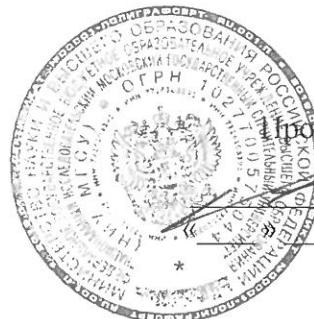


**Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет**

129337, Россия, Москва, Ярославское ш., д. 26, тел. (495) 781-80-07, факс (499) 183-44-38



УТВЕРЖДАЮ  
Директор НИУ МГСУ

М.Е. Лейбман  
2019 г.

# ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по теме:

«Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы  
«КНАУФ» на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое  
воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»

Шифр № K.357-19

Арх. № 103389/K.357-19

Директор НИИ ЭМ, к.т.н.

  
Шувалов А.Н.

Старший научный сотрудник НИИ ЭМ, к.т.н.

  
Грановский А.В.

Заведующий ЛДС, к.т.н.

  
Смирнов В.А..

МОСКВА 2019

Подготовка к заключению договоров на разработку проектной документации и выполнение  
инженерных изысканий от имени НИУ МГСУ осуществляется только

Научно-техническим управлением  
тел.: +7 (495) 739-03-14; e-mail: [ntuinfo@mgsu.ru](mailto:ntuinfo@mgsu.ru)



### Список исполнителей

Директор НИИ ЭМ, к.т.н.

Шувалов А.Н.

(подпись, дата)

Заместитель директора НИИ ЭМ

Корнев О.А.

(подпись, дата)

Заведующий ЛДС, к.т.н.

Смирнов В.А.

(подпись, дата)

Старший научный сотрудник  
НИИ ЭМ, к.т.н.

Грановский А.В.

(подпись, дата)

Инженер 2 кат.

Смоляков М.Ю.

(подпись, дата)

Техник НИИ ЭМ

Тангамян Г.С.

(подпись, дата)

Нормоконтролер

Ковалев М.Г.

(подпись, дата)

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Лист
					2

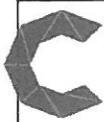
Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»



## Содержание

Введение .....	4
1. Конструктивное решение экспериментального фрагментов этажного модуля жилого здания из изделий фирмы «КНАУФ».....	7
2. Экспериментальные исследования 2-х этажного фрагмента здания из изделий фирмы «КНАУФ» на действие динамической нагрузки .....	22
2.1 Программа и методика испытаний. Измерительные приборы и оборудование ...	22
2.1.1 Силовое оборудование и измерительные приборы.....	22
2.1.2 Программа и методика динамических испытаний.....	28
2.2 Результаты динамических испытаний 2-х этажного фрагмента здания и их анализ.....	32
3. Расчет 2-х этажного фрагмента модульного здания на действие сейсмической нагрузки.....	51
3.1 Расчетная схема .....	52
3.2 Сбор нагрузок. ....	53
3.3 Сочетания усилий.....	62
3.4 Выводы по разделу 3.....	64
Заключение.....	65
Список использованных источников .....	67
Приложение 1 Техническое задание .....	68
Приложение 2 СРО .....	72
Приложение 3 Видеосъемка испытаний (только в 1-м экз. отчета).....	75

					Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»



## Введение

Настоящий технический отчет составлен в соответствии с ТЗ к договору №1733/19/К.357-19 от 16.04.2019г. по результатам экспериментальных исследований с оценкой сейсмостойкости двухэтажного модуля жилого здания из изделий фирмы «КНАУФ».

Компания ООО «Новый дом» (Заказчик по настоящей работе) является поставщиком комплексных систем для производства и возведения жилых домов и зданий различного назначения. Компания внедряет объемно-модульные технологии в жилищном строительстве. Модули изготавливаются на специализированных заводах «КНАУФ» (рисунок 1) в г.г. Красногорске и Новомосковске. Модули поставляются на стройплощадку в виде готовых 3D структур, которые устанавливаются в проектное положение и соединяются с фундаментом и между собой.

Проведение экспериментальных исследований по оценке сейсмостойкости 2-х этажного фрагмента здания, состоящего из 2-х одноэтажных модулей, изготовленных из изделий фирмы «КНАУФ», необходимо для понимания действительной работы конструкций зданий и их узловых соединений при действии динамической нагрузки, моделирующей сейсмические воздействия интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64.

### Цели работы:

- оценка сейсмостойкости несущих и ограждающих конструкций 2-х этажного модуля жилого дома, смонтированного из изделий фирмы «КНАУФ», при действии динамических нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействия при землетрясениях интенсивностью 7-9 баллов по ГОСТ Р57546-2017 [1];
- оценка надежности соединений сборных несущих и ограждающих конструкций между собой при действии динамических нагрузок.

Для проведения динамических испытаний Заказчиком были доставлены в Лабораторию натурных испытаний НИИ ЭМ НИУ МГСУ фрагменты двух жилых блоков, смонтированных на специальную установку в единый 2-х этажный блок. На рисунке 2 показаны моменты сборки экспериментального 2-х этажного образца модуля жилого дома и общий вид модуля.

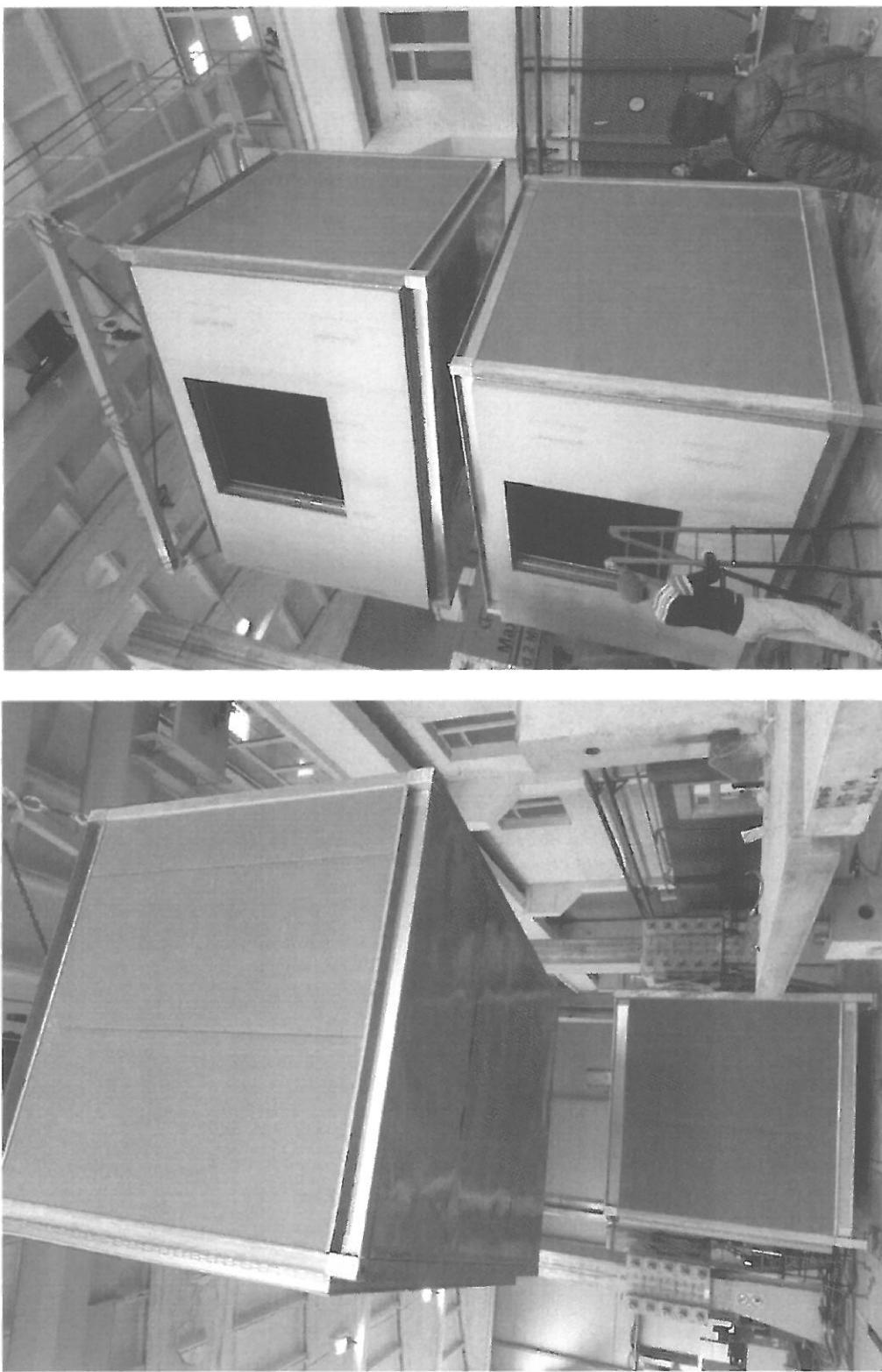
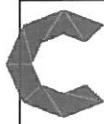
Монтаж 2-х этажного модуля осуществлялся специалистами Заказчика и проводился с использованием конструкций, описанных в технической документации ООО «Новый дом» [2].

					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
Изм.	Лист	Подокум.	Подп.	Дата		4



Рисунок 1. Общий вид одноэтажных модулей после их сборки на заводе

Изм.	Лист	Нодокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						5



б)

а)

Рисунок 2 Общий вид одноэтажных модулей в процессе их монтажа в лабораторном корпусе НИУ МГСУ

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата
------	------	---------	-------	------

Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»

Лист

6



## 1. Конструктивное решение экспериментального фрагмента 2-х этажного модуля жилого здания из изделий фирмы «КНАУФ»

Экспериментальные исследования по оценке сейсмостойкости фрагмента 2-х этажного модуля жилого здания проводились с использованием модульных одноэтажных блоков, конструкция которых разработана специалистами фирмы «Строй-снаб» (рисунок 1.1). Конструктивно модуль запроектирован по стоечно-балочной схеме. На рисунках 1.2-1.4 показаны конструктивные решения боковых стеновых панелей модульного блока, на рисунках 1.5 и 1.6 – конструктивные решения нижней и верхней плит экспериментального модуля, на рисунке 1.7 – конструкция основных несущих элементов модуля.

Экспериментальный модуль в соответствии с проектом включал в себя следующие элементы.

1. **Стойки – колонны**, изготовленные из труб квадратного профиля 100×4 мм из стали марки С245 (рисунок 1.7) с горячеоцинкованным покрытием (60 мкм).
2. **Несущие балки**:
  - балки Б1 и Б2 из холодногнутого оцинкованного профиля ПС 200×97×20 мм (рисунок 1.7) швеллерного профиля из стали марки С250;
  - балки Б3 составного сечения (рисунок 1.7) холодногнутые оцинкованные.
3. **Конструкции каркаса панелей** (панель 3, рисунок 1.4), состоящего из гнутых профилей марки ТС 55-200-1.2 (высота профиля – 200 мм, толщина стенки – 1.2 мм).
4. **Связевые элементы** из полосы сечением 50×2.0 мм.
5. **Распорные элементы** из швеллерного профиля марки ПС-55(75)-200-1.5 (рисунки 1.5 и 1.6).

Нижний блок 2-х этажного экспериментального фрагмента устанавливался на специальные подкатные опоры (рисунок 1.8).

В СТО [2] приведена полная спецификация металлических профилей, используемых при изготовлении блоков из изделий фирмы «КНАУФ».

В качестве ограждающих стеновых конструкций использовались аквапанели толщиной 12.5 мм с внутренним теплоизоляционным слоем марки ТС 037 Aquastatik (200 мм). Для со-

					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
Изм.	Лист	Подокум.	Подп.	Дата		



единения несущих элементов использовались болты М8. Для соединения связевых элементов между собой и с несущими стальными элементами использовались саморезы марки HGP-R 5.5×19.

Процесс монтажа 2-х этажного фрагмента экспериментальной модели здания из изделий фирмы «КНАУФ» включал в себя следующие этапы.

1. На бетонное основание лабораторного корпуса устанавливались металлические опорные пластины толщиной 30 мм, на которые монтировались 4 подкатные опоры марки CRA-4 грузоподъёмностью 60 кН каждая (рисунок 1.8). На подкатные опоры устанавливались элементы опорных стоек, моделирующих элементы опор верха блоков. Эти элементы с помощью сварки крепились к подкатным опорам (рисунок 1.9).

2. На специальный штырь, расположенный в верхней опорной зоне элемента стойки, устанавливались последовательно нижний и верхний блоки 2-х этажного экспериментального фрагмента (см. раздел «Введение», рисунок 2). На рисунках 1.10 и 1.11 показаны экспериментальные фрагменты моделей до начала испытаний на действие динамических нагрузок.

3. Соединение блоков модуля между собой по высоте 2-х этажного экспериментального фрагмента осуществлялось с помощью накладной пластины (рисунок 1.12), а также с использованием штыревого соединения в виде отверстия в верхнем блоке стальной балки и вертикального штыря в уровне верха нижнего блока модуля (рисунок 1.13). Как видно из рисунка 1.12, накладка монтируется с одной стороны модульной стены и соединяется с помощью саморезов с металлическим каркасом модулей.

Принятая конструкция соединения блоков модуля позволяет (как показал эксперимент) исключить сдвиг верхнего модуля относительно нижнего при действии на конструкцию горизонтальной статической или динамической нагрузок.

					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
Изм.	Лист	Подокум.	Подп.	Дата		

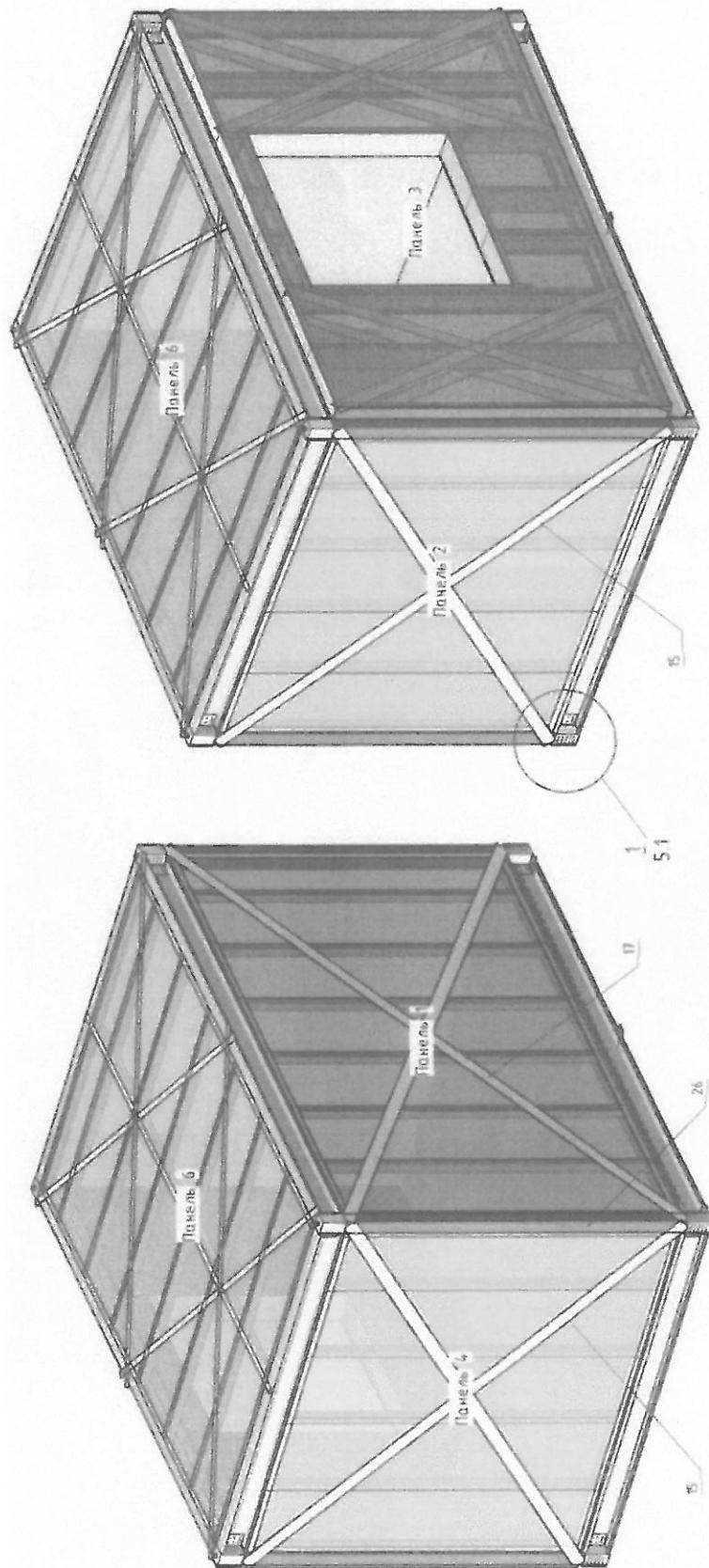


Рисунок 1.1 Общий вид экспериментального образца одноэтажного модуля

Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						9

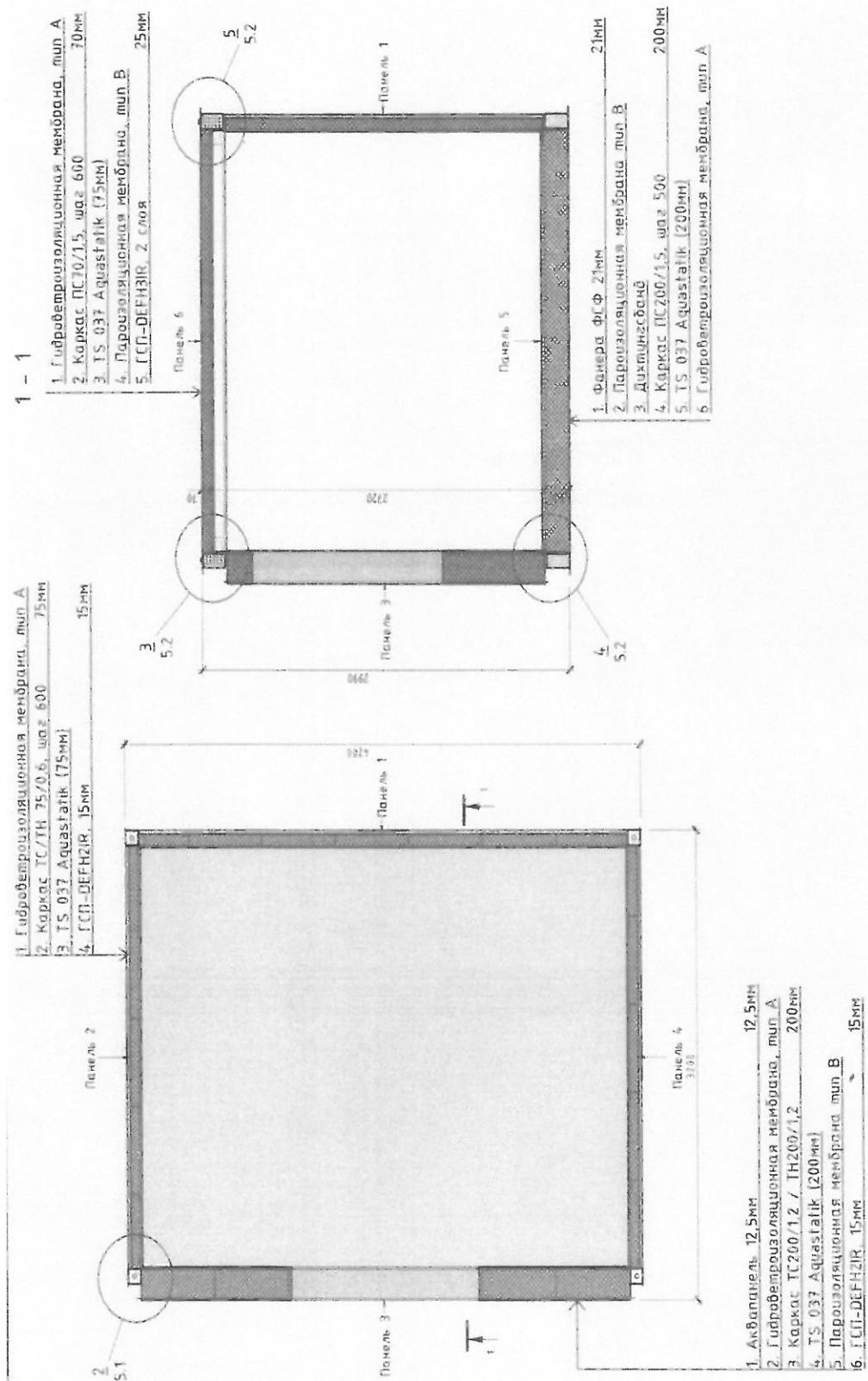
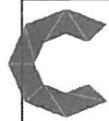


Рисунок 1.2 План и поперечный разрез экспериментальной модели

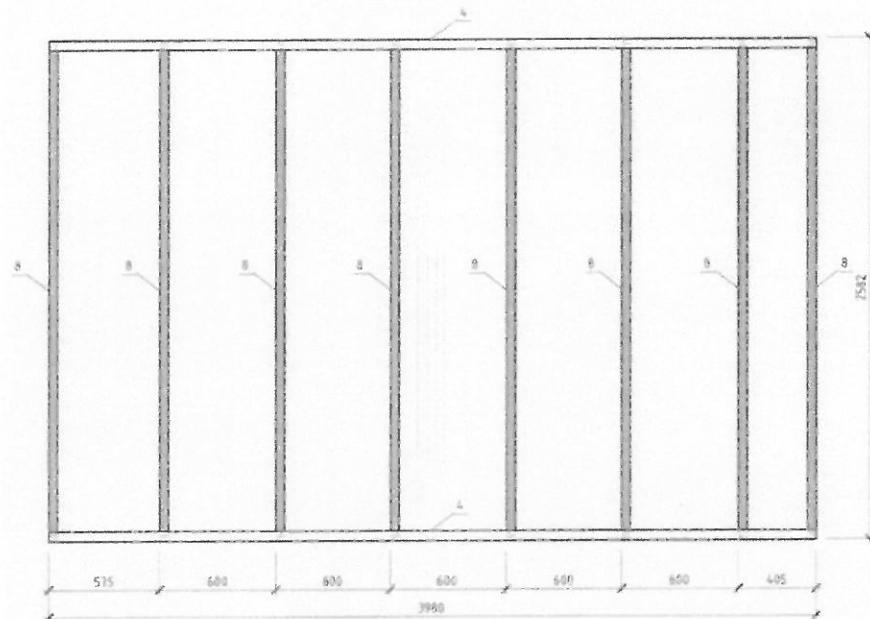
Изм.	Лист	Нодокум.	Подп.	Дата

Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»

Лист 10



Панель № 1



Панель № 2

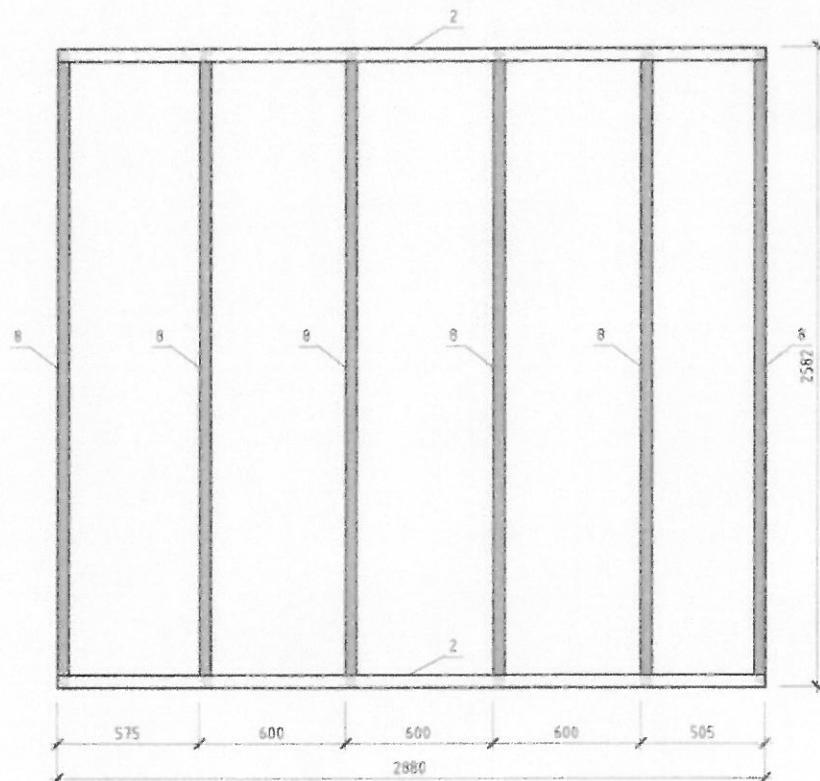
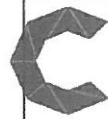
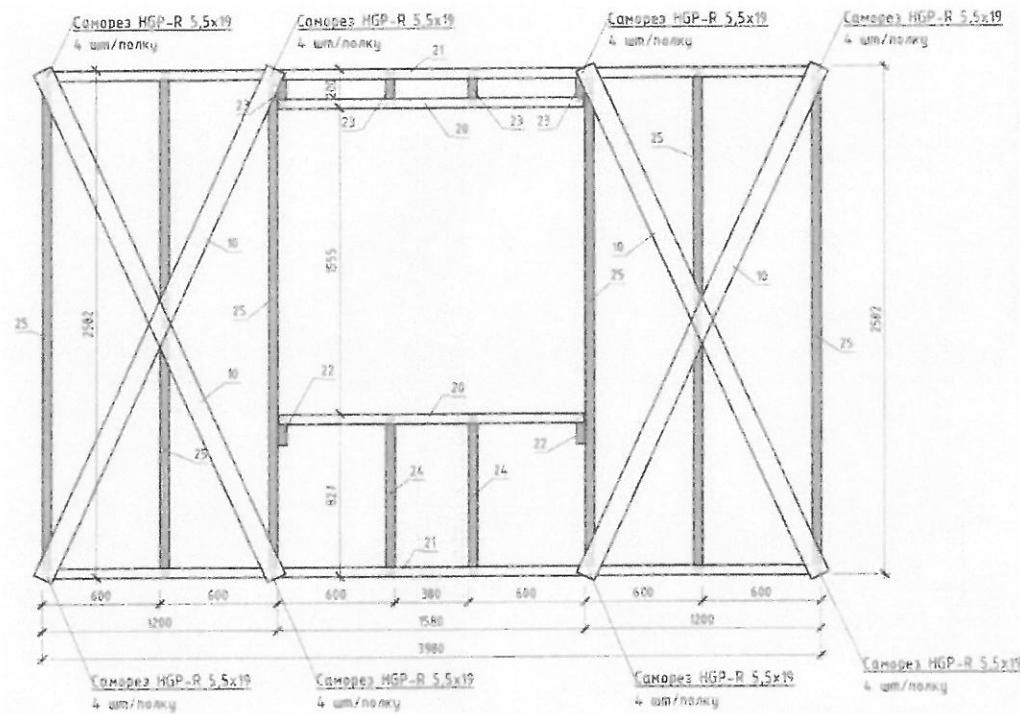


