



МЧС РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ
СЛУЖБЫ «ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ПОЖАРНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ»
ПО КРАСНОЯРСКОМУ КРАЮ»
(ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ ПО КРАСНОЯРСКОМУ КРАЮ)**

660119 г. Красноярск, ул. 40 лет Победы, д. 15. тел./факс (391) 2-25-92-73. E-mail: ipl@mchskrsk.ru

СПРАВКА

**по результатам оценки методом динамико-геофизических испытаний
пятиэтажного жилого здания, расположенного по адресу: Красноярский край,
г. Зеленогорск, ул. Мира, 24 (для использования в системе МЧС России).**

Динамические испытания здания по адресу: Красноярский край, г. Зеленогорск, ул. Мира, 24 (рис. 1) выполняли старший эксперт ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Красноярскому краю майор внутренней службы Н.А. Чичкин, и эксперт ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Красноярскому краю ст. лейтенант внутренней службы А.О. Потылицин.



Рис. 1. Пятиэтажное здание, которое подвергалось динамико-геофизическим испытаниям.

Обследуемое здание представляет собой многоквартирный жилой дом 1965 года постройки. Дом имеет размеры в плане 54,12×12,3 м, высотой 14,76 м. Кровля

двухскатная шиферная по деревянной обрешетке. Продольная ось дома сориентирована по направлению с севера на юг. Вход в дом осуществляется с восточной стороны через три подъезда.

Фундамент здания - свайное основание с монолитным железобетонным ростверком. Наружные и внутренние капитальные стены - железобетонные крупнопанельные, перегородки - гипсобетонные. Отделка стен - штукатурка. Перекрытия - железобетонные плиты. Лестницы - железобетонные по стальным косоурам.

Конструктивная схема здания - неполный каркас с несущими наружными стенами, колоннами по средней продольной оси, панелями лестничных клеток и поперечными диафрагмами. Горизонтальные сейсмические нагрузки в поперечном направлении воспринимаются внутренними поперечными несущими стенами и наружными торцевыми панелями, в продольном – наружными стеновыми панелями. Колонны между собой соединяются прогонами, обеспечивающими продольную жёсткость здания.

Для определения динамических параметров здания и оценки его жёсткости и категории технического состояния применялся диагностический комплекс «Струна-Стрела-П» (рис. 2), включающий:

- трёхкомпонентные сейсмовибрационные датчики;
- соединительные кабели;
- многоканальный аналого-цифровой преобразователь;
- компьютер с пакетом программ «Струна» для анализа сейсмовибрационных сигналов.



Рис. 2. Мобильный диагностический комплекс «Струна-Стрела-П».

Описание последовательности динамико-геофизических испытаний изложено ниже.

31.03.2020 проводились измерения частей здания. Места измерений в каждой части здания указаны на схеме (рис. 3). Датчик № 1 размещался в подвале дома на ростверке (рис. № 4). Датчик № 2 размещался на полу лестничной площадки первого этажа (рис. № 5). Датчик № 3 размещался на полу лестничной площадки третьего этажа (рис. № 6). Датчик № 4 размещался на полу лестничной площадки пятого этажа (рис. № 7). Датчик № 5 размещался в чердачном помещении, над лестничной клеткой подъезда, на кирпичной кладке, предназначенной для опоры стропильной системы крыши (рис. № 8).

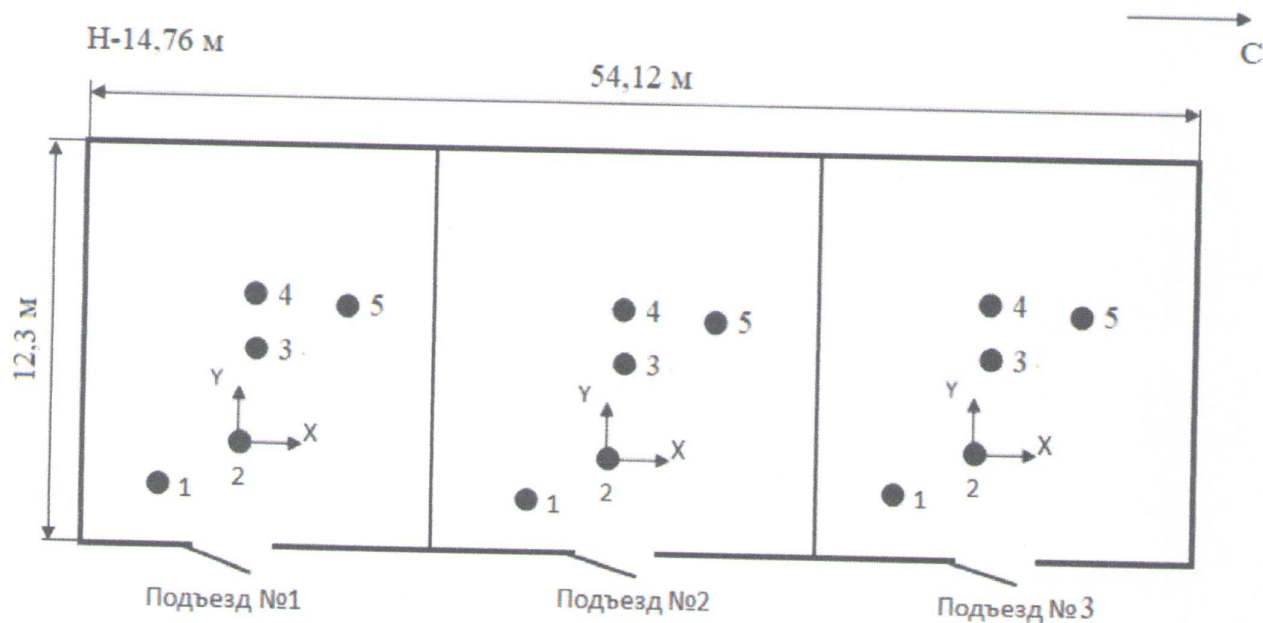


Рис. 3. Схема места расположения датчиков в частях здания. Цифрами указаны номера датчиков размещённые при измерениях в разных частях здания.

