



Министерство строительства и ЖКХ РФ  
Федеральное агентство по управлению  
государственным имуществом  
*Открытое акционерное общество*  
*"Научно-исследовательский центр "Строительство"*  
(ОАО "НИЦ "Строительство")  
«Центральный научно-исследовательский институт  
строительных конструкций имени В.А. Кучеренко»

---

ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по теме: «Экспериментальные исследования по оценке сейсмостойкости конструкций навесных фасадных систем с воздушным зазором «Альт-фасад-06» с использованием облицовки в виде кассет из листового композитного материала и «Альт-фасад-07» с использованием облицовки в виде плит объемной керамики AgrobVuchtal»

по договору № 1068/24-35-14/ск от 08.09.2014 г.

Москва 2014 г.



Министерство строительства и ЖКХ РФ  
Федеральное агентство по управлению  
государственным имуществом  
Открытое акционерное общество  
"Научно-исследовательский центр "Строительство"  
(ОАО "НИЦ "Строительство")  
«Центральный научно-исследовательский институт  
строительных конструкций имени В.А. Кучеренко»

ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

УТВЕРЖДАЮ:



Директор  
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко  
доктор технических наук

И.И. Ведяков

2014г.

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по теме: «Экспериментальные исследования по оценке сейсмостойкости конструкций навесных фасадных систем с воздушным зазором «Альт-фасад-06» с использованием облицовки в виде кассет из листового композитного материала и «Альт-фасад-07» с использованием облицовки в виде плит объемной керамики AgrobVuchtal»

по договору № 1068/24-35-14/ск от 08.09.2014 г.

Руководитель ЦИСС,  
к. т. н.

В.И. Смирнов

Заведующий лабораторией,  
к. т. н.

А.В. Грановский

Старший научный сотрудник

С.С. Хактаев

Старший инженер

В.А. Эрдниев

Москва 2014г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
1. Введение .....	3
2. Задачи проводимых экспериментальных исследований. ....	6
3. Конструктивное решение фасадных систем НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07». ....	7
4. Программа и методика испытаний НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07» .....	26
5. Оборудование для испытаний НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07» на сейсмические нагрузки. Средства измерения и регистрации динамических характеристик НФС. ....	28
5.1. Оборудование для создания динамических нагрузок на НФС. ...	28
5.2. Средства измерения и регистрации динамических характеристик конструкций и воздействий на них. ....	29
6. Подготовка стенда и измерительного оборудования. Монтаж конструкций НФС. ....	35
7. Динамические испытания НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07». ....	37
7.1. Методика проведения испытаний .....	37
7.2. Назначение параметров загрузки. ....	37
7.3. Условия проведения динамических испытаний .....	38
7.4. Параметры оценки работы НФС по результатам натурных испытаний .....	38
7.5. Результаты динамических испытаний НФС и их анализ .....	41
8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Выводы и рекомендации. ....	50
.....	54
Список литературы .....	54
Приложение 1. Результаты динамических испытаний фасадных систем (только в 1-м экз. отчета) .....	56
Приложение 2. Видеосъемка испытаний НФС на сейсмическое воздействие (только в 1-м экз. отчета) .....	69
Приложение 3. Свидетельство (только в 1-м экз. отчета) .....	70

## 1. Введение

Настоящий технический отчет составлен по результатам экспериментальных исследований сейсмостойкости конструкций навесных фасадных систем с воздушным зазором НФС «Альт-фасад-06» с использованием облицовки в виде кассет из листового композитного материала, «Альт-фасад-07» с использованием облицовки в виде плит объемной керамики AgrobBuchtal.

Испытания фасадных систем проводились на специально разработанном в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко стенде, представляющем собой виброплатформу маятникового типа (рис. 1.1).

### *Цели лабораторных испытаний:*

- оценка эксплуатационной надежности навесных фасадных систем «Альт-фасад-06» с использованием облицовки в виде кассет из листового композитного материала, «Альт-фасад-07» с использованием облицовки в виде плит объемной керамики AgrobBuchtal на зданиях, возводимых в сейсмических районах с балльностью 7÷9 баллов по шкале MSK-64 [1];

В настоящем Техническом отчете представлены результаты динамических испытаний по оценке сейсмостойкости навесных фасадных систем «Альт-фасад-06» с использованием облицовки в виде кассет из листового композитного материала, «Альт-фасад-07» с использованием облицовки в виде плит объемной керамики AgrobBuchtal.

Отчет оформлен в соответствии с требованиями нормативных документов, технических регламентов и стандартов. При описании методики и результатов экспериментально-технических исследований сейсмостойкости навесных фасадных систем «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07» использовались термины и определения, содержащиеся в действующих стандартах и нормативах [2÷5].

Для проведения испытаний Заказчиком были доставлены в Центр исследований сейсмостойкости сооружений экспериментальные образцы навесных фасадных систем (далее НФС) «Альт-фасад-06», «Альт-фасад-07», кассеты из листового композитного материала, облицовочные плиты объемной керамики AgrobVuchtal. Монтаж конструкций и облицовки НФС на экспериментальный стенд был выполнен специалистами Заказчика.



Рис. 1.1

## 2. Задачи проводимых экспериментальных исследований

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» новая строительная продукция, разрабатываемая и передаваемая в массовое (серийное) производство, подлежит обязательной оценке и подтверждению на соответствие требованиям безопасности.

Важным этапом таких исследований применительно к вопросам оценки сейсмической безопасности являются испытания, в том числе с применением динамического нагружения на специальных стендах, виброплатформах и с помощью специальных вибромашин.

Полученные в результате испытаний данные позволяют определить физико-механические, эксплуатационные и другие характеристики исследуемой конструкции, включая динамические показатели испытываемой системы, а также являются основанием для оценки возможности расширения области применения исследуемой системы с учетом требований безопасности, эксплуатационной надежности и долговечности зданий, возводимых в сейсмических районах.

Оценка возможности применения НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07» в сейсмических районах России на строительных площадках с балльностью 7-9 баллов включает в себя следующие этапы:

1. Комплексные экспериментальные исследования работы НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07» с их вибродиагностикой: испытания фрагментов НФС на виброплатформе.
2. Внесение в Стандарт предприятия или в Альбом технических решений [4-5] и согласование с ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство» изменений (если это потребуется по результатам испытаний) по конструктивному решению НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07» при использовании их в сейсмических районах РФ.

### 3. Конструктивное решение фасадных систем «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07»

Для проведения динамических испытаний Заказчиком были предоставлены конструктивные варианты НФС «Альт-фасад-06» с использованием облицовки в виде кассет из листового композитного материала, «Альт-фасад-07» с использованием облицовки в виде плит объемной керамики Agrobuchtal.

На рис. 3.1 показан общий вид виброплатформы с установленным на ней испытательным стендом, на котором смонтированы НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07».

Несущие конструкции НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07» представляют собой каркас из оцинкованной или нержавеющей стали, устанавливаемый на стене здания в реальных условиях или на раме стенда в случае проведения данных натурных испытаний, и закрепленные на нем элементы облицовки. В натурных испытаниях использовались подсистемы (кронштейны, удлинители кронштейнов, профили) выполненные из оцинкованной, нержавеющей стали, держатели кассет и кляммеры для крепления плит объемной керамики выполнены из нержавеющей стали. Основными элементами подконструкции являются несущие кронштейны и удлинители кронштейнов, несущие направляющие. В качестве материала облицовки НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07» использовались указанные ранее кассеты из листового композитного материала и плиты объемной керамики Agrobuchtal.

При использовании в качестве облицовки кассет из листового композитного материала монтаж облицовки производился на подконструкцию НФС «Альт-фасад-06» по горизонтально-вертикальной и вертикальной схемам крепления. При этом установка кронштейнов производилась вертикально и горизонтально.



При монтаже подконструкции НФС «Альт-фасад-06» с вертикальной установкой кронштейнов (вертикальная схема крепления) использовались несущие кронштейны марки КР-С длиной 150 мм в виде неравнополочного уголка. Крепление кронштейнов к раме стенда производилось через специальные паронитовые прокладки с использованием усиливающей шайбы ШУ. Установка прокладок предотвращает появление мостика холода в конструкции основания. Затем к несущим кронштейнам, при помощи двух вытяжных заклепок крепились удлинители кронштейнов марки УД-КР-С длиной 100 мм, после регулировки необходимого вылета кронштейна. Несущие кронштейны с удлинителем кронштейнов обеспечивают возможность установки облицовочных материалов от базовой стены на расстоянии до 250 мм. Кронштейн и установленный на нем удлинитель показаны на рис. 3.2.

Далее на удлинители кронштейнов устанавливались и закреплялись неподвижно при помощи 2х заклепок несущие вертикальные направляющие С-образные профили марки СО-к (рис. 3.3). По вертикали несущие профили соединяются при помощи соединителей профилей СО. Соединительная вставка крепится при помощи 2х заклепок к одному из двух несущих профилей. Между профилями, соединенными при помощи вставок, оставляется температурный зазор не менее 6 мм. В данных натуральных испытаниях соединение несущих направляющих профилей не производилось.

При монтаже подконструкции НФС «Альт-фасад-06» с горизонтальной установкой кронштейнов (горизонтально-вертикальная схема крепления) использовались несущие кронштейны марки КРУ-2р длиной 150 мм в виде неравнополочного уголка (рис. 3.4). Крепление кронштейнов к раме стенда также как и в вышеуказанном случае производилось через специальные паронитовые прокладки без установки усиливающей шайбы ШУ.

Далее на кронштейны устанавливались и закреплялись неподвижно с помощью двух вытяжных заклепок несущие горизонтальные направляющие профили в виде равнополочных уголков марки ГО (рис. 3.5а), при этом в угловой зоне горизонтальные профили также скрепляются одной вытяжной заклепкой. К уже установленным горизонтальным профилям в свою очередь закреплялись неподвижно с помощью двух вытяжных заклепок несущие вертикальные направляющие С-образные профили марки СО-к (рис. 3.5б). По вертикали несущие профили соединяются аналогично предыдущей схеме. В данных натурных испытаниях вертикальное соединение несущих направляющих профилей не производилось.

После монтажа вертикальных направляющих профилей в обоих вариантах НФС «Альт-фасад-06» производилась установка держателей кассет марки ДК-1, которые крепились внутри вертикальных профилей с помощью двух вытяжных заклепок (рис. 3.6). Затем производилась навеска предварительно собранных композитных кассет с помощью иклей, установленных на их вертикальных гранях (рис. 3.7). Крепление кассет производилось с помощью двух вытяжных заклепок к полкам профиля СО-к.

При использовании в качестве облицовки плит объемной керамики AgrobVuchtal монтаж облицовки производился на подконструкцию НФС «Альт-фасад-07» по вертикальной схеме крепления и по схеме крепления в межэтажные перекрытия.

При монтаже подконструкции НФС «Альт-фасад-07» по вертикальной схеме крепления (шаг кронштейнов по высоте 0,6 м) использовались несущие кронштейны марки КР-С длиной 150 мм в виде неравнополочного уголка. Крепление кронштейнов к раме стенда, также, как и вышеуказанных случаях, производилось через специальные паронитовые прокладки с использованием усиливающей шайбы ШУ. Затем к несущим кронштейнам при помощи двух вытяжных заклепок крепились удлинители кронштейнов

марки УД-КР-С длиной 100 мм, после регулировки необходимого вылета кронштейна. Несущие кронштейны с удлинителем кронштейнов обеспечивают возможность установки облицовочных материалов от базовой стены на расстоянии до 250 мм. Кронштейн и установленный на нем удлинитель показаны на рис. 3.2.

Далее на удлинители кронштейнов устанавливались и закреплялись неподвижно несущие вертикальные направляющие С-образные профили марки СО (рис. 3.8). По вертикали несущие профили соединяются при помощи соединителей профилей СО. Соединительная вставка крепится при помощи 2х заклепок к одному из двух несущих профилей. Между профилями, соединенными при помощи вставок, оставляется температурный зазор не менее 6 мм. В данных натуральных испытаниях соединение несущих направляющих профилей не производилось.

В угловой зоне производилась установка вертикального профиля марки ГО в виде равнополочного уголка, которая крепилась с помощью угловых полок марки ПУ к ближайшим вертикальным направляющим профилям двух смежных плоскостей с помощью вытяжных заклепок (рис. 3.9).

Как уже отмечалось выше, при использовании в качестве облицовки плит из объемной керамики AgrobBuchtal также использовалась схема крепления в межэтажные перекрытия НФС «Альт-фасад-07». В данной фасадной системе кронштейны марки КНс-28/1 устанавливаются в торцы плит перекрытия на реальных объектах, а в случае проведения данных натуральных испытаний с шагом по высоте 3000 мм (рис. 3.10). Крепление кронштейнов к раме стенда производилось также как и в предыдущих вариантах через специальные паронитовые прокладки с использованием усиливающей шайбы ШУ. Далее к нижнему и верхним рядам несущих

кронштейнов марки КНс-28/1 с помощью 8 вытяжных заклепок крепились вертикальные несущие П-образные профили ПК/1 (рис. 3.11).

В угловой зоне также производилась установка вертикального профиля марки ГО, как и в предыдущем варианте.

Установка облицовочных плит из объемной керамики AgrobBuchtal на подконструкцию НФС «Альт-фасад-07» в обеих схемах крепления производилась путем заведения фиксатора кляммера в отверстия на торцевой поверхности плит (рис. 3.12). При этом на вертикальные направляющие профили устанавливались специальные пружинные подпорки, которые должны подпирать заднюю поверхность плиты и препятствовать смещению облицовочных плит (рис. 3.12б).

Плита фиксировалась с помощью четырех кляммеров, устанавливаемых по периметру плиты. По два кляммера на каждую вертикальную торцевую грань. Каждый кляммер крепился к вертикальным несущим профилям с помощью двух вытяжных заклепок.

Смежные плиты устанавливались на кляммер имеющий фиксатор для крепления двух смежных плит.

Последующие ряды плит устанавливаются в проектное положение аналогично.

