаемые и регистрируемые только приборами, возникают на сейсмоопасных территориях гораздо чаще, **более 100 раз в год**, однако их постоянные воздействия на эксплуатируемые объекты вызывают в материале конструкций усталостные явления, сопровождающиеся накоплением внутренних повреждений, и приводящие к изменению физического состояния конструкций, которые визуально не всегда обнаруживаются и могут приводить к саморазрушению конструкций. В результате возникает так называемый дефицит сейсмостойкости строительных объектов. Иными словами, здания и сооружения «стареют» гораздо быстрее на сейсмически активных территориях.



# Структура жилищного фонда на урбанизированных сейсмических территориях

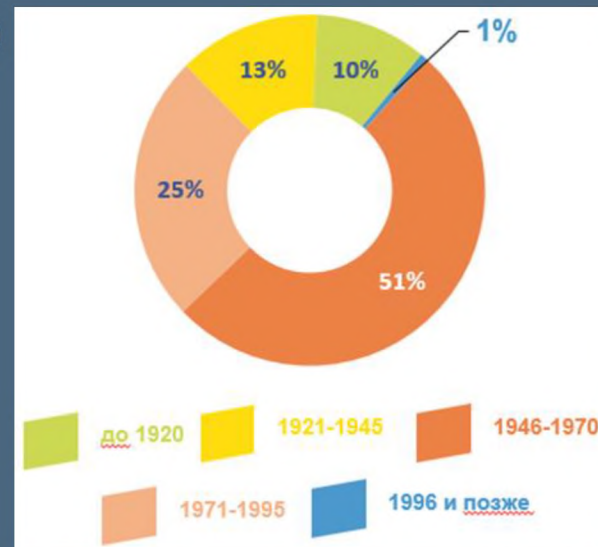
В нашей стране на этих территориях расположены 29 субъектов, современная застройка которых представлена как новыми современными строениями, включая уникальные объекты, так и огромным постсоветским жилым фондом, состоящим из 5-8 и 9-12-ти этажных многоквартирных домов массовых типовых серий, построенных в период 60-х – 80-х годов прошлого века общей площадью, превышающей 500 млн. квадратных метров. К ним относятся крупнопанельные и крупноблочные жилые дома, каркасно-панельные, панельно-блочные, кирпичные, с применением местных строительных материалов и др.

а)



Аварийное ТС	деревянные одно- и двухэтажные, кирпичные и иные двухэтажные
Ограниченно-работоспособное	в основном ≤ 5 этажей, кирпичные, блочные, панельные
Работоспособное	в основном ≥ 9 этажей, панельные, монолитные
Нормативное ТС	в основном монолитные, после 1990 г. постройки

б)



Структура технического состояния объектов жилищного фонда:

- а) – в разрезе категорий технического состояния;  
 б) - структура аварийного жилищного фонда страны в разрезе годов постройки

# Сейсмодефицитный жилищный фонд

По данным, представленным ОИВ субъектов Российской Федерации около **143 млн м<sup>2</sup>** жилья имеет дефицит сейсмостойкости, что в случае признания их не пригодными для проживания многократно (**более 620 %**) увеличит аварийный фонд страны и потребует колоссальных (**порядка 12 трлн руб.**) затрат на расселение и эти здания станут главной угрозой при ближайшем сильном землетрясении.

1 Федеральный округ	2 Кол-во МКД	3 Общая площадь, м <sup>2</sup>	4 Использовались данные ДСР		Представлены данные о сейсмодефиците									
					6 всего		8 до 2 баллов		10 2 балла и более		12 были представлены данные о классе сейсмостойкости МКД		14 были использованы данные ДСР	
					6 м <sup>2</sup>	7 в % от гр. 3	8 м <sup>2</sup>	9 в % от гр. 3	10 м <sup>2</sup>	11 в % от гр. 3	12 м <sup>2</sup>	13 в % от гр. 6	14 м <sup>2</sup>	15 в % от гр. 6
5 Дальневосточный	5 969	13 172 325	1 309 372	10%	2 424 613	18%	982 164	7%	1 442 449	11%	2 011 108	83%	555 406	23%
6 Сибирский	17 405	46 609 552	37 202 663	80%	37 805 690	81%	14 927 276	32%	22 878 414	49%	24 849 563	66%	32 854 744	87%
7 Южный	11 900	53 496 690	2 161 006	4%	20 050 337	37%	2 027 221	4%	18 023 116	34%	20 047 536	100%	360 618	2%
8 Северо-Кавказский	12 446	31 546 429	386 769	1%	19 929 070	63%	13 217 615	42%	6 711 455	21%	18 547 778	93%	386 769	2%
9 ИТОГО	47 720	144 824 996	41 059 810	28%	80 209 710	55%	31 154 276	22%	49 055 434	34%	65 455 985	82%	34 157 537	43%