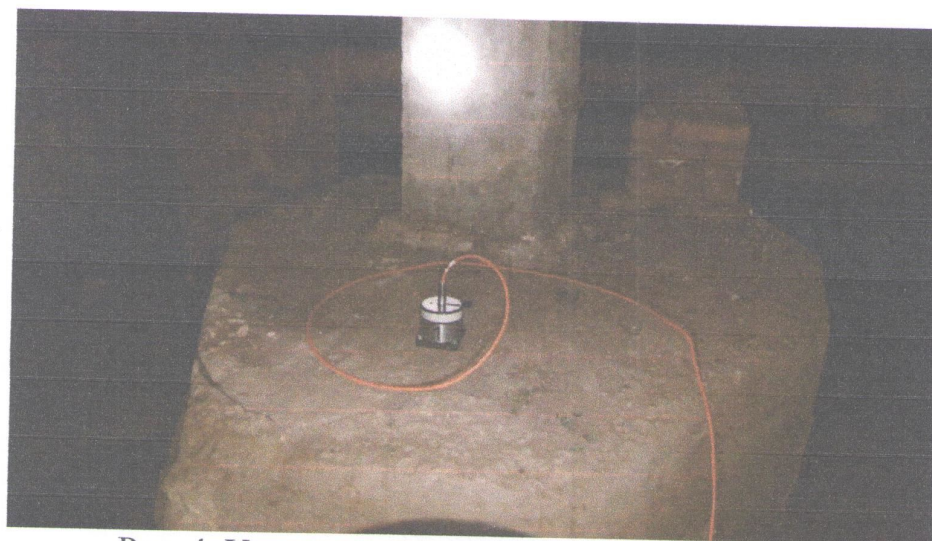


Рис. 4. Установка датчика № 1 в подвале дома.

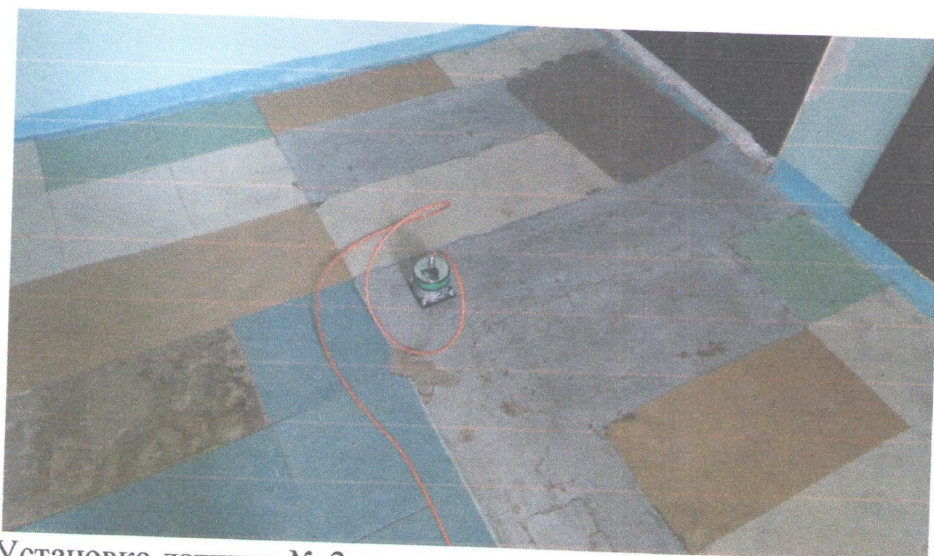


Рис. 5. Установка датчика № 2 на полу лестничной площадки первого этажа.



Рис. 6. Установка датчика № 3 на полу лестничной площадки третьего этажа.



Рис. 7. Установка датчика № 4 на полу лестничной площадки пятого этажа.



Рис. 8. Установка датчика № 5 в чердачном помещении, над лестничной клеткой подъезда, на кирпичной кладке, предназначенной для опоры стропильной системы крыши.

Метод динамико-геофизических испытаний основан на оценке интегральной жесткости по характерным признакам-критериям, проявляющимся при обработке динамических параметров системы «грунт-сооружение».

Одним из признаков, характеризующих жесткость, является период или частота собственных колебаний сооружения. Так как, период собственных колебаний конструктивной системы сооружения прямо пропорционален его массе и обратно пропорционален его жесткости, то измеряя частоту или период собственных колебаний можно оценивать жесткость сооружения. Для оценки нормативного значения периода собственных колебаний сооружения применяются выражения, полученные из решения дифференциальных уравнений, описывающих его колебание:

$$T_{1x} = k \times \sqrt{\frac{m}{EJ}}$$

где, m – масса системы, кг на м;
 EJ – жесткость системы, как произведение модуля упругости на момент инерции, $H \times m^2$;

k – коэффициент, учитывающий конструктивную схему сооружения.

По результатам анализа динамико-геофизических измерений были получены частоты собственных колебаний и ускорения в пространственной системе координат X , Y , Z . Результаты измерений представлены на рисунках 9-26.