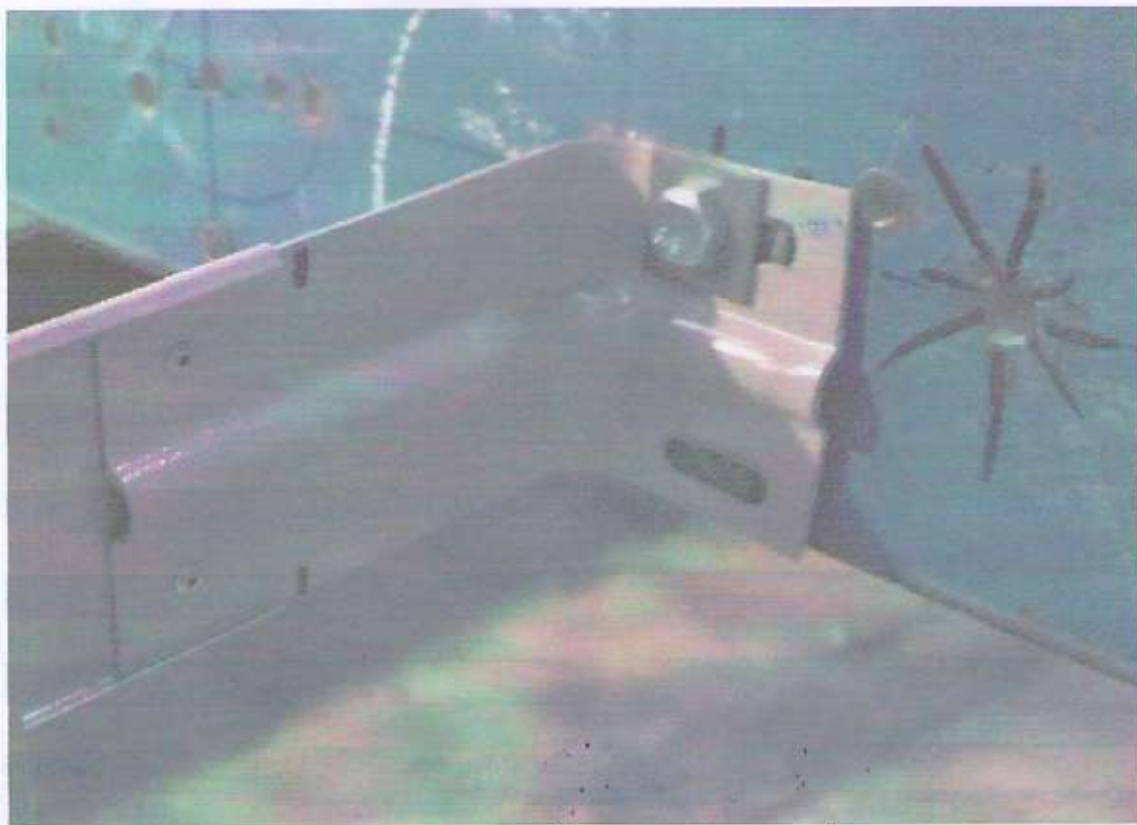
В процессе установки не допускается распил кляммера, отгибание лапок кляммеров и установка заклепок в непредусмотренные места.

На рис. 3.13-3.14 показаны смонтированные на стенде и готовые к испытаниям фасадные системы.



Рис. 3.1

a)



б)



Рис. 3.2

a)

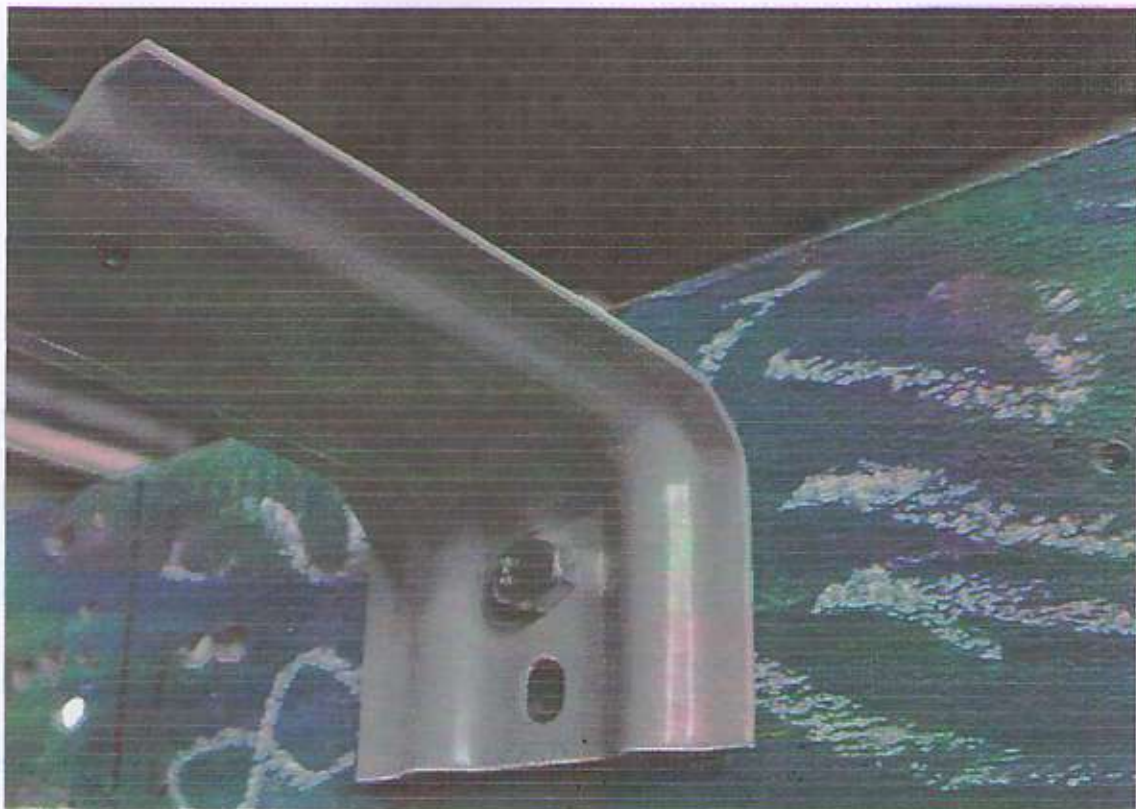


б)



Рис. 3.3

a)



б)



рис. 3.4



a)

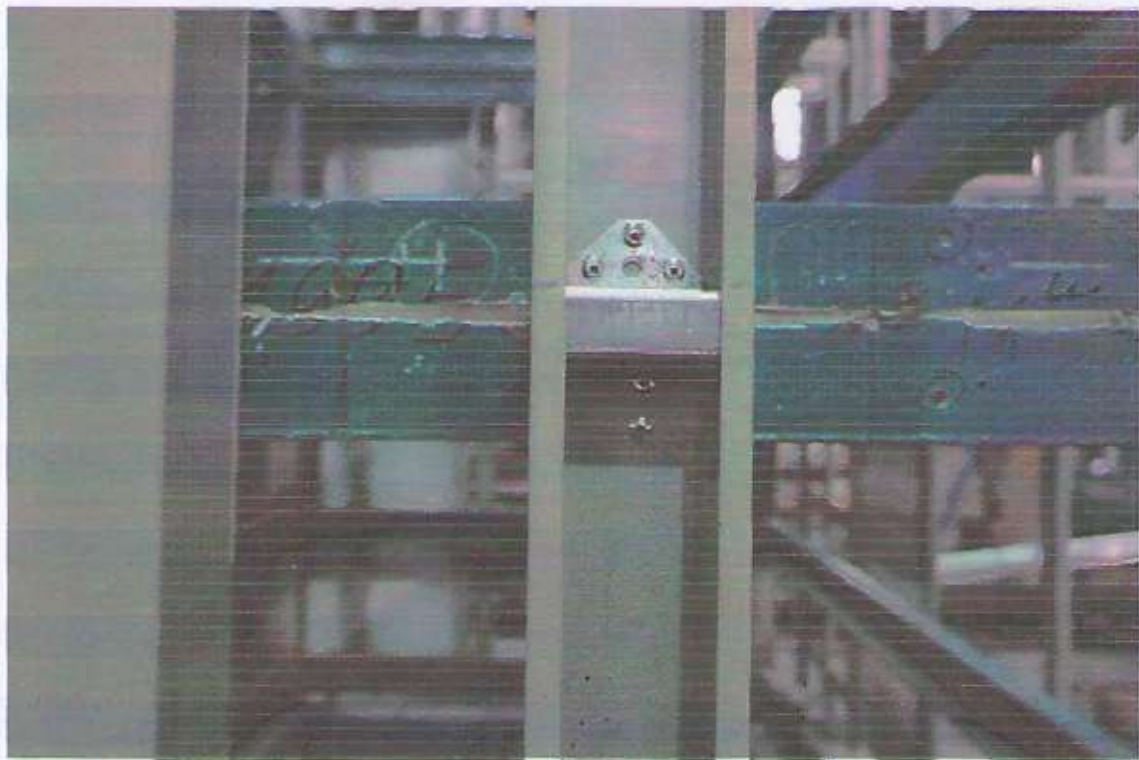


б)



рис. 3.5

a)



б)



Рис. 3.6

a)



б)



Рис. 3.7

a)



б)



Рис. 3.8

a)

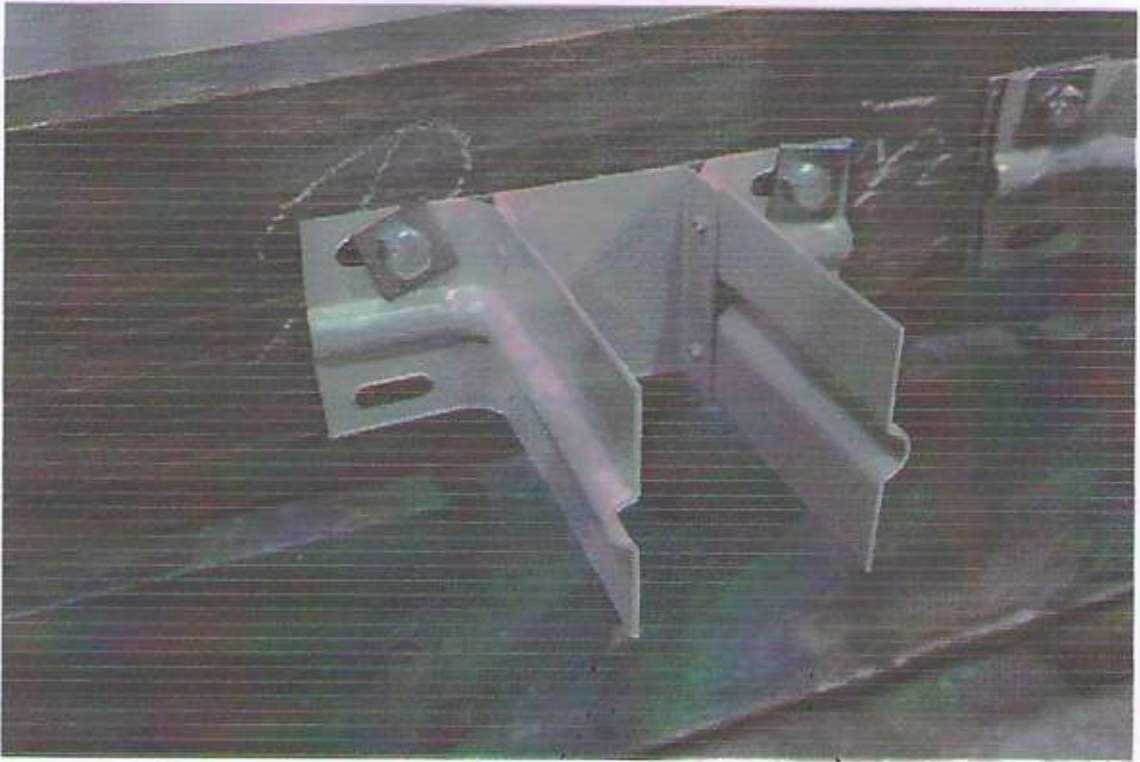


б)



Рис. 3.9

a)



б)

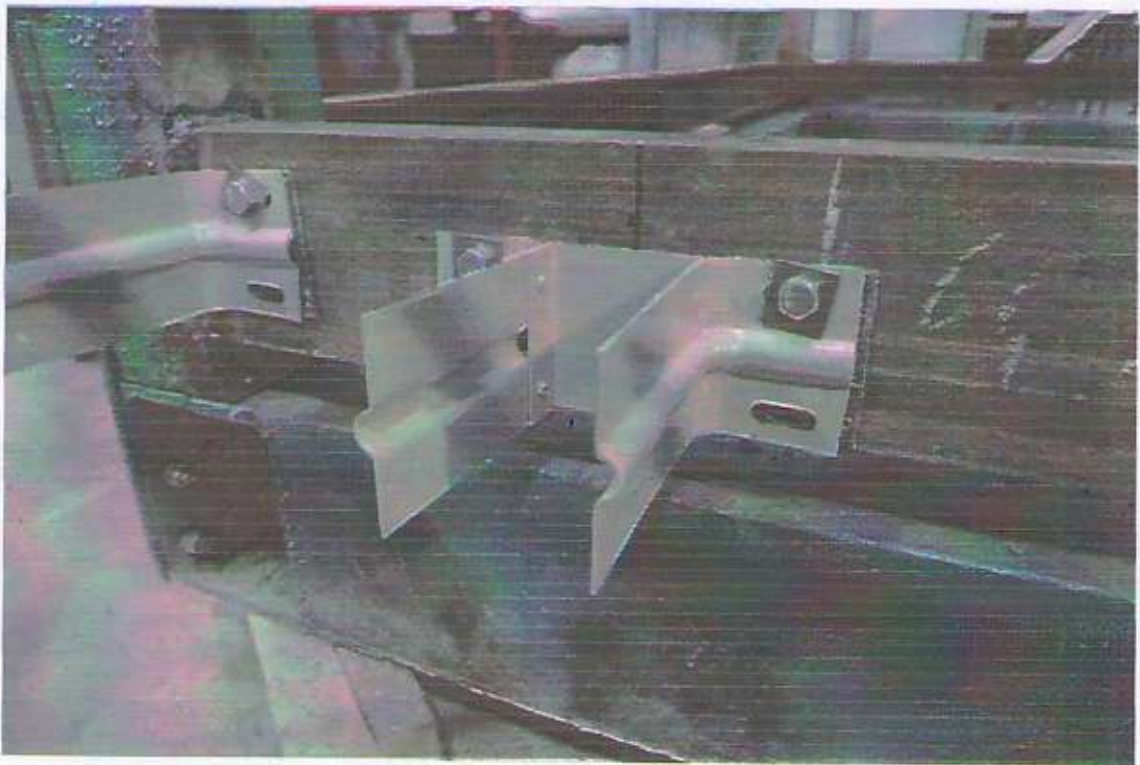


Рис. 3.10

б)



а)