# Сейсмодефицитный жилищный фонд

## Проблемы камеральной оценки объёма

Данные, приведённые на предыдущем слайде, были представлены 19 субъектами Российской Федерации из 29 опрошенных. По остальным 10 субъектам была проведена экстраполяция данных, исходя из выявленного соотношения сейсмодефицитного жилищного фонда ко всему жилищному фонду в представивших данные субъектах.

Следует отметить, что эти данные носят весьма оценочный характер ввиду следующих причин:

а) **отсутствует централизованный технический учёт** указанного жилищного фонда, что вызывает обоснованные вопросы о достоверности данных, представляемых регионами по данной теме, необходимости их верификации для возможности использования и корректного сопоставления в рамках страны в целом;

б) **отсутствие единой методики оценки** текущей, фактической сейсмостойкости отдельных зданий, их сейсмодефицита, а также подхода по использованию таких данных для комплексной оценки безопасности застройки из объектов, имеющих сейсмодефицит;

в) **низкая доля жилья**, при оценке сейсмодефицита которого использовались данные **ДСР (СМР)**. Вынужденная ввиду отсутствия, недоступности или возникающая по небрежности подмена данных **ДСР (СМР)** данными **ОСР (2015, 2016)** может полностью нивелировать результаты оценки сейсмостойкости здания и привести к существенному искажению выводов о действительном сейсмодефиците конкретного объекта, как в сторону завышения, так и в сторону занижения;

г) **применение экстраполяции** из-за непредставления запрошенных данных органами исполнительной власти части субъектов Российской Федерации.

Однако, эти данные достаточны для дальнейшей оценки масштабов существующей проблемы.

# Сейсмодефицитный жилищный фонд

## Проблемы «прямолинейного» решения

Возникающая при первом подходе к тематике сейсмодефицитного жилья идея **признать такое жильё аварийным и расселить его** так, как это делается сейчас с аварийным жилищным фондом, признанным таковым по причине естественного физического износа, упирается в следующие проблемы:

### - **стоимость обследования** всего сейсмодефицитного жилищного фонда;

*Исходя из практики, усреднённая стоимость обследования с целью установления категории технического состояния (обследование с целью установления «сейсмодефицита» может быть более объёмным, детальным и, соответственно, дорогим) 1 м<sup>3</sup> строительного объёма многоквартирного дома в соответствии с ГОСТ 31937-2011, рассчитанная по СБЦП 81-2001-25, составляет около 22 руб./м<sup>3</sup> в ценах 2001 г., что соответствует 120 руб./м<sup>3</sup> в актуальных ценах.*

*Таким образом, стоимость обследования всего потенциально «сейсмодефицитного» жилья составит:*

*143 млн м<sup>2</sup> × 3 м × 120 руб./м<sup>3</sup> = **51,48 трлн руб.** (1 080 000 руб. за обследование одного дома), что составляет 2 годовых бюджета Российской Федерации.*

### - **скорость расселения;**

*За период 2019 – 2022 гг. в стране расселено 9 млн м<sup>2</sup> аварийного жилищного фонда, что соответствует 2,25 млн м<sup>2</sup> в год. При распространении этой скорости расселения на весь сейсмодефицитный ЖФ, его расселение займёт:*

*143 млн м<sup>2</sup> ÷ 2,25 млн м<sup>2</sup> в год = **63,55 лет**, что сравнимо с нормативным сроком службы новых домов.*

### - **объём строительных отходов от сноса жилья.**

*Объём образующихся отходов при сносе составляет примерно 1,5 т/м<sup>2</sup>, что даёт:*