Рисунок 1.3 Конструктивное решение панелей №№ 1 и 2

					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата		



### Панель № 3



### Панель № 4

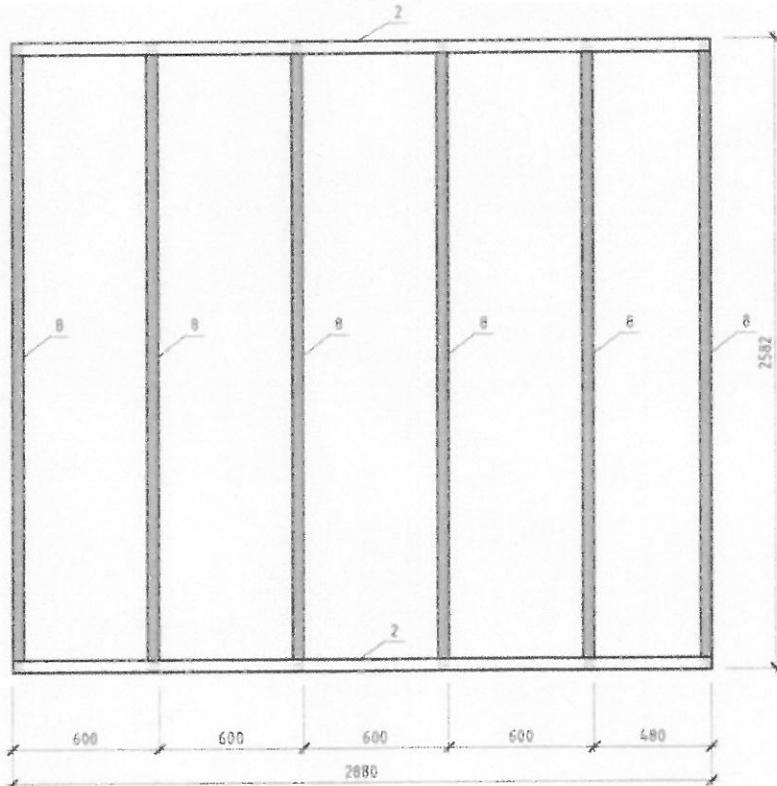


Рисунок 1.4 Конструктивное решение панелей №№ 3 и 4

						Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	

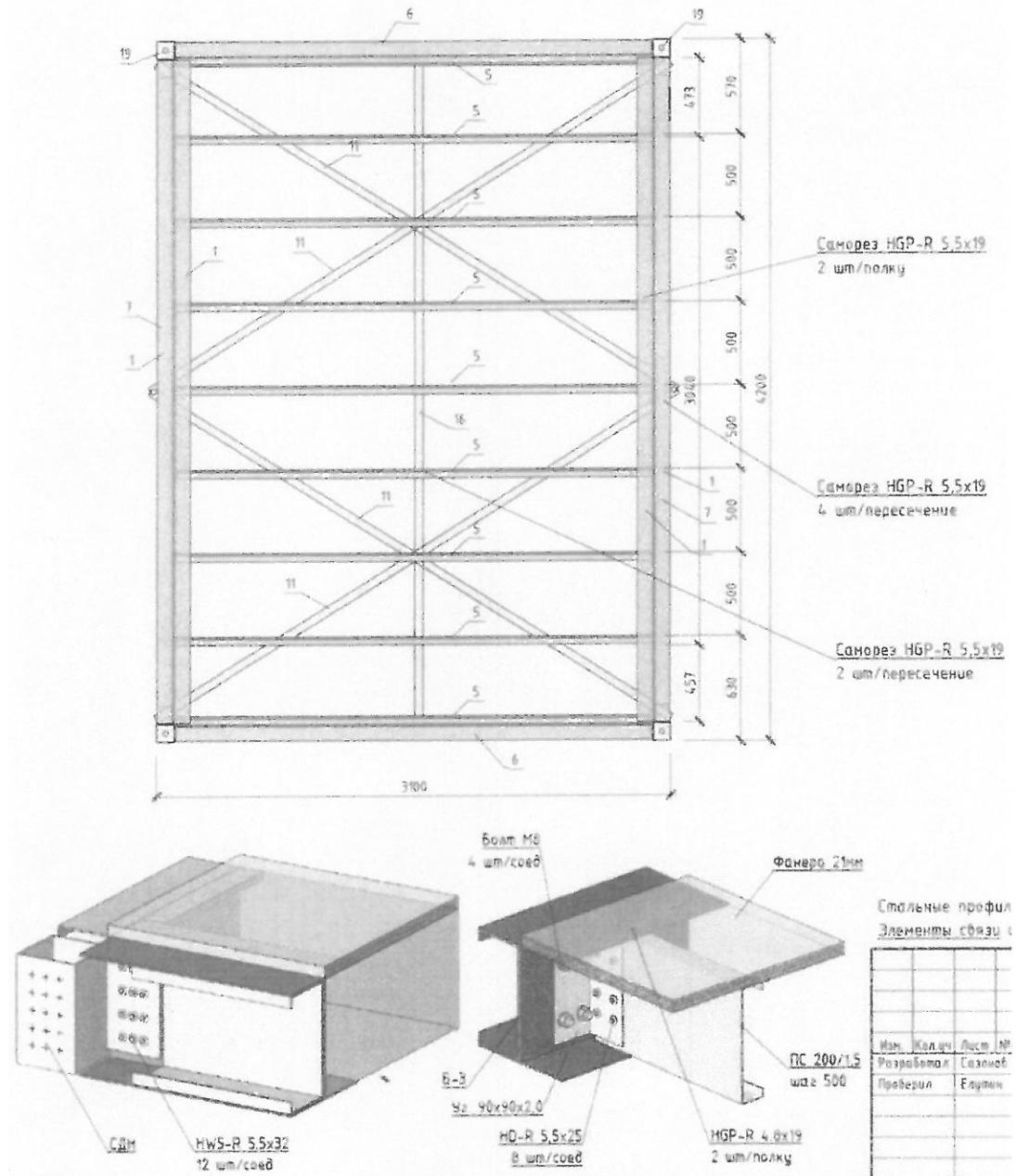


Рисунок 1.5 Конструктивное решение панели № 5

Изм.	Лист	Нодокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						13

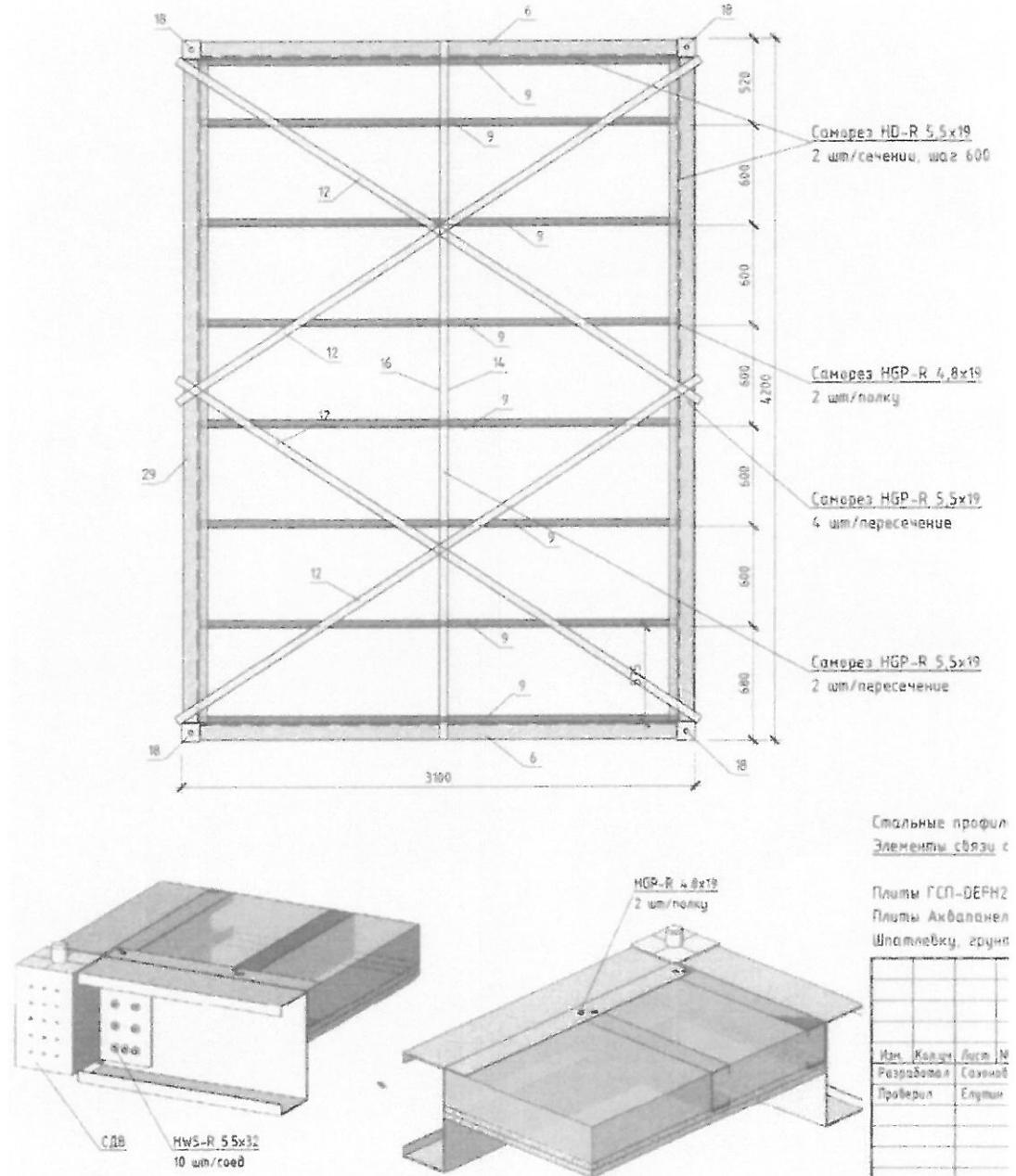
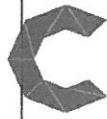


Рисунок 1.6 Конструктивное решение панели № 6

Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						14

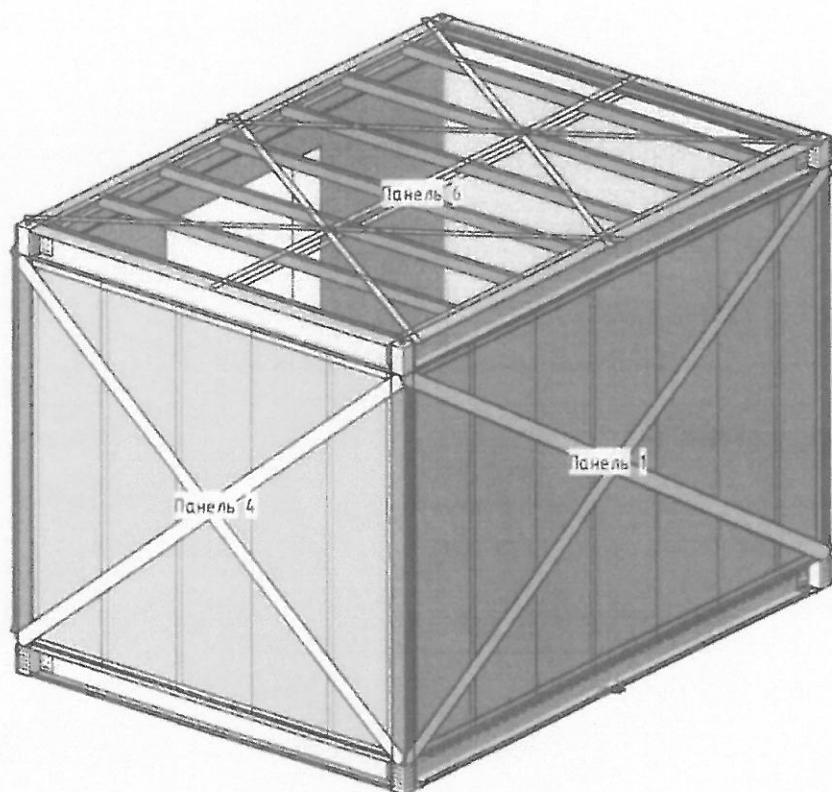
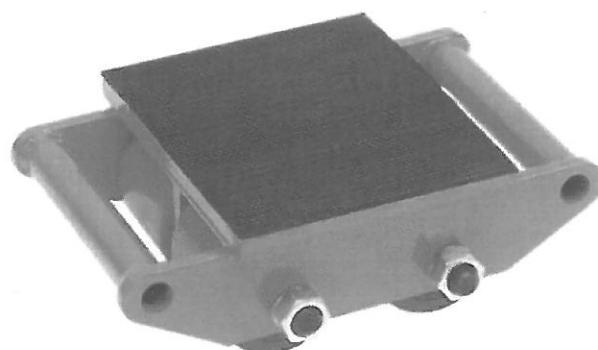
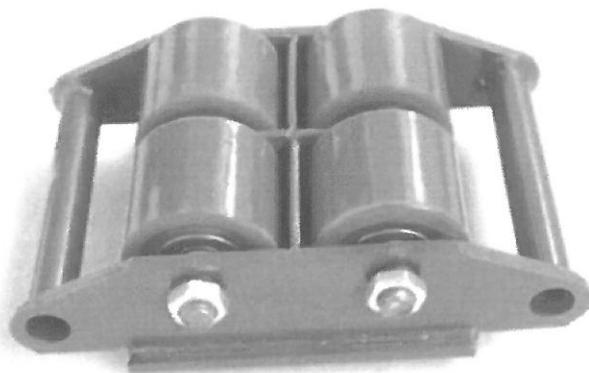


Рисунок 1.7 Конструкция несущих элементов экспериментального модуля

Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						15



1.8 Конструкция подкатных опор

					Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	16

Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»

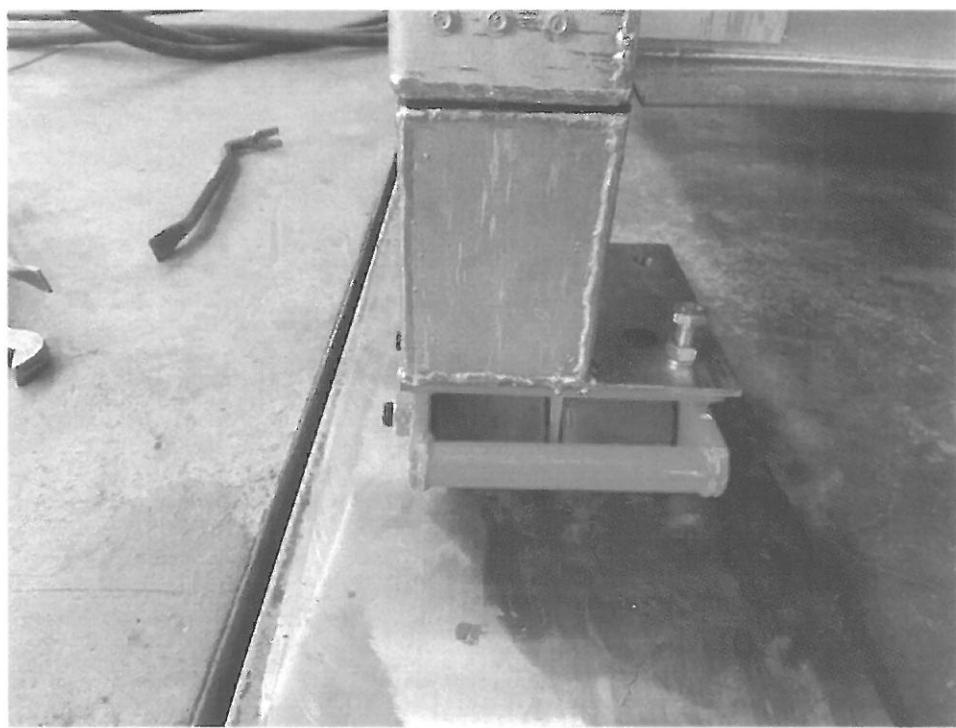
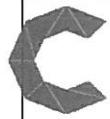
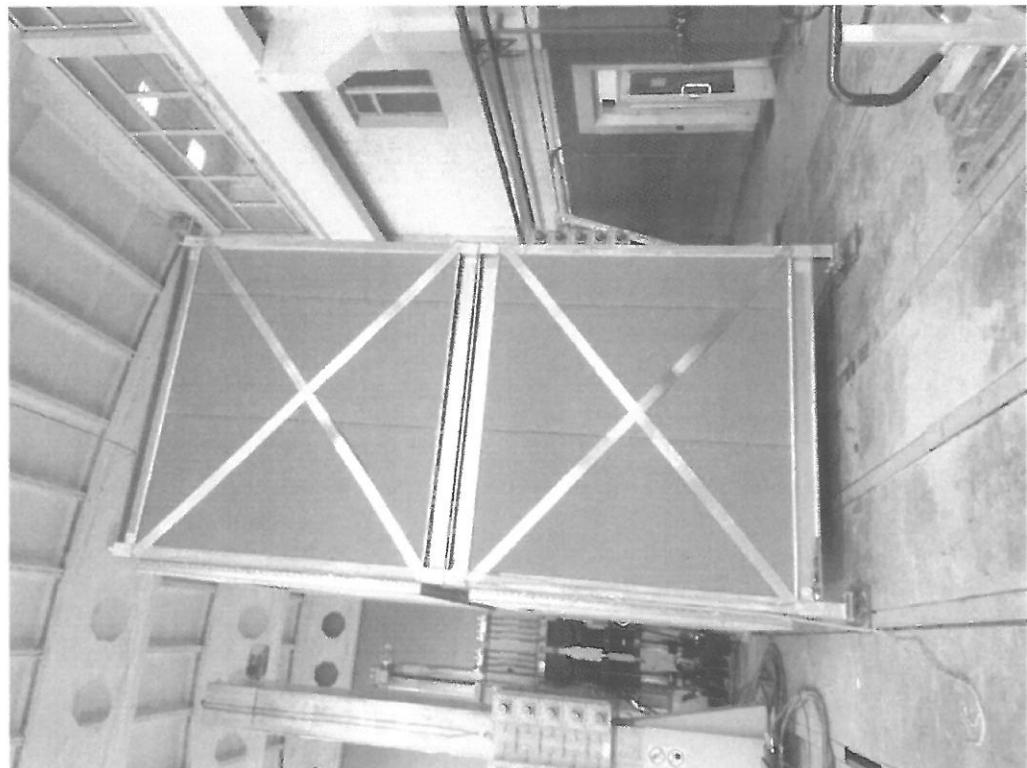


Рисунок 1.9 Общий вид опорных подвижных катков с закрепленными на них фрагментами элементов верхних опорных стоек блоков

					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата		



б)



а)

Рисунок 1.10. Общий вид смонтированного 2-х этажного экспериментального фрагмента модуля

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						18



Рисунок 1.11 Общий вид 2-х этажного экспериментального фрагмента модуля,  
установленного на опорные катки

						Лист
Иzm.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	19

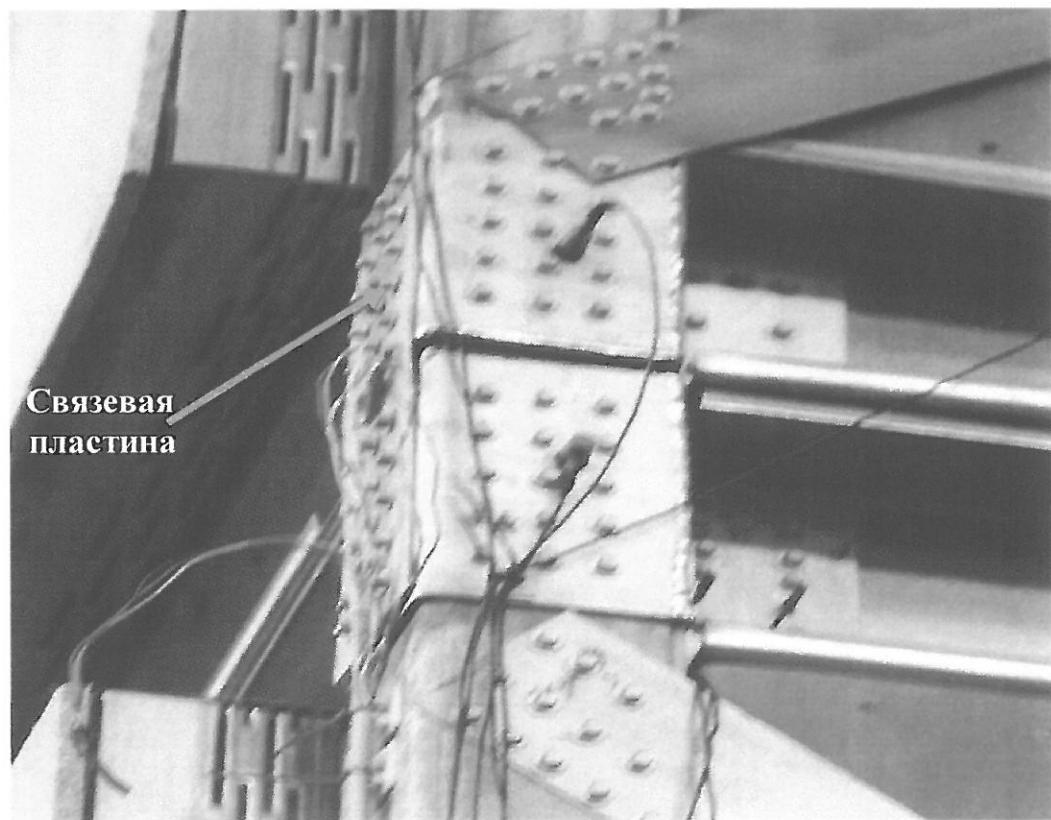
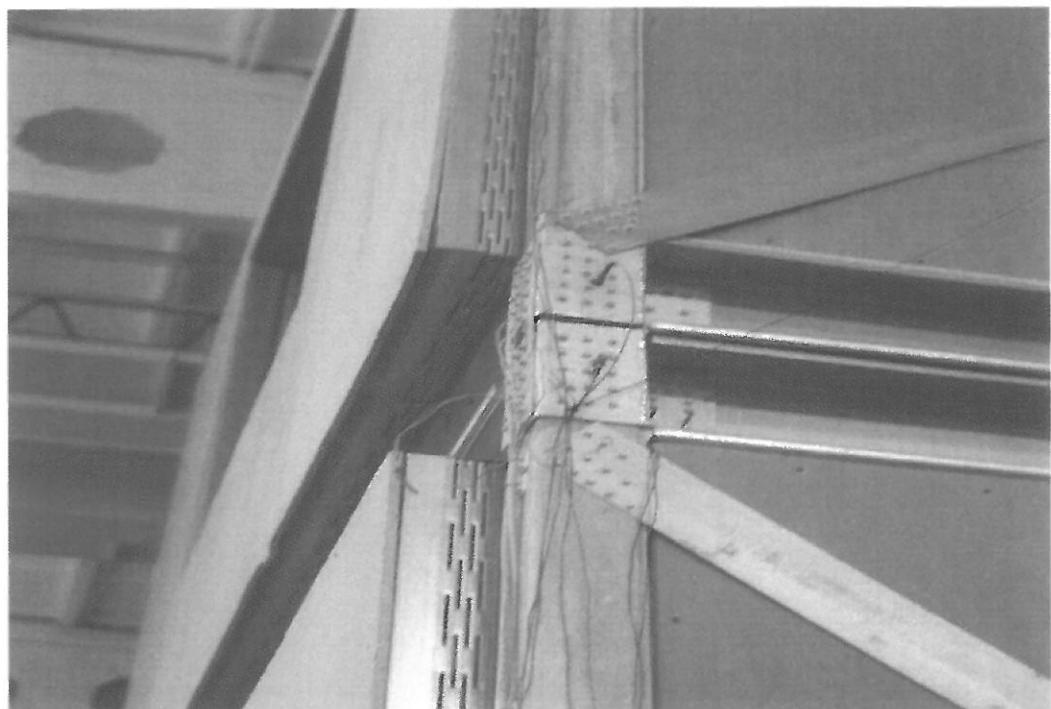


Рисунок 1.12 Опорный узел в зоне соединения блоков по высоте модуля

Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						20

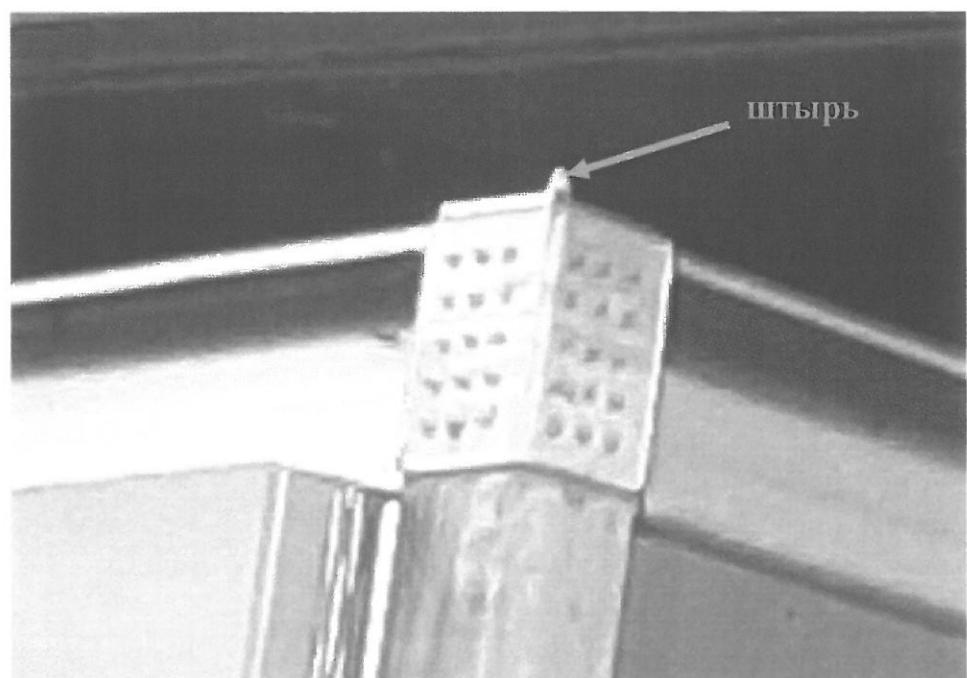
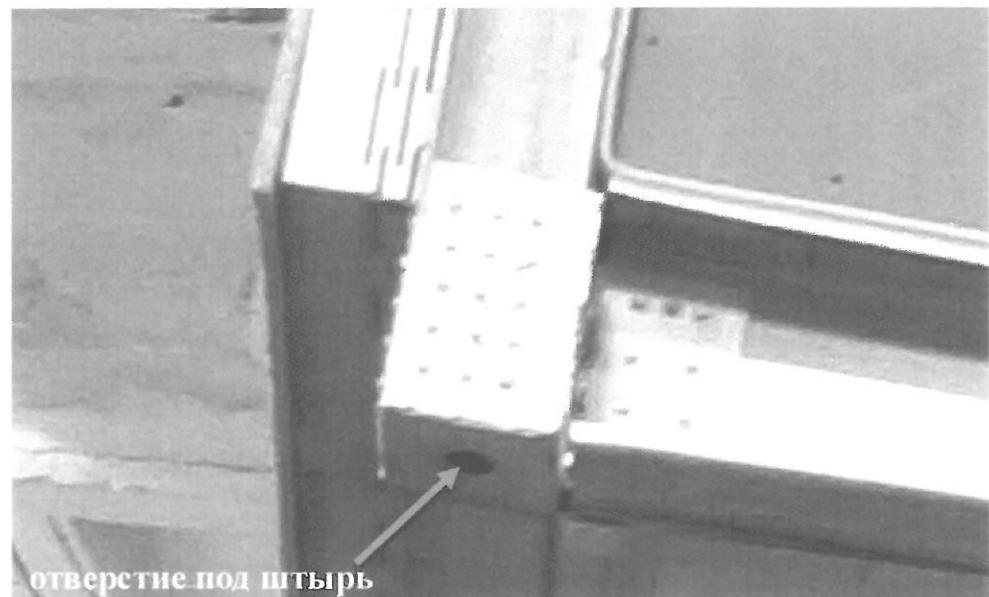


Рисунок 1.13 Конструкция соединения блоков между собой по высоте 2-х этажного модуля

					Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	21

Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»



## 2. Экспериментальные исследования сейсмостойкости 2-х этажного фрагмента здания из изделий фирмы «КНАУФ» на действие динамических нагрузок

### 2.1. Программа и методика испытаний. Измерительные приборы и оборудование

Для оценки сейсмостойкости 2-х этажного экспериментального фрагмента, смонтированного из 2-х модулей из изделий фирмы «КНАУФ», была разработана методика динамический испытаний, позволяющая определить динамические характеристики воздействий на конструкцию, а также параметры напряженно-деформационного состояния несущих и ограждающих конструкций 2-х этажного модуля при динамических воздействиях, эквивалентных сейсмическим.