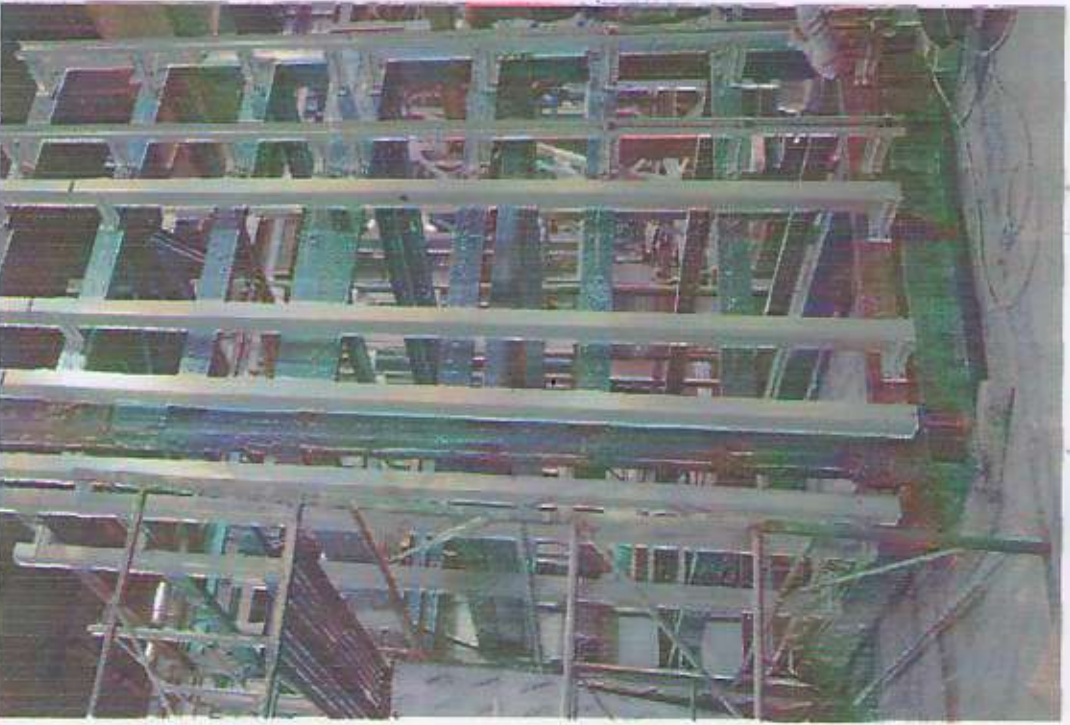
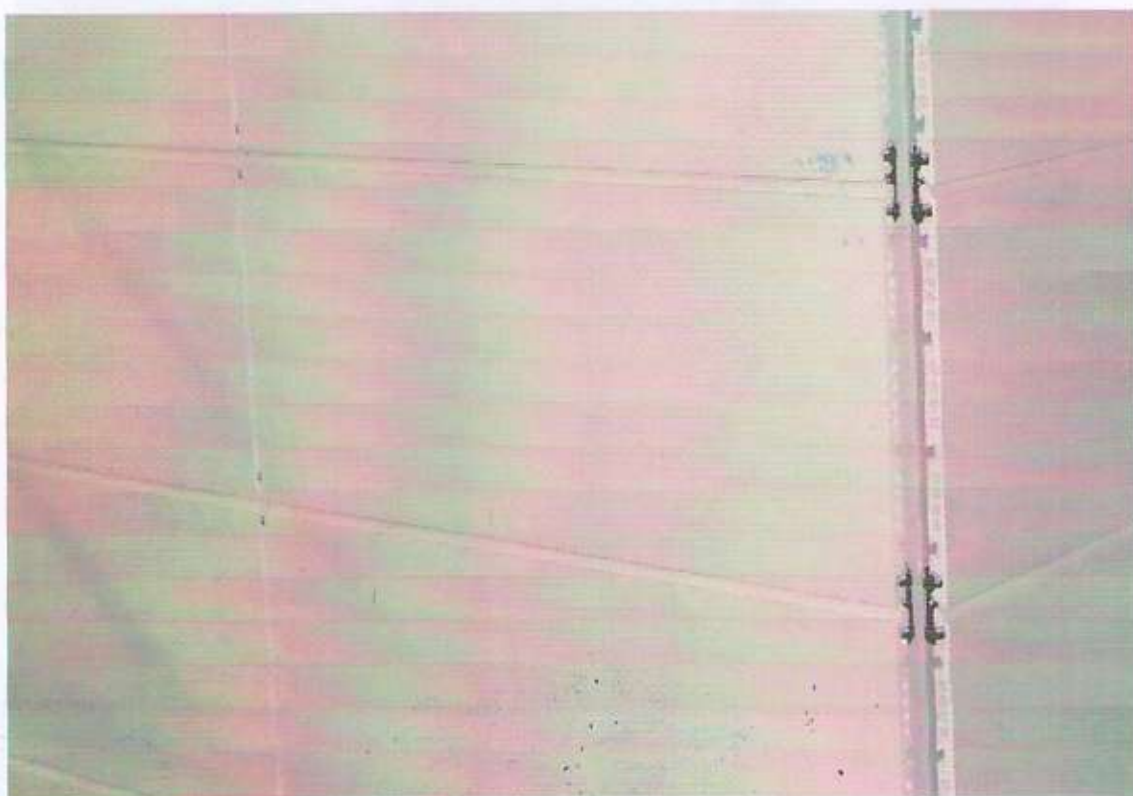


Рис. 3.11

a)



б)



Рис. 3.12





б)



а)

Рис. 3.13



б)



а)

Рис. 3.14

#### 4. Программа и методика испытаний НФС

##### «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07»

**Программа испытаний.** Программа экспериментальных исследований по оценке сейсмостойкости НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07» включала в себя следующие этапы:

1. Анализ конструктивных особенностей НФС.
2. Выбор и согласование с Заказчиком конструктивных параметров и самих элементов НФС для назначения экспериментальных фрагментов.
3. Подготовка вибростенда и измерительного оборудования для проведения динамических испытаний.
4. Назначение режимов нагружения фрагментов фасадных систем динамической нагрузкой, соответствующей силовым воздействиям на сооружения при землетрясениях различной интенсивности (от 7 до 9 баллов).
5. Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований НФС.
6. Составление технического отчета по результатам испытаний фрагментов НФС с рекомендациями по обеспечению эксплуатационной надежности фасадных систем при сейсмических воздействиях.

**Методика испытаний.** Возбуждение колебаний экспериментальных моделей (сооружений) осуществляется с использованием различных устройств. При проведении динамических испытаний НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07» возбуждение колебаний осуществлялось с помощью вибромашины ВИД-12М, установленной на специальной виброплатформе маятникового типа (рис. 1.1, 3.1, 3.2).

С учетом отмеченного выше программа динамических испытаний НФС на виброплатформе включала в себя следующие этапы:

1. Испытания системы с изменением частотного спектра от 0 до 10 Гц при фиксированной амплитуде перемещения виброплатформы. Далее задавалось значение амплитуды и осуществлялось изменение частот в указанном выше спектре. Длительность каждого из указанных этапов динамического нагружения (при фиксированных амплитуде и частоте) системы составляла в эксперименте от 25 до 30 сек.
2. По результатам 1-го этапа испытаний (п.1) устанавливались уровни воздействий, соответствующие резонансным колебаниям систем, и уровни ускорений виброплатформы, соответствующие 7÷9-ти балльным воздействиям по шкале MSK-64.
3. После завершения испытаний НФС в соответствии с заданной программой изменения амплитудно-частотного спектра виброплатформы проводились повторные испытания НФС при соотношениях амплитудно-частотных параметров виброплатформы, соответствующих резонансным колебаниям системы и 7÷9-ти балльным воздействиям. Длительность динамических испытаний при указанных выше сочетаниях составляла 40-50 сек. Указанный этап испытаний позволял оценить сейсмостойкость систем в зависимости от характера и времени сейсмического воздействия.
4. Программа испытаний предусматривала, что если в процессе испытаний происходило разрушение или изменение конструктивной схемы НФС, разработку совместно с Заказчиком способов повышения надежности НФС. После этого испытания должны были повторяться согласно п.п. 2 и 3 настоящего раздела.

## 5. Оборудование для испытаний НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07» на сейсмические нагрузки. Средства измерения и регистрации динамических характеристик НФС

### 5.1. Оборудование для создания динамических нагрузок на НФС

Как уже отмечалось, для создания динамических воздействий на испытываемые образцы использовалась специальная виброплатформа.

Маятниковая платформа подвешена на гибких (из полосовой стали) силовых связях к опорной силовой раме. Рама жестко закреплена в силовой пол лабораторного корпуса. Активация платформы осуществляется вибромашинной ВИД-12М, установленной на консоли маятниковой платформы (см. фото на рис. 1.1).

Вибромашина ВИД-12М позволяет обеспечить необходимые параметры динамических воздействий на исследуемые образцы в широком диапазоне частот и инерционных нагрузок путем возбуждения механических колебаний платформы в горизонтальной и вертикальной плоскостях. На фото рис. 3.1, показан общий вид виброплатформы с установленным на ней стендом, к которому в свою очередь крепится НФС.

### Основные технические данные машины ВИД-12М

Таблица 5.1.

№№	Наименование параметра	Значение
1	Инерционная сила, развиваемая машиной при наибольшем радиусе дебалансов: - при 60 об/мин (1 Гц) - при 180 об/мин (3 Гц) - при 240 об/мин (4 Гц) - при 300 об/мин (5 Гц)	0,8 т 7,0 т 12,5 т 20,0 т
2	Частотная характеристика - нижняя частота, Гц - верхняя частота, Гц	0,4 25
3	Характер изменения частот	Бесступенчатый

Примечание: по соображениям прочности отдельных деталей и веса вибромашин при любой скорости вращения инерционная сила ограничена величиной 12т.

Управление ВИД-12М осуществляется с пульта управления, расположенного в электрошкафу. Основные технические характеристики вибромашины ВИД-12М приведены в табл. 5.1.

## **5.2. Средства измерения и регистрации динамических характеристик конструкций и воздействий на них**

Регистрация и измерение сигналов проводились при помощи специализированного измерительно-вычислительного комплекса МПС - 036, предназначенного для сбора, преобразования, регистрации, обработки, передачи и представления информации, поступающей с датчиков.

Комплекс выполняет следующие функции:

- измерение, регистрацию и первичную обработку сигналов (частотных, дискретных и пр.), полученных в результате испытаний;
- отображение значений измеряемых величин или преобразованных параметров на мониторе;
- контроль значений измеряемых величин или преобразованных параметров; оценка результатов их измерения и преобразования;
- самодиагностику проводимых измерений (анализ работоспособности с возможностью вызова диагностических программ);
- архивацию результатов измерения и преобразования (хранение данных с возможностью просмотра и анализа);
- вывод текущих значений измеряемых параметров, кодов аварий и технологических сообщений на ЭВМ верхнего уровня;
- возможность подключения печатающих устройств, в том числе для оформления протоколов результатов измерений;
- возможность связи с другими системами (подключение в существующую локальную вычислительную сеть);

- возможность выдачи сигнала типа «сухой контакт» для включения сигнализации и использования в системах защиты;
- возможность выдачи тестовых аналоговых сигналов.

Измерительно-вычислительный комплекс МІС – 036 дополнительно укомплектован ноутбуком со специализированным пакетом прикладных программ и периферийных устройств, необходимых для автоматизированного процесса обработки сигналов, а также для документирования результатов обработки (рис.5.1, а).

Для измерения ускорений, частот колебаний, а также динамических перемещений применяются однокомпонентные датчики – акселерометры АТ 1105 – 10м (рис. 5.1, б).

Характеристики датчиков (акселерометров) представлены в таблице 5.2.

#### Основные технические данные акселерометра АТ 1105 – 10м

Таблица 5.2.

№	Наименование параметра	Значение
1	Электропитание от источника постоянного тока относительно средней точки, В	±12
2	Диапазон измерения, м/с <sup>2</sup> (g)	98,1 (10,0)
3	Частотная характеристика - нижняя частота, Гц - верхняя частота, Гц	0 700
4	Диапазон рабочих температур, °С	от +15 до +35

Количество датчиков на виброплатформе и испытываемых образцах назначалось таким образом, чтобы можно было замерить вертикальные и горизонтальные ускорения и деформации виброплатформы и элементов НФС.

Точки расположения акселерометров выбирались из следующих условий:

- места, где по результатам расчетов ожидается развитие максимальных ускорений и перемещений;

- возможность одновременного определения относительных деформаций в разных координатных плоскостях;

Для контроля задаваемых нагрузок датчики были установлены на платформе, вблизи источника загрузки.

Общее количество контролируемых точек (количество акселерометров) – 6.

Схема расстановки датчиков показана на рис. 5.2.