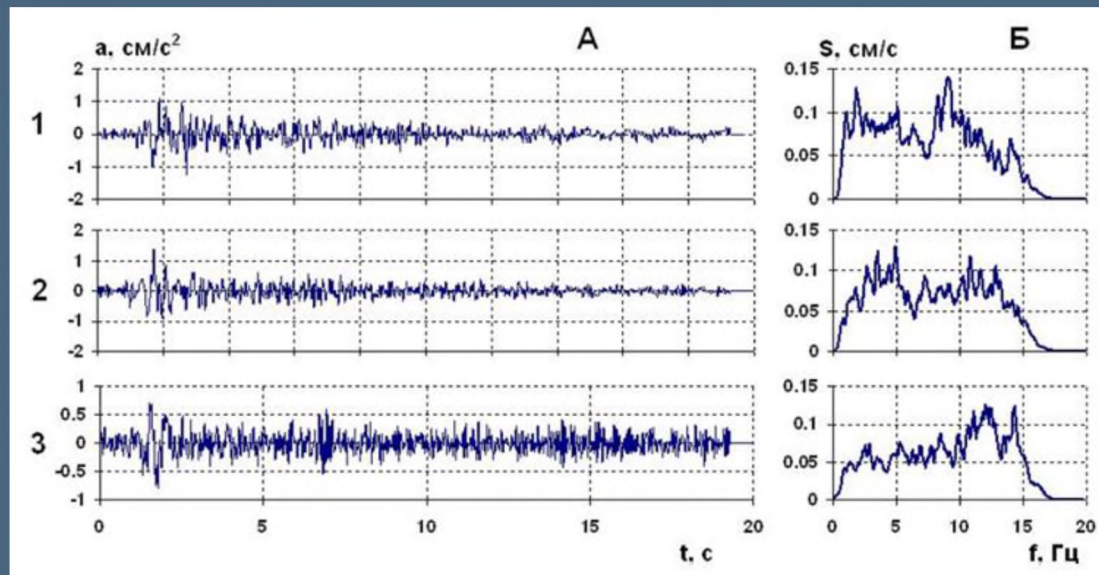
*143 млн м<sup>2</sup> × 1,5 т/м<sup>2</sup> = **215 млн т***

*Такой объём отходов потребует создания индустрии утилизации строительных отходов, их переработки и повторному использованию. При этом основной проблемой может стать экология территорий по их размещению.*

# Методология оценки сейсмических воздействий на строительные объекты

**Сейсмические воздействия** применительно к застроенной территории представляют собой пространственную совокупность горизонтальных и вертикальных колебательных движений грунта с различными спектрами, интенсивностью, продолжительностью и периодичностью возникновения, вызванных природными или техногенными факторами и вызывающие ответную реакцию зданий и сооружений, проявляющуюся в смещении или деформации колеблющихся конструкций.

## Пример записи землетрясения





# Методология оценки сейсмических воздействий на строительные объекты

## Полигонные испытания

**Полигонные испытания** проводят на реальных сооружениях или крупномасштабных фрагментах сооружений с различными источниками, моделирующими сейсмические воздействия либо с помощью вибромашин, либо взрывов. В СССР широко применялся **сейсмозрывной метод** линейно-рассредоточенных взрывов в скважинах с замедленным взрыванием между рядами при испытаниях строительных объектов на полигоне "Ляур" под г. Душанбе, а также в 1986- 1989г.г.в Иркутской области. Позднее, в 1992 г. в г. Ангарске, при испытаниях фрагмента типового пятиэтажного жилого дома был использован способ траншейного подрыва плоских линейно-протяженных зарядов при многорядном заложении и с замедлением взрыва по рядам.

**Сейсмозрывные испытания** в основном применяются для нового строительства, позволяют достичь реальных параметров сильных воздействий: ускорение колебаний порядка 0.4 g, а скорость колебаний 26 см/с, однако требуют длительных, трудоемких подготовительных мероприятий, отведения специальных территорий, обеспечения особых мер безопасности, привлечения специализированного персонала и др.

Наиболее доступны исследования с использованием мощных передвижных вибромашин, устанавливаемых на реальных зданиях, например, при сдаче их в эксплуатацию (новое строительство) или наоборот на отселенных объектах (в период эксплуатации) либо перед их реконструкцией, либо демонтажем и сносом.



Испытание крупнопанельного 9-ти этажного дома в Узбекистане с помощью **вибромашин** инерционного действия типа **В-3**, установленной на покрытии здания

# Методология оценки сейсмических воздействий на строительные объекты

## Лабораторные испытания

**Лабораторные испытания** – экспериментальные исследования, проводимые на моделях сооружений и их элементах небольшого размера, с различного рода механическими источниками возбуждения колебаний (вибромашины, вибростенды с гидроцилиндрами, многокомпонентные сейсмоплатформы с программным управлением).