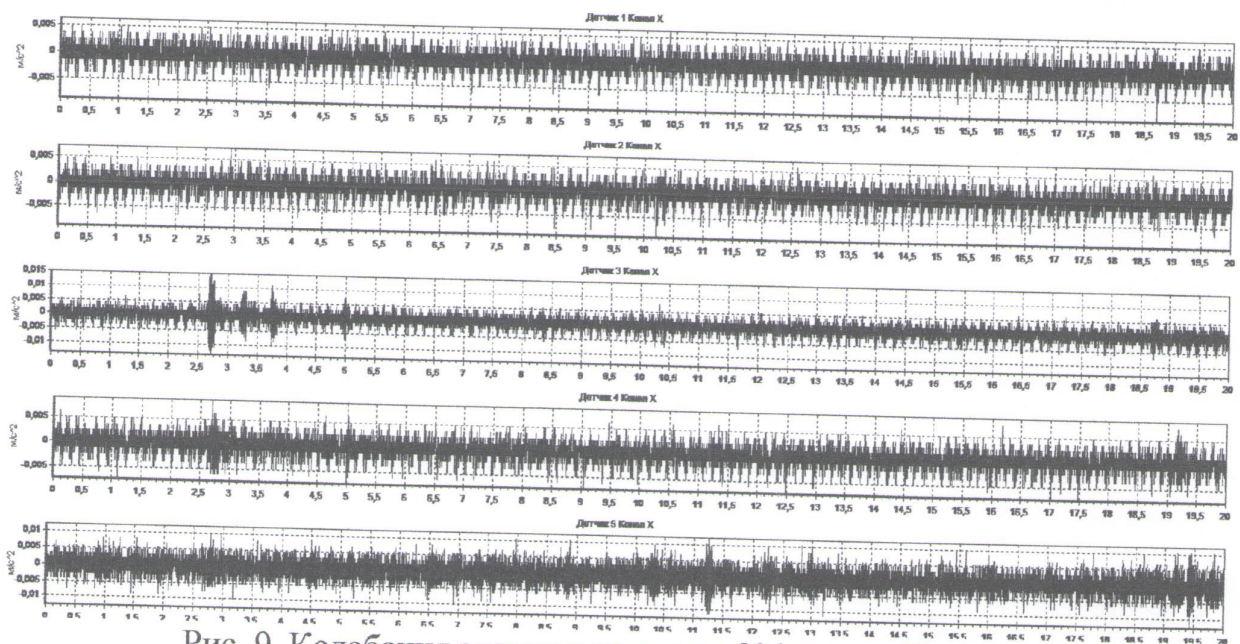


Рис. 9. Колебания здания в подъезде №1 по оси X.

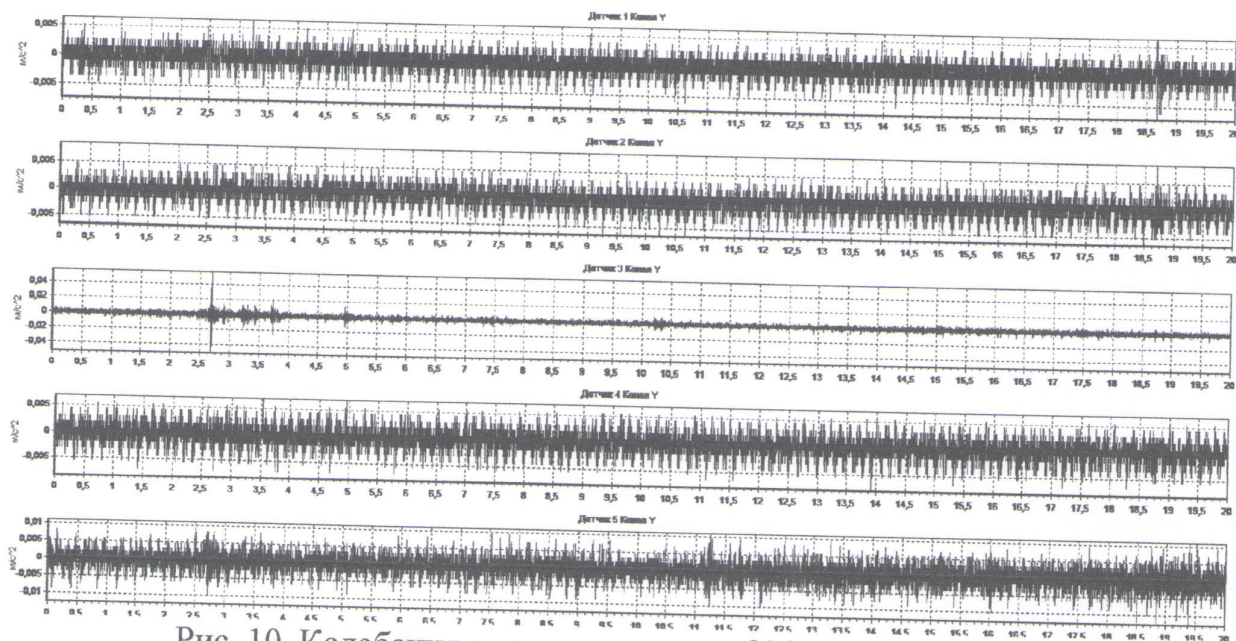


Рис. 10. Колебания здания в подъезде №1 по оси Y.

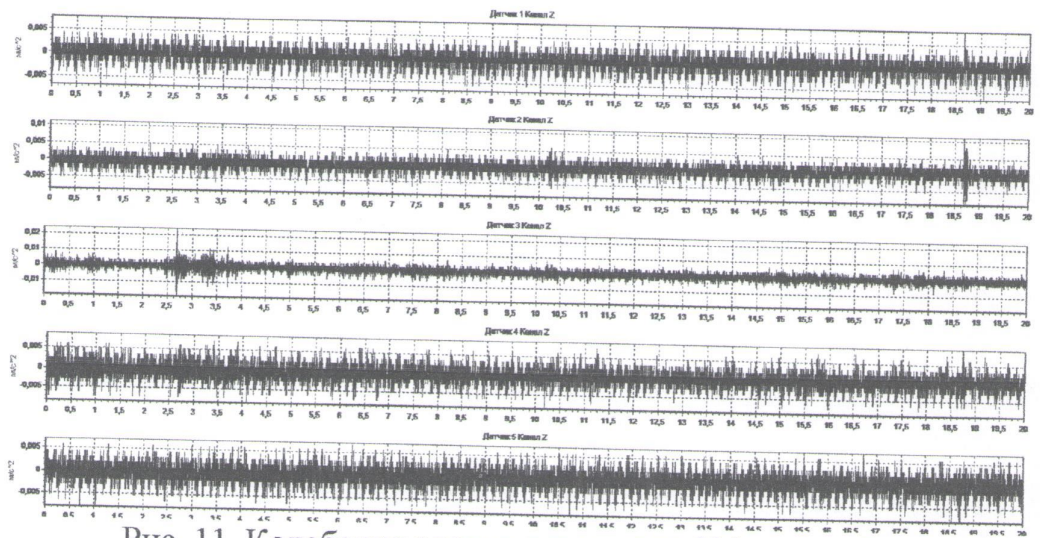


Рис. 11. Колебания здания в подъезде №1 по оси Z.