Кроме этого измерения динамических характеристик стенда в процессе динамических испытаний осуществлялось с помощью специального прибора вибротест-МГ4 (фото на рис. 5.3).



a)



б)



Рис. 5.1

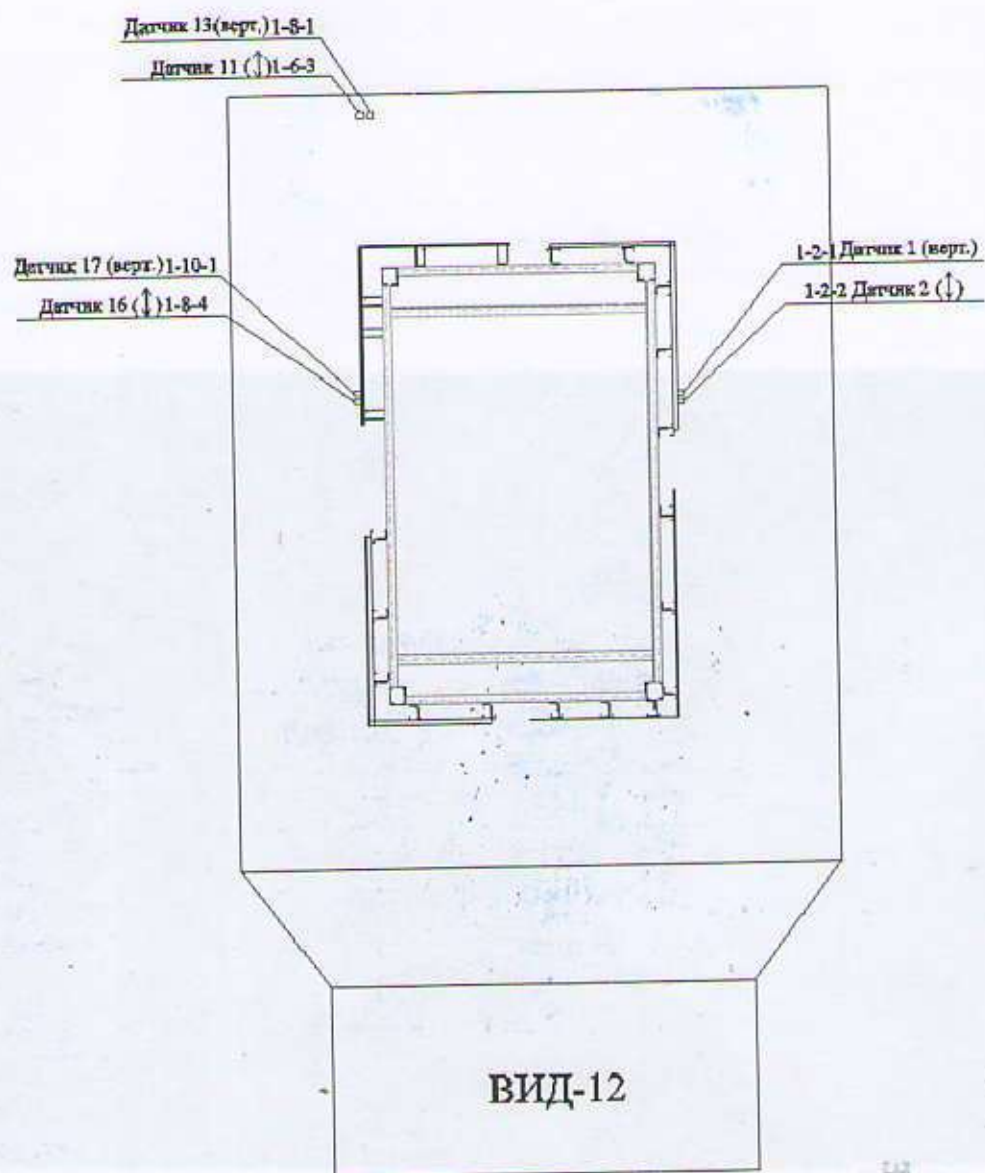


Рис. 5.2. Схема расстановки акселерометров на стенде и НФС

А. Пастухов, Москва, 2010. 112 с. ISBN 5-905132-10-0

Получено 10.02.2010 г. 10:00. 112 с. ISBN 5-905132-10-0

Для цитирования: Пастухов А. Вибротест МГ-4. М.: Издательство «Техническое образование», 2010. 112 с. ISBN 5-905132-10-0



Рис. 5.3. Общий вид прибора Вибротест МГ-4

## 6. Подготовка стенда и измерительного оборудования. Монтаж конструкций НФС

Параметры стенда для проведения испытаний назначались исходя состава экспериментальной базы Центра исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, а также конструктивных особенностей принятых опытных образцов (см. выше).

Для испытаний был сконструирован специальный стенд, который представляет собой две металлические рамы, связанные между собой металлическими швеллерами для обеспечения общей жесткости конструкции стенда (рис. 6.1). Компоновка несущих элементов стенда проводилась с учетом монтажных схем установки кронштейнов.

Монтаж НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07» для проведения испытаний осуществлялся силами Заказчика. Приемка образцов для монтажа, оценка их соответствия требованиям, установленным нормативными и техническими документами до и после установки на испытательный стенд, осуществлялась представителями Заказчика совместно со специалистами Центра исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко.

Монтаж конструкций НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07» на стенд осуществлялся по следующей схеме.

- 1) Системы навешивались на кронштейны с удлинителями кронштейнов, которые крепились к металлическим элементам стенда с помощью болтов.
- 2) К удлинителям кронштейнов с помощью вытяжных заклепок крепились несущие направляющие профили.
- 2) К направляющим профилям с помощью держателей и кляммеров крепилась облицовка в виде кассет из композитного материала или плит фасадных облицовочных.

3) После монтажа элементов систем и облицовочных плит специалистами ЦНИИСК проводилась проверка всех узлов крепления конструкций НФС.

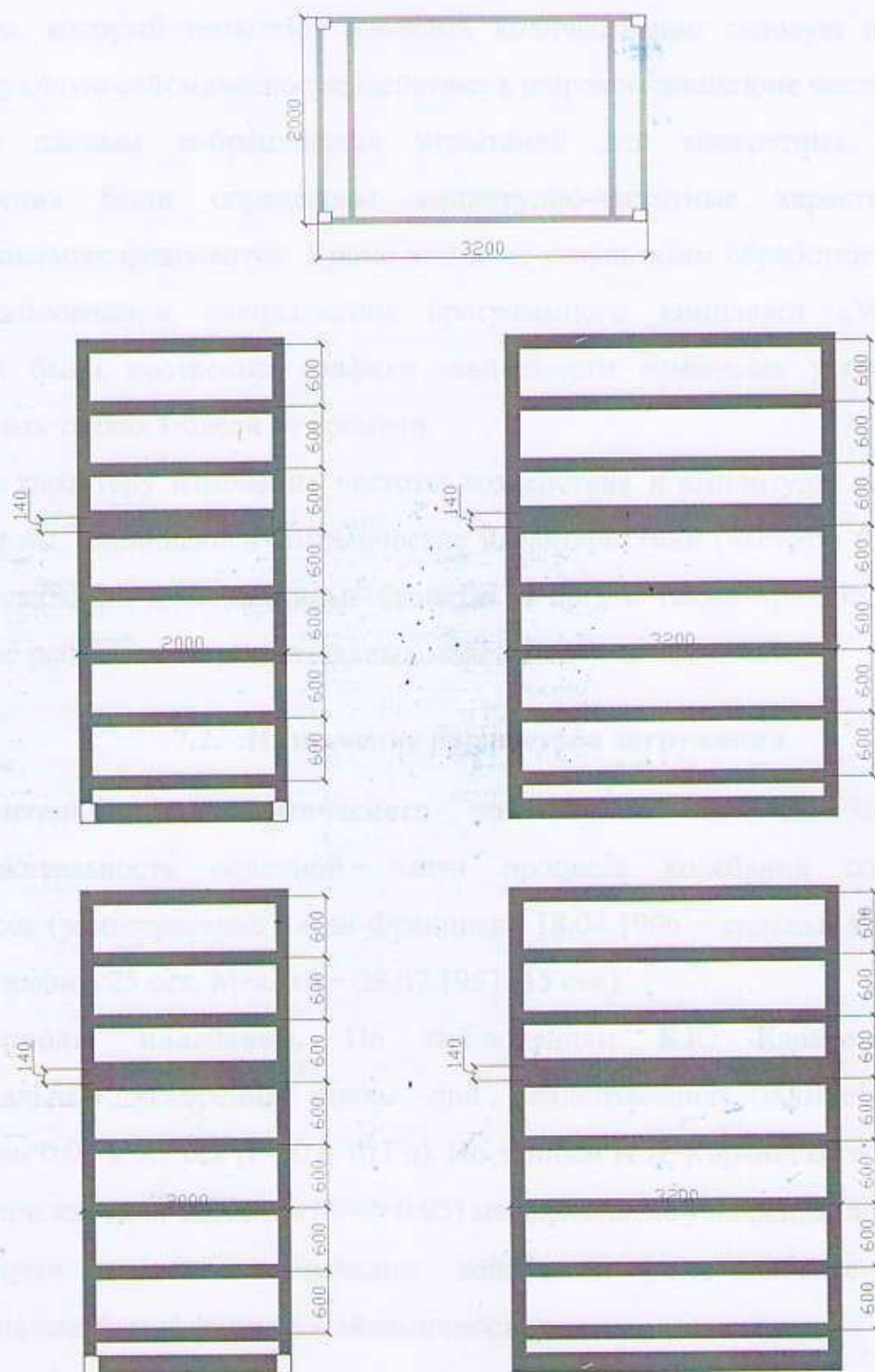


Рис. 6.1 – Схема стенда для испытаний

## 7. Динамические испытания НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07»

### 7.1. Методика проведения испытаний

Испытания фрагментов НФС проводились вибрационным (резонансным) методом, который позволяет измерить количественно силовую нагрузку, имитирующую сейсмическое воздействие в широком диапазоне частот.

По данным вибрационных испытаний для конкретных уровней нагружения были определены амплитудно-частотные характеристики испытываемых фрагментов. Кроме этого, по результатам обработки на ЭВМ с использованием специального программного комплекса «WinПОС» записей были построены графики зависимости изменения ускорений в различных точках модели от времени.

По характеру изменения частоты воздействия и амплитуды колебания платформы, оценивались динамические характеристики (частоты основного тона колебаний, диссипативные свойства и пр.), а также принципиальный характер работы экспериментальных моделей.

### 7.2. Назначение параметров загрузки

**Длительность сейсмического воздействия.** По данным [6,7] продолжительность основной части процесса колебаний составляет 10÷40 сек (землетрясение в Сан-Франциско 18.04.1906 – сильные колебания продолжались 25 сек, Мехико – 28.07.1957–15 сек).

**Периоды колебаний.** По наблюдениям Б.К. Карапетяна [8] максимальные ускорения почвы при землетрясениях соответствовали периодам 0.05 и 0.1 сек ( $f=20$  и 10 Гц). По данным И.Л. Корчинского [7]:

- при жестких системах ( $T=0\div 0.05$ ) максимальные ускорения возникают почти мгновенно с началом колебаний (зона наиболее высоких значений коэффициента динамичности);
- наиболее характерные периоды сейсмического воздействия находятся в диапазоне короткопериодного спектра от 0.1 до 0.5 сек ( $f\rightarrow$  от 10 до 2 Гц);

–в [6] отмечается, что как показывают многочисленные экспериментальные исследования, независимо от частот внешнего воздействия сооружение обычно колеблется с частотой, отвечающей частоте их собственных колебаний. Периоды же свободных колебаний большинства зданий составляют 0.1–2.0 сек. Т.е. частота динамической нагрузки, испытываемой сооружением в условиях землетрясений, будет находиться в основном в пределах 0.5–10 Гц.

**Число циклов нагружения.** Под руководством И.Л. Корчинского [7,9] Р.С. Бердяевой, Г.В. Беченовой и В.А. Ржевским были проведены испытания железобетонных и стальных балочных образцов при нагружении со скоростью 300÷1000 циклов в минуту, что как указывается в [7] отвечает скорости нагружения строительных конструкций при сейсмических нагрузках.

Этапы загрузки выбраны так, чтобы иметь возможность оценить поведение НФС при резонансе.

### **7.3. Условия проведения динамических испытаний**

Вибрационные испытания проводились 22.07.2014 г. в дневное время при температуре воздуха - не ниже +15 °С. Условия проведения вибрационных испытаний соответствуют нормальным и рабочим условиям применения используемого типа акселерометров АТ1105–10м.

### **7.4. Параметры оценки работы НФС по результатам натуральных испытаний**

Основным свойством, определяющим надежность НФС при воздействии динамических нагрузок, является ее способность сохранять определенные эксплуатационные свойства, характеризующиеся предельными состояниями в соответствии с ГОСТ 27751-88 «Надежность строительных конструкций и оснований».

Предельные состояния НФС в связи с отсутствием нормативных документов, определяющих надежность фасадных конструкций в процессе

их эксплуатации в сейсмоопасных районах РФ условно разделены на две группы:

- первая группа включает предельные состояния, которые ведут к полной непригодности к эксплуатации конструкции НФС или к полной (частичной) потере несущей способности ее основных элементов и креплений;
- вторая группа включает предельные состояния, затрудняющие нормальную эксплуатацию НФС.

Предельные состояния первой группы характеризуются:

- разрушением креплений и элементов НФС любого характера (пластическим, хрупким, усталостным);
- потерей устойчивости формы составных элементов НФС, приводящей к полной непригодности системы;
- потерей устойчивости положения элементов и узлов соединений НФС;
- переходом НФС или ее части в изменяемую систему;
- качественным изменением конфигурации НФС;
- другими явлениями, при которых возникает необходимость прекращения эксплуатации (например, чрезмерными деформациями в результате сдвига в соединениях, раскрытия швов и пр.).

Параметры предельных состояний непосредственно элементов НФС для идентификации их технического состояния в настоящее время отсутствуют и являются предметом отдельного исследования. В связи с этим, а также для целей настоящего исследования специалистами ЦИСС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко предложен следующий подход:

1. Уровень внешнего воздействия определяется по результатам натуральных испытаний и принимается в сравнении с данными инструментальной части макросейсмической шкалы MSK-64 по ГОСТ Р 22.0.03-95, которые приведены в таблицах 7.1 и 7.2.



2. За 1-е предельное состояние конструкций НФС принимается такое техническое состояние, при котором происходит разрушение узлов крепления плит к направляющим с помощью стержней с нейлоновыми прокладками или разрушение самих плит. 2-му предельному состоянию соответствует смещение плит относительно друг друга на  $\Delta \leq 4\text{мм}$ .

### Соответствие уровня воздействия инструментальным значениям ускорения

Таблица 7.1.

I, балл, MSK-64	Ускорения $A[10]$ , $\text{м/с}^2$	Ускорения $A$ согласно MSK-64, $\text{м/с}^2$	Ускорение $A_p$ по СНИП-II-7-81*, $\text{м/с}^2$
5	-	-	-
6	0,28-0,56	0,25-0,50	0,50
7	0,56-1,12	0,50-1,00	1,00
8	1,12-2,24	1,00-2,00	2,00
9	2,24-4,48	2,00-4,00	4,00
10	-	-	-

### Соответствие уровня воздействия инструментальным значениям ускорения

Таблица 7.2.