**Стенд УСП-300** с управляемыми импульсно-вибрационными приводами.

Стенд позволяет обеспечить генерируемый диапазон частот **от 1 до 35 Гц** при максимальной (пиковой) амплитуде ускорения в горизонтальном направлении на базовой частоте 5 Гц – **8 м/с<sup>2</sup>**; длительность воздействия (длительность каждой акселерограммы) - **не менее 60 с**; габаритные размеры грузового лотка - **8,0 × 3,0 × 3,8 м**; максимальная масса полезной нагрузки – **300 т**.

Основными **недостатками лабораторных** исследований является то, что получаемые результаты в связи с отсутствием теории динамического подобия могут быть перенесены на реальные сооружения лишь с большими приближениями и служат в основном для разработки упрощенных моделей поведения сооружений при сейсмических воздействиях, а **полигонных** - проблема моделирования достаточно мощных сейсмических воздействий, опасных для исследуемого сооружения. Получаемые результаты пока не обеспечивают необходимого приближения к реальным сейсмическим воздействиям, особенно на низких частотах, что важно для высотных зданий и сооружений и зданий, обладающих некоторыми системами активной сейсмозащиты.

# Методология оценки сейсмических воздействий на строительные объекты

Натурные инструментальные обследования эксплуатируемых объектов,  
в т. ч. после сильных землетрясений

Такие обследования позволяют оценить **класс сейсмостойкости** реальных объектов и выявить их **остаточный ресурс**, формируемый в результате воздействия естественных сейсмических нагрузок во время эксплуатации, в том числе после землетрясений.

Обследования городской застройки после сильных землетрясений оценивают характер повреждений и разрушений строительных объектов, а также техническое состояние застройки города в целом после сильного землетрясения и служат как для объективной оценки силы землетрясения, так и для практической оценки модели прогноза последствий землетрясений для городской застройки.

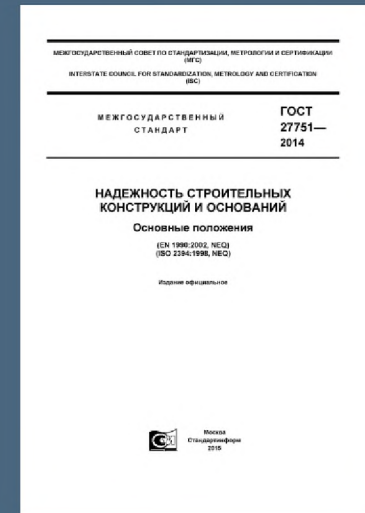
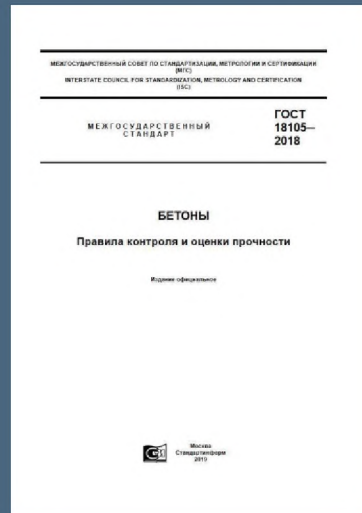


# Методология оценки сейсмических воздействий на строительные объекты

Натурные инструментальные обследования эксплуатируемых объектов,  
в т. ч. после сильных землетрясений

Обследования включают: **подготовку**, предварительное (**визуальное**) и детальное (**инструментальное**) обследования с последующими камеральной обработкой и **поверочными расчетами**. При инструментальном обследовании применяют **косвенные** неразрушающие методы контроля прочности (ультразвуковые, ударного импульса, упругого отскока и т.д.) и **прямые** (отрыв, скалывание ребра и др.), построение **градуировочных зависимостей** между косвенными характеристиками прочности и прочностью, определённой прямыми методами, а также при необходимости - **отбор и лабораторные испытания образцов** грунта и материалов строительных конструкций.

Такой обширный состав работ обуславливает высокую **трудоемкость**, а следовательно и **стоимость** натуральных инструментальных обследований, что является основными недостатками этих обследований, наряду с **фиксацией состояния** объекта только на момент их проведения.