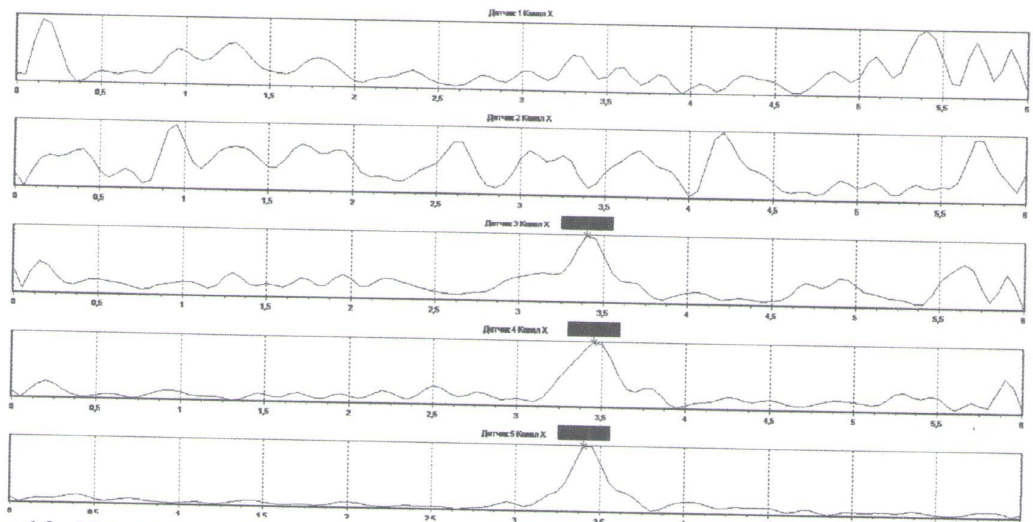


Рис. 12. Частоты собственных колебаний здания в подъезде №1 по оси X.

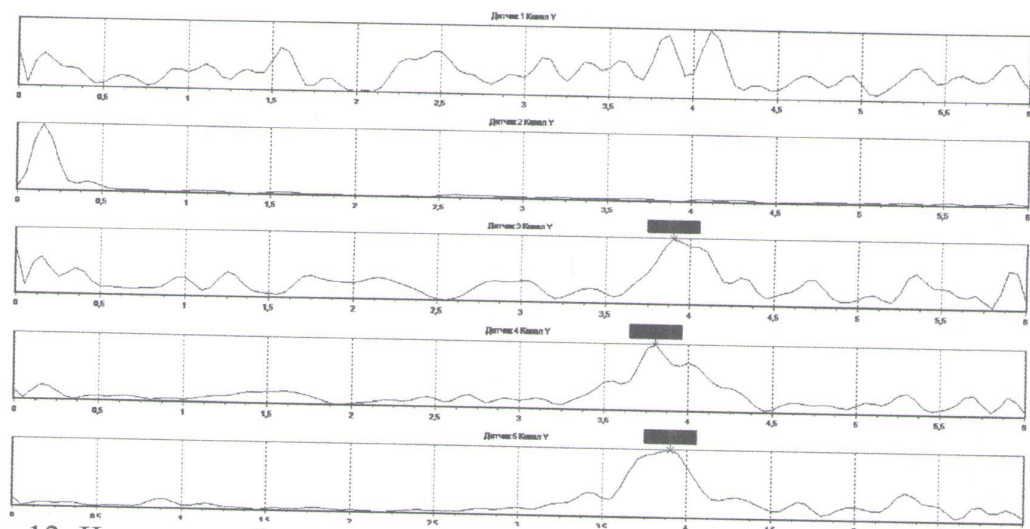


Рис. 13. Частоты собственных колебаний здания в подъезде №1 по оси Y.

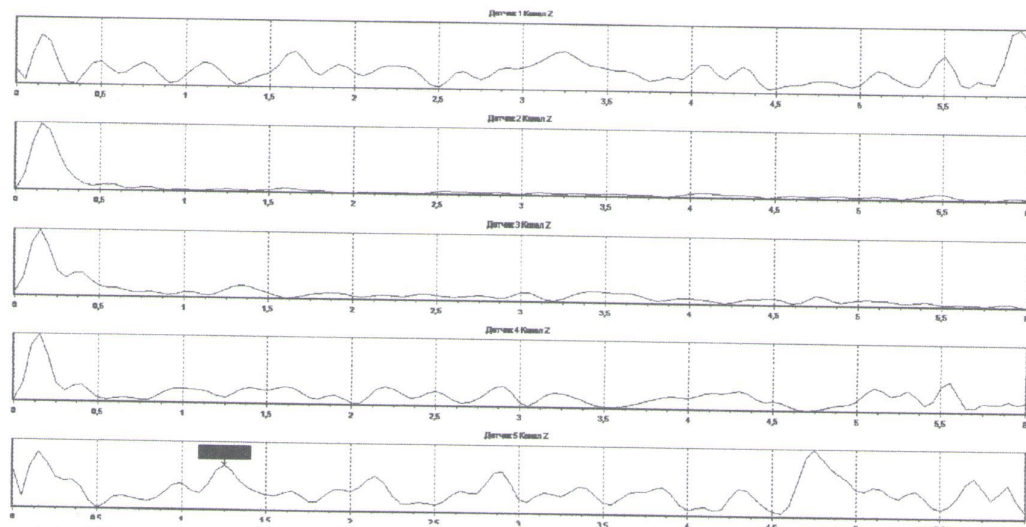


Рис. 14. Частоты собственных колебаний здания в подъезде №1 по оси Z.

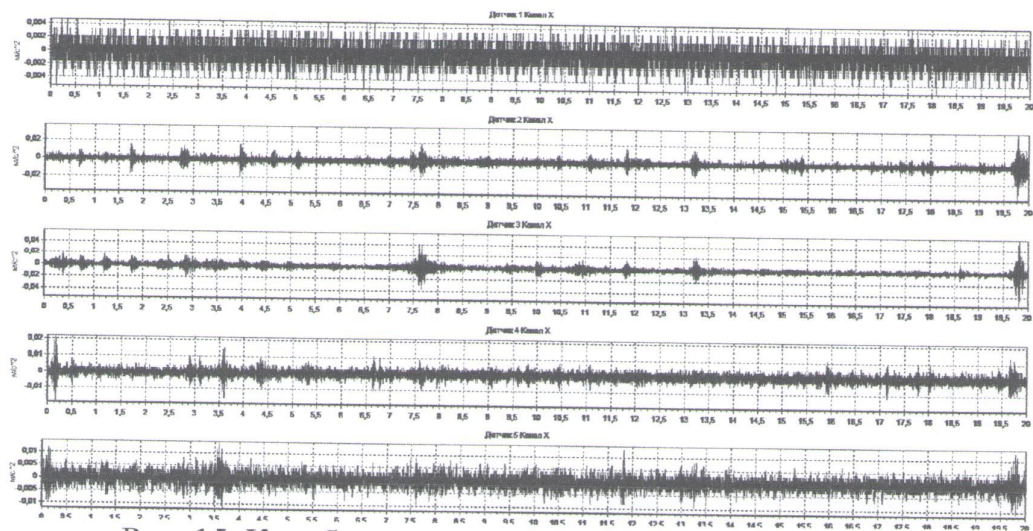


Рис. 15. Колебания здания в подъезде №2 по оси X.