#### 2.1.1. Силовое оборудование и измерительные приборы

Для проведения динамических испытаний в НИИ ЭМ НИУ МГСУ была запроектирована и изготовлена установка для проведения испытаний 2-х этажного фрагмента, а также использованы специальное динамическое оборудование и измерительные приборы.

Испытательный стенд включал в себя следующие элементы:

- 2-х этажный фрагмент, состоящий из двух одноэтажных жилых модулей, смонтированных непосредственно в Лабораторном корпусе НИУ МГСУ (рисунок 1.11);
- подкатная опора марки CRA-4 (грузоподъёмностью 60кН) (рисунок 1.8);
- динамические гидроцилиндры марки MTS (рисунки 2.1, 2.2), предназначенные для создания динамического воздействия с различным ускорением на каждом этапе нагружения от  $0.2 \text{ м/с}^2$  до  $4 \text{ м/с}^2$  с частотой 1 Гц до 50 Гц, амплитуда перемещений  $\pm 50$  до  $\pm 250$  мм; максимальное усилие при динамическом воздействии  $\pm 800$  кН. Контроль перемещения штока осуществляется с помощью датчика перемещения типа LVDT;
- 2 стальных упора (быки), обеспечивающих передачу динамической нагрузки от гидроцилиндров на 2-х этажный фрагмент (рисунок 2.3);
- измерительная аппаратура:
  - акселерометры одно- и трехосные фирмы PCB, позволяющие определить величину ускорений с частотой съема данных до 4000Гц (рисунки 2.4);

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Лист
					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»



- тензорезисторы фирмы TML с базой 10 мм (рисунок 2.5) с частотой съема данных до 400 Гц;
- комплекс оборудования NI PXIe-1082 с модулями NI PXI-4496 (для регистрации данных акселерометров) и NI PXIe-4330 (для регистрации и записи данных с тензорезисторов) – см. рисунок 2.6;
- цифровой контроллер MTS Flex Test60 Digital Controller (рисунок 2.7), предназначенный для управления динамическими гидроцилиндрами с возможностью контроля и изменения параметров их работы в процессе проведения испытаний.

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						23

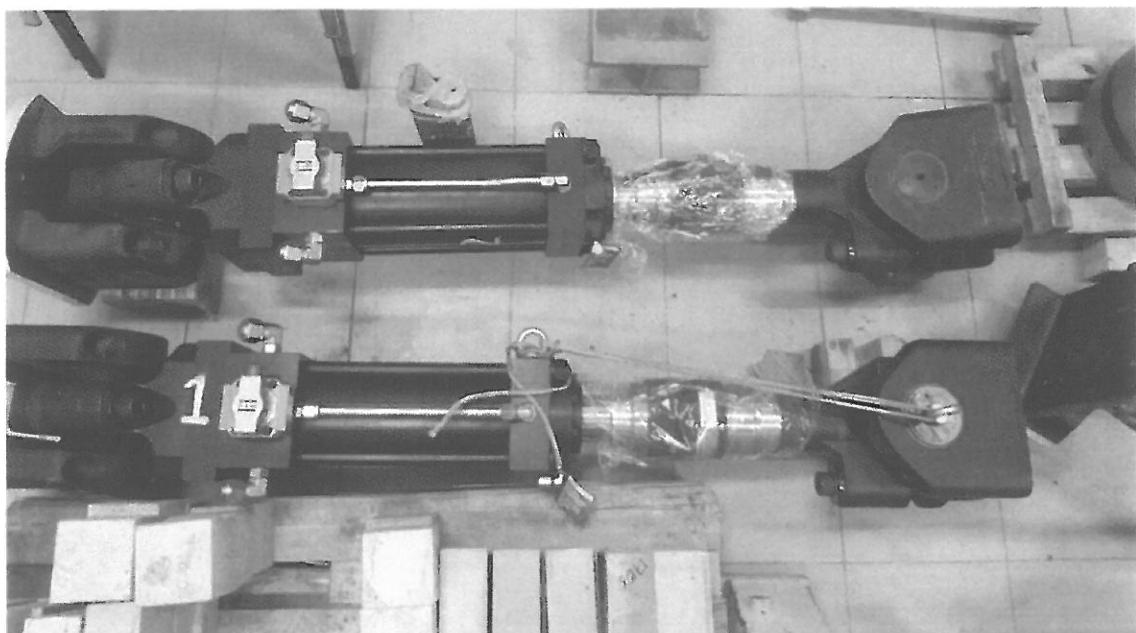


Рисунок 2.1 Общий вид гидроцилиндров



Рисунок 2.2 Расположение гидроцилиндров относительно 2-х этажного фрагмента

					Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	24

Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "KNAUF" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»

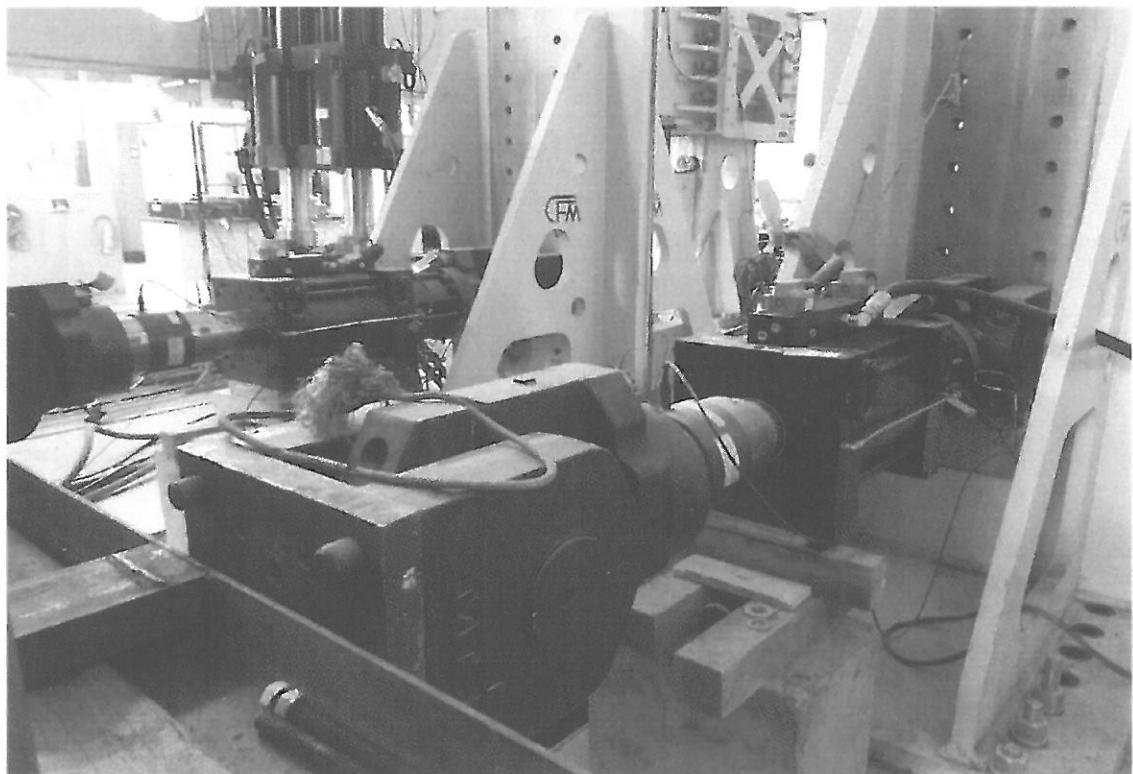


Рисунок 2.3 Расположение гидроцилиндров относительно стальных упоров

					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата		

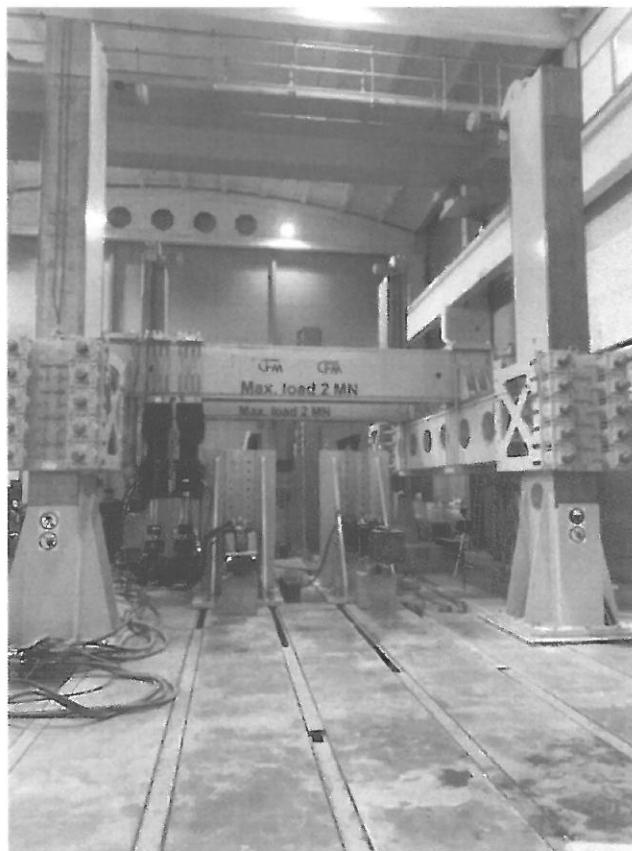


Рисунок 2.4 Упоры для динамических гидроцилиндров

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»		



Рисунок 2.5 Акселерометры трехосные, фирмы PCB

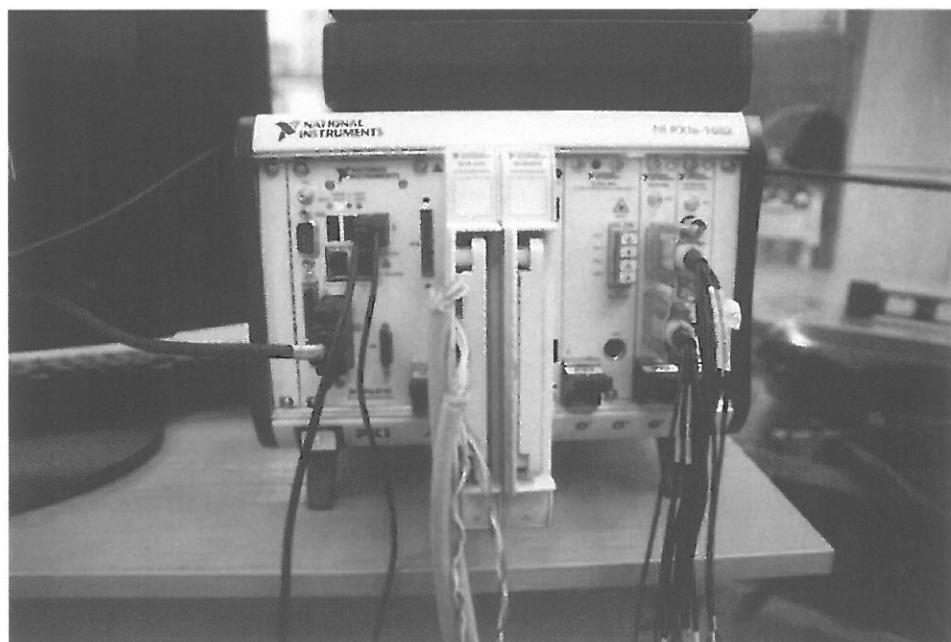


Рисунок 2.6 Комплекс оборудования NI PXIe-1082 с модулями:

- NI PXI-4496 (для регистрации данных акселерометров)
- NI PXIe-4330 (для регистрации и записи данных с тензорезисторов)

						Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	27



Рисунок 2.7 Цифровой контроллер MTS FlexTest 60 Digital Controller

### 2.1.2. Программа и методика динамических испытаний

Эквивалентное сейсмическое воздействие моделировалось горизонтальными синусоидальными колебаниями платформы с установленным 2-х этажным фрагментом экспериментального образца, которые возбуждались перемещением с заданной частотой и амплитудой штоков гидроцилиндров, жестко закрепленных к конструкции стенда. Управление гидроцилиндром осуществлялось при помощи цифрового контроллера MTS Flex Test с возможностью контроля и изменения параметров работы в процессе проведения работ.

Уровень динамического воздействия задавался в соответствии с Программой испытаний и включал в себя следующие этапы с величинами ускорений, приведенными ниже.

1. Ускорение  $a_1=1,0 \text{ м/с}^2$ .
2. Ускорение  $a_2=2,0 \text{ м/с}^2$ .
3. Ускорение  $a_3=4,0 \text{ м/с}^2$ .
4. Ускорение  $a_4=4,0 \text{ м/с}^2$  при частотах колебаний системы от 3 до 5 Гц (см. таблицу 2.1), близких к собственной частоте 2-х этажного фрагмента).

Величина виброускорения на основе использования программного комплекса пересчитывалась в величину виброперемещения и задавалась гидроцилиндром в качестве входного

Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						28



воздействия (сигнала). Контроль задаваемого виброускорения осуществлялся с помощью датчиков перемещений, являющихся контрольными элементами гидроцилиндров.

В соответствии с требованиями ГОСТ 30630.0.0-99 [3] и ГОСТ 30630.1.2 – 99 [4], частота внешнего гармонического воздействия задавалась в диапазоне 1 – 30 Гц. Испытания проводились в режиме увеличения частоты внешнего воздействия ступенями по 1 Гц, при этом на каждой частоте отрабатывалось по 200-400 циклов колебаний.

На несущих стальных элементах 2-х этажного фрагмента устанавливались акселерометры для определения ускорений в ортогональных направлениях. Акселерометры устанавливались на элементах стенда и облицовки на высоте 800 и 6000 мм. Схема установки приведена на рисунках 2.8 и 2.9.

Крепление акселерометров к элементам конструкции НФС осуществлялось в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО 5348-2002 [5] с помощью жёстких уголковых упоров и на специальный воск. При этом соединительные провода (во избежание трибоэлектрического эффекта) крепились к стенду с помощью клеевой ленты с шагом 500-800 мм.

На стальные элементы 2-х этажного фрагмента экспериментальной модели устанавливались также тензорезисторы для определения деформаций, возникающих в элементах. Тензорозетки устанавливались на опорные элементы модели в зоне контакта 1-го и 2-го блоков. Схема установки приведена на рисунке 2.8 и 2.9.

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Лист
					29

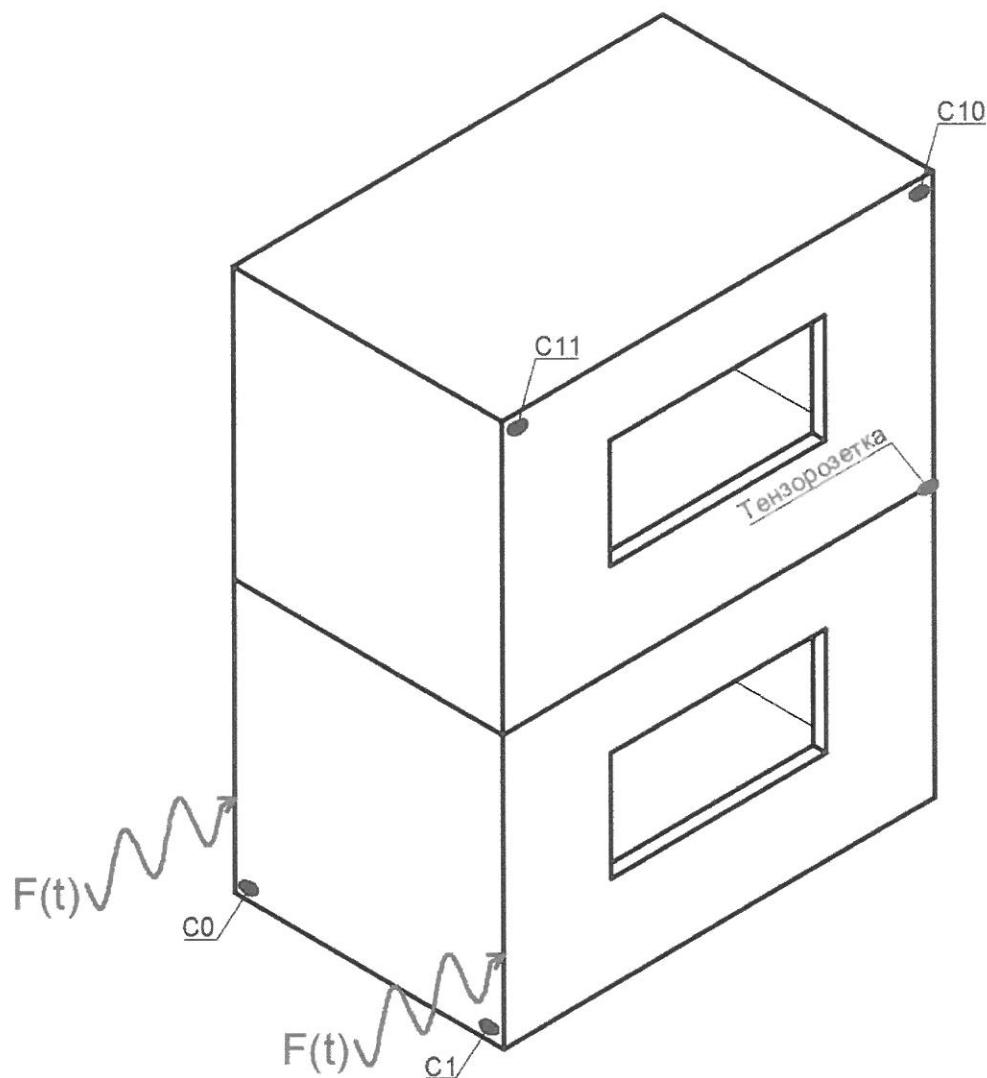


Рисунок 2.8 Схема расстановки акселерометров и тензорезисторов на 2-х этажном фрагменте

Изм.	Лист	Нодокум.	Подп.	Дата	Лист
					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»

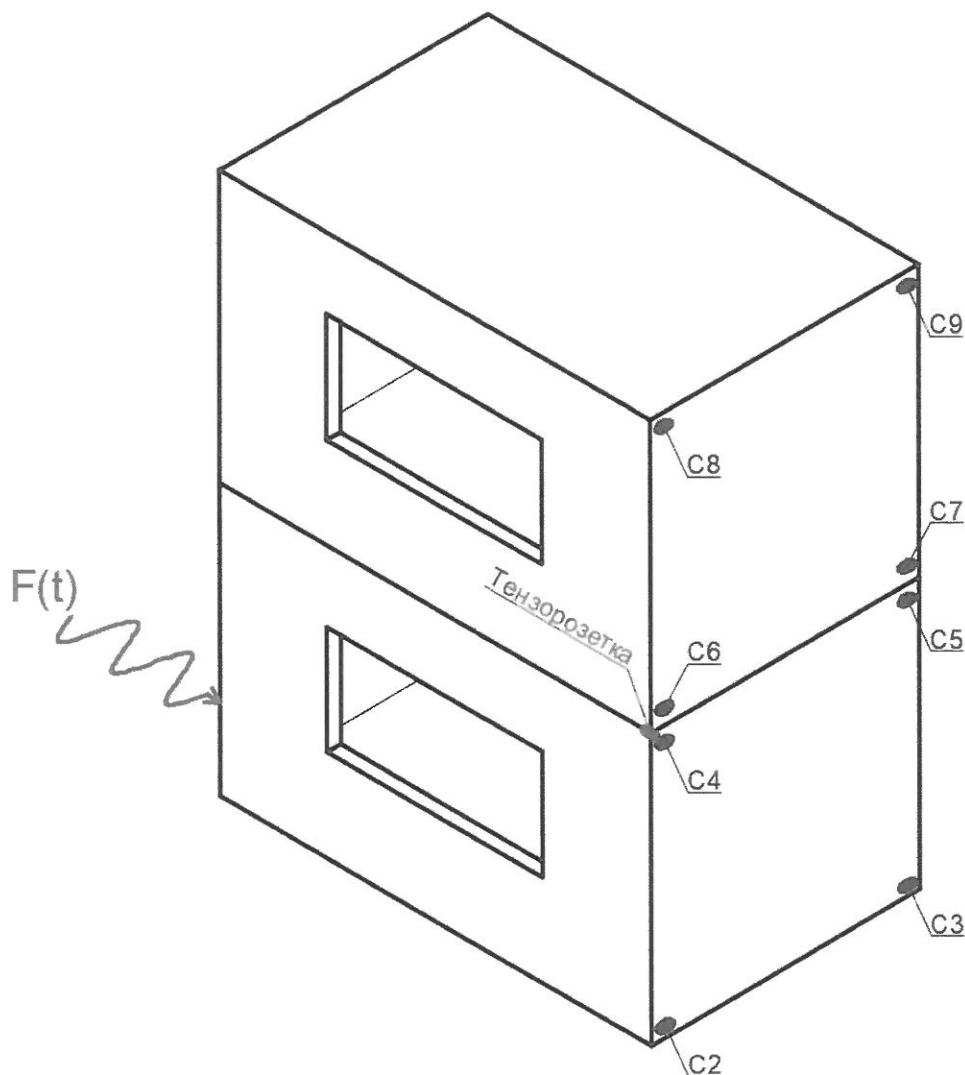


Рисунок 2.9 Схема расстановки акселерометров и тензорезисторов на 2-х этажном фрагменте

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Лист
					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»



## 2.2. Результаты динамических испытаний 2-х этажного фрагмента здания из изделий фирмы «КНАУФ» и их анализ

Было проведено 4 серии испытаний 2-х этажного фрагмента здания с учетом изменения величины ускорения на каждом этапе нагружения. В таблице 2.1 приведены параметры динамического нагружения экспериментальной модели в горизонтальной плоскости при 28 режимах ее нагружения.

**Параметры динамического нагружения опытного образца  
в горизонтальной плоскости**

Таблица 2.1

№ ре- жима нагруже- ния	Частота f (Гц)	Амплитуда колебаний стенда А (мм)		Количество циклов коле- баний стенда	Ускорение на гидро- цилиндрах a (м/с <sup>2</sup> )
		в уровне низа	в уровне верх		
1	1	3,0	8,0	80	1,0
2	2	4,7	9,6	160	
3	3	2,1	5,3	240	
4	4	1,2	4,8	320	
5	5	0,75	5,0	400	
6	8	7,0	18,0	640	
7	10	0,2	1,1	800	
8	15	0,07	1,1	1200	
9	20	0,04	0,8	1600	
1	1	3,2	4,0	80	2,0
2	2	9,4	10,2	160	
3	3	4,34	6,3	240	
4	4	2,44	4,1	320	
5	5	1,56	9,2	400	
6	8	7,1	17,8	640	
7	10	0,38	1,1	800	
8	15	0,14	0,30	1200	
1	1	8,6	14,5	80	4,0
2	2	12,6	29,2	160	
3	3	11,8	35,1	240	
4	4	4,8	10,0	320	
5	5	5,1	12,8	400	
6	8	3,4	15,2	640	
1	3	10,1	22,1	180	4,0
2	3.5	8,4	18,1	210	
3	4	9,2	20,4	240	
4	4.5	3.86	12,3	270	
5	5	3.1	8,7	300	



## Серия испытаний № 1 (частотный спектр от 1 до 20 Гц, ускорение $a_1=1,0 \text{ м/с}^2$ )

Ускорения элементов конструкции (входное динамическое воздействие с ускорением  $a_1=1,0 \text{ м/с}^2$ ) представлены на рисунках 2.10-2.17. Ускорение конструкции в верхней точке 2-х этажного фрагмента в зависимости от частоты воздействия гидроцилиндров изменялось в интервале от 0,2 до  $5,5 \text{ м/с}^2$ . Как видно из графиков акселерограмм на рисунках 2.11-2.13 при частоте  $a \approx 4,5 \text{ Гц}$  имел место резонанс. Повреждений элементов несущих и ограждающих конструкций при резонансе не было установлено. Перемещения верха 2-х этажного фрагмента здания в зависимости от частотного спектра воздействий изменялись от 0, 8 до 18, 0 мм. Амплитуды усилий на гидроцилиндрах (т.е. величины усилий, которые передавались на 2-х этажный стенд) в зависимости от частотного спектра изменялись от 0,5 до 9,9 кН.

Деформации в стальных прокладках в зависимости от частотного спектра воздействий изменяются от  $\epsilon = 0,1 \times 10^{-4}$  до  $1,8 \times 10^{-4}$ . При этом максимальное напряжение в прокладке вдоль действия динамической нагрузки (ось «Y» - рисунок 2.17) составило 37,8 МПа.

## Серия испытаний № 2 (частотный спектр от 1 до 15 Гц, ускорение $a_2=2,0 \text{ м/с}^2$ )

Ускорения элементов конструкции (входное динамическое воздействие с ускорением  $a_2=2,0 \text{ м/с}^2$ ) представлены на рисунках 2.18-2.25. Ускорение конструкции в верхней точке 2-х этажного фрагмента в зависимости от частоты воздействия гидроцилиндров изменялось в интервале от 1,0 до  $13,5 \text{ м/с}^2$ . Как видно из графиков акселерограмм на рисунках 2.18-2.21 при частоте  $a = 5,0 \text{ Гц}$  имел место резонанс. Повреждений элементов несущих и ограждающих конструкций при резонансе не было установлено. Перемещения верха 2-х этажного фрагмента здания в зависимости от частотного спектра воздействий изменялись от 0, 3 до 17, 8 мм. Амплитуды усилий на гидроцилиндрах (т.е. величины усилий, которые передавались на 2-х этажный стенд) в зависимости от частотного спектра изменялись от 1,0 до 20,2 кН.

Деформации в стальных прокладках в зависимости от частотного спектра воздействий изменяются от  $\epsilon = 1,0 \times 10^{-4}$  до  $4,0 \times 10^{-4}$ . При этом максимальное напряжение в прокладке вдоль действия динамической нагрузки (ось «Y» - рисунок 2.25) составило 84,0 МПа.