# Методология оценки сейсмических воздействий на строительные объекты

## Инженерно-сейсмометрические наблюдения эксплуатируемых объектов

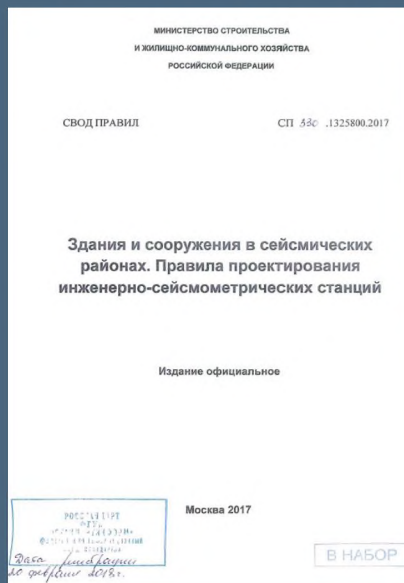
Начало инженерно-сейсмометрическим наблюдениям, было положено работами японского ученого А. Имамура, проводившего в 1920 году инструментальные динамические измерения в здании во время его постройки. Результаты этих опытов были использованы Т. Сайда, Т. Танигути и К. Канаи для регистрации колебаний зданий при землетрясениях небольшой силы. С 1927 года в Японии велись интенсивные работы по созданию аппаратуры для регистрации сильных землетрясений. Систематическая и целенаправленная регистрация поведения строительных конструкций при сильных землетрясениях начала проводиться в Японии с 1952 года, когда были сконструированы акселерографы сильных движений.

Работа по регистрации сильных землетрясений в США были начаты Береговой и Геодезической службой в 1932 году в Южной Калифорнии. Вслед за Японией и США создаются инженерно-сейсмометрические системы наблюдений в Мексике, Новой Зеландии, Чили, Индии, Румынии, Югославии и других странах.

В СССР первые приборы для регистрации колебаний зданий при землетрясениях были установлены в 50-х годах в городе Душанбе. Впоследствии была образована сеть инженерно-сейсмометрической службы Госстроя СССР, насчитывающая к 1990 г. 125 станций, оснащенных измерительными приборами аналогового типа и работающих в ждущем режиме, которые размещались в г.г. Петропавловске-Камчатском, Ялте, Улан-Удэ, Махачкале, Сочи и др. городах, расположенных на сейсмических территориях. После распада СССР инженерно-сейсмометрическая служба, в том числе и ее станции, была ликвидирована, а полученная уникальная информация с записями динамических параметров конструкций объектов жилого фонда была полностью утрачена. Следует отметить, что эта служба постепенно восстанавливается в бывших союзных республиках, в частности в Казахстане на базе института КазНИИСА.

# Требования и правила проектирования ИСС, основные измерительные приборы и их характеристики

Первичная информация о характере сейсмических воздействий на строительные объекты формируется **инженерно-сейсмометрическими станциями (ИСС)**, установленными на зданиях городской застройки. Требования и правила проектирования **ИСС** регламентированы **СП 330.1325800.2017**, согласно которым станция включает аппаратный комплекс измерительных приборов регистрации движения элементов здания или сооружения и участков прилегающего грунта при землетрясениях, объединяющий в единое целое сейсмометрическую аппаратуру (первичные преобразователи), установленную на элементах здания, а также на грунте вблизи этого здания, аппаратуру и оборудование обрабатывающего центра, каналы связи и другую аппаратуру (при необходимости). Основными измерительными элементами станции являются сейсмометры и акселерометры, регистрирующие синхронно во времени колебания конструкций и грунта.



# Принцип размещения измерительных приборов на строительных конструкциях

Приборы устанавливают на несущих конструкциях в соответствии с особенностями их конструктивных схем и задачами исследований.