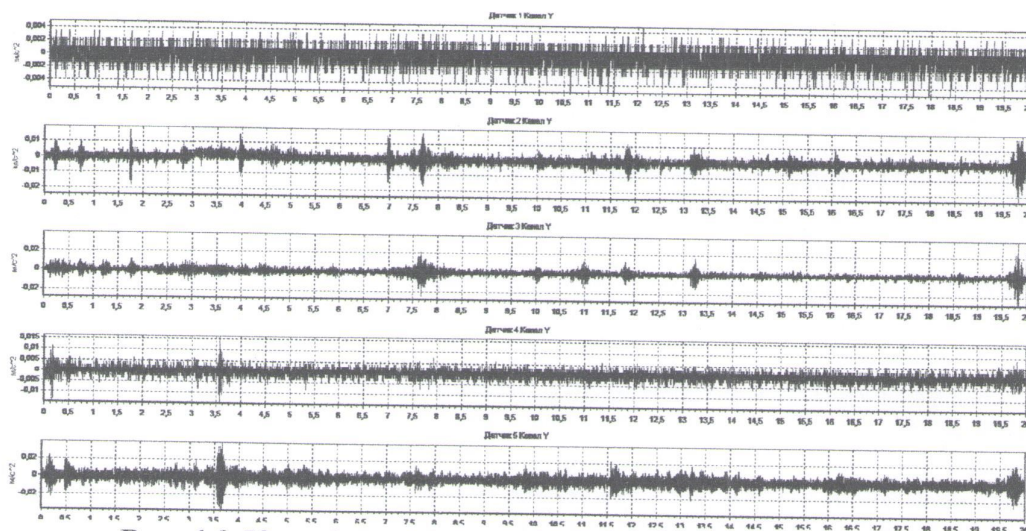


Рис. 16. Колебания здания в подъезде №2 по оси Y.

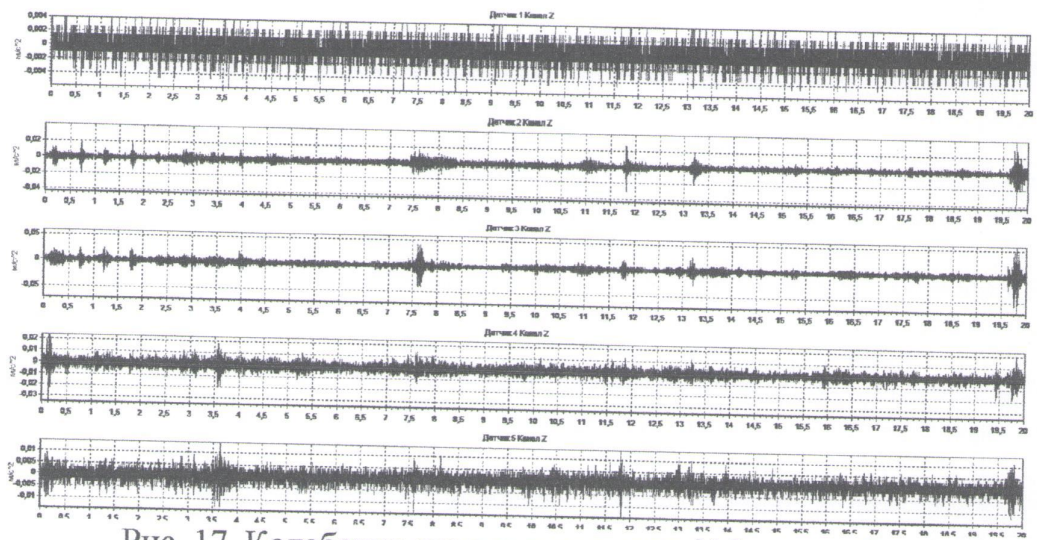


Рис. 17. Колебания здания в подъезде №2 по оси Z.

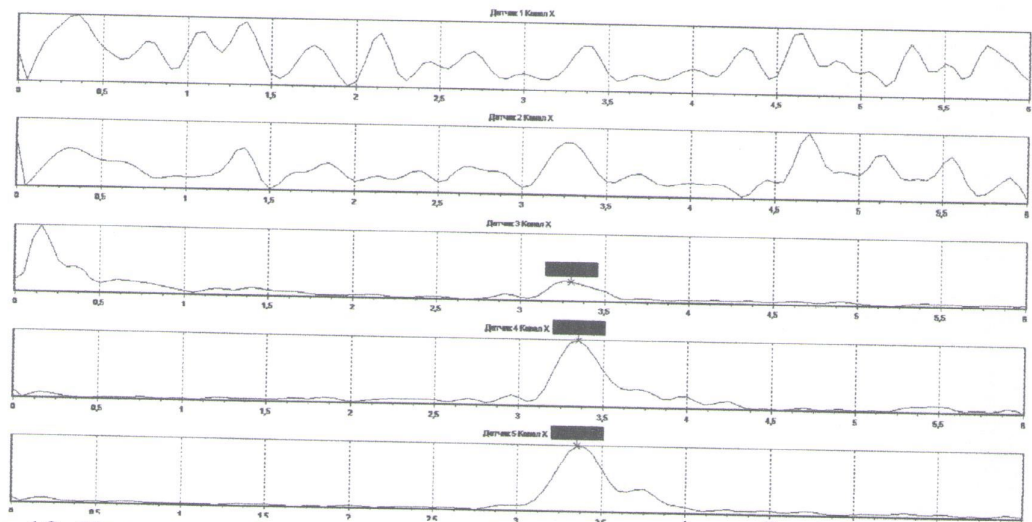


Рис. 18. Частоты собственных колебаний здания в подъезде №2 по оси X.