					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
Изм.	Лист	Подокум.	Подп.	Дата		33

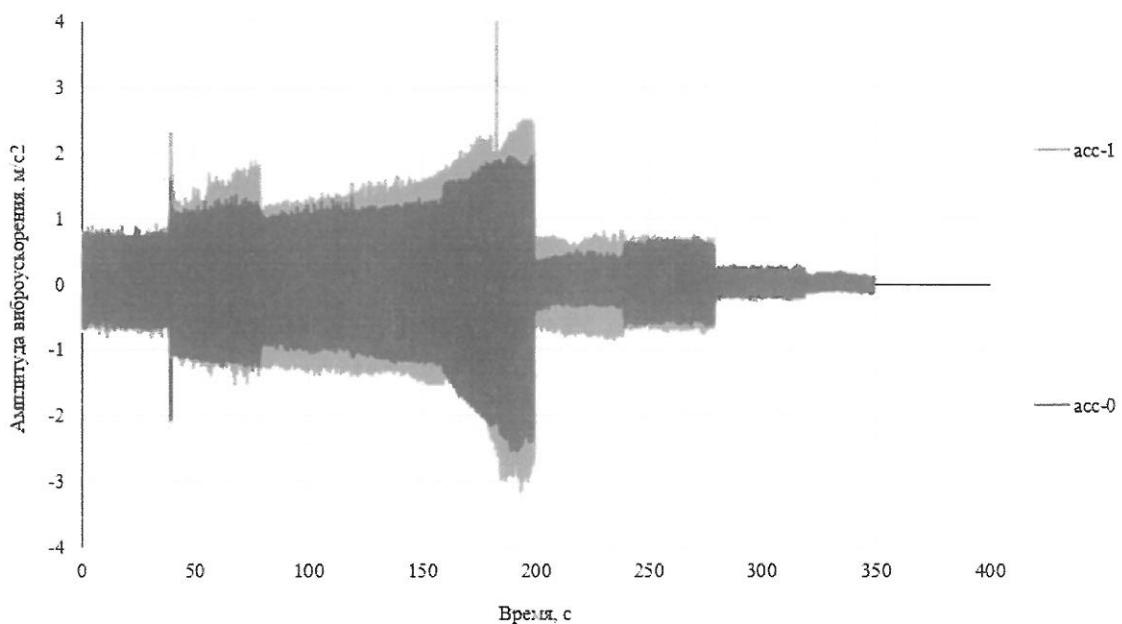


Рисунок 2.10 Акселерограмма виброускорения в точках 0 и 1

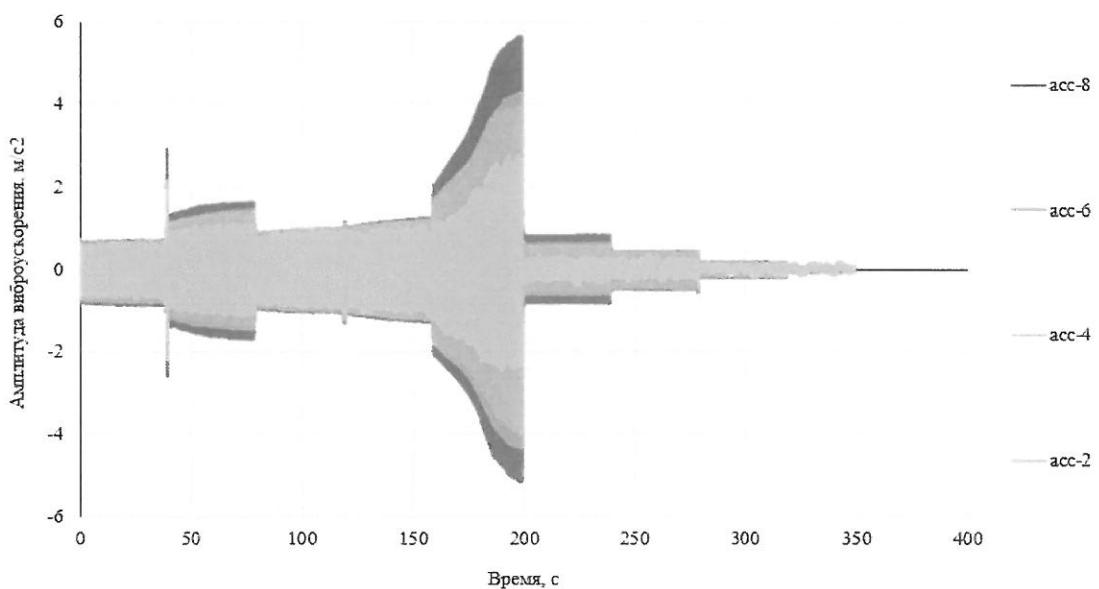


Рисунок 2.11 Акселерограмма виброускорения в точках 2, 4, 6 и 8

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Лист
					34

Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»

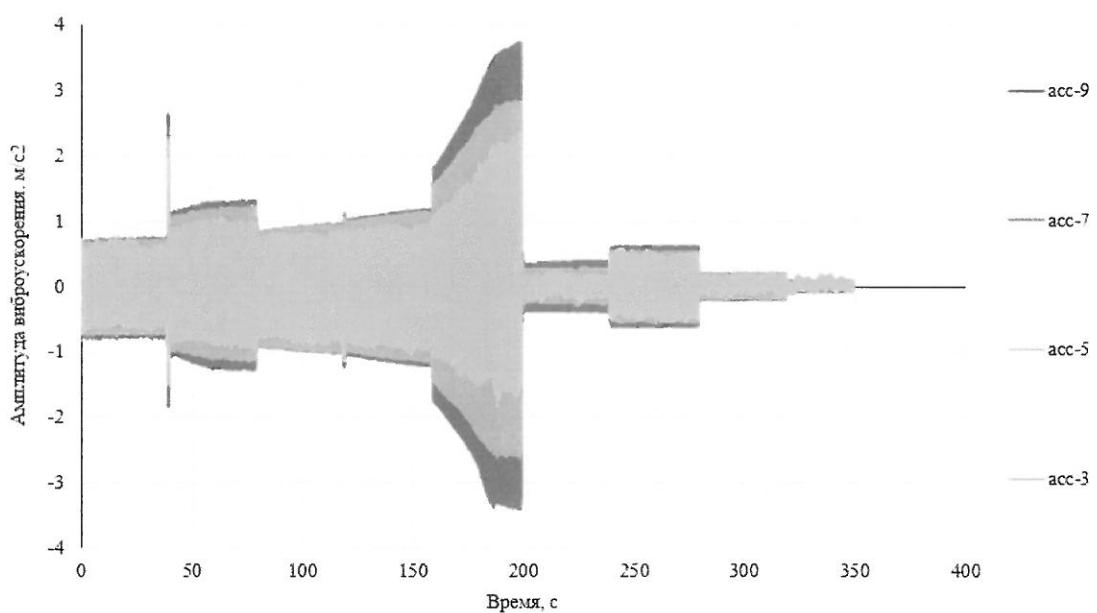


Рисунок 2.12 Акселерограмма виброускорения в точках 3,5,7 и 9

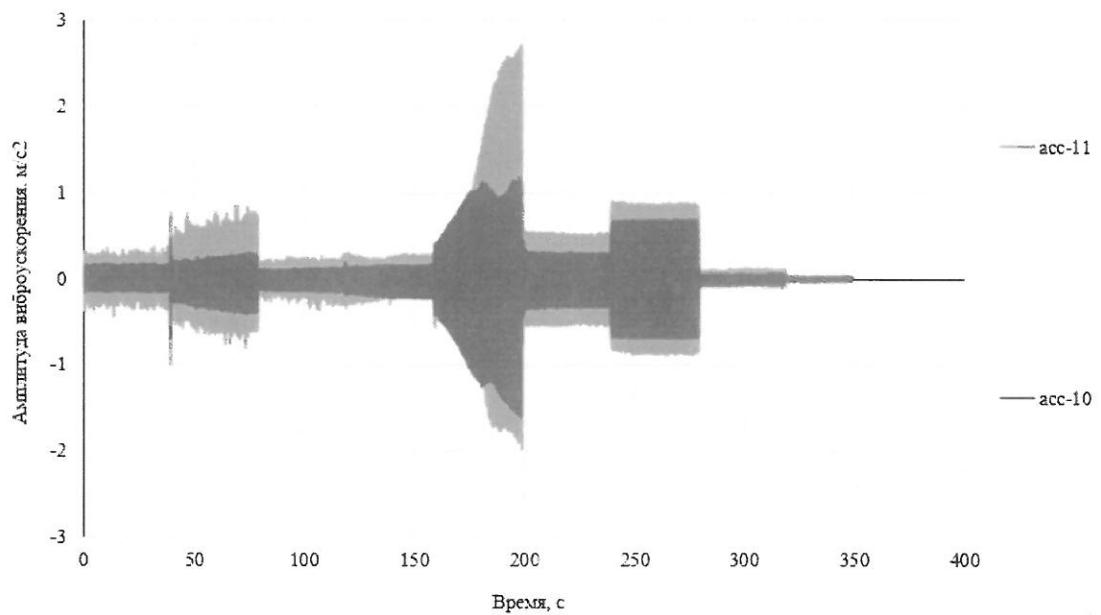


Рисунок 2.13 Акселерограмма виброускорения в точках 10 и 11

Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						35

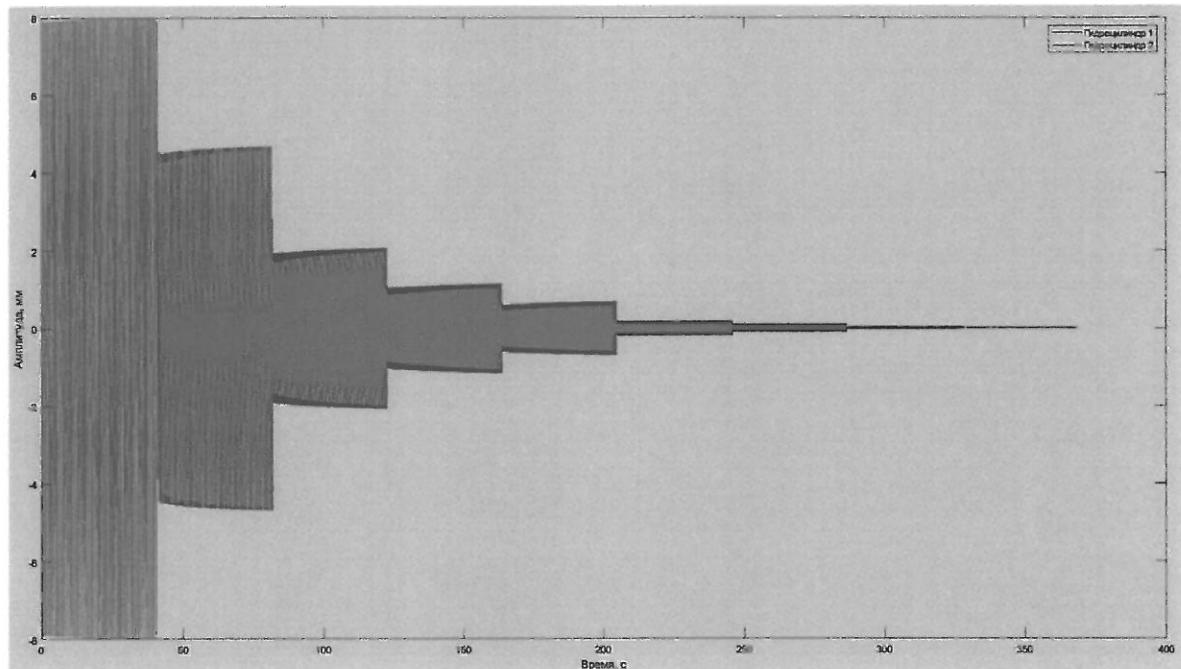


Рисунок 2.14 Амплитуда перемещений штока гидроцилиндров

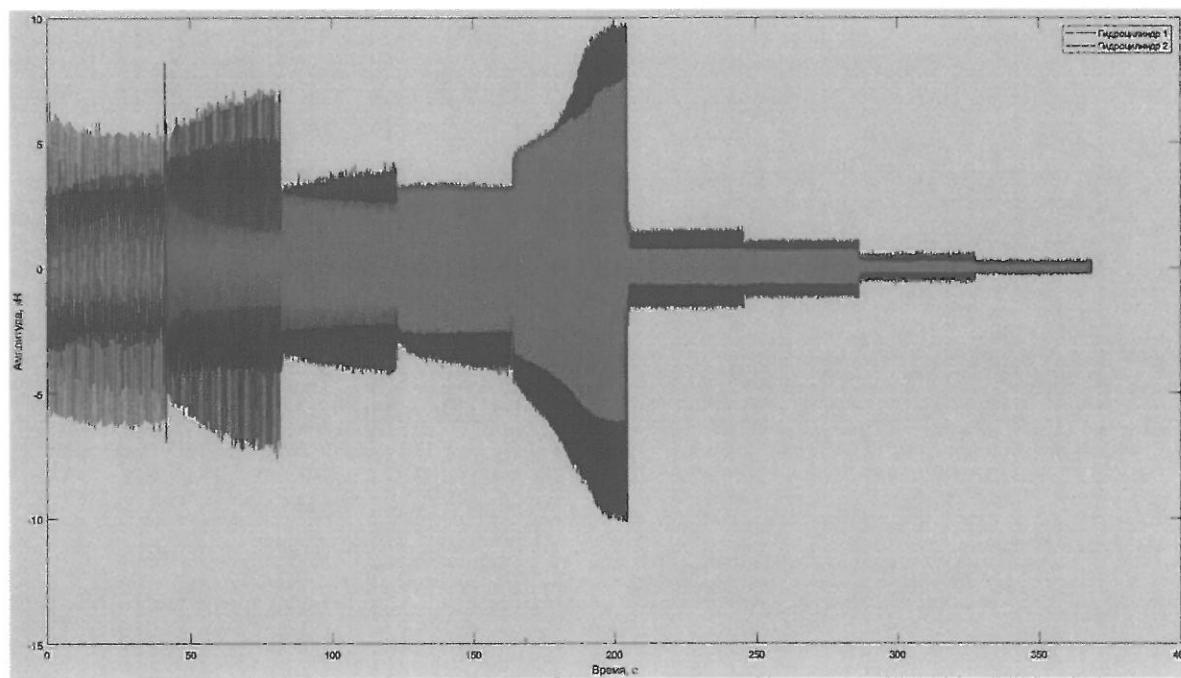


Рисунок 2.15 Амплитуда усилий на гидроцилиндрах

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Лист
					36

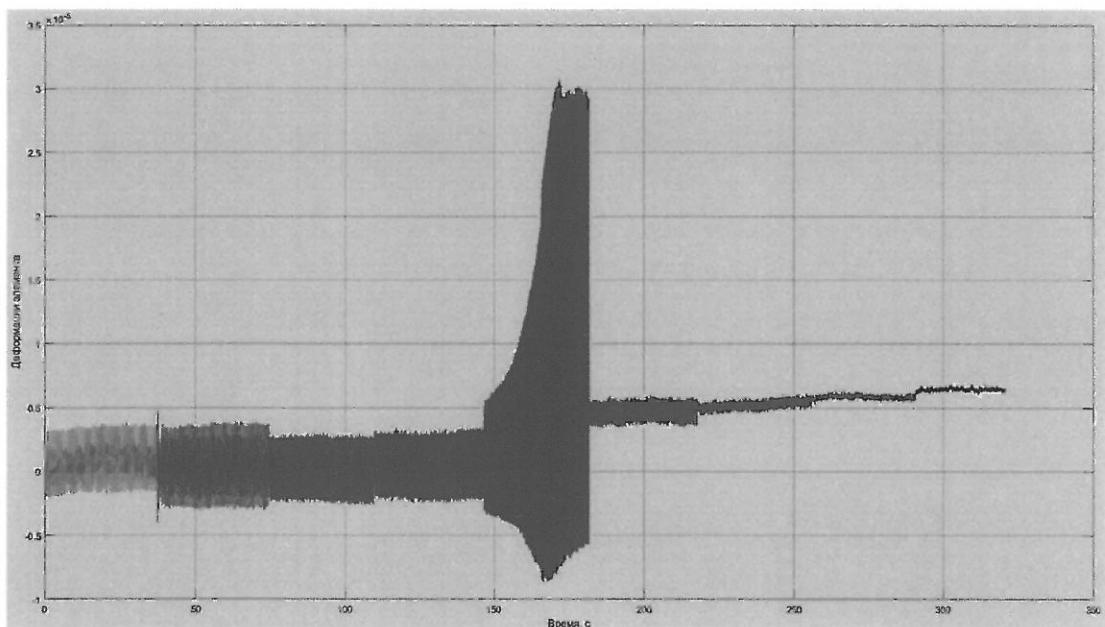


Рисунок 2.16 Относительные деформации металла связевой пластины  
в зонестыка блоков 1-го и 2-го этажей (по оси X)

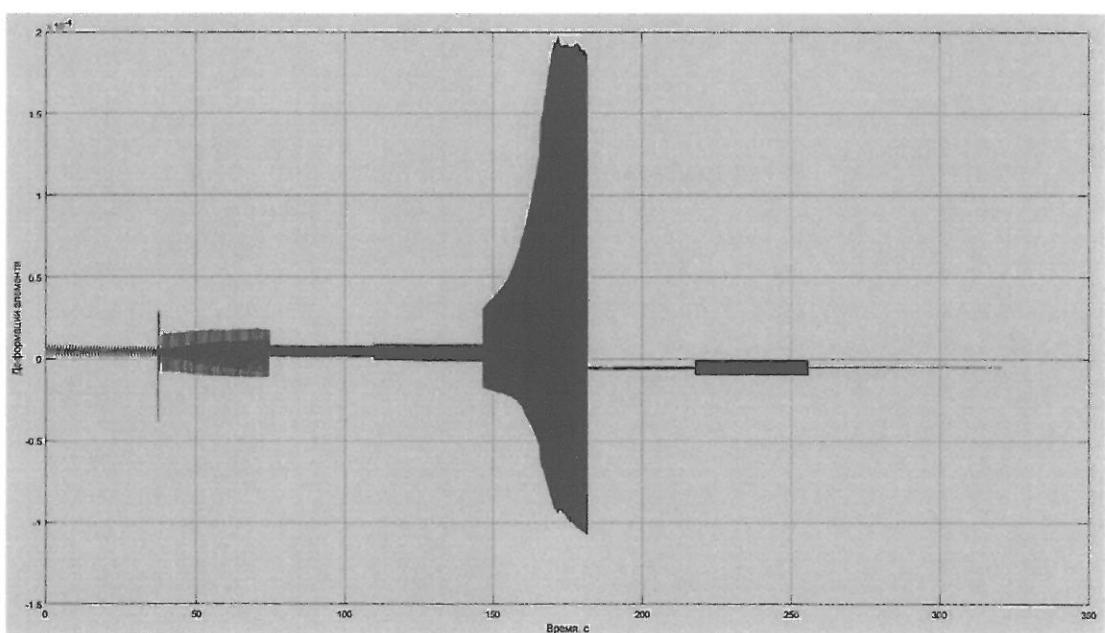


Рисунок 2.17 Относительные деформации металла связевой пластины  
в зонестыка блоков 1-го и 2-го этажей (по оси Y)

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Лист
					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»

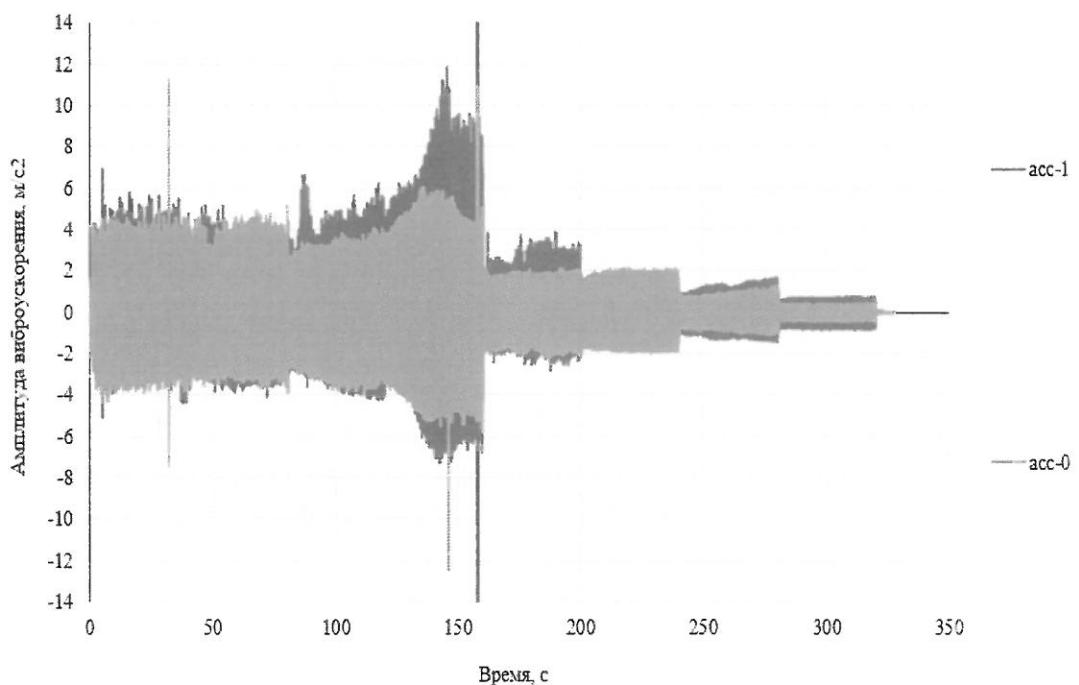


Рисунок 2.18 Акселерограмма виброускорения в точках 0 и 1

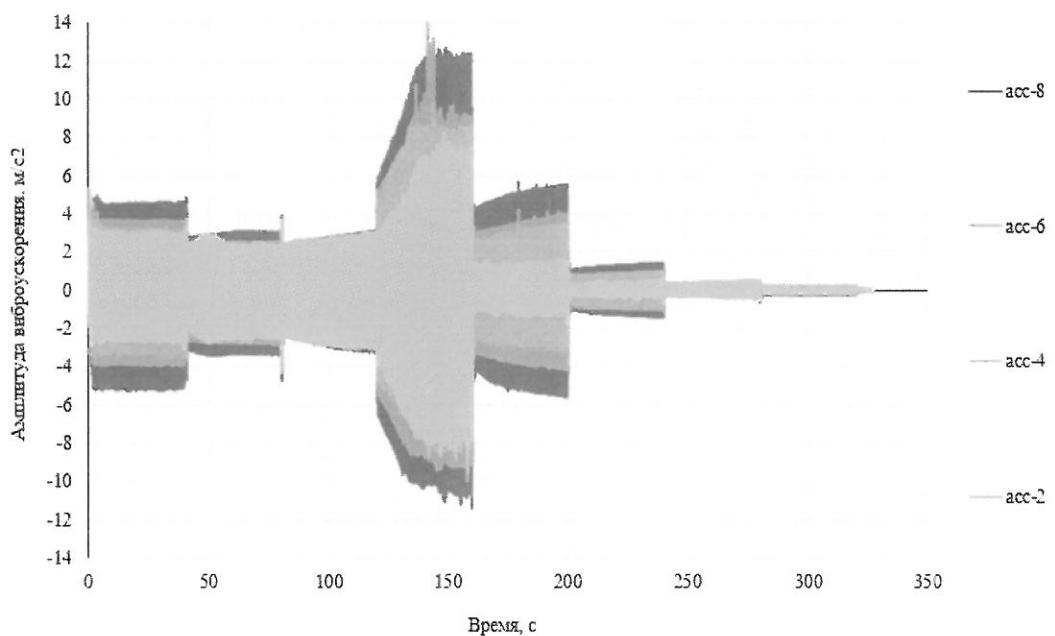


Рисунок 2.19 Акселерограмма виброускорения в точках 2, 4, 6 и 8

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						38

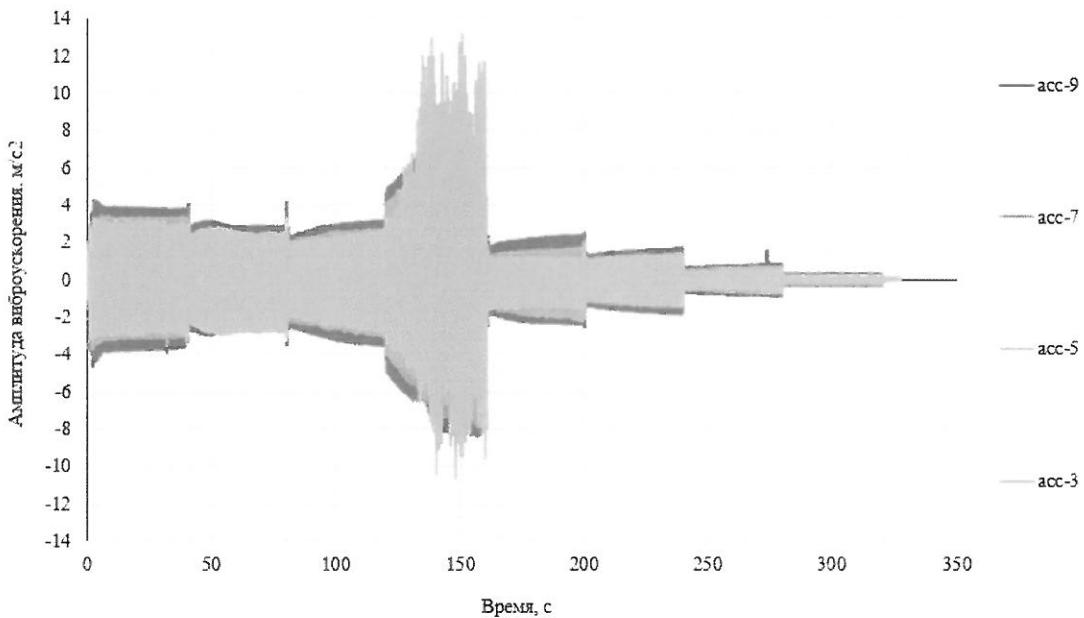


Рисунок 2.20 Акселерограмма виброускорения в точках 3,5,7 и 9

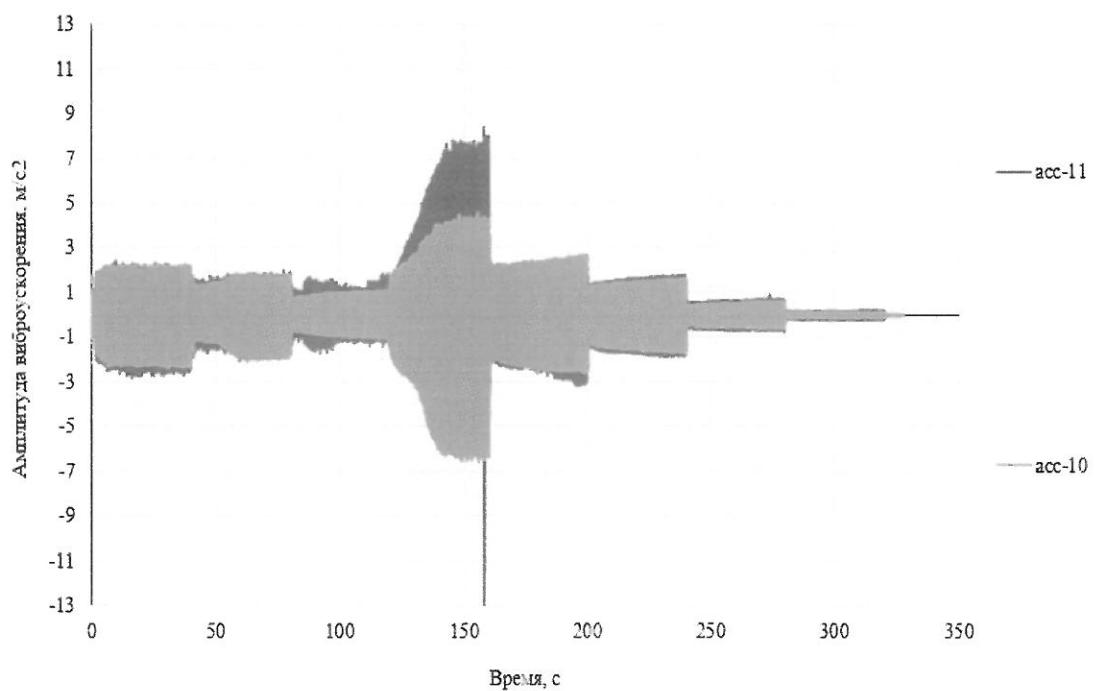


Рисунок 2.21 Акселерограмма виброускорения в точках 10 и 11

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						39

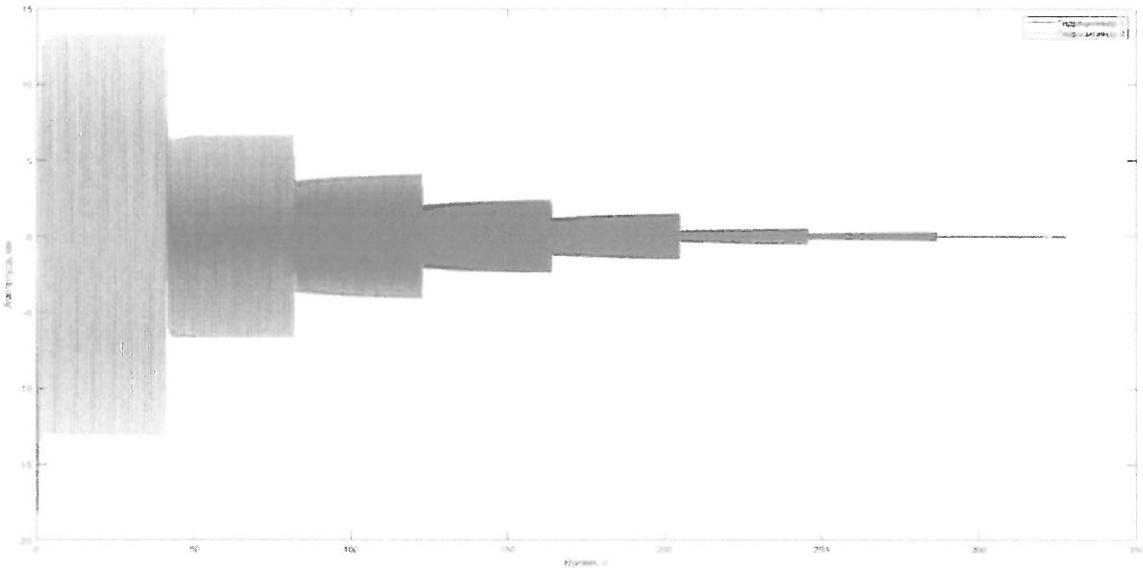
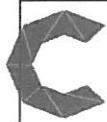