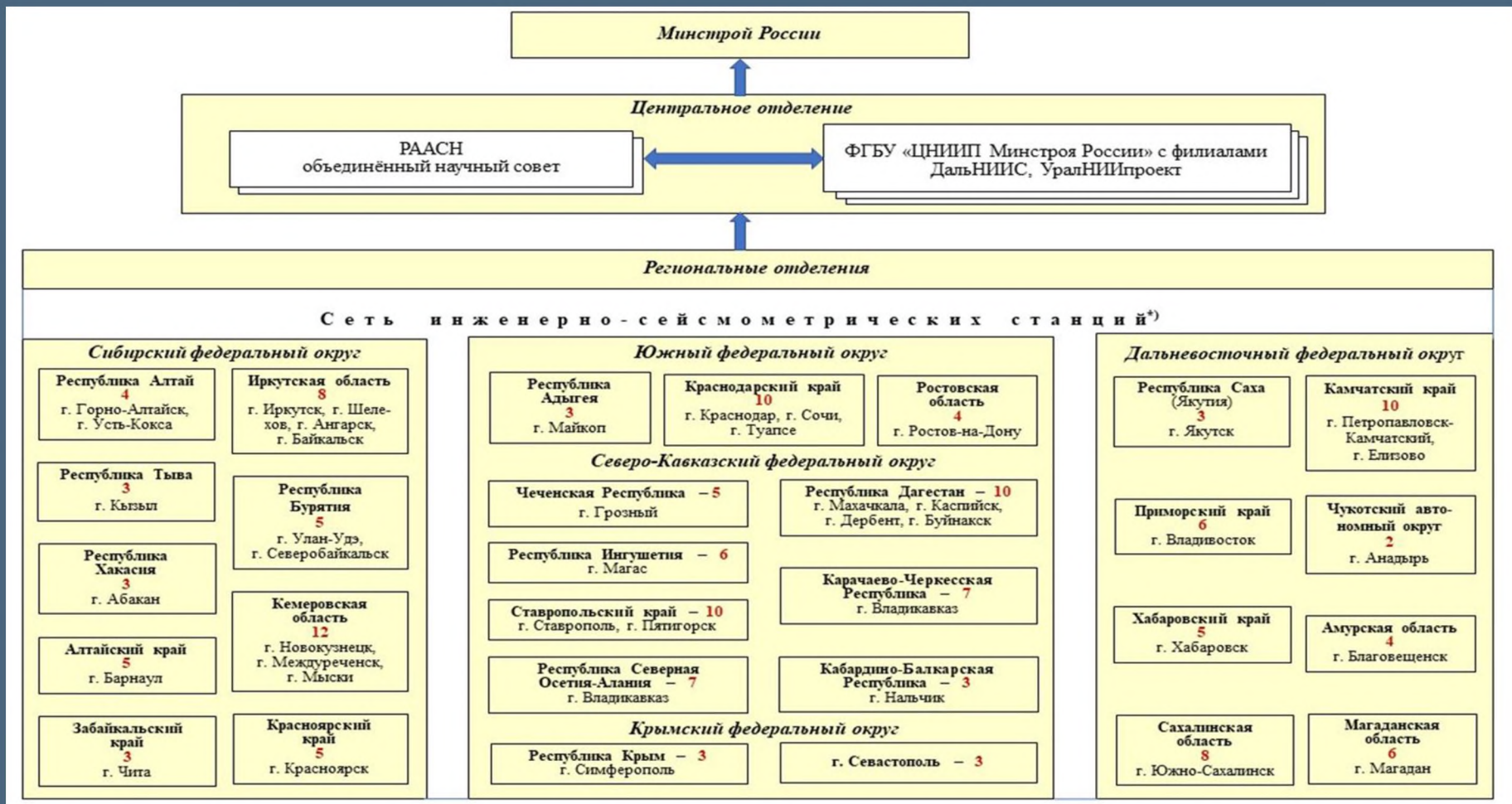
Например, выбор места установки прибора, регистрирующего колебания конструкций, на деревометаллической ферме покрытия Крытого конькобежного центра в Крылатском (г. Москва), производился из условия максимального произведения смещений по используемым пяти обертонам колебаний этой конструкции, частоты которых в зависимости от степени ее повреждения менялись от 1% до 46%. В этой точке регистрируются все пять тонов, что соответствует оптимальному соотношению сигнал-шум, позволяющему надежно контролировать изменение частот собственных колебаний фермы.

а) Предлагаемая схема организации инженерно-сейсмометрических наблюдений



Схема расстановки и общий вид измерительных приборов на несущих конструкциях здания ледового дворца для фигурного катания (г. Сочи): а - общая схема расстановки; б – общий вид измерительного пункта на конструкциях покрытия; в - размещение регистрирующих приборов в измерительном пункте

# Предлагаемая схема организации инженерно-сейсмометрических наблюдений



<sup>\*)</sup> количество станций уточняется по данным микросейсмического районирования, объемам и типологии объектов



# Предлагаемая схема организации инженерно-сейсмометрических наблюдений

В качестве инструментально-технологической основы для этой системы целесообразно использовать универсальную цифровую технологию оценки и контроля механической безопасности зданий и сооружений, апробированную на уникальных объектах, расположенных на сейсмических территориях, и отмеченную распоряжением Правительства Российской Федерации от 26.10.2022г. № 3179 (п. 13). Управление данной системой должно быть возложено на профильные государственные учреждения министерства и регионов. В современных условиях – на **ФГБУ РААСН**, **ФГБУ ЦНИИП** Минстроя РФ и уполномоченные органы субъектов РФ. Соответственно основными структурными элементами системы, обеспечивающими их функциональную взаимосвязь, являются центральное отделение, включающее экспертно-методологический центр на базе **объединенного научного совета РААСН и РАН** и **научно-испытательный центр на базе ЦНИИП Минстроя РФ**, а также уполномоченные **региональные отделения** субъектов РФ с сетью ЦИСС, расположенные на сейсмических территориях