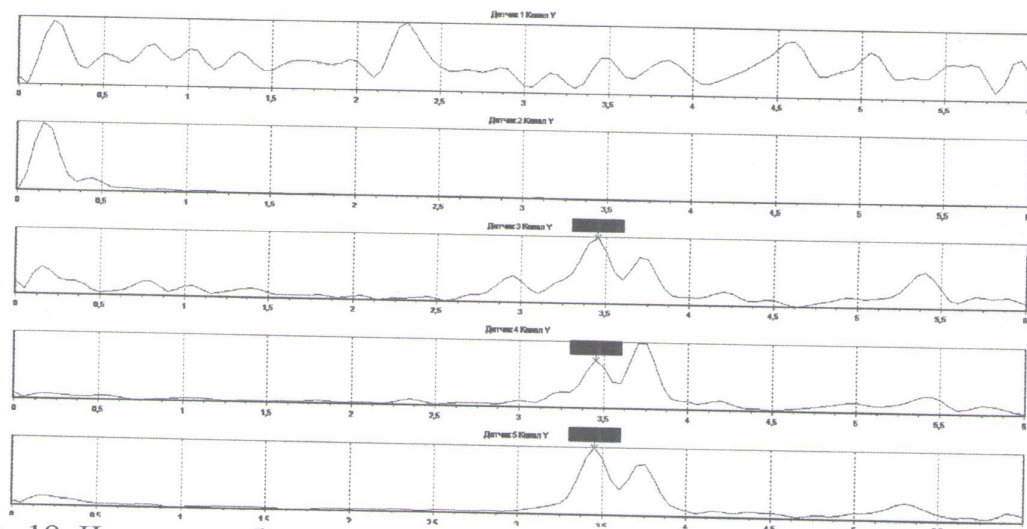


Рис. 19. Частоты собственных колебаний здания в подъезде №2 по оси Y.

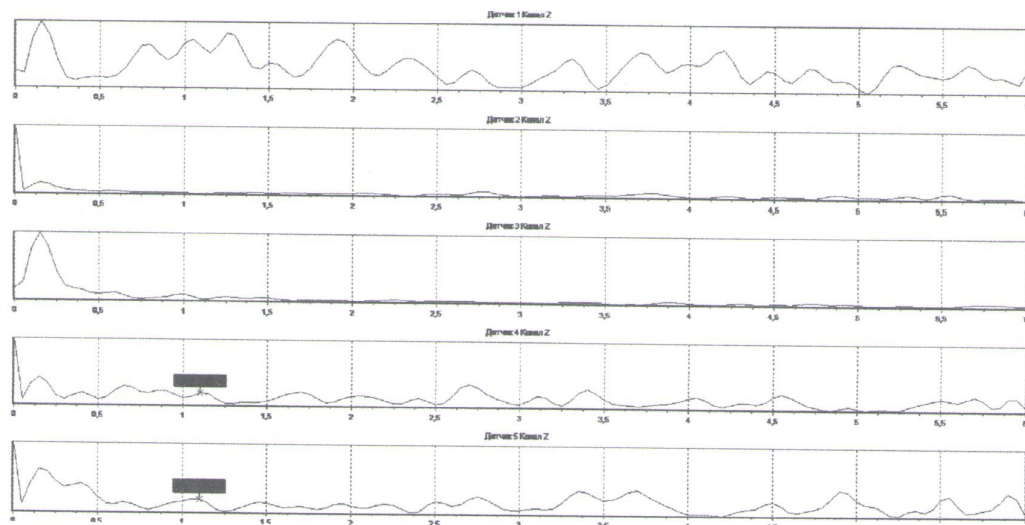


Рис. 20. Частоты собственных колебаний здания в подъезде №2 по оси Z.

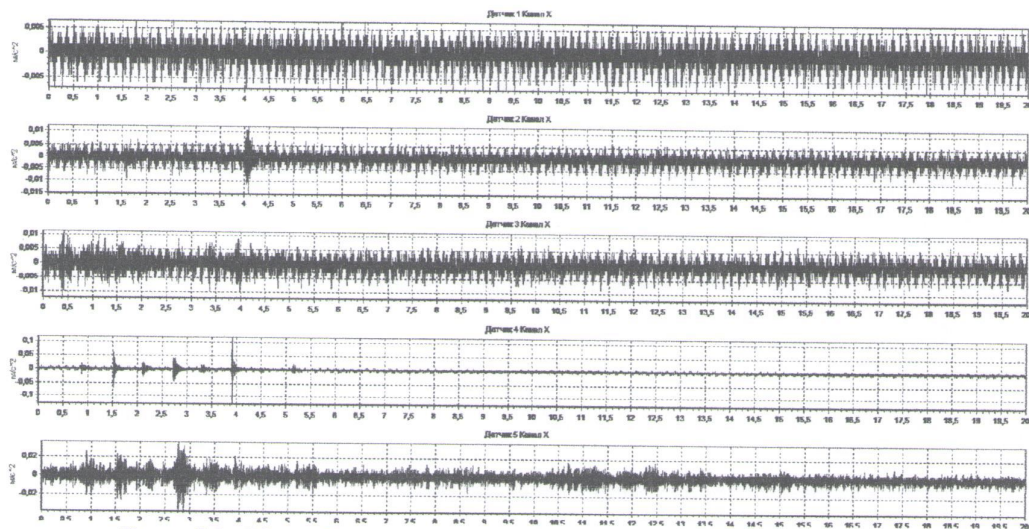


Рис. 21. Колебания здания в подъезде №3 по оси X.

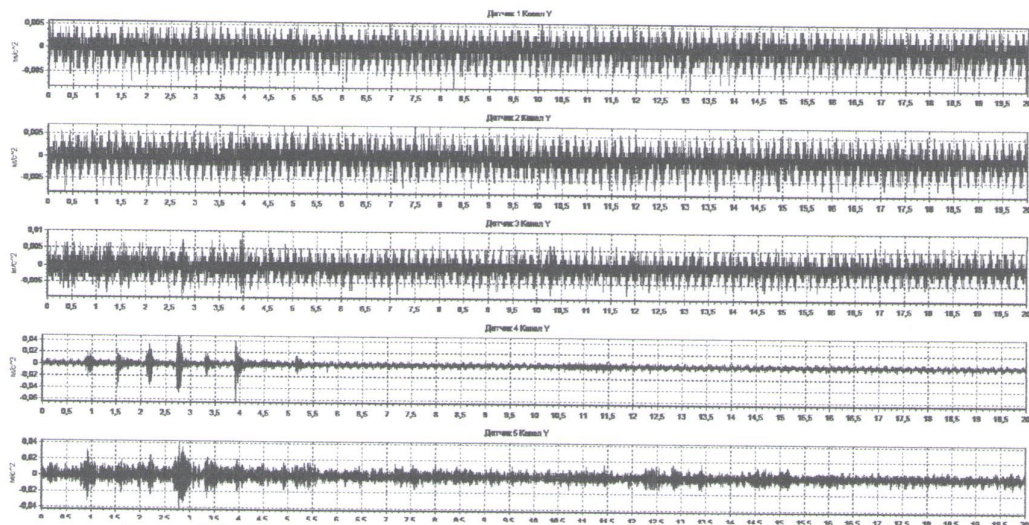


Рис. 22. Колебания здания в подъезде №3 по оси Y.