Рисунок 2.22 Амплитуда перемещений штока гидроцилиндров

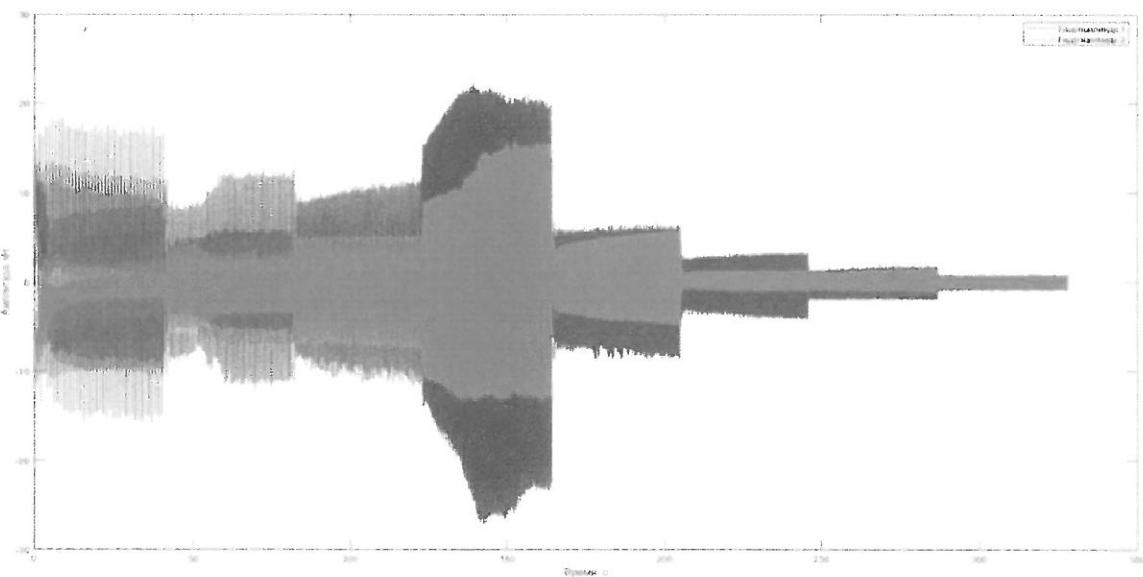


Рисунок 2.23 Амплитуда усилий на гидроцилиндрах

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						40

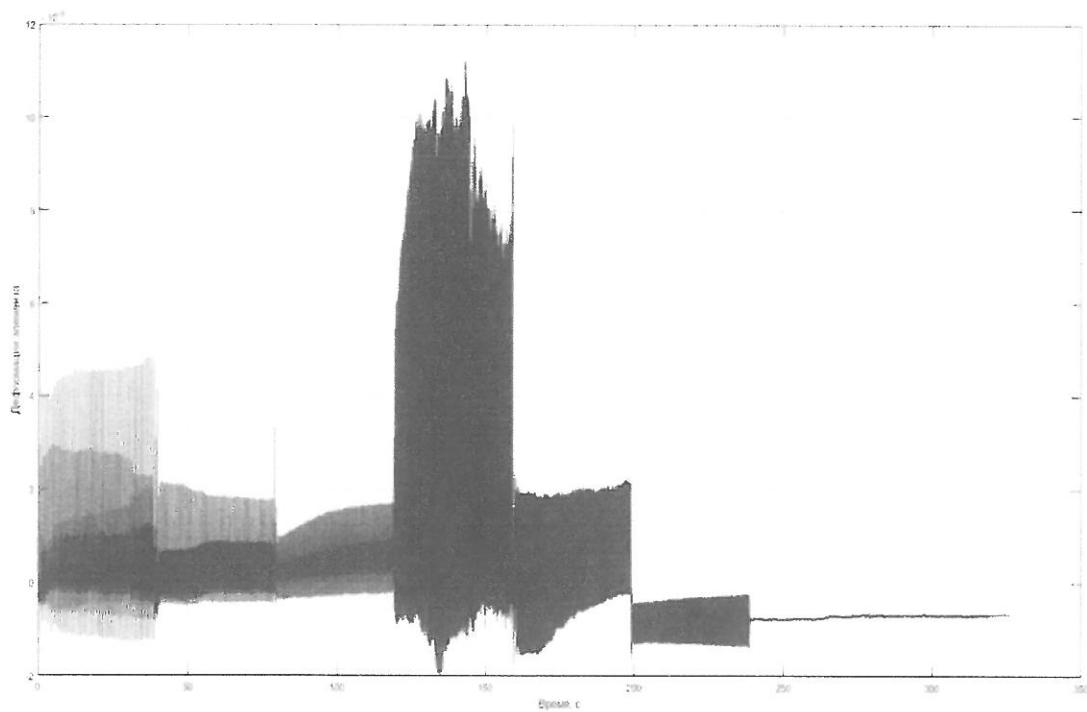
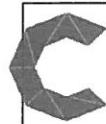


Рисунок 2.24 Относительные деформации металла связевой пластины  
в зонестыка блоков 1-го и 2-го этажей (по оси X)

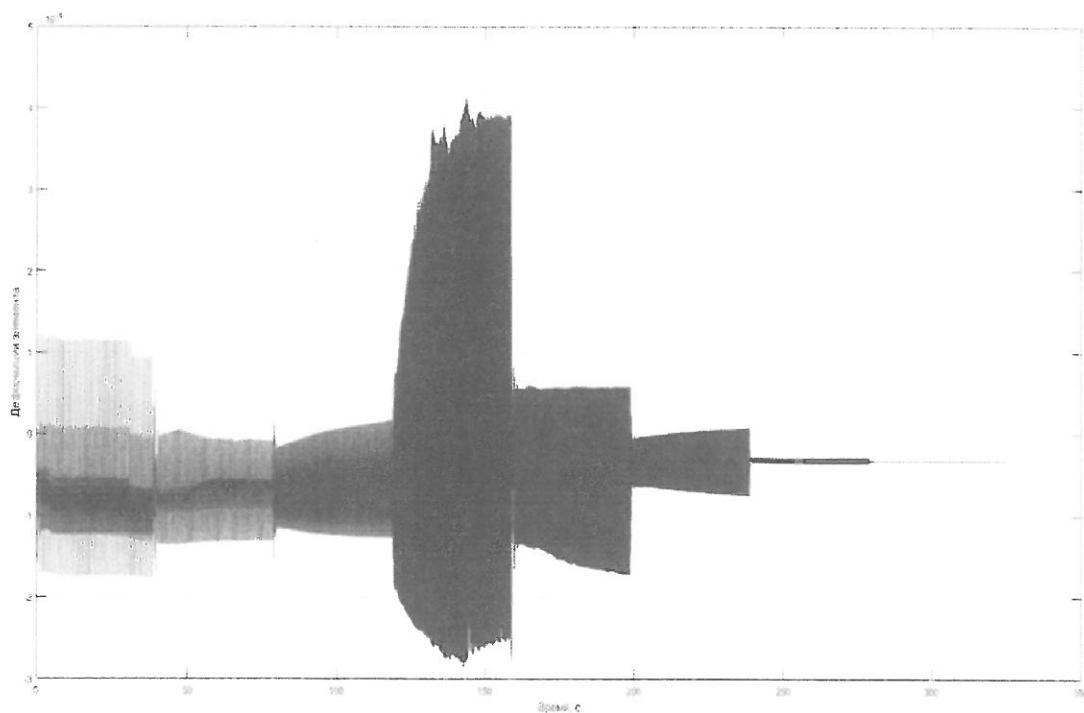


Рисунок 2.25 Относительные деформации металла связевой пластины  
в зонестыка блоков 1-го и 2-го этажей (по оси Y)

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						41



### Серия испытаний № 3 (частотный спектр от 1 до 8 Гц, ускорение $a_3=4,0 \text{ м/с}^2$ )

Ускорения элементов конструкции (входное динамическое воздействие с ускорением  $a_3=4,0 \text{ м/с}^2$ ) представлены на рисунках 2.26-2.33. Ускорение конструкции в верхней точке 2-х этажного фрагмента в зависимости от частоты воздействия гидроцилиндров изменялось в интервале от 1,0 до 9,0  $\text{м/с}^2$ . Как видно из графиков акселерограмм на рисунках 2.26-2.30 при частоте  $a \approx 4,0\text{--}5,0 \text{ Гц}$  имел место резонанс. Повреждений элементов несущих и ограждающих конструкций при резонансе не было установлено. Перемещения верха 2-х этажного фрагмента здания в зависимости от частотного спектра воздействий изменялись от 10,0 до 35,1 мм. Амплитуды усилий на гидроцилиндрах (т.е. величины усилий, которые передавались на 2-х этажный стенд) в зависимости от частотного спектра изменились от 7,5 до 23,0 кН (пик усилий приходится на момент перехода к частоте 4,0 Гц).

Деформации в стальных прокладках в зависимости от частотного спектра воздействий изменяются от  $\epsilon = 1,0 \times 10^{-4}$  до  $4,1 \times 10^{-4}$ . При этом максимальное напряжение в прокладке вдоль действия динамической нагрузки (ось «Y» - рисунок 2.33) составило 86,1 МПа.

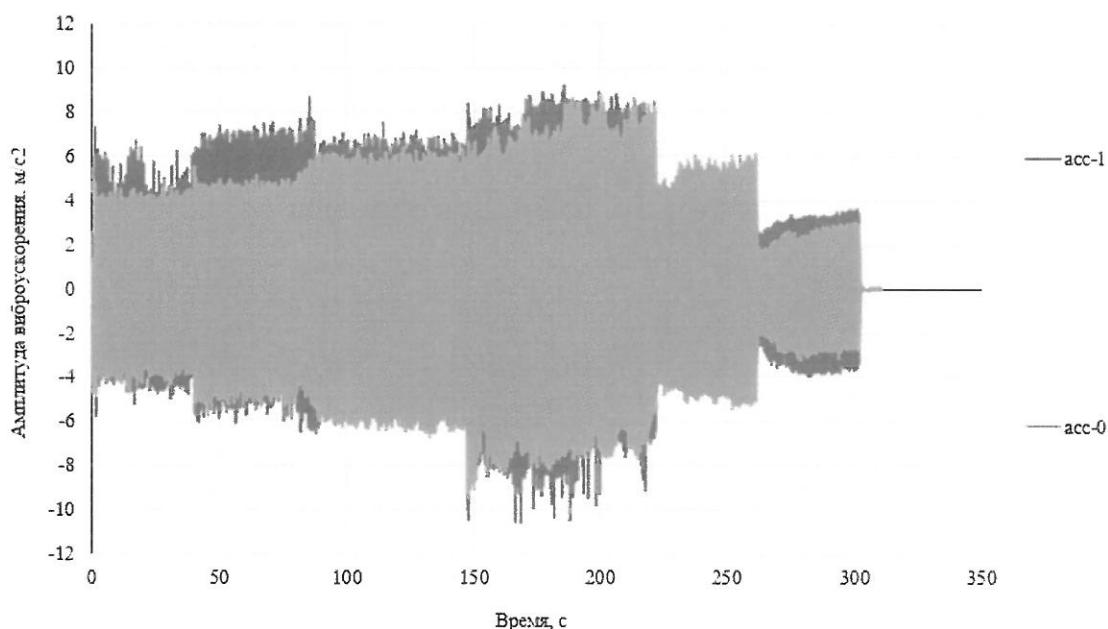


Рисунок 2.26 Акселерограмма виброускорения в точках 0 и 1

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						42

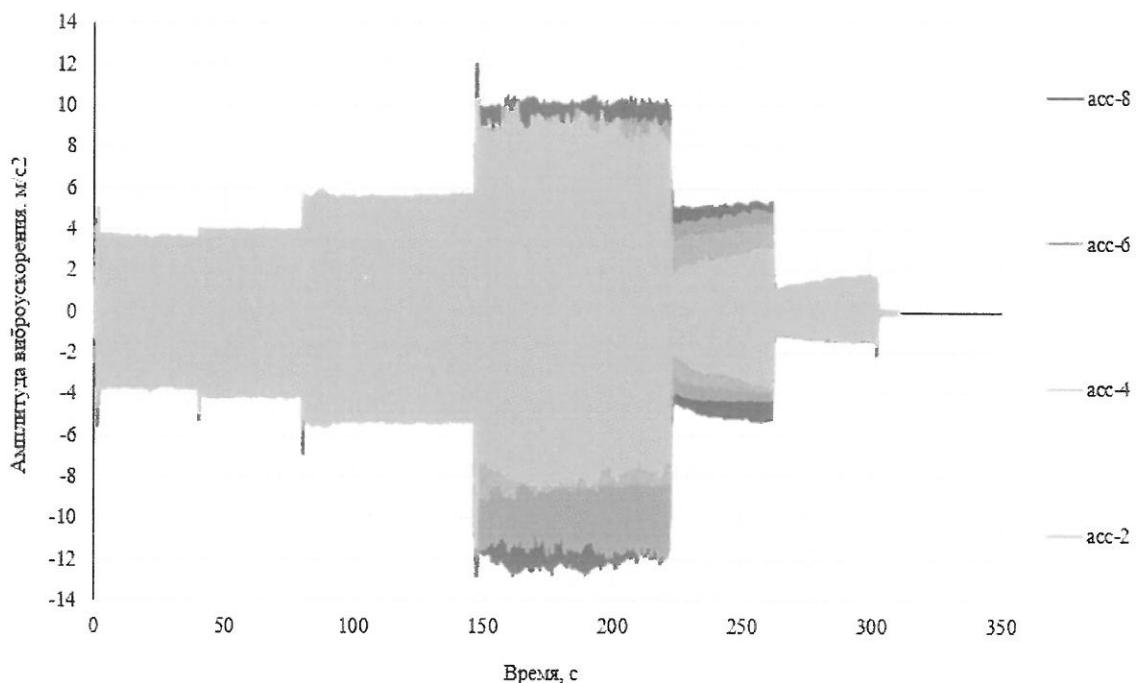


Рисунок 2.27 Акселерограмма виброускорения в точках 2, 4, 6 и 8

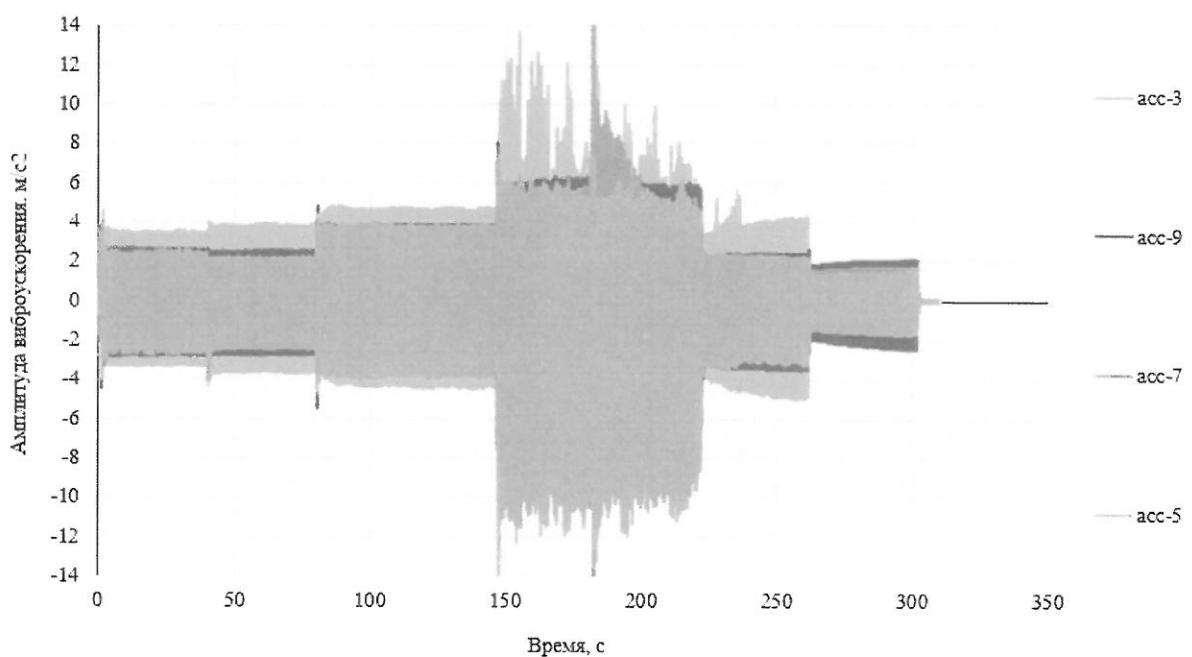


Рисунок 2.28 Акселерограмма виброускорения в точках 3, 5, 7 и 9

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						43

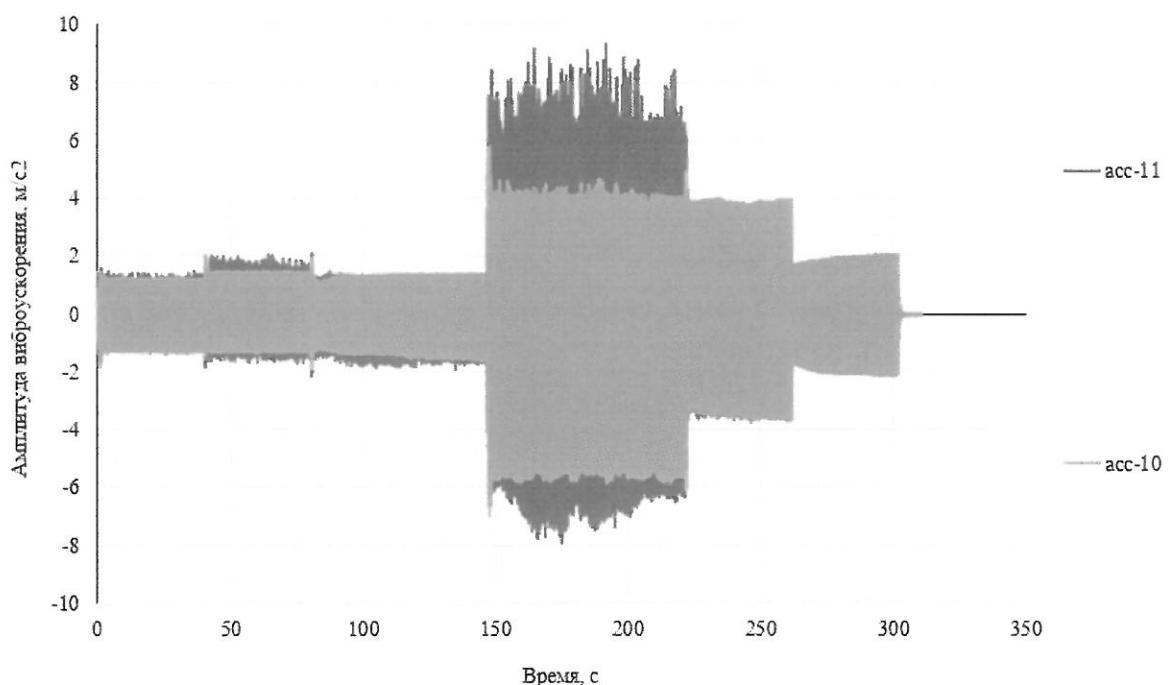


Рисунок 2.29 Акселерограмма виброускорения в точках 10 и 11

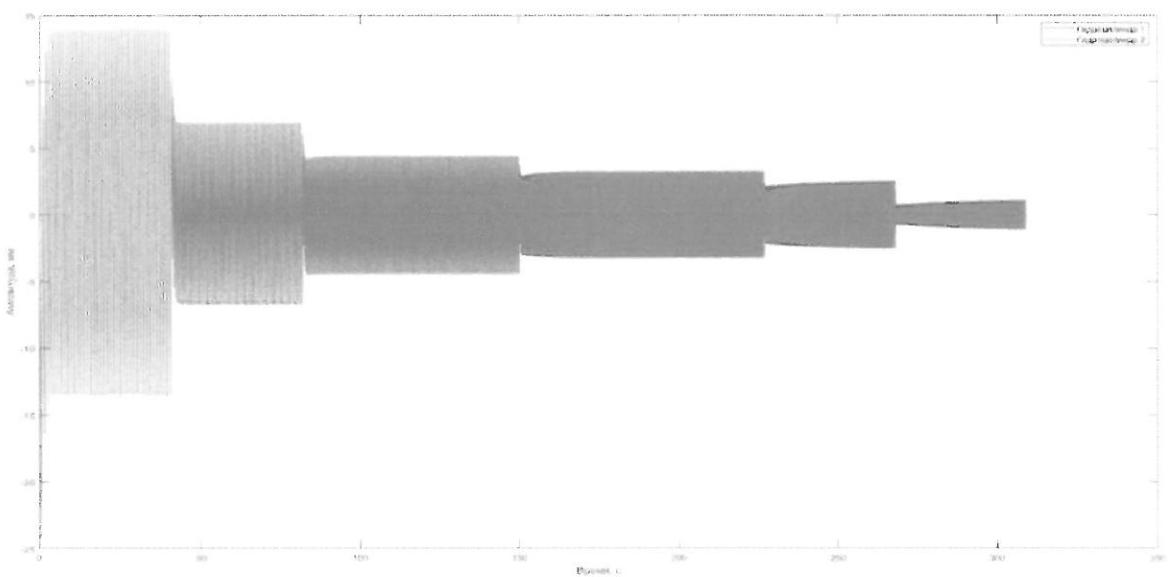


Рисунок 2.30 Амплитуда перемещений штока гидроцилиндров

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						44

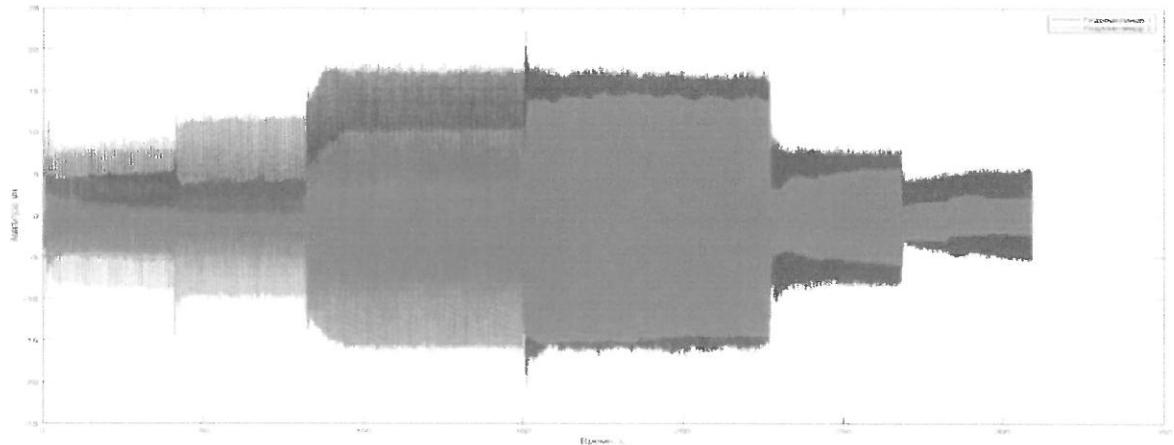


Рисунок 2.31 Амплитуда усилий на гидроцилиндрах

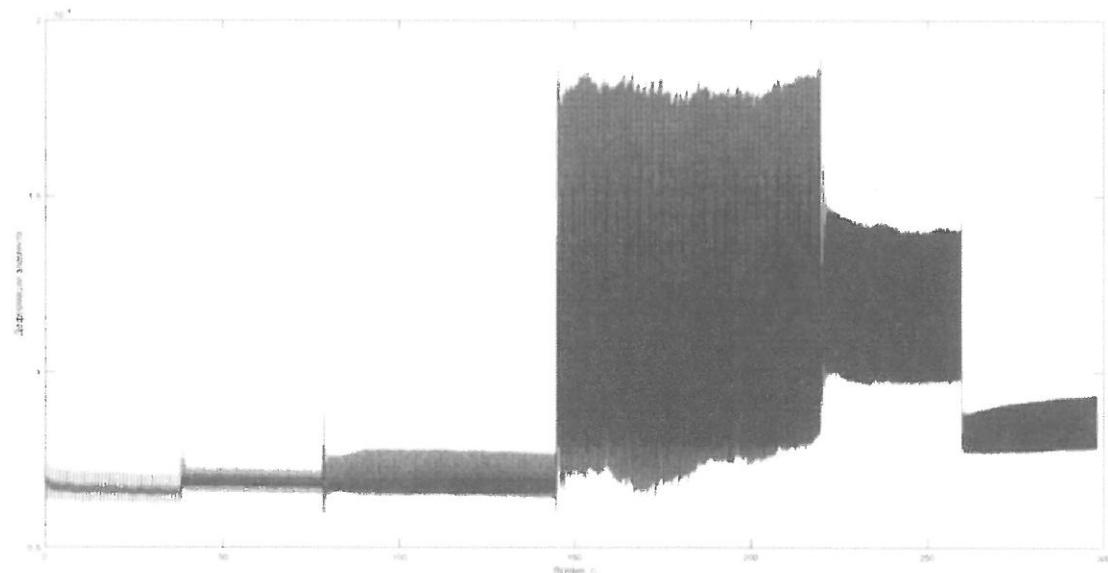


Рисунок 2.32 Относительные деформации металла связевой пластины  
в зонестыка блоков 1-го и 2-го этажей (по оси X)