# Решаемые задачи на основе инженерно-сейсмометрического мониторинга

В области фундаментальных и прикладных научных исследований

– **совершенствование макросейсмической шкалы** интенсивности землетрясений на основе изменения классов сейсмостойкости при сейсмическом событии для повышения надежности определения силы произошедшего землетрясения и прогноза уровней землетрясений для населенных пунктов страны



# Решаемые задачи на основе инженерно-сейсмометрического мониторинга

В области фундаментальных и прикладных научных исследований

– **совершенствование динамических моделей** сооружений для повышения их сейсмостойкости, в том числе определение параметров моделей и их изменения, имеющие место во время землетрясения, идентификация видов нелинейного поведения сооружений во время землетрясения, построение моделей взаимодействия сооружения с грунтом во время землетрясения

## Первый пример

Для динамических моделей сооружений, представляющих собой консольные стержни со сосредоточенными массами, жестко заделанные в основании, в предположении о том, что система обладает вязким затуханием, уравнение движения системы имеет вид:

$$[m]\ddot{\vec{y}}(t) + [c]\dot{\vec{y}}(t) + [k]\vec{y}(t) = \vec{P}(t),$$

где

$[m]$  – матрица масс,

$[c]$  – матрица затухания,

$[k]$  – матрица жесткостей сооружения,

$\vec{y}(t)$ ,  $\dot{\vec{y}}(t)$ ,  $\ddot{\vec{y}}(t)$  – векторы соответственно смещения, скорости и ускорения многомассовой системы,

$\vec{P}(t)$  – внешняя возбуждающая сила.

Обратная задача в этом случае сводится к поиску элементов матриц  $[m]$ ,  $[c]$ ,  $[k]$  по экспериментально зарегистрированным данным во время землетрясения на инженерно-сейсмометрической станции  $\vec{y}(t)$ ,  $\dot{\vec{y}}(t)$ ,  $\ddot{\vec{y}}(t)$ ,  $\vec{P}(t)$ .

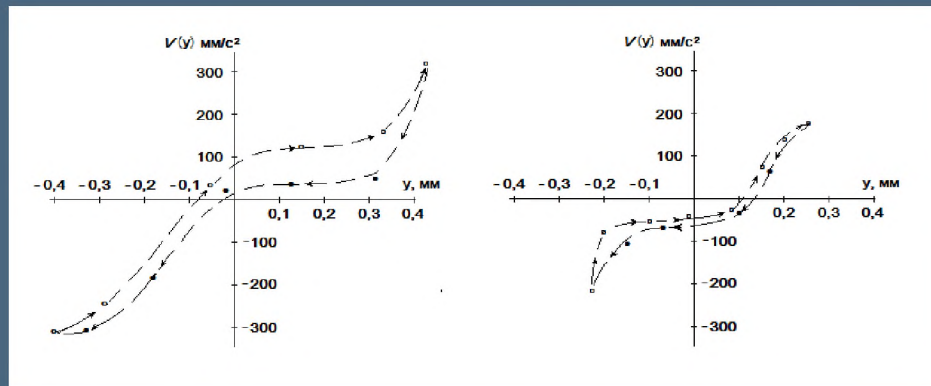
# Решаемые задачи на основе инженерно-сейсмометрического мониторинга

В области фундаментальных и прикладных научных исследований

– **совершенствование динамических моделей** сооружений для повышения их сейсмостойкости, в том числе определение параметров моделей и их изменения, имеющие место во время землетрясения, идентификация видов нелинейного поведения сооружений во время землетрясения, построение моделей взаимодействия сооружения с грунтом во время землетрясения

## Второй пример

Циклы последовательного нагружения и разгрузки динамической модели в виде одномассового осциллятора, жёстко закреплённого в основании, для шестиэтажного каменного жилого здания в г. Ереване при землетрясении 25.02.1978 г.



$y$  – смещение основания,  $V(y)$  –восстанавливающая сила, отнесенная к массе осциллятора, стрелками указано направление процесса.