Интенсивность динамического воздействия в баллах	Интервалы максимальных ускорений грунта, $\text{см/с}^2$ , при периоде 0,1 с и более	Интервалы максимальных скоростей колебаний грунта, $\text{см/с}$	Интервалы максимальных смещений маятника сейсмометра СБМ с периодом колебаний 2.5 сек мм
5	-	-	-
6	30 – 60	3,0 – 6,0	1,5 – 3,0
7	61 – 120	6,1 – 12,0	3,1 – 6,0
8	121 – 240	12,1 – 24,0	6,1 – 12,0
9	241 – 480	24,1 – 48,0	12,1 – 24,0

### 7.5. Результаты динамических испытаний НФС и их анализ

Анализ результатов лабораторных динамических испытаний НФС «Альт-фасад-06» с использованием облицовки в виде кассет из листового композитного материала, «Альт-фасад-07» с использованием облицовки в виде плит объемной керамики AgrobBuchtal позволяет отметить следующее:

- в таблицах 7.3-7.4 приведены параметры динамического нагружения платформы в горизонтальной и вертикальной плоскостях, установленные по акселерометрам, закрепленным в уровне платформы (рис. 5.2), а в таблицах 7.5-7.8 приведены параметры динамического нагружения фрагментов образцов в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Приведенные в табл. 7.3-7.8 значения по цветовой гамме соответствуют зонам сейсмичности, указанным на карте сейсмического районирования территории РФ (рис. 7.1);
- в процессе испытаний ускорение виброплатформы по данным акселерометров (таб. 7.3-7.4), установленных на ней, изменялось в интервале от 0,3 до 5,7 м/с<sup>2</sup> - в горизонтальном направлении, и от 0,1 до 4,1 м/с<sup>2</sup> - в вертикальном направлении. Горизонтальное ускорение фрагментов образцов по данным акселерометров (таб. 7.5, 7.7), установленных на них, изменялось в интервале от 0,7 до 15,3 м/с<sup>2</sup>. Вертикальное ускорение фрагментов образцов по данным акселерометров (таб. 7.6, 7.8), установленных на них, изменялось в интервале от 0,1 до 5,9 м/с<sup>2</sup>. Полученные значения горизонтальных ускорений виброплатформы превышают значения нормативных ускорений, соответствующих 9 баллам по шкале MSK-64 – 4 м/с<sup>2</sup>). Частоты колебания системы изменялись в интервале от 1,4 до 5,4 Гц. Максимальная амплитуда горизонтальных колебаний виброплатформы составила 19,3 мм, а вертикальных колебаний 3,7 мм. Максимальная амплитуда горизонтальных колебаний

фрагментов образцов составила 31,1 мм, а вертикальных колебаний 5,2 мм;

В Приложении 1 к настоящему отчету приведены акселерограммы, записанные с датчиков. Кроме того, построены амплитудно-частотные характеристики испытываемого образца при колебаниях с заданной частотой.

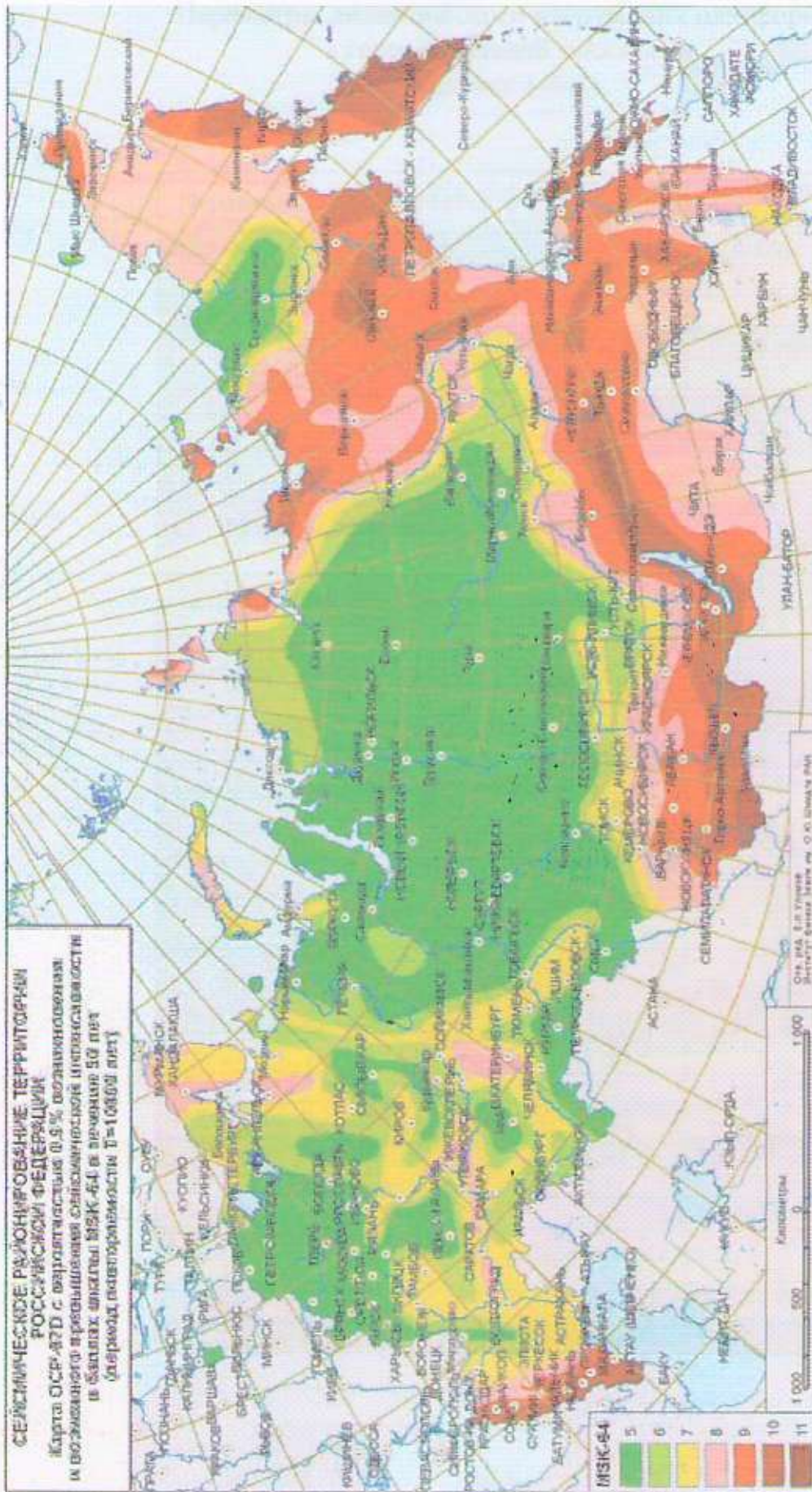


Рис. 7.1

Параметры динамического нагружения платформы  
в горизонтальной плоскости  
(датчик 1-6-3)

Таблица 7.3

№ режима	Частота $f$ (Гц)	Амплитуда $A$ (мм)	Ускорение $a$ ( $m/c^2$ )
1	2,6	2,2	0,6
2	3,7	2,1	1,1
3	4,5	1,6	1,3
4	5,2	0,3	0,3 min
5	5,1	0,6	0,7
6	5,4	3,3	3,8
7	2,7	4,2	1,2
8	3,4	3,8	1,8
9	4,2	2,9	2,0
10	4,7	2,4	2,0
11	5,0	1,3	1,3
12	5,1	1,4	1,5
13	2,1	8,1	1,4
14	2,9	7,2	2,4
15	3,2	7,1	2,9
16	3,5	6,3	3,2
17	3,8	6,4	3,7
18	4,3	5,2	3,8
19	1,4	12,4	1,0
20	2,1	12,2	2,0
21	2,7	11,6	3,4
22	3,4	9,8	4,5
23	1,4	16,0	1,3
24	2,1	16,1	2,7
25	2,6	15,4	4,0
26	2,9	14,2	4,7
27	1,4	19,3 max	1,6
28	2,1	17,9	2,9
29	2,3	18,2	4,0
30	2,9	17,5	5,7 max
31	4,2	5,1	3,7
32	4,5	4,1	3,4
33	4,8	2,8	2,5
34	5,1	1,8	1,8
35	5,3	2,8	3,1
36	5,3	4,1	4,7

Параметры динамического нагружения платформы  
в вертикальной плоскости  
(датчик 1-8-1)

Таблица 7.4

№ режима	Частота f (Гц)	Амплитуда A (мм)	Ускорение a (м/с <sup>2</sup> )
1	2,6	0,1	0,1 min
2	3,7	0,2	0,1
3	4,5	0,4	0,3
4	5,2	1,3	1,4
5	5,1	1,1	1,1
6	5,4	3,4	3,9
7	2,7	0,1	0,1
8	3,4	0,2	0,1
9	4,2	0,7	0,5
10	4,7	1,1	0,9
11	5,0	1,8	1,8
12	5,1	2,8	2,9
13	2,1	0,2	0,1
14	2,9	0,1	0,1
15	3,2	0,2	0,1
16	3,5	0,5	0,2
17	3,8	0,7	0,4
18	4,3	1,7	1,2
19	1,4	0,5	0,1
20	2,1	0,3	0,1
21	2,7	0,1	0,1
22	3,4	0,6	0,3
23	1,4	0,7	0,1
24	2,1	0,4	0,1
25	2,6	0,1	0,1
26	2,9	0,2	0,1
27	1,4	0,8	0,1
28	2,1	0,5	0,1
29	2,3	0,2	0,1
30	2,9	1,6	0,5
31	4,2	1,7	1,2
32	4,5	1,9	1,2
33	4,8	2,8	2,6
34	5,1	3,0	3,1
35	5,3	3,7 max	4,1 max
36	5,3	3,5	3,4

Параметры динамического нагружения образцов  
в горизонтальной плоскости  
(датчик 1-2-2)

Таблица 7.5

№ режима	Частота $f$ (Гц)	Амплитуда $A$ (мм)	Ускорение $a$ ( $m/s^2$ )
1	2,6	2,8	0,7 min
2	3,7	4,0	2,1
3	4,5	5,7	4,4
4	5,2	12,3	8,2
5	5,1	11,6	9,1
6	5,4	19,3	13,6
7	2,7	5,8	1,7
8	3,4	7,1	3,3
9	4,2	10,0	7,1
10	4,7	13,8	8,7
11	5,0	20,3	13,0
12	5,1	22,6	14,2
13	2,1	9,6	1,7
14	2,9	10,8	3,5
15	3,2	12,1	4,9
16	3,5	12,9	6,4
17	3,8	15,4	8,8
18	4,3	20,3	11,2
19	1,4	12,3	1,0
20	2,1	14,5	2,4
21	2,7	16,7	4,9
22	3,4	18,9	8,7
23	1,4	16,3	1,4
24	2,1	19,3	3,2
25	2,6	21,1	5,5
26	2,9	21,9	7,3
27	1,4	19,9	1,6
28	2,1	21,4	3,4
29	2,3	23,8	5,3
30	2,9	26,5	8,5
31	4,2	19,4	9,8
32	4,5	21,2	10,5
33	4,8	29,0 max	12,1
34	5,1	20,0	13,4
35	5,3	20,4	15,0
36	5,3	21,1	15,3 max

Параметры динамического нагружения образцов  
в вертикальной плоскости  
(датчик 1-2-1)

Таблица 7.6

№ режима	Частота $f$ (Гц)	Амплитуда $A$ (мм)	Ускорение $a$ ( $m/c^2$ )
1	2,6	0,1	0,1 min
2	3,7	0,2	0,1
3	4,5	0,3	0,2
4	5,2	0,9	1,0
5	5,1	0,7	0,7
6	5,4	3,8	4,4
7	2,7	0,2	0,1
8	3,4	0,2	0,1
9	4,2	0,2	0,2
10	4,7	0,4	0,4
11	5,0	0,6	0,6
12	5,1	1,1	1,1
13	2,1	0,4	0,1
14	2,9	0,3	0,1
15	3,2	0,3	0,1
16	3,5	0,2	0,1
17	3,8	0,2	0,1
18	4,3	0,6	0,4
19	1,4	0,5	0,1
20	2,1	0,6	0,1
21	2,7	0,5	0,2
22	3,4	0,3	0,2
23	1,4	0,7	0,1
24	2,1	0,8	0,1
25	2,6	0,7	0,2
26	2,9	0,6	0,2
27	1,4	0,9	0,1
28	2,1	0,8	0,1
29	2,3	0,8	0,2
30	2,9	0,7	0,2
31	4,2	0,7	0,5
32	4,5	0,6	0,5
33	4,8	0,5	0,5
34	5,1	1,6	1,7
35	5,3	2,6	2,8
36	5,3	5,2 max	5,9 max



Параметры динамического нагружения образцов  
в горизонтальной плоскости  
(датчик 1-8-4)

Таблица 7.7

№ режима	Частота f (Гц)	Амплитуда A (мм)	Ускорение a (м/с <sup>2</sup> )
1	2,6	3,3	0,8 min
2	3,7	4,6	2,5
3	4,5	6,7	5,2
4	5,2	14,9	8,1
5	5,1	13,9	8,8
6	5,4	23,8	12,1
7	2,7	6,5	1,9
8	3,4	8,0	3,8
9	4,2	11,7	8,4
10	4,7	17,2	8,9
11	5,0	22,6	12,7
12	5,1	23,0	13,5
13	2,1	10,5	1,9
14	2,9	11,9	3,9
15	3,2	13,0	5,5
16	3,5	14,7	7,3
17	3,8	18,0	10,3
18	4,3	23,0	12,3
19	1,4	14,2	1,2
20	2,1	15,5	2,5
21	2,7	18,1	5,3
22	3,4	21,4	9,8
23	1,4	18,3	1,5
24	2,1	20,5	3,4
25	2,6	22,8	5,9
26	2,9	24,0	8,0
27	1,4	22,0	1,8
28	2,1	22,6	3,6
29	2,3	25,4	5,6
30	2,9	28,9	7,2
31	4,2	22,4	8,4
32	4,5	23,0	9,7
33	4,8	31,1 max	11,1
34	5,1	20,9	12,6
35	5,3	17,5	14,0
36	5,3	24,9	14,3 max

Параметры динамического нагружения образцов  
в горизонтальной плоскости  
(датчик 1-10-1)

Таблица 7.8

№ режима	Частота $f$ (Гц)	Амплитуда $A$ (мм)	Ускорение $a$ ( $m/c^2$ )
1	2,6	0,1	0,1 min
2	3,7	0,1	0,1
3	4,5	0,3	0,2
4	5,2	1,3	1,4
5	5,1	0,9	0,9
6	5,4	2,1	2,4
7	2,7	0,1	0,1
8	3,4	0,1	0,1
9	4,2	0,2	0,2
10	4,7	0,6	0,5
11	5,0	1,6	1,6
12	5,1	3,3	3,4
13	2,1	0,2	0,1
14	2,9	0,1	0,1
15	3,2	0,1	0,1
16	3,5	0,1	0,1
17	3,8	0,1	0,1
18	4,3	0,8	0,6
19	1,4	0,4	0,1
20	2,1	0,3	0,1
21	2,7	0,2	0,1
22	3,4	0,1	0,1
23	1,4	0,5	0,1
24	2,1	0,4	0,1
25	2,6	0,3	0,1
26	2,9	0,2	0,1
27	1,4	0,6	0,1
28	2,1	0,5	0,1
29	2,3	0,4	0,1
30	2,9	0,3	0,1
31	4,2	0,8	0,5
32	4,5	1,3	1,0
33	4,8	2,1	1,9
34	5,1	2,8	2,9
35	5,3	1,4	1,5
36	5,3	3,4 max	3,8 max

## 8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Выводы и рекомендации

На основе анализа результатов динамических испытаний НФС «Альт-фасад-06» (облицовка в виде кассет из листового композитного материала) и НФС «Альт-фасад-07» (облицовка в виде плит многопустотной керамики AgrobVuchtal) можно отметить следующее.