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						45

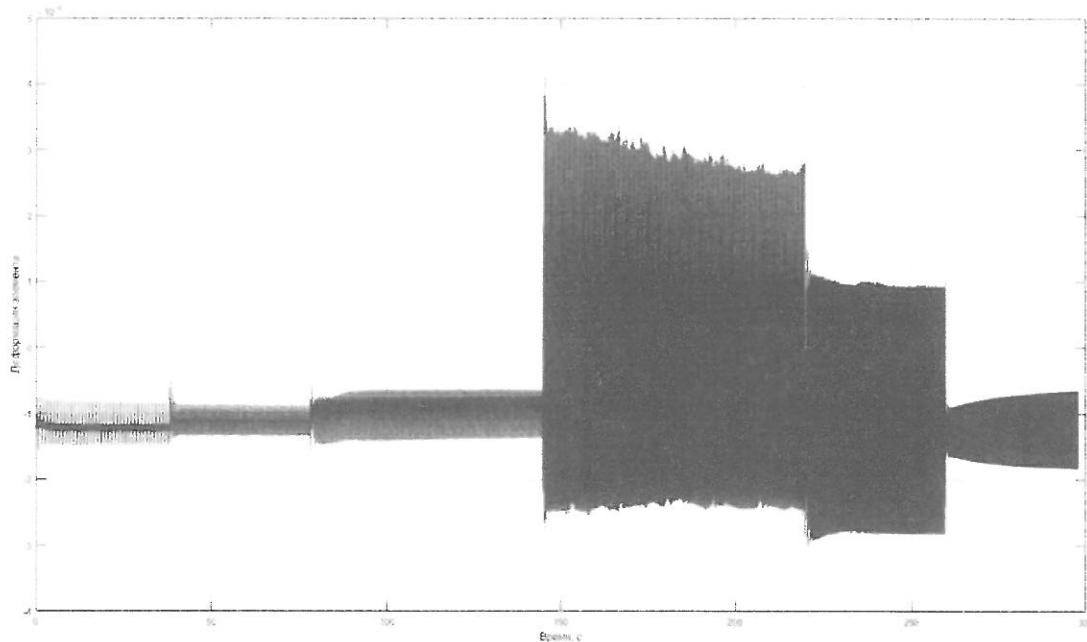


Рисунок 2.33 Относительные деформации металла связевой пластины  
в зонестыка блоков 1-го и 2-го этажей (по оси Y)

**Серия испытаний № 4**  
**(частотный спектр от 3 до 5 Гц, ускорение  $a_4=4,0 \text{ м/с}^2$ )**

Ускорения элементов конструкции (входное динамическое воздействие с ускорением  $a_4=4,0 \text{ м/с}^2$ ) представлены на рисунках 2.34-2.41. Ускорение конструкции в верхней точке 2-х этажного фрагмента в зависимости от частоты воздействия гидроцилиндров изменилось в интервале от 0,2 до 18,0  $\text{м/с}^2$ . Как видно из графиков акселерограмм на рисунках 2.34-2.34 при частоте  $a \approx 3,5 \text{ Гц}$  имел место резонанс. Повреждений элементов несущих и ограждающих конструкций при резонансе не было установлено. Перемещения верха 2-х этажного фрагмента здания в зависимости от частотного спектра воздействий изменились от 8,7 до 22,1 мм. Амплитуды усилий на гидроцилиндрах (т.е. величины усилий, которые передавались на 2-х этажный стенд) в зависимости от частотного спектра изменились от 8,0 до 21,0 кН.

Деформации в стальных прокладках в зависимости от частотного спектра воздействий изменяются от  $\epsilon = 0,5 \times 10^{-4}$  до  $3,0 \times 10^{-4}$ . При этом максимальное напряжение в прокладке вдоль действия динамической нагрузки (ось «Y» - рисунок 2.41) составило 63,0 МПа.

					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата		

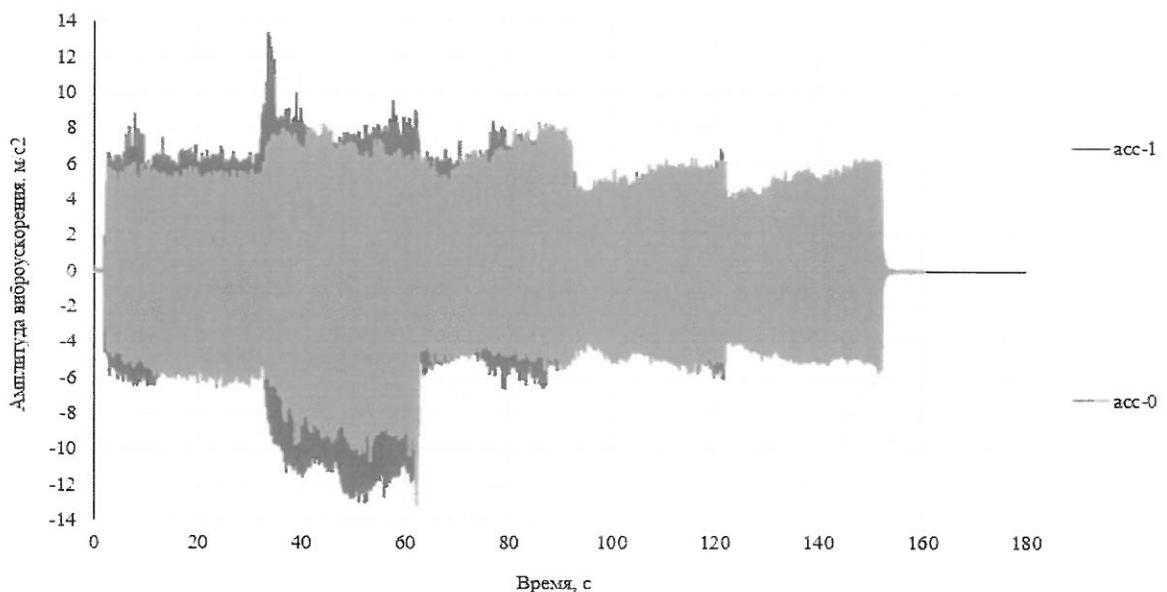


Рисунок 2.34 Акселерограмма виброускорения в точках 0 и 1

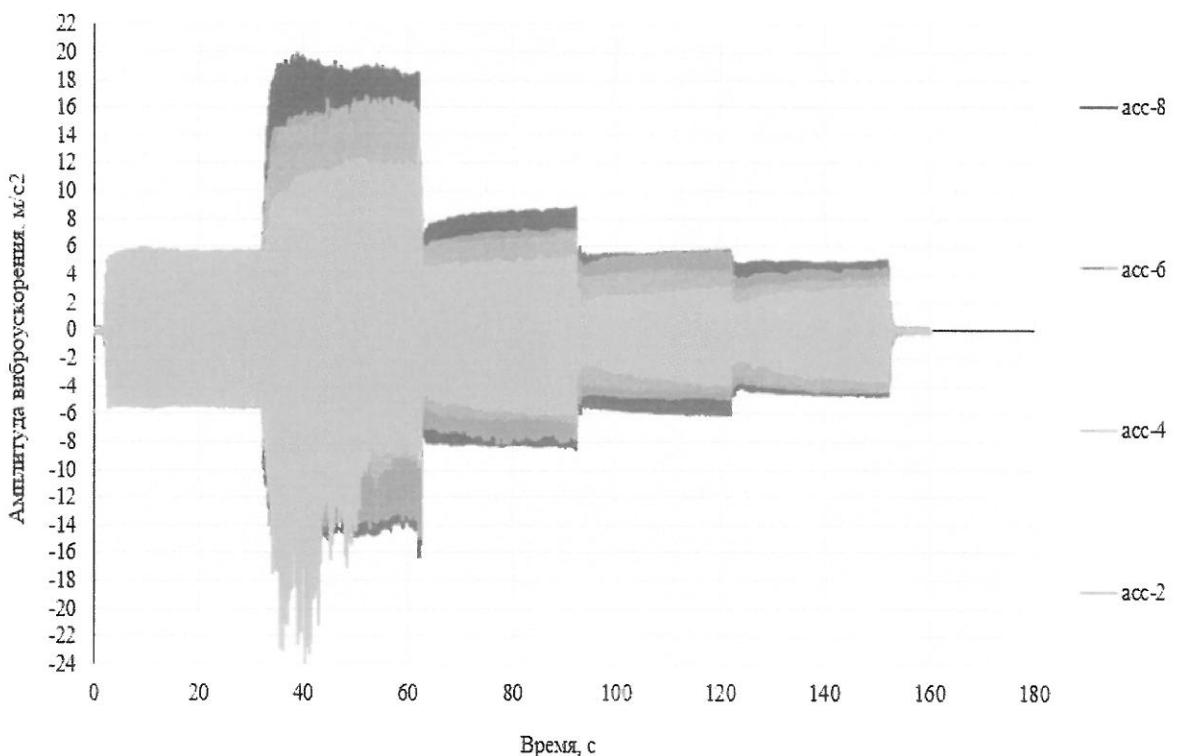


Рисунок 2.35 Акселерограмма виброускорения в точках 2, 4, 6 и 8

Изм.	Лист	Нодокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						47

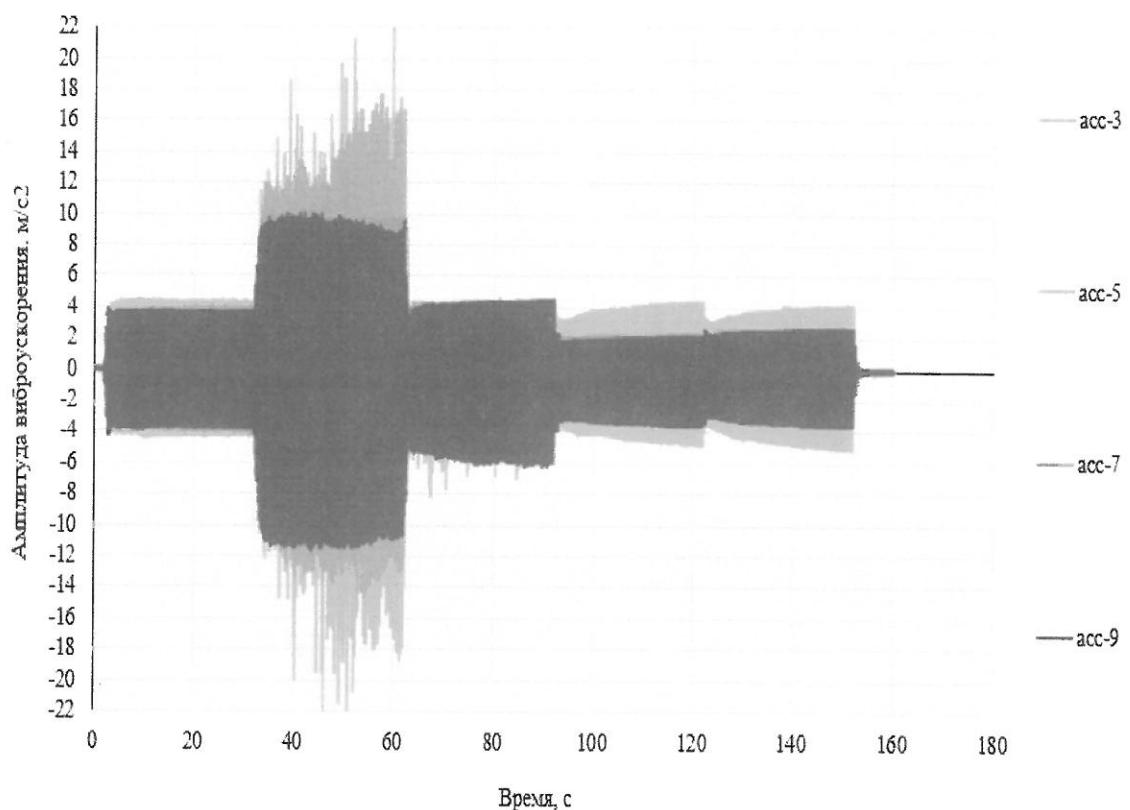


Рисунок 2.36 Акселерограмма виброускорения в точках 3, 5, 7 и 9

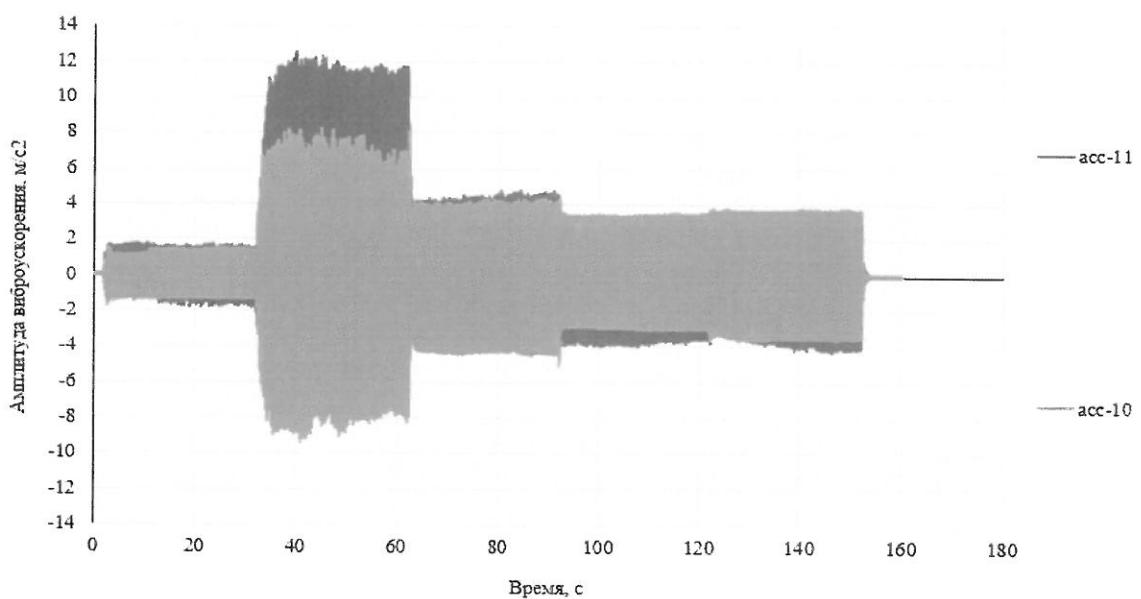


Рисунок 2.37 Акселерограмма виброускорения в точках 10 и 11

Изм.	Лист	Нодокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						48

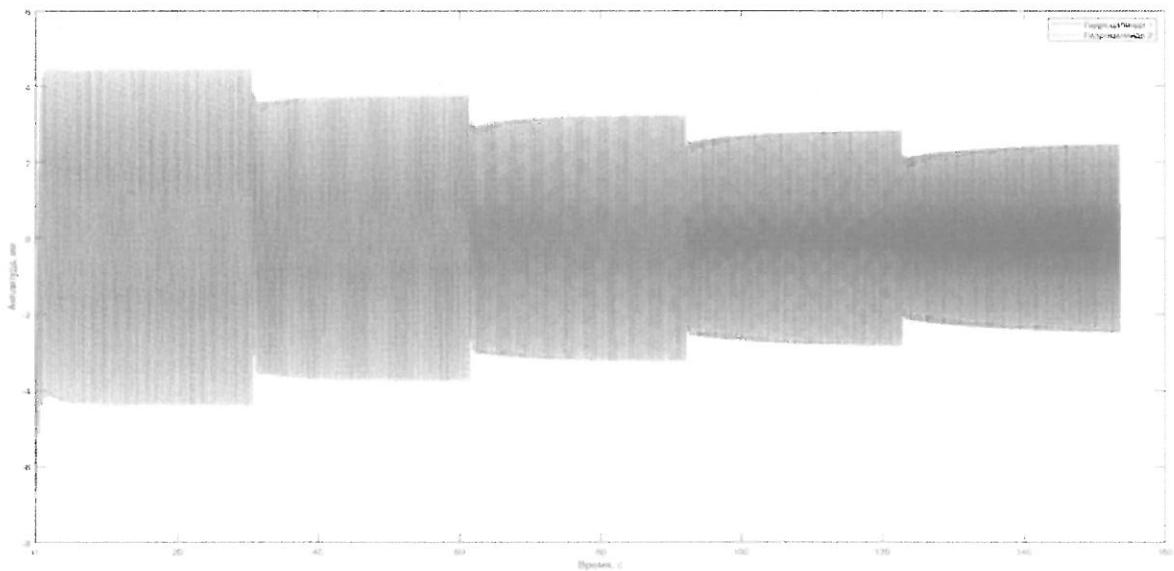


Рисунок 2.38 Амплитуда перемещений штока гидроцилиндров

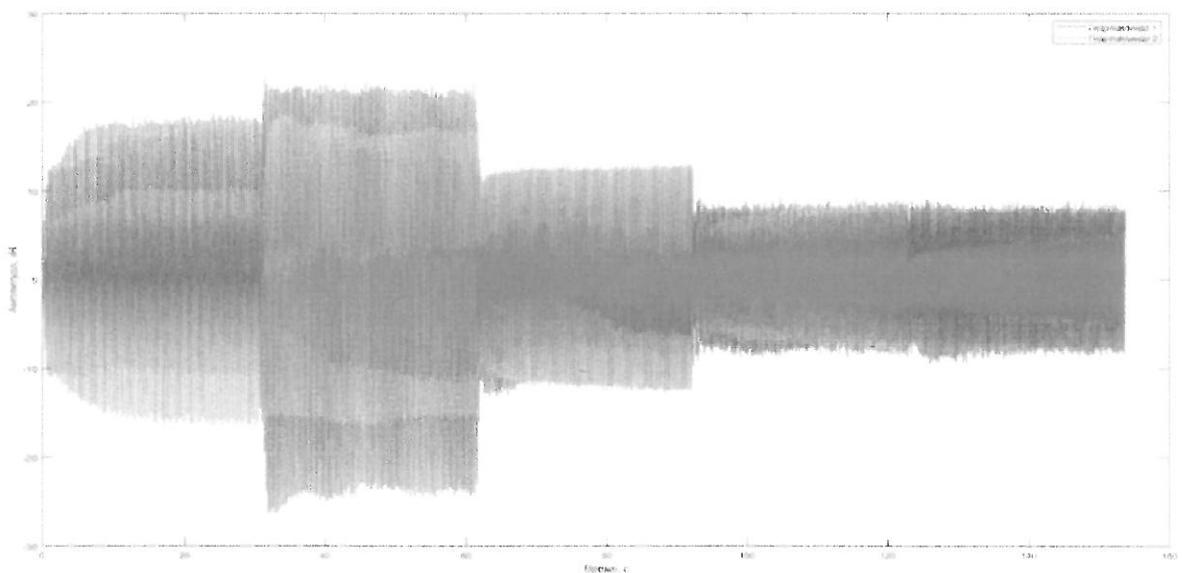


Рисунок 2.39 Амплитуда усилий на гидроцилиндрах

Изм.	Лист	Подокум.	Подп.	Дата	Лист
					49

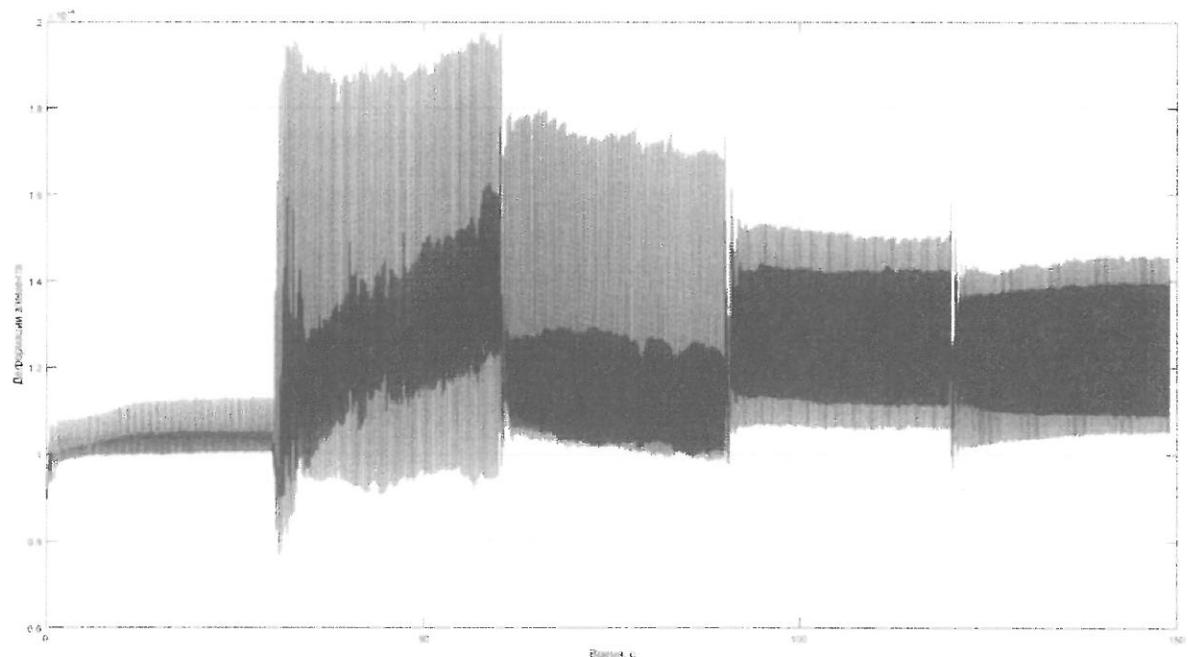


Рисунок 2.40 Относительные деформации металла связевой пластины  
в зоне стыка блоков 1-го и 2-го этажей (по оси X)

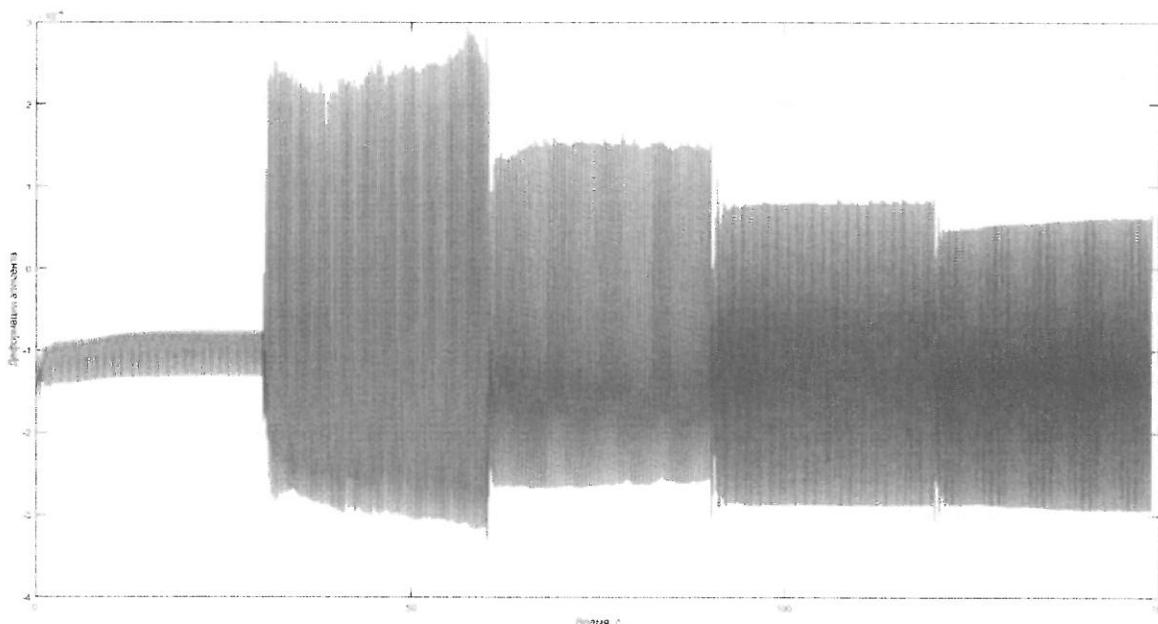


Рисунок 2.41 Относительные деформации металла связевой пластины  
в зоне стыка блоков 1-го и 2-го этажей (по оси Y)

Изм.	Лист	Нодокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						50



### 3. Расчет 2-х этажного фрагмента модульного здания на действие сейсмических нагрузок

Расчет 2-х этажного экспериментального фрагмента модульного здания выполнен специалистами ООО «Строй-снаб» в рамках проведения работ по настоящему договору.

**Объект исследования:** 2-х этажный фрагмент модульного здания из изделий (плиты перекрытия, наружные стенные панели, панели подвесных потолков) производства фирмы «КНАУФ».

**Цель работы:** оценка возможности применения модульных 1÷4-х этажных домов из изделий фирмы «КНАУФ» в сейсмоопасных регионах РФ с точки зрения сейсмостойкости конструкций и их узловых соединений.

Нагрузки, сочетания приняты согласно СП 20.13330.2016 [6]. Сейсмические нагрузки рассчитаны по СП 14.13330.2018 [7].

#### Условия строительства:

- сейсмичность площадки – 8 баллов;
- категория грунта – 2;
- несущий каркас запроектирован из стальных оцинкованных профилей.

Сборка элементов металлоконструкций осуществляется на самонарезающих винтах марки «HARPOON» по СТО 0065-2014. Марка стали профилей – С350, С245 по ГОСТ Р 52246-2004. 1-й класс цинкового покрытия – 275 гр/м<sup>2</sup>.

Модуль представляет собой элемент размерами Д×Ш×В = 4200×3200×3000 мм по наружной грани. Прочность модуля обеспечивается металлическим каркасом, жесткость элементов отделки в расчете не учитывается.