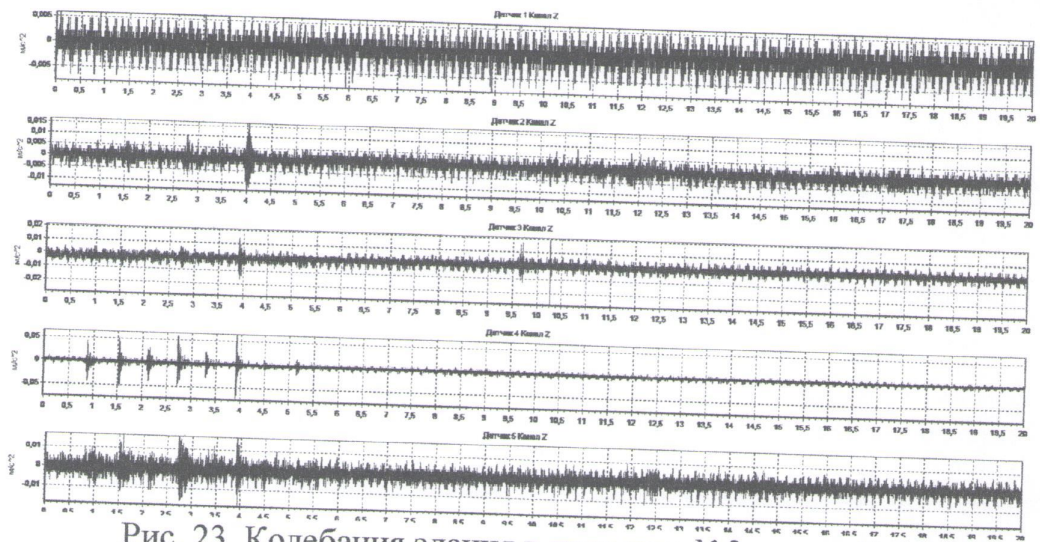


Рис. 23. Колебания здания в подъезде №3 по оси Z.

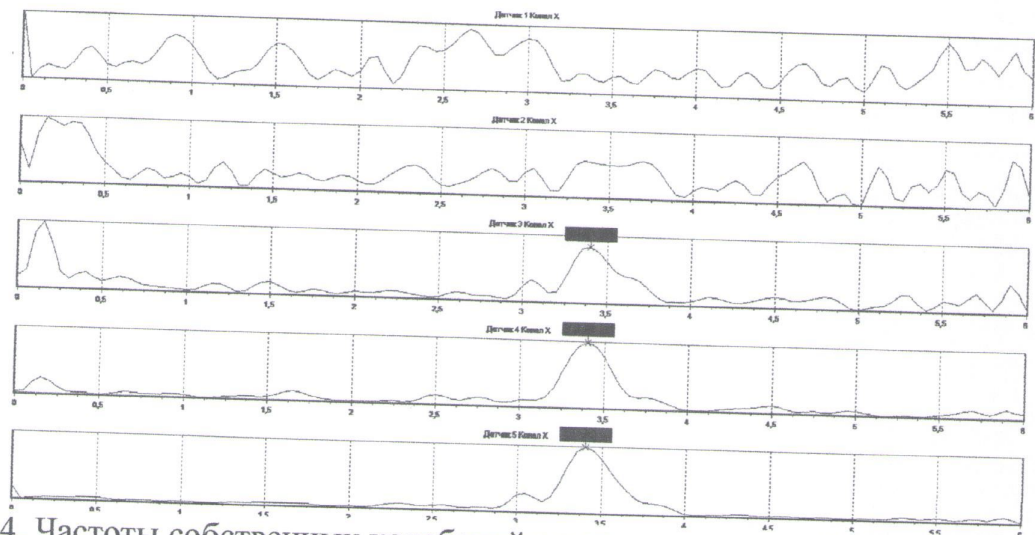


Рис. 24. Частоты собственных колебаний здания в подъезде №3 по оси X.

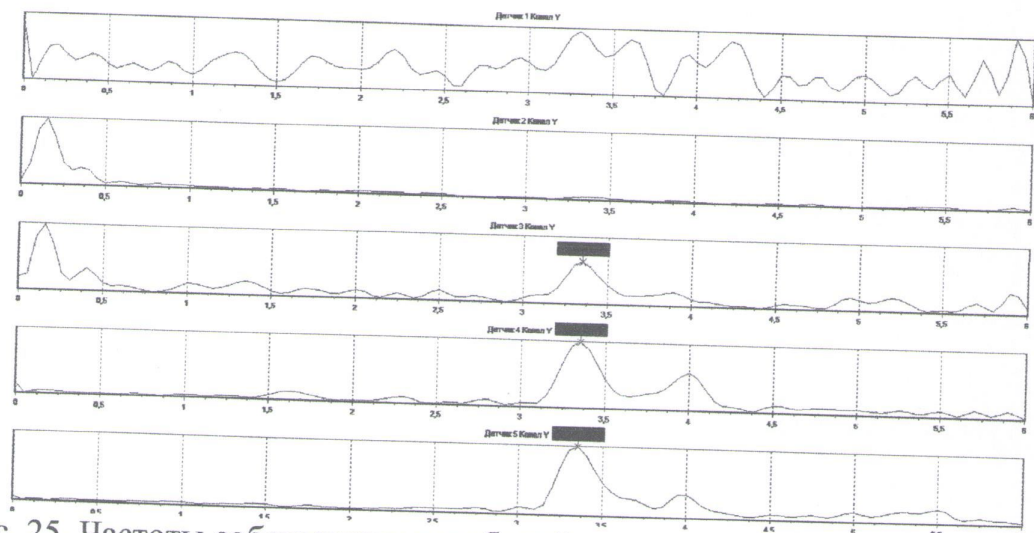


Рис. 25. Частоты собственных колебаний здания в подъезде №3 по оси Y.