1. В соответствии с программой работ в Центре исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко были проведены динамические испытания на виброплатформе НФС «Альт-фасад-06» и «Альт-фасад-07». При динамических испытаниях моделировались нагрузки, соответствующие сейсмическим воздействиям 7÷9 баллов по шкале MSK-64.
2. В процессе испытаний величина ускорений виброплатформы по данным акселерометров (таб. 7.3-7.4), установленных на ней, изменялась в интервале от 0,3 до 5,7 м/с<sup>2</sup> - в горизонтальном направлении и от 0,1 до 4,1 м/с<sup>2</sup> - в вертикальном направлении. Величины горизонтального и вертикального ускорений фрагментов образцов по данным акселерометров, установленных на них, изменялись, соответственно, в интервале от 0,7 до 15,3 м/с<sup>2</sup> (таб. 7.5, 7.7) и в интервале от 0,1 до 5,9 м/с<sup>2</sup> (таб. 7.6, 7.8). Полученные значения горизонтальных ускорений виброплатформы превысили значения нормативных ускорений, принятых в СП 14.13330.2011 ( $a = 4$  м/с<sup>2</sup>) для сейсмических районов с балльностью 9 баллов по шкале MSK-64. Частоты колебания систем изменялись в интервале от 1,4 до 5,4 Гц. Максимальная амплитуда горизонтальных колебаний виброплатформы составила 19,3 мм, вертикальных колебаний - 3,7 мм. Максимальная амплитуда горизонтальных колебаний верха фрагментов НФС составила 31,1 мм, максимальная амплитуда вертикальных колебаний - 5,2 мм.

3. В процессе динамических испытаний НФС «Альт-фасад-06» (облицовка в виде кассет из листового композитного материала) прочность и эксплуатационная надежность элементов НФС и системы в целом не была нарушена.
4. Динамические испытания НФС «Альт-фасад-07» (облицовка – плиты из многопустотной керамики AgrobBuchtal) при использовании крепления по схеме «межэтажное перекрытие» были проведены в два этапа:
  - на первом этапе испытаний имели место подвижки плит многопустотной керамики AgrobBuchtal в горизонтальной плоскости и их обрушение. Причиной указанного являлось отсутствие промежуточных горизонтальных связей НФС между вертикальными направляющими по высоте системы. При динамических колебаниях НФС прочность лапок кляммеров, препятствующих горизонтальным смещениям плит, из-за значительных динамических горизонтальных нагрузок оказалась недостаточной (имел место отгиб лапок – рис. 8.1);
  - на втором этапе испытаний были установлены дополнительные горизонтальные связи в НФС в двух уровнях по высоте этажа системы, а также были установлены горизонтальные ограничители в углах НФС. Система прошла полный цикл динамических испытаний на виброплатформе при воздействиях, моделирующих 7-9 балльную сейсмику без каких-либо повреждений.

5. По результатам динамических испытаний можно сделать следующие выводы:

– допускается применение НФС «Альт-фасад-06» (облицовка – кассеты из листового композитного материала) в сейсмических районах при балльности площадки строительства от 7 до 9 баллов включительно;

– применение НФС «Альт-фасад-07» (облицовка – плиты из многопустотной керамики Agrobuchtal) с установкой кронштейнов в стены здания с шагом по высоте 0.6 м, а также при схеме крепления в межэтажное перекрытие допускается в сейсморегионах с балльностью площадки 7-9 баллов по шкале MSK-64 при внесении следующих изменений в конструктивную систему НФС:

– необходима установка дополнительных промежуточных горизонтальных связей в 1/3 и 2/3 части направляющих по высоте этажа;

– в угловых зонах НФС «Альт-фасад-07» необходимо предусмотреть установку ограничителей, препятствующих горизонтальным смещениям каждого ряда плит;

– в зоне оконных и дверных проемов необходимо также предусмотреть специальные упоры, исключая подвижку плит в горизонтальном направлении.

6. При использовании исследованных систем НФС должны соблюдаться требования, касающиеся долговечности, огнестойкости и коррозионной стойкости элементов фасадных систем и облицовки.

7. В приложении 2 к настоящему отчету приведена видеосъемка испытания ФС на сейсмические воздействия.

a)



b)

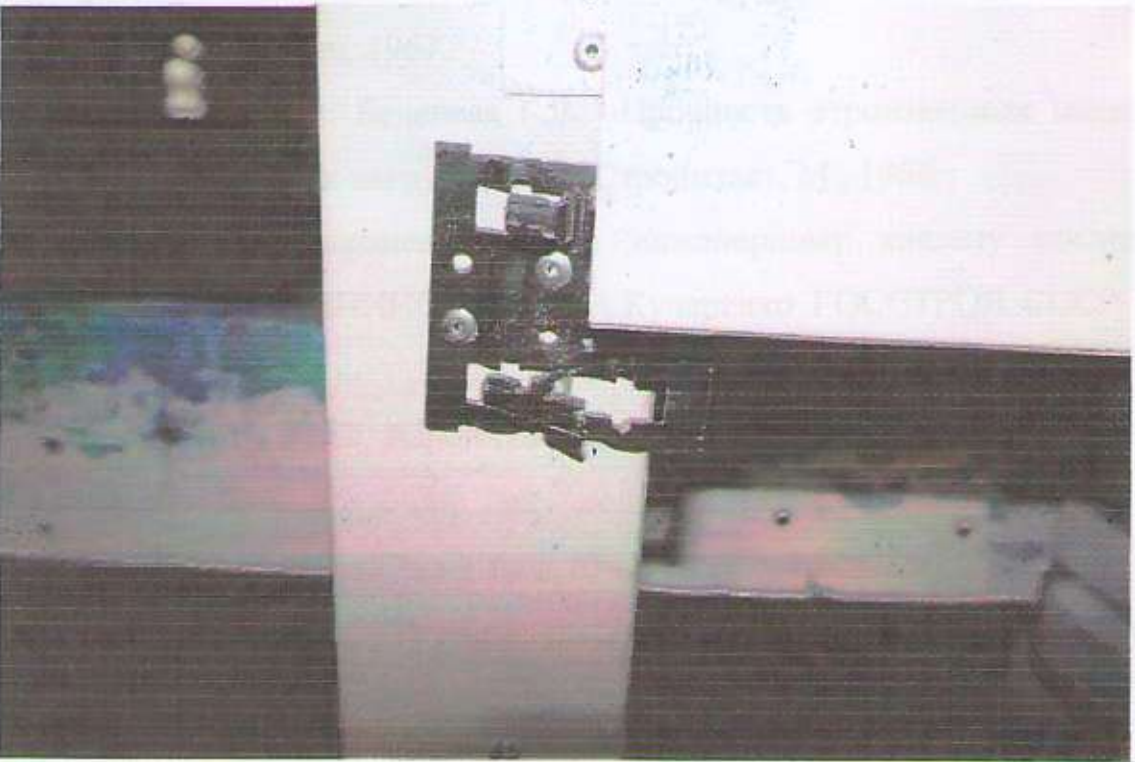


Рис. 8.1

## Список литературы

1. MSK-64. Шкала сейсмической интенсивности MSK. 1964.
2. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 30546.1-98 «Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости».
3. СП 14.13330.2011 (СНиП II-7-81\* «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция).
4. Альбом технических решений «Системы вентилируемых фасадов «Альт-фасад-06».
5. Альбом технических решений «Системы вентилируемых фасадов «Альт-фасад-07».
6. Поляков С.В., «Сейсмостойкие конструкции зданий», Изд. «Высшая школа», М., 1969г., 335 с.
7. Корчинский И.Л. и др., «Сейсмостойкое строительство зданий», Изд. «Высшая школа», М., 1971г., 319 с.
8. Карапетян Б.К. «Колебание сооружений, возведенных в Армении», Изд. «Айостан», Ереван, 1967.
9. Корчинский И.Л., Беченева Г.В. «Прочность строительных материалов при динамических нагружениях», Стройиздат, М., 1966г.
10. Методические рекомендации по инженерному анализу последствий землетрясений. ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко ГОССТРОЯ СССР. – М., 1980, 62 с.
11. Назаров А.Г., С.С. Дарбинян. Шкала для определения интенсивности сильных землетрясений на количественной основе. // В. кн.: Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. Академия наук СССР. Межведомственный совет по сейсмологии и сейсмостойкому строительству (МСССС) при президиуме АН СССР. М.: Наука, 1975.

12. ГОСТ 8829-94. Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости.



РЕЗУЛЬТАТЫ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ  
ФАСАДНЫХ СИСТЕМ

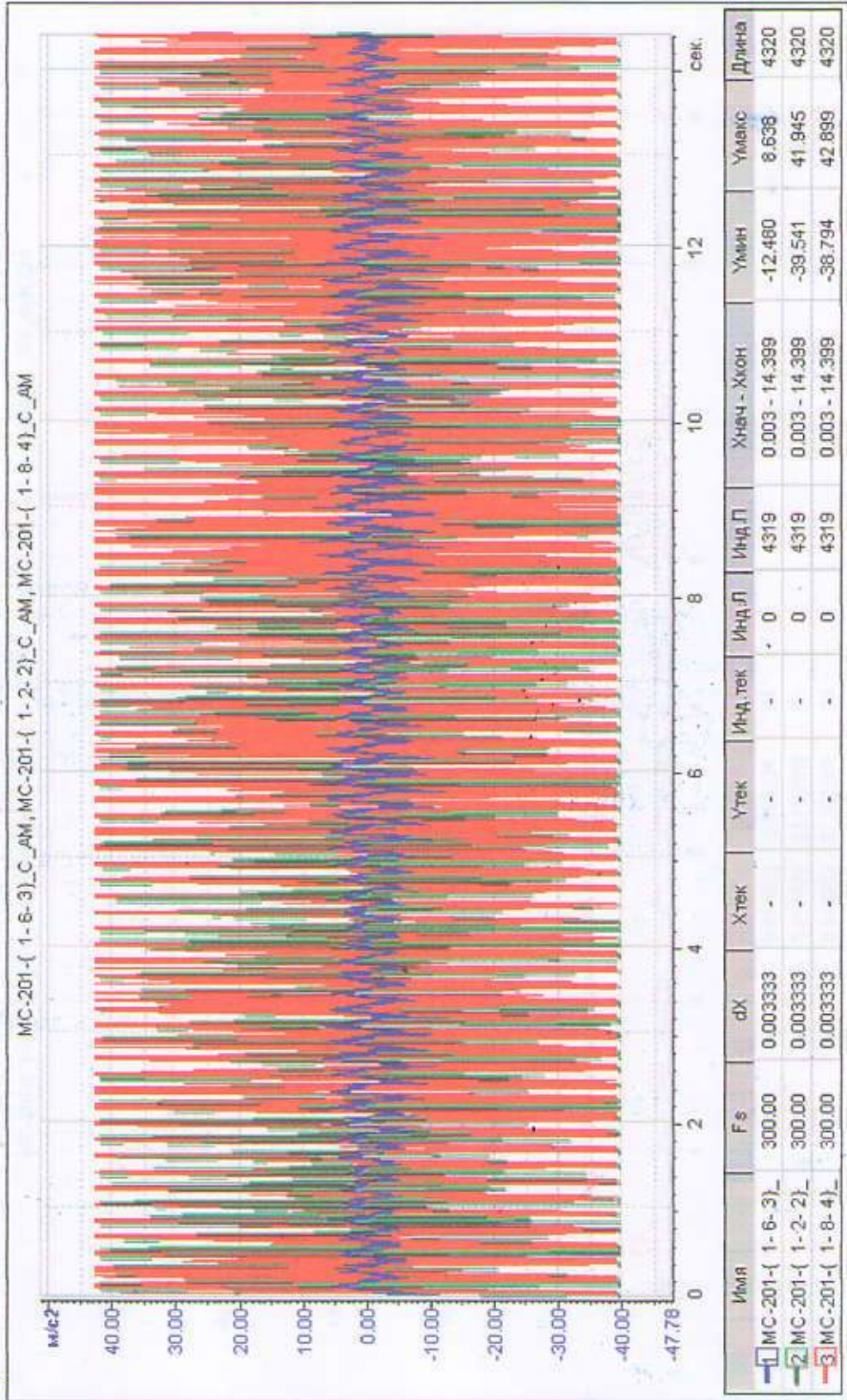


Рис III Акселерограммы горизонтальных ускорений. Режим 6

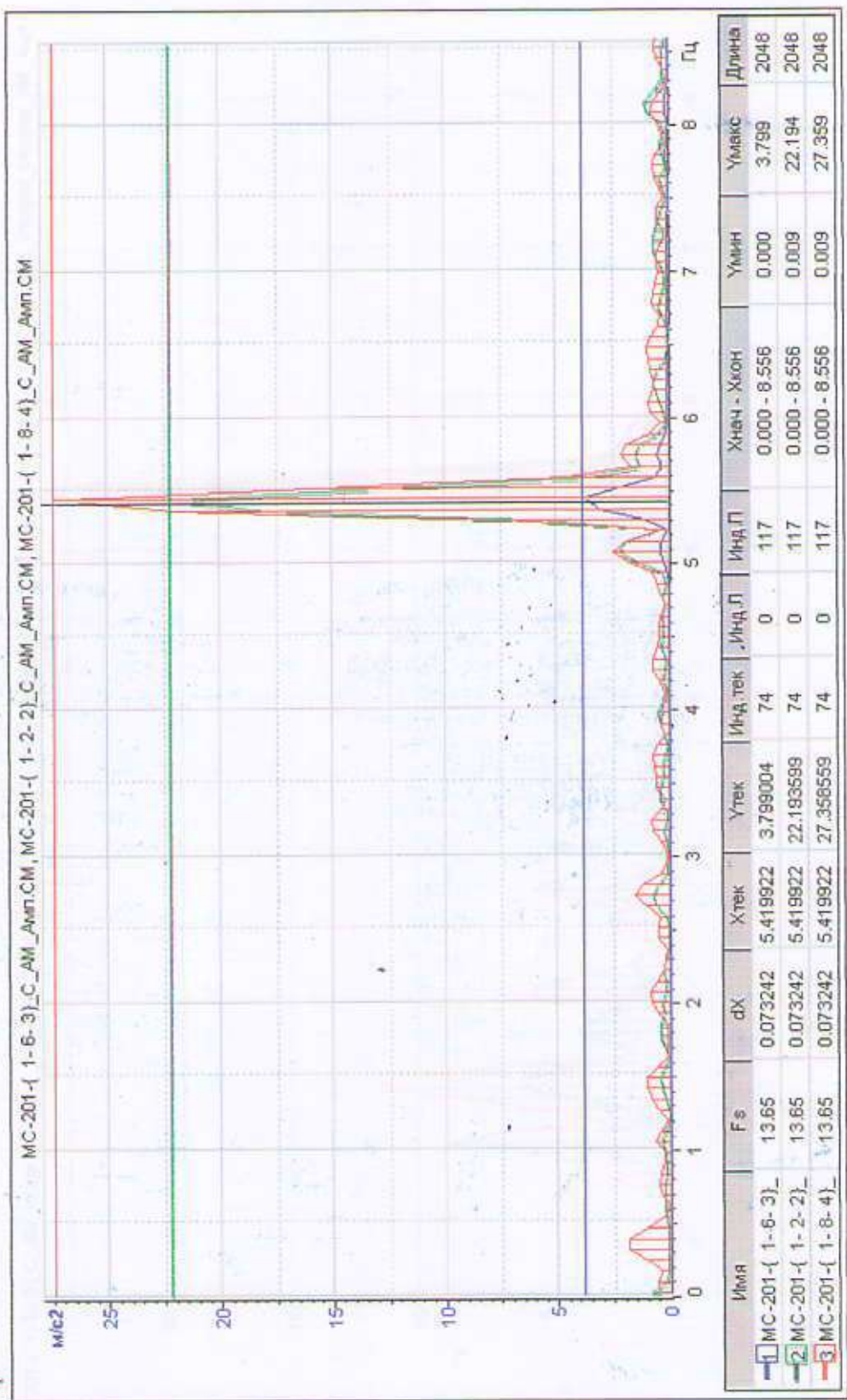


Рис. П2 Спектр пиковых значений горизонтальных ускорений. Режим б.