Несущий каркас здания запроектирован из холодногнутых оцинкованных тонкостенных профилей. Конструкция пола состоит из стальных тонколистовых холодногнутых оцинкованных профилей с шагом не более 500 мм, поверх которых обустраивается покрытие пола.

Конструкция потолка состоит из стальных тонколистовых холодногнутых оцинкованных профилей с шагом не более 600 мм, к которым крепится отделка потолка.

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Лист
					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»



### 3.1 Расчетная схема.

2-х этажный экспериментальный фрагмент модульного здания состоит из двух модулей, соединенных между собой по высоте (рисунок 3.1). Схема каркаса несущих элементов модели показана на рисунке 3.2

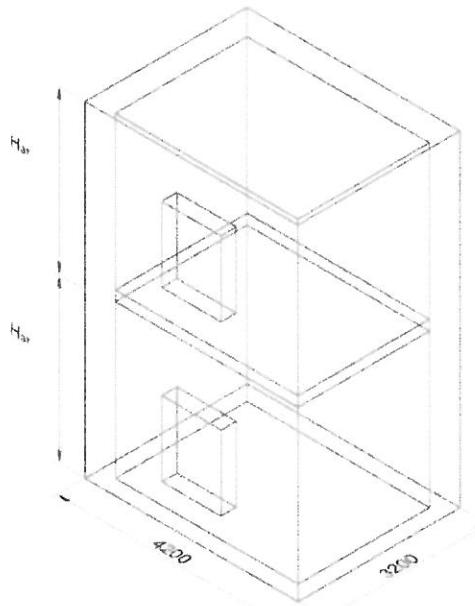


Рисунок 3.1 Схемы экспериментального 2-х этажного образца фрагмента здания системы КНАУФ.

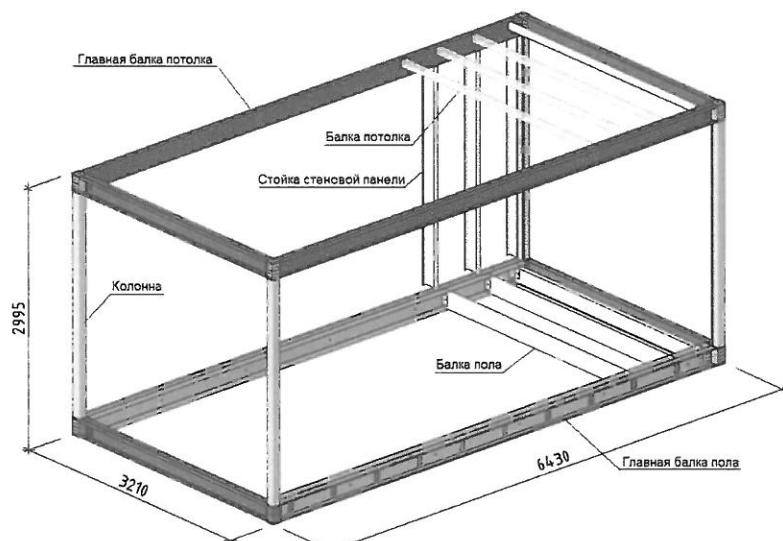


Рисунок 3.2 Принципиальная схема элементов модуля

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»			



Стены выполнены из стальных тонколистовых холодногнутых оцинкованных профилей с шагом не более 600 мм, к которым крепятся строительные плиты, по которым устраивается финишная отделка. Расчетная схема шарнирно-связевая, геометрическая неизменяемость каркаса обеспечивается системой вертикальных связей. Фанера обеспечивает жесткий диск в уровне пола модуля. Модули устанавливаются на фундамент, крепление принято шарнирным.

### 3.2 Сбор нагрузок

Состав конструкций принят согласно графической части альбома типового модуля.

**Постоянная нагрузка:**

- **собственный вес панели пола**

В расчет принята нагрузка от наиболее тяжелого пирога пола, тип 1.



Рисунок 3.3 Состав панели пола.

Изм.	Лист	Подокум.	Подп.	Дата	Лист
					53

Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»



### Величины нагрузок от веса конструкций пола

Таблица 3.1

№	Наименование нагрузок	$g^n$ (кПа)	$\gamma$	$g$ (кПа)
		кН/м <sup>2</sup>		кН/м <sup>2</sup>
0	Чистовая отделка	0,30		
1	Фанера ФСФ t=21 мм, p=650 кг/м <sup>3</sup>	0,14		
2	Пароизоляционная пленка	0.01		
3	Балка ПС-200/1,5, шаг 500	0.08		
4	Knauf Insulation TS037 t=200мм, p=15кг/м <sup>3</sup>	0.03		
5	Сталь оц. 0,45мм	0,04		
	Итого постоянная	0.6	1.2	0.72

- собственный вес панели потолка



Рисунок 3.4 Состав панели потолка.

### Величины нагрузок от веса конструкций потолка

Таблица 3.2

№	Наименование нагрузок	$g^n$ (кПа)	$\gamma$	$g$ (кПа)
		кН/м <sup>2</sup>		кН/м <sup>2</sup>
1	Сталь оц. 0,45мм	0,04		
2	Каркас ПС-70/1,2, шаг 500	0,08		
3	Knauf Insulation TS037 t=70мм, p=15кг/м <sup>3</sup>	0.01		
4	2x DFH3IR 12.5 мм, p=1250 кг/м <sup>3</sup>	0.25		
	ИТОГО на 1м <sup>2</sup>	0.38	1.2	0.46

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Tехнический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						54



- собственный вес перегородки



Рисунок 3.5 Состав перегородки.

**Величины нагрузок от веса конструкций перегородок**

Таблица 3.3

№	Наименование нагрузок	$g^n$ (кПа)	$\gamma$	$g$ (кПа)
		кН/м <sup>2</sup>		кН/м <sup>2</sup>
1	DEFH2IR	0,15		
2	Балка ПС-75/0,6, шаг 600	0.02		
3	Knauf Insulation TS037 t=50мм, p=15кг/м3	0.01		
4	DEFH2IR	0,15		
	ИТОГО на 1м <sup>2</sup>	0.33	1.2	0.396

Дополнительно в расчет добавляем равномерно распределенную нагрузку на перекрытие 0,5 кПа;

- собственный вес наружной стены

В расчет принята нагрузка от наиболее тяжелого варианта отделки стен.



Рисунок 3.6 Состав панели наружной стены.

					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
Изм.	Лист	Подокум.	Подп.	Дата		



### Величины нагрузок от веса конструкций стены

Таблица 3.4

№	Наименование нагрузок	$g^n(\text{kPa})$	$\gamma$	$g(\text{kPa})$
		$\text{kH/m}^2$		$\text{kH/m}^2$
1	Штукатурка/клинкер	0,30		
2	Аквапанель	0,16		
3	Обрешетка гор+верт	0,03		
4	Мембранны	0,01		
5	ТС 200/0,7, шаг 600	0,03		
6	Утеплитель $t=200\text{мм}$ , $p=15\text{кг}/\text{м}^3$	0,03		
7	DEFH2IR	0,15		
	ИТОГО на $1\text{m}^2$	0.71	1.2	0.852

### Временная нагрузка

- **полезная нагрузка:**

- нормативная временная нагрузка, согласно СП 20.13330.2016;
- для квартир жилых зданий, равна 1,5кПа, коэффиц. надежности 1,3;
- для коридоров, лестничных клеток 3 кПа, коэффиц. надежности 1,2;
- нагрузка на чердачное перекрытие 0,7кПа, коэффиц. надежности 1,3;

Принимаем наибольшее значение нагрузки, равное 3 кПа, коэффициент надежности 1,2.

### Сейсмическая нагрузка

Моделирование сейсмической нагрузки ведется средствами расчетного комплекса Autodesk Robot Structural Analysis Professional (RSAPRO) 2018.

#### Исходные данные:

- категория грунта – 2;
- сейсмичность, согласно заданию – 8 баллов.

Значения коэффициентов для перевода нагрузок в сейсмическую нагрузку, согласно СП 14.13330.2018 [7]:

Таблица 3.5

Вид нагрузок	Коэффициент сочетания $n_c$	
Постоянная	0,9	Собственный вес
Временная кратковременная	0,5	Полезная нагрузка

Изм.	Лист	Подокум.	Подп.	Дата	Tехнический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						56

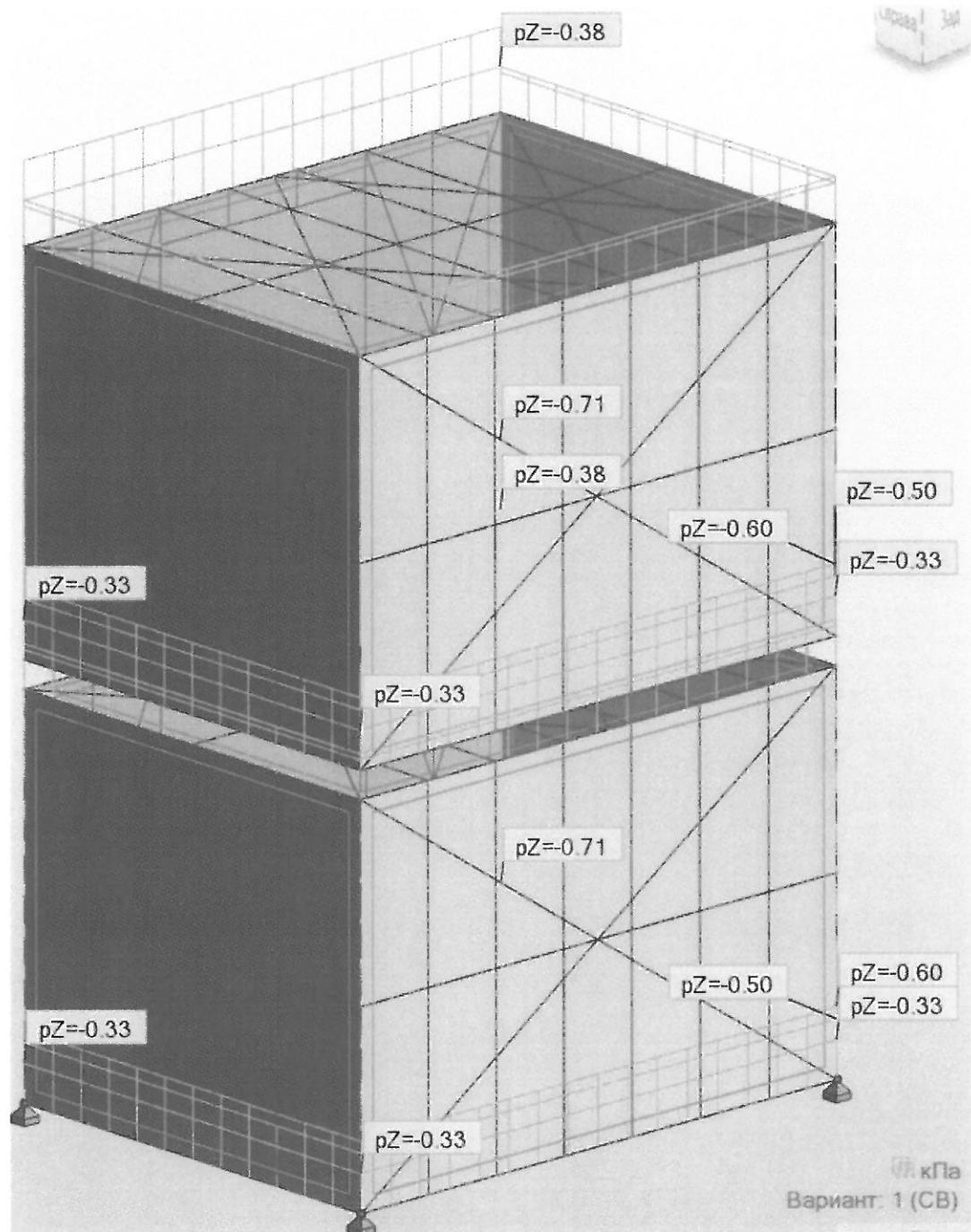


Рисунок 3.7 Загружение 1. Собственный вес.

Изм.	Лист	Модокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист	57

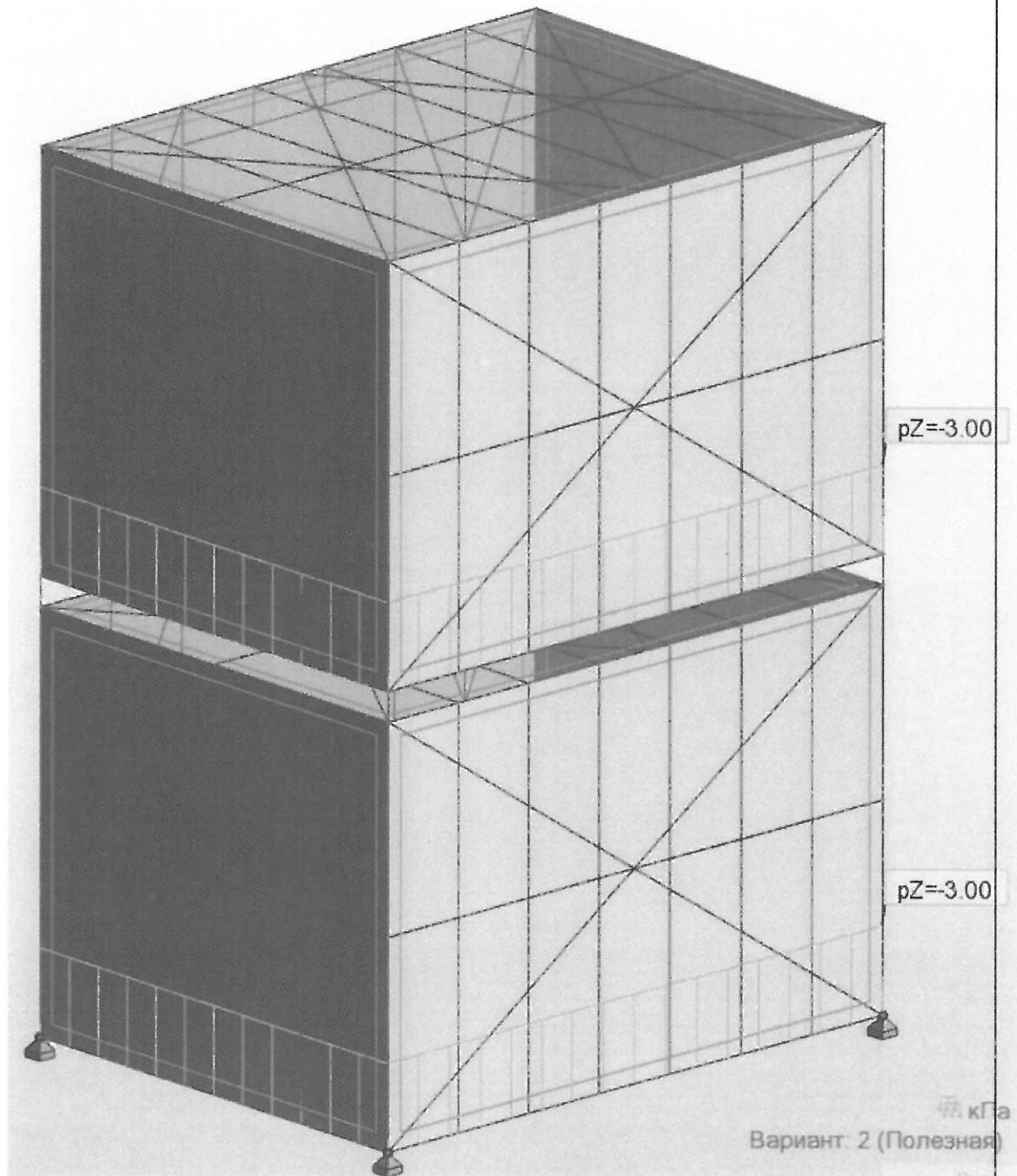
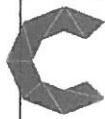


Рисунок 3.8 Загружение 2. Полезная нагрузка (кПа)

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						58



Значения коэффициентов  $K_0$ ,  $K_1$ ,  $K\Psi$ ,  $m_{tf}$  принимаются в соответствии с таблицами 4.2, 5.2, 5.3, 5.4 СП 14.13330.2018:

$$K_0 = 1; K_1 = 1; K\Psi = 1; m_{tr} = 1,3$$

**Характерные формы собственных колебаний:**

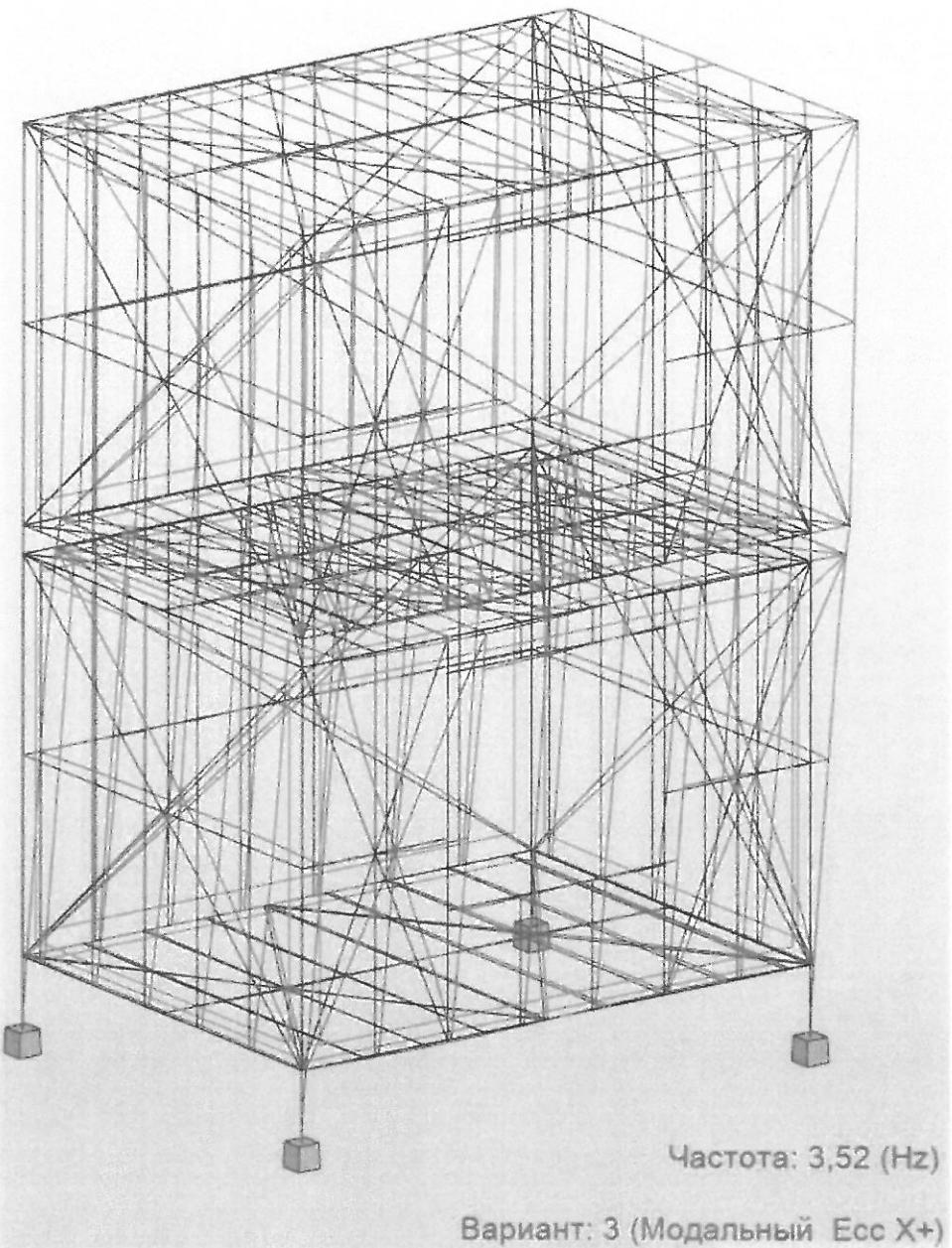
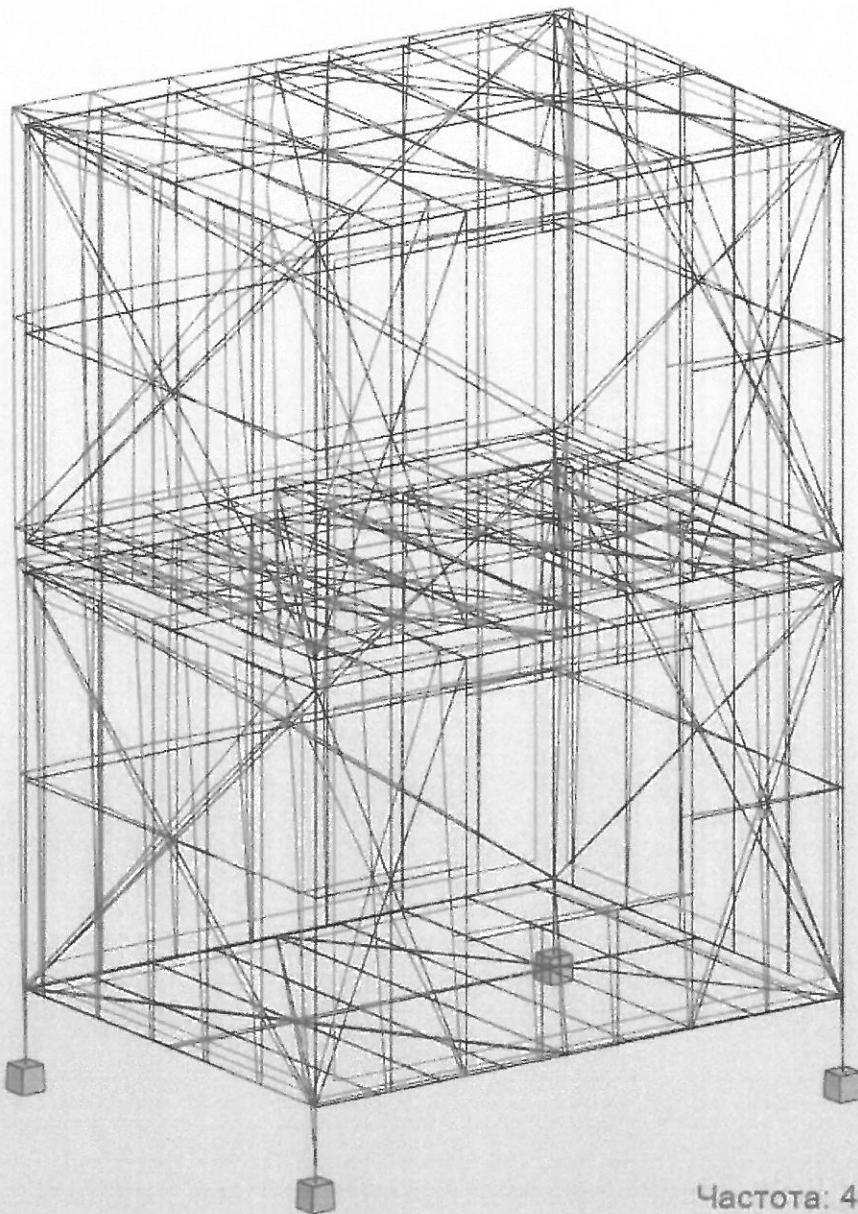


Рисунок 3.9 Первая форма колебаний (сдвиг вдоль длинной стороны)

Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						59



Частота: 4,86 (Hz)

Вариант: 3 (Модальный Есс Х+)

Вид

Рисунок 3.10 Вторая форма колебаний (кручение по ч/с)

Изм.	Лист	Подокум.	Подп.	Дата	Лист
					60

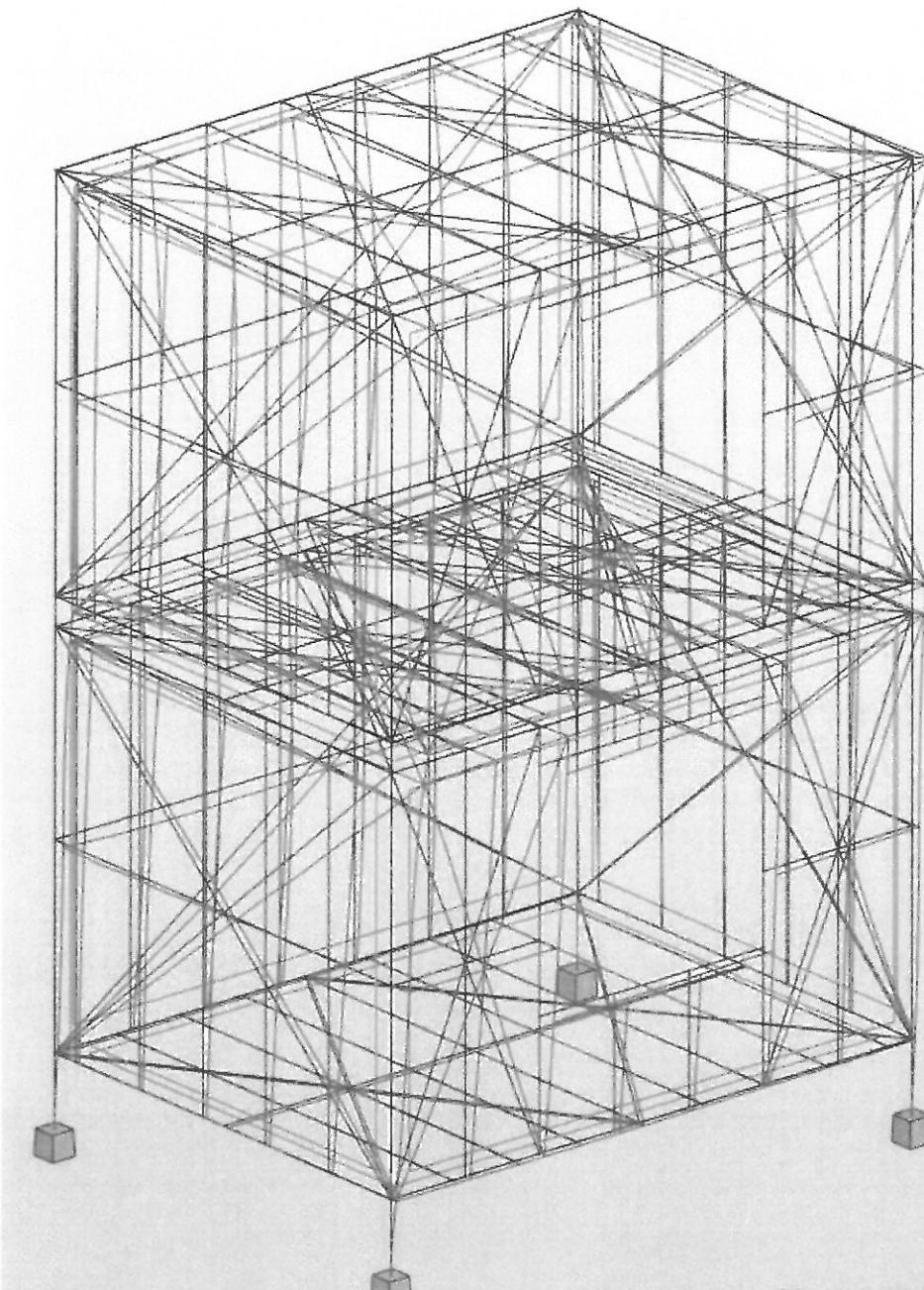


Рисунок 3.11 Третья форма колебаний (сдвиг вдоль короткой стороны)