# Решаемые задачи на основе инженерно-сейсмометрического мониторинга

В области фундаментальных и прикладных научных исследований

– **совершенствование моделей сейсмических воздействий** для повышения надежности расчета сооружений на сейсмостойкость, в том числе построение общих и региональных моделей сейсмических воздействий, корректировка карт и моделей сейсмических воздействий при сейсмическом микрорайонировании за счет анализа записей сейсмического воздействия, полученных в разных точках города при землетрясении

Современный уровень развития методов расчета сооружений на сейсмические воздействия с учетом нелинейного характера деформирования и пространственной работы конструкций требует привлечения в расчетах моделей сейсмических воздействий во временной области, как правило, акселерограмм.

Для общей модели сейсмических воздействий, удовлетворяющей всей совокупности мировых экспериментальных данных можно определить её надёжность. В качестве показателя надёжности модели рассмотрим вероятность появления записи, не удовлетворяющей в статистическом смысле общей статистической модели сейсмических воздействий, построенной по всей совокупности полученных ранее экспериментальных данных.

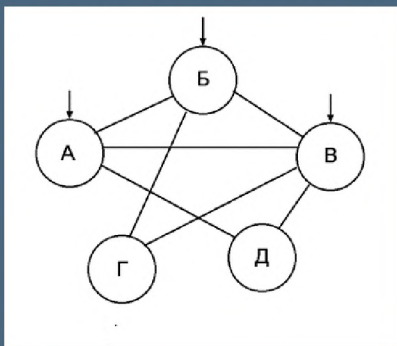
Реализациями статистической модели сейсмических воздействий являются ансамбли искусственных акселерограмм, обладающих определенными статистическими свойствами. Для вероятности появления записи не удовлетворяющей общей статистической модели сейсмических воздействий, имеем верхнюю оценку в виде  $p \approx N_0 / N$ , где  $N$  – число записей, используемых для построения общей статистической модели сейсмических воздействий,  $N_0$  – число информативных записей.

# Решаемые задачи на основе инженерно-сейсмометрического мониторинга

В области фундаментальных и прикладных научных исследований

– **разработка цифровых информационных систем** (на уровне федерации, субъектов федерации, города) управления рисками функционирования застройки урбанизированных территорий страны, в том числе разработка цифровых систем прогноза последствий землетрясений от разных зон ВОЗ на основе анализа сейсмической опасности и классов сейсмостойкости сооружений городов

Основной базой информации для создания информационных систем мониторинга различных уровней служит информационная система мониторинга технического состояния зданий и сооружений населенного пункта. Такая информационная система реализуется с помощью следующих пяти информационных множеств: **А** – паспорта, **Б** – станции, **В** – землетрясения, **Г** – записи, **Д** – описания повреждений после произошедшего землетрясения. Информационное множество **А** (паспорта) для населенного пункта содержит информацию паспортов зданий и сооружений; информационное множество **Б** (станции) – информацию о станциях мониторинга, включая информацию о инженерно-сейсмометрических станциях населенного пункта; **В** (землетрясения) – информацию о землетрясениях, перенесенных населенным пунктом; **Г** (записи) – информацию о записях колебаний конструкций и грунта, полученных в населенном пункте при землетрясениях; **Д** (описания повреждений после произошедшего землетрясения) – информацию о повреждениях зданий и сооружений населенного пункта, перенесших землетрясения.



Граф структуры информационной системы мониторинга состояния зданий и сооружений существующей застройки города.

# Решаемые задачи на основе инженерно-сейсмометрического мониторинга

В области фундаментальных и прикладных научных исследований

– **совершенствование методов** проведения лабораторных и полигонных испытаний строи-тельных конструкций и их фрагментов за счет выявления и использование в испытаниях реальных достигаемых при землетрясениях нагрузках и воздействиях

Инженерно-сейсмометрическая информация необходима для развития методологии экспериментальных исследований как для модельных лабораторных, так и полигонных испытаний, ибо только при её наличии можно правильно организовать эти испытания, т.е. создать воздействия, действительно опасные для сооружения и обеспечивающие необходимый для испытаний уровень напряжений и деформаций в элементах конструкций, максимально приближенный к реальным природным воздействиям

– **разработка, накопление и совершенствование** информационных электронных баз данных, измерительного оборудования, программного обеспечения, систем предупреждения и управления реальным сейсмическим риском для эффективного функционирования системы инженерно-сейсмометрического мониторинга страны

**Благодарю за внимание!**