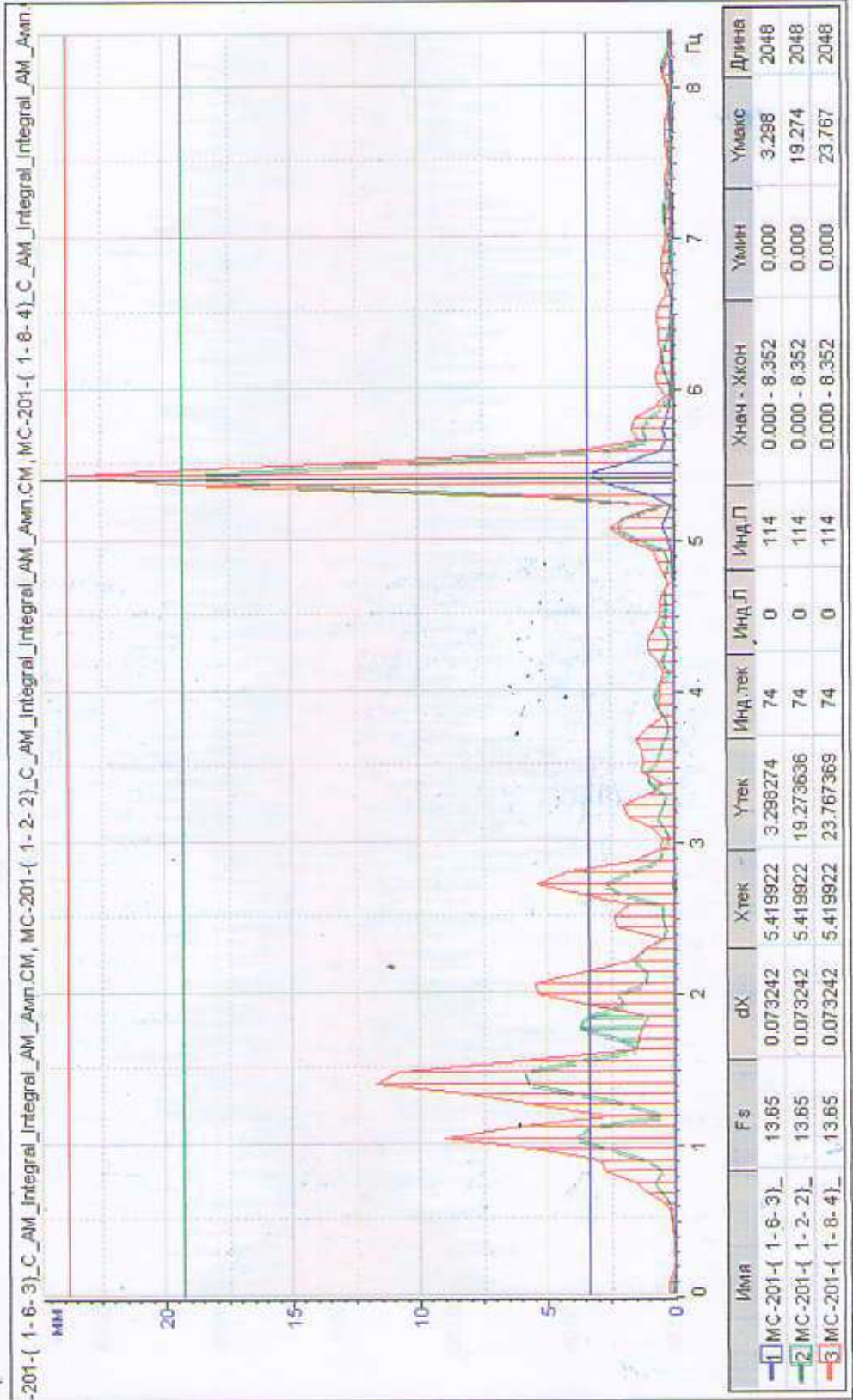


Рис. ПЗ Спектр пиковых значений горизонтальных перемещений. Режим б

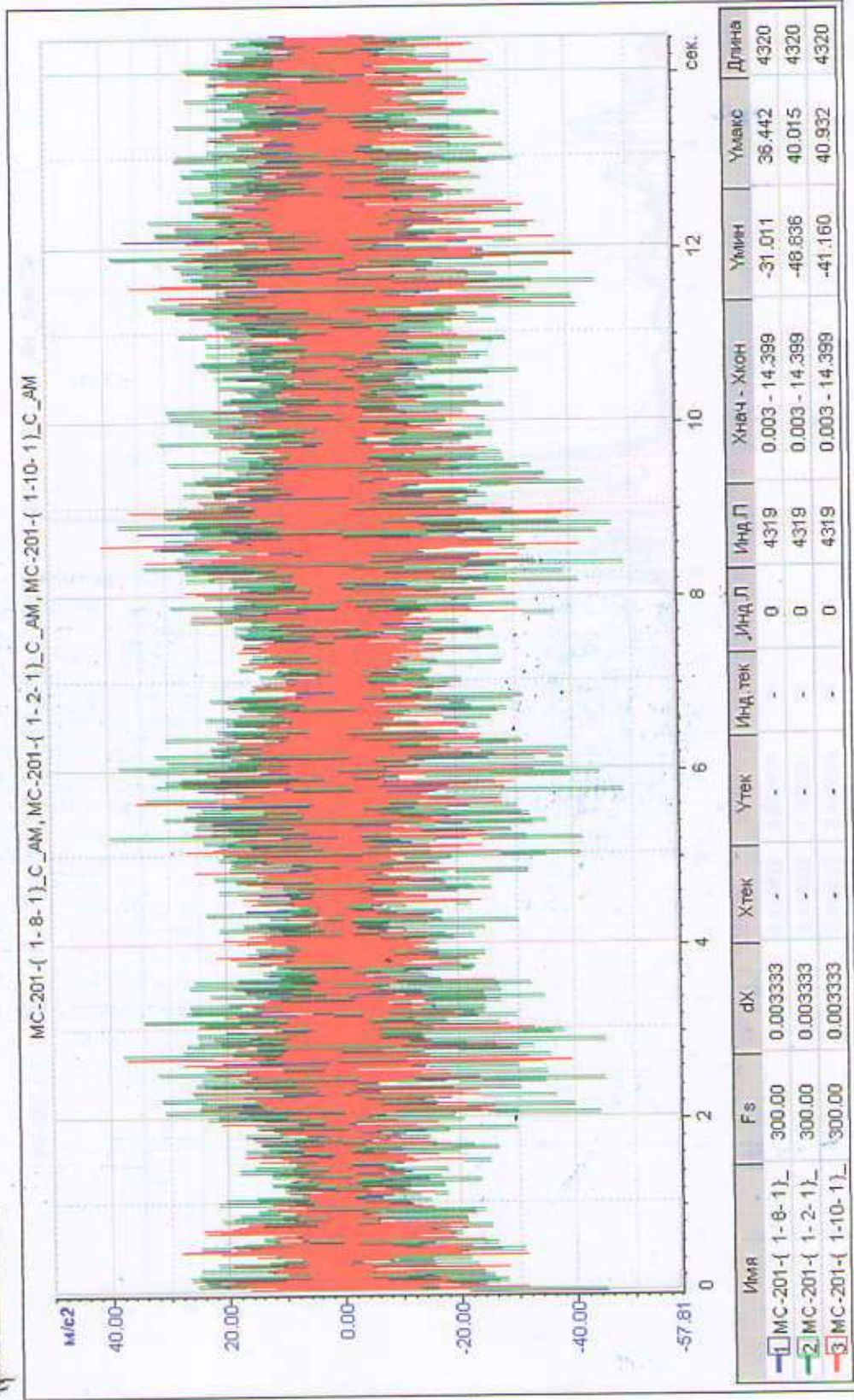


Рис. П4 Акселерограммы вертикальных ускорений. Режим б.

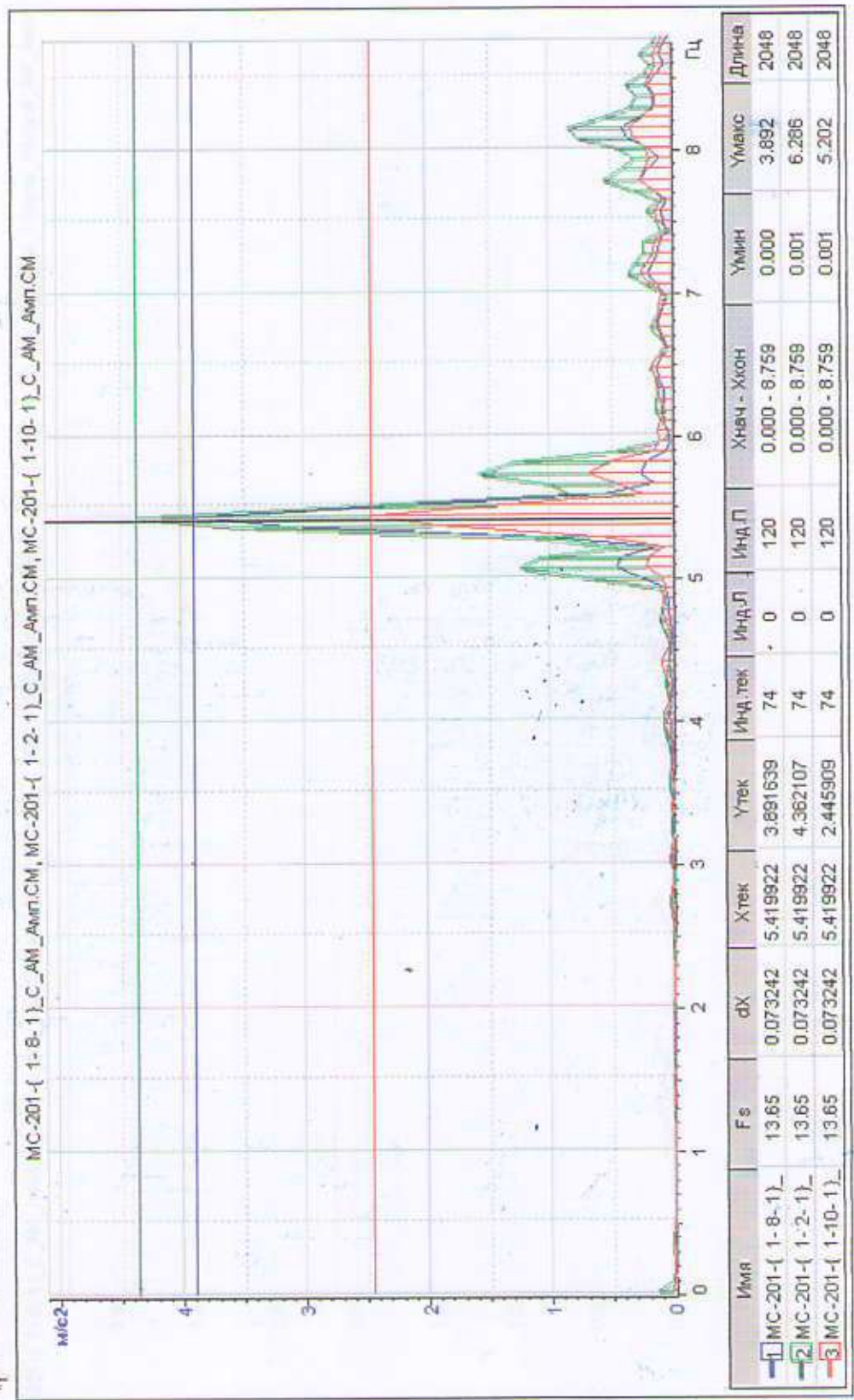


Рис. П5 Спектр пиковых значений вертикальных ускорений. Режим б.