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						61



### 3.3 Сочетания усилий

Для конструкции замоделированы следующие нагрузления:

Таблица 3.6

Номер	Наименование	Коэффициент надежности	№ пункта нагрузок в П.3.
1	Собственный вес конструкций	1,2	3.1.1...3.1.4
2	Полезная	1,2	3.2.1
3	Модальный Ecc X+		3.2.2
4	Сейсмические нормы Ecc X+ Направление_X		3.2.2
5	Сейсмические нормы Ecc X+ Направление_Y		3.2.2
6	Сейсмические нормы Ecc X+ Направление_Z		3.2.2
7	Модальный Ecc Y+		3.2.2
8	Сейсмические нормы Ecc Y+ Направление_X		3.2.2
9	Сейсмические нормы Ecc Y+ Направление_Y		3.2.2
10	Сейсмические нормы Ecc Y+ Направление_Z		3.2.2
11	Модальный Ecc X+Y-		3.2.2
12	Сейсмические нормы Ecc X+Y- Направление_X		3.2.2
13	Сейсмические нормы Ecc X+Y- Направление_Y		3.2.2
14	Сейсмические нормы Ecc X+Y- Направление_Z		3.2.2

Автоматически сгенерированы сочетания нагрузок:

$$\text{ПС1/1}=1*1.20 + 2*1.20$$

$$\text{ПС1/24}=1*1.08 + 4*-1.00$$

$$\text{ПС1/2}=1*1.20$$

$$\text{ПС1/25}=1*1.08 + 2*0.96 + 5*-1.00$$

$$\text{ПС1/3}=1*1.20$$

$$\text{ПС1/26}=1*1.08 + 5*-1.00$$

$$\text{ПС1/4}=1*1.08 + 2*0.96 + 4*1.00$$

$$\text{ПС1/27}=1*1.08 + 2*0.96 + 6*-1.00$$

$$\text{ПС1/5}=1*1.08 + 4*1.00$$

$$\text{ПС1/28}=1*1.08 + 6*-1.00$$

$$\text{ПС1/6}=1*1.08$$

$$\text{ПС1/29}=1*1.08 + 2*0.96 + 8*-1.00$$

$$\text{ПС1/7}=1*1.08 + 2*0.96 + 5*1.00$$

$$\text{ПС1/30}=1*1.08 + 8*-1.00$$

$$\text{ПС1/8}=1*1.08 + 5*1.00$$

$$\text{ПС1/31}=1*1.08 + 2*0.96 + 9*-1.00$$

$$\text{ПС1/9}=1*1.08 + 2*0.96 + 6*1.00$$

$$\text{ПС1/32}=1*1.08 + 9*-1.00$$

$$\text{ПС1/10}=1*1.08 + 6*1.00$$

$$\text{ПС1/33}=1*1.08 + 2*0.96 + 10*-1.00$$

$$\text{ПС1/11}=1*1.08 + 2*0.96 + 8*1.00$$

$$\text{ПС1/34}=1*1.08 + 10*-1.00$$

$$\text{ПС1/12}=1*1.08 + 8*1.00$$

$$\text{ПС1/35}=1*1.08 + 2*0.96 + 12*-1.00$$

$$\text{ПС1/13}=1*1.08 + 2*0.96 + 9*1.00$$

$$\text{ПС1/36}=1*1.08 + 12*-1.00$$

$$\text{ПС1/14}=1*1.08 + 9*1.00$$

$$\text{ПС1/37}=1*1.08 + 2*0.96 + 13*-1.00$$

					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
Изм.	Лист	Подокум.	Подп.	Дата		



$$\text{ПС1/15} = 1 \cdot 1.08 + 2 \cdot 0.96 + 10 \cdot 1.00$$

$$\text{ПС1/16} = 1 \cdot 1.08 + 10 \cdot 1.00$$

$$\text{ПС1/17} = 1 \cdot 1.08 + 2 \cdot 0.96 + 12 \cdot 1.00$$

$$\text{ПС1/18} = 1 \cdot 1.08 + 12 \cdot 1.00$$

$$\text{ПС1/19} = 1 \cdot 1.08 + 2 \cdot 0.96 + 13 \cdot 1.00$$

$$\text{ПС1/20} = 1 \cdot 1.08 + 13 \cdot 1.00$$

$$\text{ПС1/21} = 1 \cdot 1.08 + 2 \cdot 0.96 + 14 \cdot 1.00$$

$$\text{ПС1/22} = 1 \cdot 1.08 + 14 \cdot 1.00$$

$$\text{ПС1/23} = 1 \cdot 1.08 + 2 \cdot 0.96 + 4 \cdot -1.00$$

$$\text{ПС1/38} = 1 \cdot 1.08 + 13 \cdot -1.00$$

$$\text{ПС1/39} = 1 \cdot 1.08 + 2 \cdot 0.96 + 14 \cdot -1.00$$

$$\text{ПС1/40} = 1 \cdot 1.08 + 14 \cdot -1.00$$

$$\text{ПС1/41} = 1 \cdot 1.20 + 2 \cdot 1.20$$

$$\text{ПС1/42} = 1 \cdot 1.20$$

$$\text{ПС2/1} = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00$$

$$\text{ПС2/2} = 1 \cdot 1.00$$

$$\text{ПС2/3} = 1 \cdot 1.00$$

$$\text{ПС2/4} = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00$$

В результате произведенного расчета двухэтажного фрагмента модульного здания на действие сейсмических нагрузок установлено, что прочность, устойчивость элементов и здания в целом обеспечена. Деформация элементов фрагмента здания показана на рисунке 3.12.

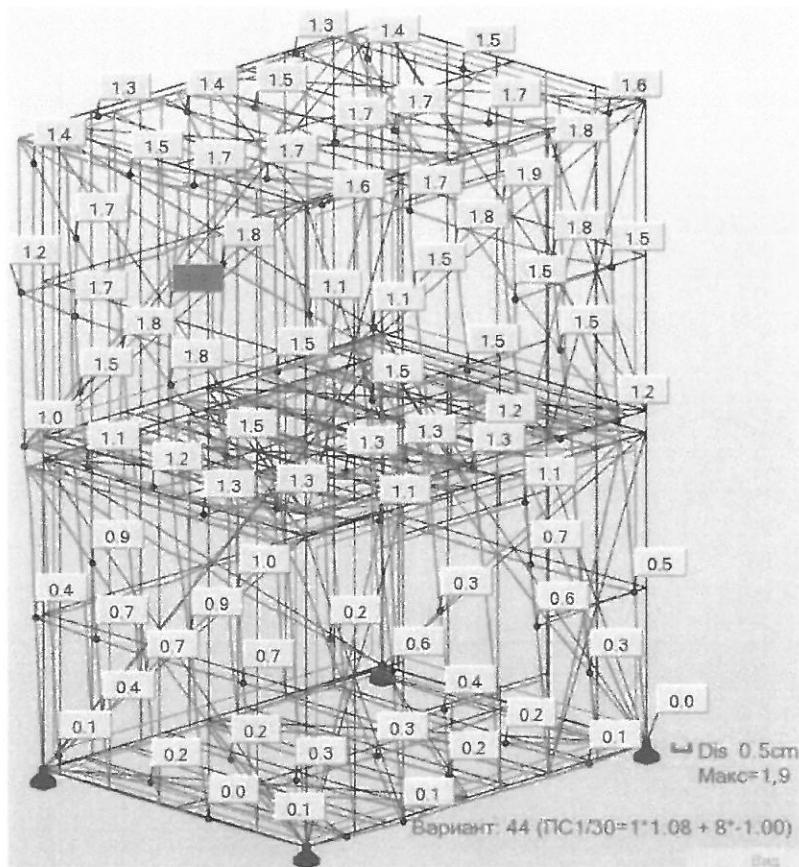


Рисунок 3.12 Деформации элементов здания

Изм.	Лист	Подокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»		Лист
							63



### 3.4 Выводы по разделу 3

По результатам выполненных расчетов 2-х этажного экспериментального фрагмента из изделий фирмы «КНАУФ» можно отметить следующее.

1. Моделирование сейсмической нагрузки выполнено средствами расчетного комплекса Autodesk Robot Structural Analysis Professional (RSAPRO). 2018.
2. При расчетах уровень сейсмических нагрузок принят для районов с сейсмичностью 8 баллов по шкале MSK-64.
3. Значения коэффициентов  $K_0$ ,  $K_1$ ,  $K_\psi$ , и  $m_{tr}$  приняты по СП 14.13330-2018. При этом  
 $K_0 = 1$  – коэффициент, учитывающий назначение сооружения и его ответственность;  
 $K_1 = 1$  – коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения здания;  
 $K_\psi = 1$  – коэффициент, учитывающий способность здания к рассеиванию энергии;  
 $m_{tr} = 1,3$  – коэффициент условий работы.
4. По результатам расчета получены первые три формы колебаний, соответствующие первым трем собственным частотам сооружения:
  - при собственной частоте здания, равной 3,52 Гц, 1-я форма колебаний характеризуется сдвигом вдоль длинной стороны;
  - при собственной частоте здания, равной 4,86 Гц, 2-я форма колебаний характеризуется кручение здания;
  - при собственной частоте здания, равной 5,09 Гц, 3-я форма колебаний характеризуется сдвигом по короткой стороне здания.
5. Результаты расчета хорошо корреспондируют с результатами экспериментальных исследований: резонанс сооружения был установлен в интервале частот от 3 до 5 Гц (см. Раздел 2 настоящего отчета).

					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
Иzm.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата		64



## Заключение

Анализ результатов экспериментальных исследований по оценке сейсмостойкости 2-х этажного экспериментального фрагмента модульного здания из изделий фирмы «КНАУФ» позволяет отметить следующее.

1. В соответствии с Техническим заданием в Лабораторном испытательном корпuse НИИ ЭМ НИУ МГСУ был смонтирован экспериментальный модуль в виде 2-х этажного фрагмента здания, собранного из отдельных блоков с использованием изделий производства фирмы «КНАУФ».
2. Монтаж конструкций блоков здания осуществлялся под контролем специалистов фирмы «КНАУФ» и ООО «Строй-снаб».
3. При монтаже 2-х этажного фрагмента модуля здания соединение блоков по высоте осуществлялось в соответствии с проектной документацией с использованием специальных стальных накладок, соединяющих блоки между собой с помощью саморезов.
4. В процессе динамических испытаний использовались специальные динамические гидроцилиндры марки MTS, предназначенные для создания динамического воздействия на каждом этапе нагружения от 0,2 до 4 м/с<sup>2</sup> с частотой от 1,0 до 50 Гц при амплитуде перемещений до 50 мм. Максимальное горизонтальное усилие на 2-х этажный стенд изменялось от 0,5 до 23 кН при максимальной возможности гидроцилиндров в процессе статического приложения нагрузки – 800 кН.
5. Величины ускорений в уровне верха 2-х этажного фрагмента ( $H = 6,0$  м) изменились в процессе динамических воздействий от 0,2 до 18,0 м/с<sup>2</sup>. При этом в зависимости от частотного уровня воздействий величины ускорений в уровне низа фрагмента изменялись в интервале от 0,2 до 12,0 м/с<sup>2</sup>, что существенно превышает значение величины ускорения в уровне низа сооружения ( $a = 4,0$  м/с<sup>2</sup>), принятого по СП 14.13330.2018 при землетрясениях интенсивностью 9 баллов по шкале MSK-64.
6. Напряжения в стальных связевых накладках в процессе динамических испытаний изменились в интервале от 37,8 до 86,0 МПа.

					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата		



7. В процессе динамических испытаний на всех этапах нагружений эксплуатационные характеристики несущих и ограждающих элементов 2-х этажного экспериментального фрагмента (прочность, жесткость и трещиностойкость) не были нарушены. Конструкция здания не получила повреждений.
8. Для обеспечения эксплуатационной надёжности проектируемых сооружений из изделий фирмы «КНАУФ» с точки зрения обеспечения их прочности, жесткости и сейсмостойкости рекомендуется установка связевых стальных элементов с двух сторон опорных стоек в зоне междуэтажных стыков несущих колонн. В экспериментальных фрагментах использовалась одна стальная накладка.

Изм.	Лист	Нодокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						66



## Список использованных источников

1. ГОСТ Р 57546-2017. Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности.
2. СТО 86770581-2.04-2016. «Профили гнутые из оцинкованной стали для строительства. Общие технические условия», г.Тула, 2016.
3. ГОСТ 30630.0.0-99. Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Общие требования (с Поправкой).
4. ГОСТ 30630.1.2-99. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий испытания на воздействие вибрации.
5. ГОСТ ИСО 5348-2002 Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров.
6. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* (с Изменением N 1).
7. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*.

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						67



ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Техническое задание**

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						68



Приложение №1  
к договору № 1733/19  
от «16» апреля 2019 г

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение работ по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы «КНАУФ» на действия нагрузок, моделирующих сейсмические воздействия интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»

**Заказчик:** Общество с ограниченной ответственностью «Новый дом» (ООО «Новый дом»).

**Исполнитель:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ) Научно-исследовательский институт экспериментальной механики (НИИ ЭМ).

#### Цель работы:

оценка возможности применения модульных 1+4-х этажных домов из изделий фирмы «КНАУФ» в сейсмоопасных регионах РФ с точки зрения сейсмостойкости конструкций и их узловых соединений.

**Объект исследования:** 2-х этажный фрагмент модульного здания из изделий (плиты перекрытия, наружные стеновые панели, панели подвесных потолков) производства фирмы «КНАУФ».

#### Состав работы:

1. Изучение представленной Заказчиком проектной документации на изделия, конструктивное решение модульного здания и их узловых соединений.
2. Монтаж 2-х этажного модуля (рисунок 1) в лабораторном корпусе НИУ МГСУ по адресу: г. Мытищи, Олимпийский проспект, д. 50, стр. 2. Монтаж модуля осуществляется силами Заказчика.
3. Проведение динамических испытаний 2-х этажного фрагмента здания. При проведении испытаний с помощью специальных гидроцилиндров будут смоделированы динамические воздействия на 2-х этажный модуль, параметры которых (ускорение, частота и т.д.) будут соответствовать сейсмическим воздействиям интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64.

#### Исходные данные:

- проектная документация на несущие элементы здания и их узловые соединения;
- схема монтажа 2-х этажного модуля.

					Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
Иzm.	Лист	№докум.	Подп.	Дата		



**Примечания:**

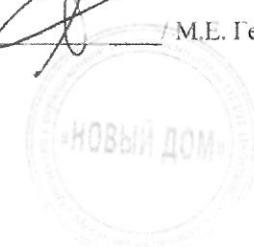
1. Результатом работы является технический отчет в 2-х экземплярах на бумажном носителе и видеозапись динамических испытаний 2-х этажного модуля.
2. Заказчик осуществляет доставку и монтаж несущих элементов 2-х этажного здания.
3. Испытания образцов проводятся Исполнителем в лаборатории Исполнителя с использованием средств измерений Исполнителя.

**Заказчик**

Генеральный директор ООО «Новый дом»

М.П.

/ М.Е. Гец /



**Исполнитель**

Проректор НИУ МГСУ

М.П.

/ М.Е. Лейбман /

Директор НИИ ЭМ, к.т.н.

/ А.Н. Шувалов /

Заведующий ЛДС, к.т.н.

/ В.А. Смирнов /

Руководитель работ по договору:

Ответственный исполнитель работ по договору:  
Старший научный сотрудник НИИ ЭМ, к.т.н. Захаров / А.В. Грановский /

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Лист
					71

Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**CPO**

Изм.	Лист	Недокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						72

ВЫПИСКА  
из реестра членов саморегулируемой организации

03.12.2019 г.      N 110  
(дата)

Саморегулируемая организация

Ассоциация

«Объединение организаций, выполняющих инженерные изыскания при архитектурно-строительном проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов атомной отрасли

«СОЮЗАТОМГЕО»

Сокращенное наименование: СРО «СОЮЗАТОМГЕО»

Вид саморегулируемой организации: саморегулируемая организация, основанная на членстве лиц, выполняющих инженерные изыскания

Адрес места нахождения саморегулируемой организации: 119017, Москва, ул. Большая Ордынка, д.29, стр.1, офис 201

Адрес официального сайта: <http://sro-atomgeo.ru>

Email: [info@atomsro.ru](mailto:info@atomsro.ru)

Регистрационный номер в государственном реестре саморегулируемых организаций:  
от «03» августа 2009 года № СРО-И-002-03082009

выдана: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

Наименование	Сведения
<b>1. Сведения о члене саморегулируемой организации:</b>	
1.1. Полное и (в случае, если имеется) сокращенное наименование юридического лица или фамилия, имя, (в случае, если имеется) отчество индивидуального предпринимателя	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)
1.2. Идентификационный номер налогоплательщика (ИНН)	7716103391

1.3. Основной государственный регистрационный номер (ОГРН) или основной государственный регистрационный номер индивидуального предпринимателя (ОГРНИП)	1027700575044			
1.4. Адрес места нахождения юридического лица	Российская Федерация, 129337, г. Москва, ш. Ярославское, д. 26			
1.5. Место фактического осуществления деятельности (только для индивидуального предпринимателя)	Сведений не имеется			
<b>2. Сведения о членстве индивидуального предпринимателя или юридического лица в саморегулируемой организации:</b>				
2.1. Регистрационный номер члена в реестре членов саморегулируемой организации	110			
2.2. Дата регистрации юридического лица или индивидуального предпринимателя в реестре членов саморегулируемой организации (число, месяц, год)	02.11.2016 г.			
2.3. Дата (число, месяц, год) и номер решения о приеме в члены саморегулируемой организации	Решение Совета (Протокол № 07/10-2016 от 14.10.2016 г.)			
2.4. Дата вступления в силу решения о приеме в члены саморегулируемой организации (число, месяц, год)	14.10.2016 г.			
2.5. Дата прекращения членства в саморегулируемой организации (число, месяц, год)	Сведений не имеется			
2.6. Основания прекращения членства в саморегулируемой организации	Сведений не имеется			
<b>3. Сведения о наличии у члена саморегулируемой организации права выполнения работ:</b>				
3.1. Дата, с которой член саморегулируемой организации имеет право выполнять инженерные изыскания, осуществлять подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации, по договору строительного подряда, по договору подряда на осуществление сноса (нужное выделить):				
в отношении объектов капитального строительства (кроме особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, объектов использования атомной энергии)	в отношении особо опасных, технически сложных и уникальных объектов капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии)	в отношении объектов использования атомной энергии		
03.07.2017 г.	03.07.2017 г.	03.07.2017 г.		

3.2. Сведения об уровне ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации, по договору строительного подряда, по договору подряда на осуществление сноса, и стоимости работ по одному договору, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд возмещения вреда (*нужное выделить*):

a) первый	V	в случае, если член Ассоциации планирует выполнять инженерные изыскания, стоимость которых по одному договору подряда на выполнение инженерных изысканий не превышает <b>25 000 000 (двадцать пять миллионов) рублей</b>
б) второй		в случае, если член Ассоциации планирует выполнять инженерные изыскания, стоимость которых по одному договору подряда на выполнение инженерных изысканий не превышает <b>50 000 000 (пятьдесят миллионов) рублей</b>
в) третий		в случае, если член Ассоциации планирует выполнять инженерные изыскания, стоимость которых по одному договору подряда на выполнение инженерных изысканий не превышает <b>300 000 000 (триста миллионов) рублей</b>
г) четвертый		в случае, если член Ассоциации планирует выполнять инженерные изыскания, стоимость которых по одному договору подряда на выполнение инженерных изысканий составляет <b>300 000 000 (триста миллионов) рублей и более</b>

\*Заполняется только для членов саморегулируемых организаций, основанных на членстве лиц, осуществляющих строительство

3.3. Сведения об уровне ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации, по договору строительного подряда, по договору подряда на осуществление сноса, заключенным с использованием конкурентных способов заключения договоров, и предельному размеру обязательств по таким договорам, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств (*нужное выделить*):

a) первый	V	в случае, если предельный размер обязательств по таким договорам не превышает <b>25 000 000 (двадцать пять миллионов) рублей</b>
б) второй		в случае, если предельный размер обязательств по таким договорам не превышает <b>50 000 000 (пятьдесят миллионов) рублей</b>
в) третий		в случае, если предельный размер обязательств по таким договорам не превышает <b>300 000 000 (триста миллионов) рублей</b>
г) четвертый		в случае, если предельный размер обязательств по таким договорам составляет <b>300 000 000 (триста миллионов) рублей и более</b>

\*Заполняется только для членов саморегулируемых организаций, основанных на членстве лиц, осуществляющих строительство

4. Сведения о приостановлении права выполнять инженерные изыскания, осуществлять подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства:

4.1. Дата, с которой приостановлено право выполнения работ (число, месяц, год)	Сведений не имеется
--	---------------------

4.2. Срок, на который приостановлено право выполнения работ*	Сведений не имеется
<i>*указываются сведения только в отношении действующей меры дисциплинарного воздействия</i>	

Президент

  
(подпись)  
М.П.



Опекунов В.С.

ВЫПИСКА  
из реестра членов саморегулируемой организации

03.12.2019 г.      N 225  
(дата)

Саморегулируемая организация

Ассоциация

«Объединение организаций, выполняющих архитектурно-строительное  
проектирование объектов атомной отрасли

«СОЮЗАТОМПРОЕКТ»

Сокращенное наименование: СРО «СОЮЗАТОМПРОЕКТ»

Вид саморегулируемой организации: саморегулируемая организация, основанная на  
членстве лиц, осуществляющих подготовку проектной документации

Адрес места нахождения саморегулируемой организации: 119017, Москва, ул. Большая  
Ордынка, д.29, стр.1, офис 103

Адрес официального сайта: <http://sro-atomproekt.ru>

Email: [info@atomsro.ru](mailto:info@atomsro.ru)

Регистрационный номер в государственном реестре саморегулируемых организаций:  
от «30» июня 2009 года № СРО-П-010-30062009

выдана: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский Московский  
государственный строительный университет»

Наименование	Сведения
<b>1. Сведения о члене саморегулируемой организации:</b>	
1.1. Полное и (в случае, если имеется) сокращенное наименование юридического лица или фамилия, имя, (в случае, если имеется) отчество индивидуального предпринимателя	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)
1.2. Идентификационный номер налогоплательщика (ИНН)	7716103391
1.3. Основной государственный регистрационный номер (ОГРН) или основной государственный регистрационный номер индивидуального предпринимателя (ОГРНИП)	1027700575044

1.4. Адрес места нахождения юридического лица	Российская Федерация, 129337, г. Москва, ш. Ярославское, д. 26	
1.5. Место фактического осуществления деятельности <i>(только для индивидуального предпринимателя)</i>	Сведений не имеется	
<b>2. Сведения о членстве индивидуального предпринимателя или юридического лица в саморегулируемой организации:</b>		
2.1. Регистрационный номер члена в реестре членов саморегулируемой организации	225	
2.2. Дата регистрации юридического лица или индивидуального предпринимателя в реестре членов саморегулируемой организации <i>(число, месяц, год)</i>	02.11.2016 г.	
2.3. Дата <i>(число, месяц, год)</i> и номер решения о приеме в члены саморегулируемой организации	Решение Совета (Протокол № 10/10-2016 от 14.10.2016)	
2.4. Дата вступления в силу решения о приеме в члены саморегулируемой организации <i>(число, месяц, год)</i>	14.10.2016 г.	
2.5. Дата прекращения членства в саморегулируемой организации <i>(число, месяц, год)</i>	Сведений не имеется	
2.6. Основания прекращения членства в саморегулируемой организации	Сведений не имеется	
<b>3. Сведения о наличии у члена саморегулируемой организации права выполнения работ:</b>		
3.1. Дата, с которой член саморегулируемой организации имеет право выполнять инженерные изыскания, осуществлять подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации, по договору строительного подряда, по договору подряда на осуществление сноса <i>(нужное выделить)</i> :		
в отношении объектов капитального строительства (кроме особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, объектов использования атомной энергии)	в отношении особо опасных, технически сложных и уникальных объектов капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии)	в отношении объектов использования атомной энергии
03.07.2017 г.	03.07.2017 г.	03.07.2017 г.

3.2. Сведения об уровне ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации, по договору строительного подряда, по договору подряда на осуществление сноса, и стоимости работ по одному договору, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд возмещения вреда (*нужное выделить*):

a) первый		в случае, если член Ассоциации планирует выполнять работы по подготовке проектной документации, стоимость которых по одному договору подряда на подготовку проектной документации не превышает <b>25 000 000 (двадцать пять миллионов) рублей</b>
б) второй		в случае, если член Ассоциации планирует выполнять работы по подготовке проектной документации, стоимость которых по одному договору подряда на подготовку проектной документации не превышает <b>50 000 000 (пятьдесят миллионов) рублей</b>
в) третий	V	в случае, если член Ассоциации планирует выполнять работы по подготовке проектной документации, стоимость которых по одному договору подряда на подготовку проектной документации не превышает <b>300 000 000 (триста миллионов) рублей</b>
г) четвертый		в случае, если член Ассоциации планирует выполнять работы по подготовке проектной документации, стоимость которых по одному договору подряда на подготовку проектной документации составляет <b>300 000 000 (триста миллионов) рублей и более</b>

\*Заполняется только для членов саморегулируемых организаций, основанных на членстве лиц, осуществляющих строительство

3.3. Сведения об уровне ответственности члена саморегулируемой организации по обязательствам по договору подряда на выполнение инженерных изысканий, подготовку проектной документации, по договору строительного подряда, по договору подряда на осуществление сноса, заключенным с использованием конкурентных способов заключения договоров, и предельному размеру обязательств по таким договорам, в соответствии с которым указанным членом внесен взнос в компенсационный фонд обеспечения договорных обязательств (*нужное выделить*):

a) первый		в случае, если предельный размер обязательств по таким договорам не превышает <b>25 000 000 (двадцать пять миллионов) рублей</b>
б) второй	V	в случае, если предельный размер обязательств по таким договорам не превышает <b>50 000 000 (пятьдесят миллионов) рублей</b>
в) третий		в случае, если предельный размер обязательств по таким договорам не превышает <b>300 000 000 (триста миллионов) рублей</b>
г) четвертый		в случае, если предельный размер обязательств по таким договорам составляет <b>300 000 000 (триста миллионов) рублей и более</b>

\*Заполняется только для членов саморегулируемых организаций, основанных на членстве лиц, осуществляющих строительство

4. Сведения о приостановлении права выполнять инженерные изыскания, осуществлять подготовку проектной документации, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства:

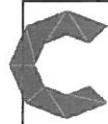
4.1. Дата, с которой приостановлено право выполнения работ (число, месяц, год)	Сведений не имеется
--	---------------------

4.2. Срок, на который приостановлено право выполнения работ*	Сведений не имеется
<i>*указываются сведения только в отношении действующей меры дисциплинарного воздействия</i>	

Президент

  
(подпись)  
М.П.

Опекунов В.С.



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

**Видеосъемка испытаний**

Изм.	Лист	Подокум.	Подп.	Дата	Технический отчет по теме: «Динамические испытания 2-х этажного модуля из изделий фирмы "КНАУФ" на действия нагрузок, моделирующих сейсмическое воздействие интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64»	Лист
						75