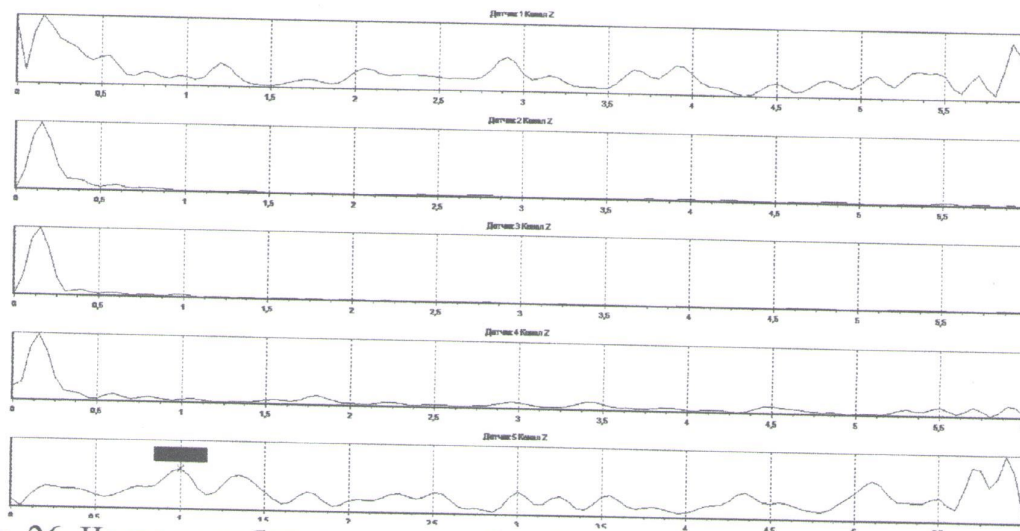


Рис. 26. Частоты собственных колебаний здания в подъезде №3 по оси Z.

Сведем полученные данные при динамико-геофизических испытаниях данные в таблицы, где:

F_x - частота собственных колебаний по оси X;

F_y - частота собственных колебаний по оси Y;

F_z - частота собственных колебаний по оси Z.

Таблица 1. Данные динамико-геофизических испытаний здания.

Номера подъездов здания	F_x , Hz	F_y , Hz	F_z , Hz
1	3,4	3,9	1,25
2	3,35	3,45	1,1
3	3,4	3,35	1,0

Для оценки категории технического состояния здания определим возможное снижение жесткости путем сравнения нормативных и экспериментально полученных частот собственных колебаний.

Для этого применим следующие соотношения:

$$\Delta F_x = (([F_x]^2 - F_x^2) \times 100) / [F_x]^2;$$

$$\Delta F_y = (([F_y]^2 - F_y^2) \times 100) / [F_y]^2;$$

$$\Delta F_z = (([F_z]^2 - F_z^2) \times 100) / [F_z]^2;$$

где, $[F_x]$, $[F_y]$, $[F_z]$ – нормативные значения частот собственных колебаний здания, получаемые из проекта или расчётным путём;

ΔF_x , ΔF_y , ΔF_z – дефицит частоты (жесткости) % по осям x, y, z.

Выполним вычисления нормативных значений периодов собственных колебаний:

$$[\Delta F_x] = \frac{\sqrt{g \cdot X}}{K \cdot H};$$

$$[\Delta F_y] = \frac{\sqrt{g \cdot Y}}{K \cdot H};$$

$$[\Delta F_z] = 2 \frac{\sqrt{g \cdot Z}}{K \cdot H},$$

где, K – коэффициент, учитывающий тип конструктивного решения и особенности расчетной схемы. Для кирпичных зданий $K=0,343$.

H - высота здания, м;

g - ускорение свободного падения, м/с^2 ,

X - размер здания вдоль оси X датчика, м; длина здания 54,12 м.

Y - размер здания вдоль оси Y датчика, м; ширина здания 12,3 м.

Z - размер здания вдоль оси Z датчика, м; высота здания 14,76 м.

Таблица 2. Нормативные динамико-геофизические данные для здания.

Номера подъездов здания	$[F_x]$	$[F_y]$	$[F_z]$
1	4,55	2,17	1,3
2	4,55	2,17	1,3
3	4,55	2,17	1,3

Таблица 3. Критерии оценки категории состояния сооружения («Методика оценки инженерной безопасности зданий и сооружений» 2003 г., МЧС России).

Степень повреждения	Увеличение квадрата частоты колебаний, %
1 - без повреждения – легкая	0 – 10
2 – умеренная	11 – 30
3 – сильная	31 – 60
4 – тяжелая	61 – 90
5 – катастрофическая	91 – 100

Таблица 4. Результаты вычислений дефицита жёсткости и категории состояния здания:

Номера подъездов здания	$\Delta F_x, \%$	$\Delta F_y, \%$	$\Delta F_z, \%$	Дефицит жесткости. Категория состояния по ГОСТ 31937-11 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»
1	44,25	-222,75	7,13	Ограниченно-работоспособное
2	45,88	-152,57	28,08	Ограниченно-работоспособное
3	44,25	-138,14	40,56	Ограниченно-работоспособное

Вывод: По результатам анализа данных динамико-геофизических испытаний, проведённых диагностическим комплексом «Струна-Стрела-П» установлено, что жёсткость здания в соответствии с ГОСТ 31937-11 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» соответствует категории технического состояния **«Ограниченно-работоспособное»** (табл. №4 - ограниченно-работоспособное состояние: категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояния грунтов основания, при которой имеются крены, дефекты и повреждения, приведшие к снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения, потери устойчивости или опрокидывания, и функционирование конструкций и эксплуатация здания или сооружения возможны либо при контроле (мониторинге) технического состояния, либо при проведении необходимых мероприятий по восстановлению или усилению конструкций и (или) грунтов основания и последующем мониторинге технического состояния (при необходимости)).

Рекомендации:

- 1) выполнить детальное обследование состояния здания и грунтов основания;
- 2) по результатам обследования принять необходимые меры по восстановлению и усилению конструкций здания.

Старший эксперт ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ
по Красноярскому краю
майор внутренней службы



Н.А. Чичкин

Эксперт ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ
по Красноярскому краю
ст. лейтенант внутренней службы



А.О. Потылицин