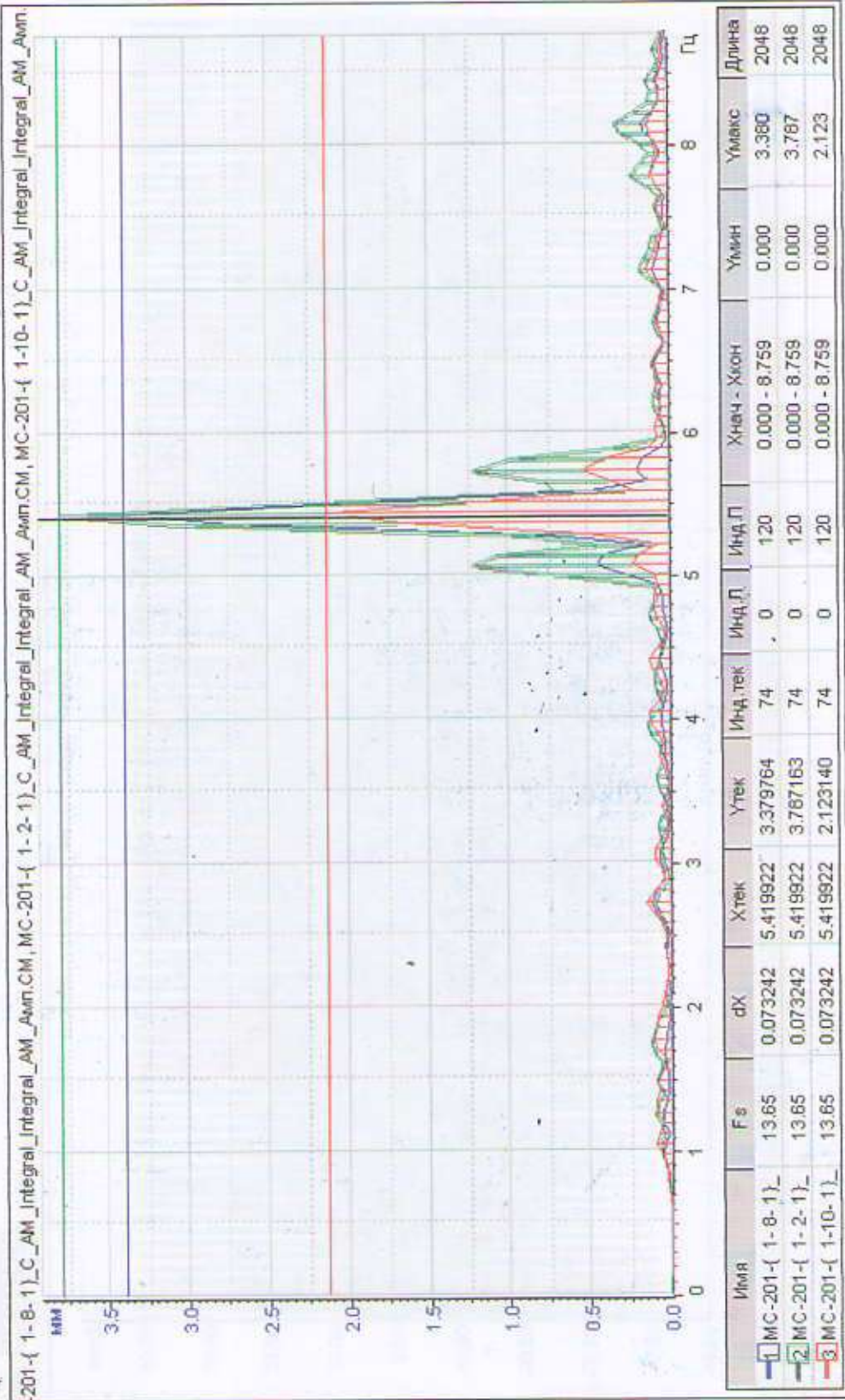


Рис. П6 Спектр пиковых значений вертикальных перемещений. Режим б

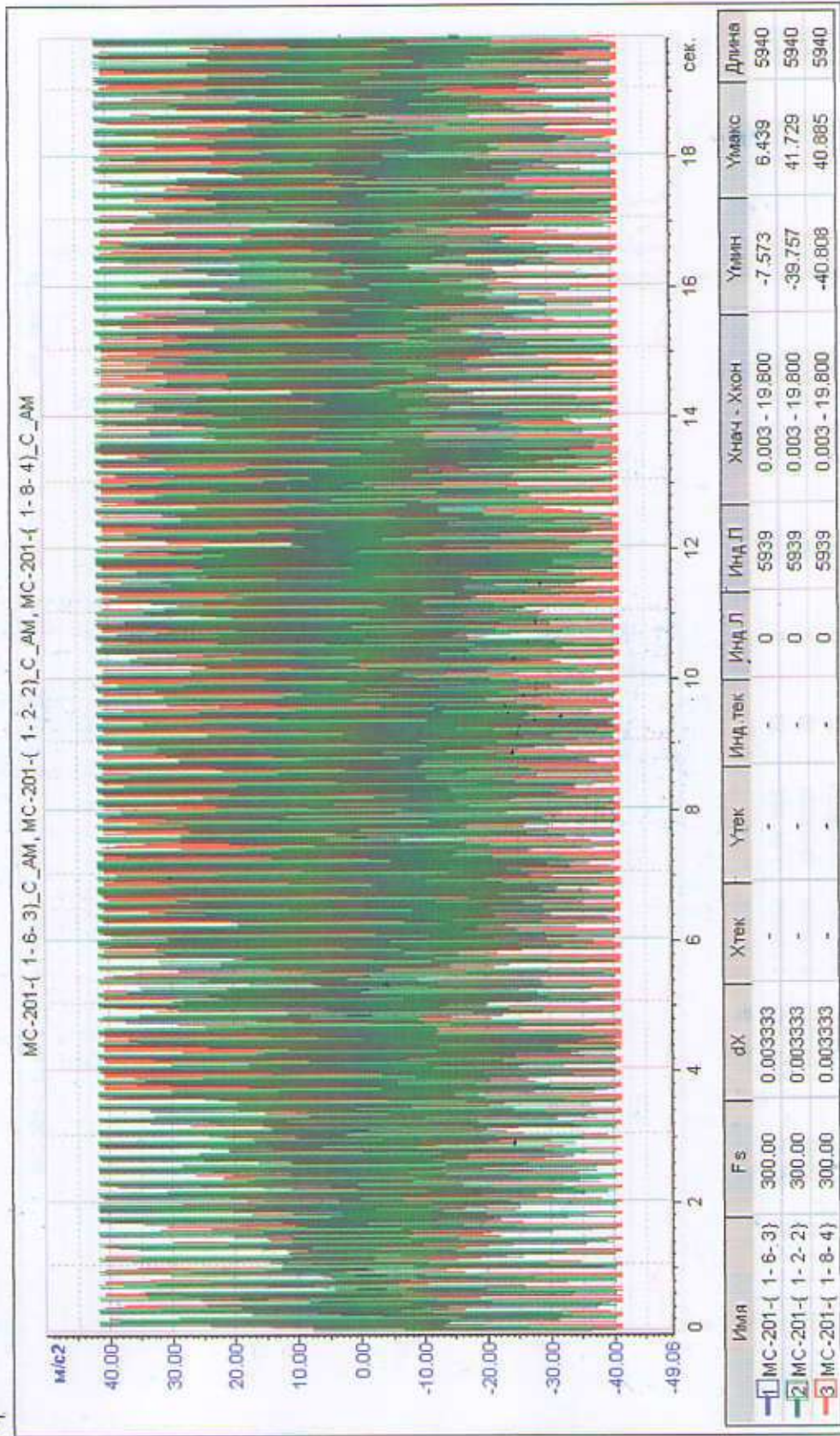


Рис. П7 Акселерограммы горизонтальных ускорений. Режим 34.



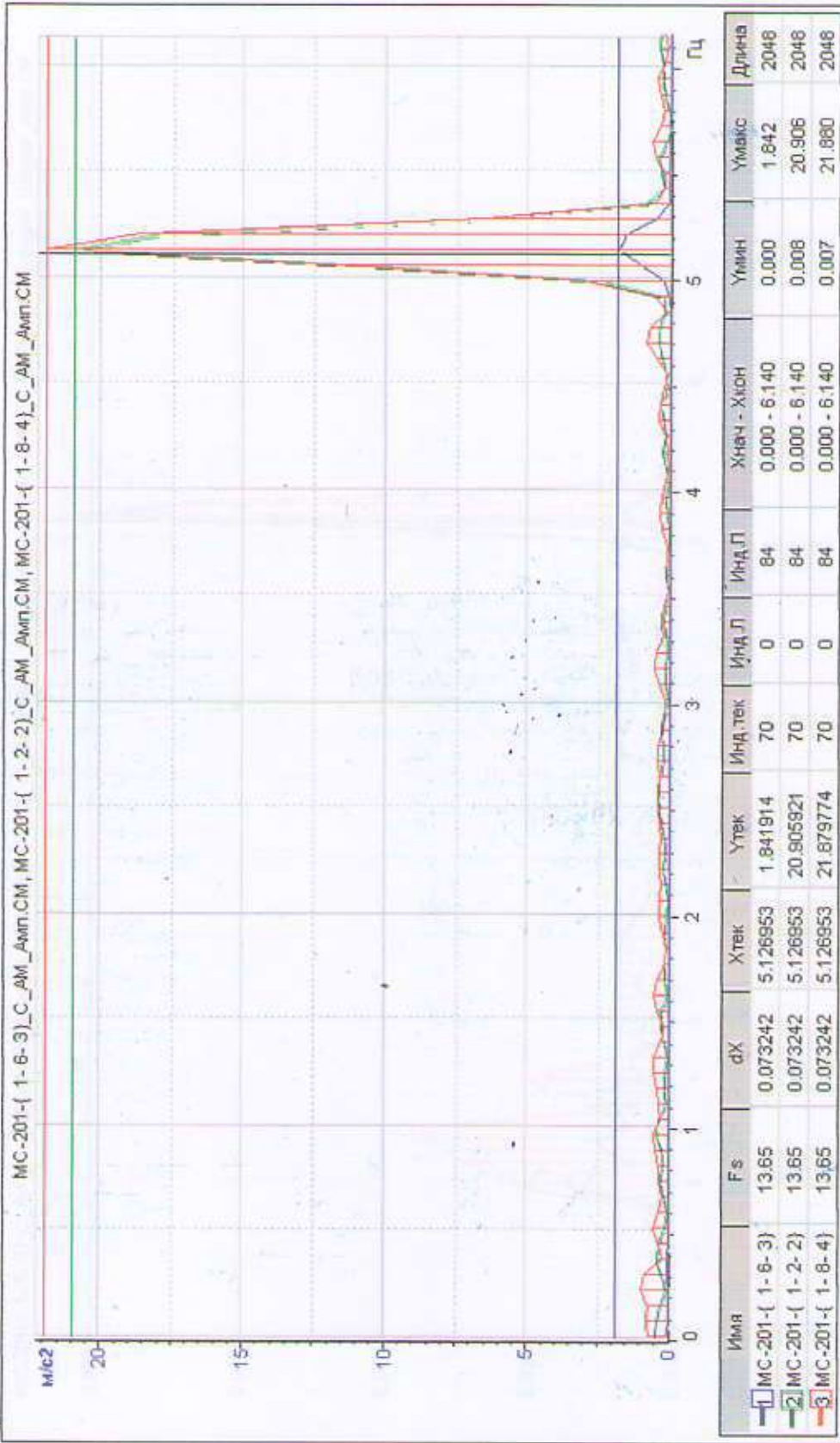


Рис. П8 Спектр пиковых значений горизонтальных ускорений. Режим 34.

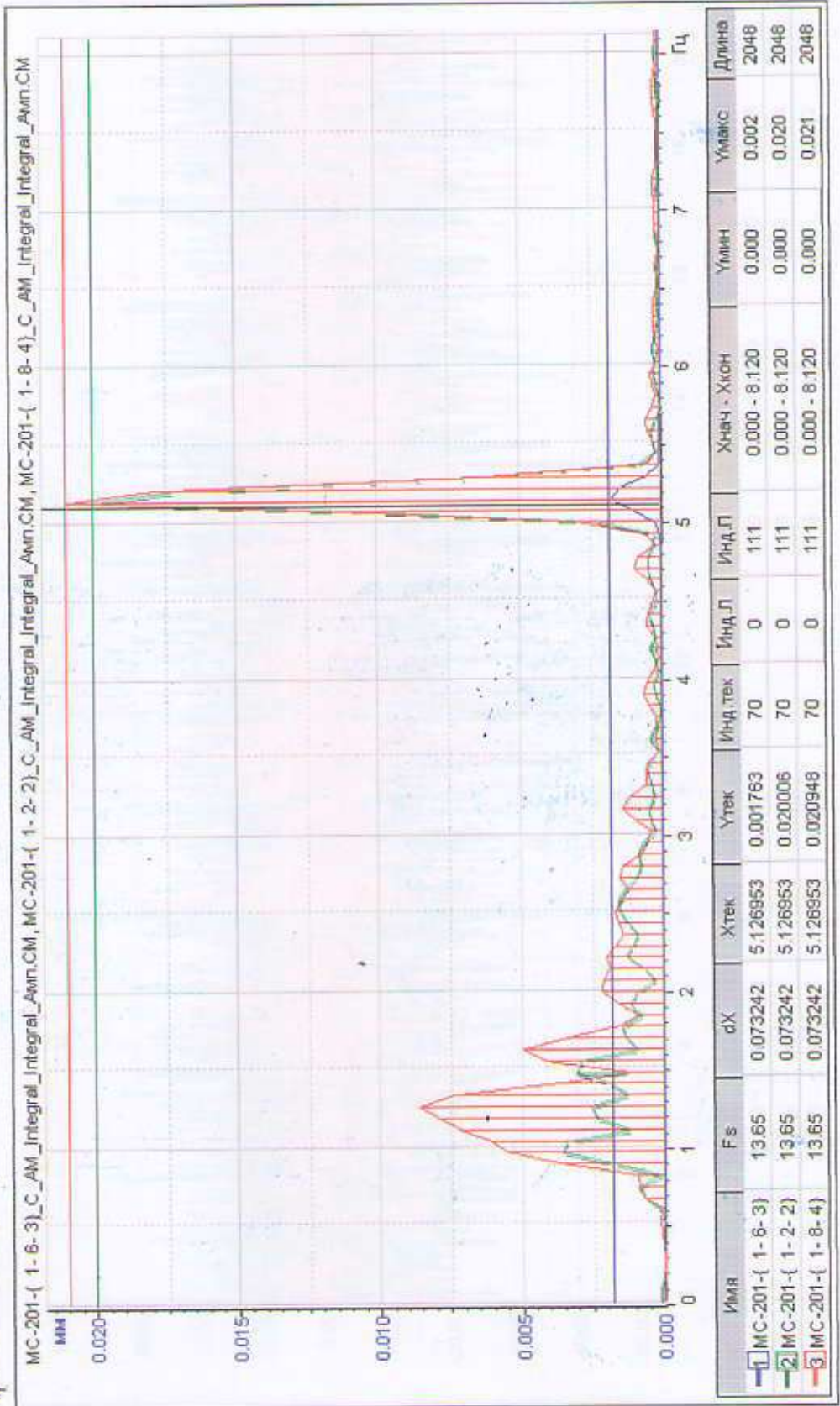


Рис. П9 Спектр пиковых значений горизонтальных перемещений. Режим 34

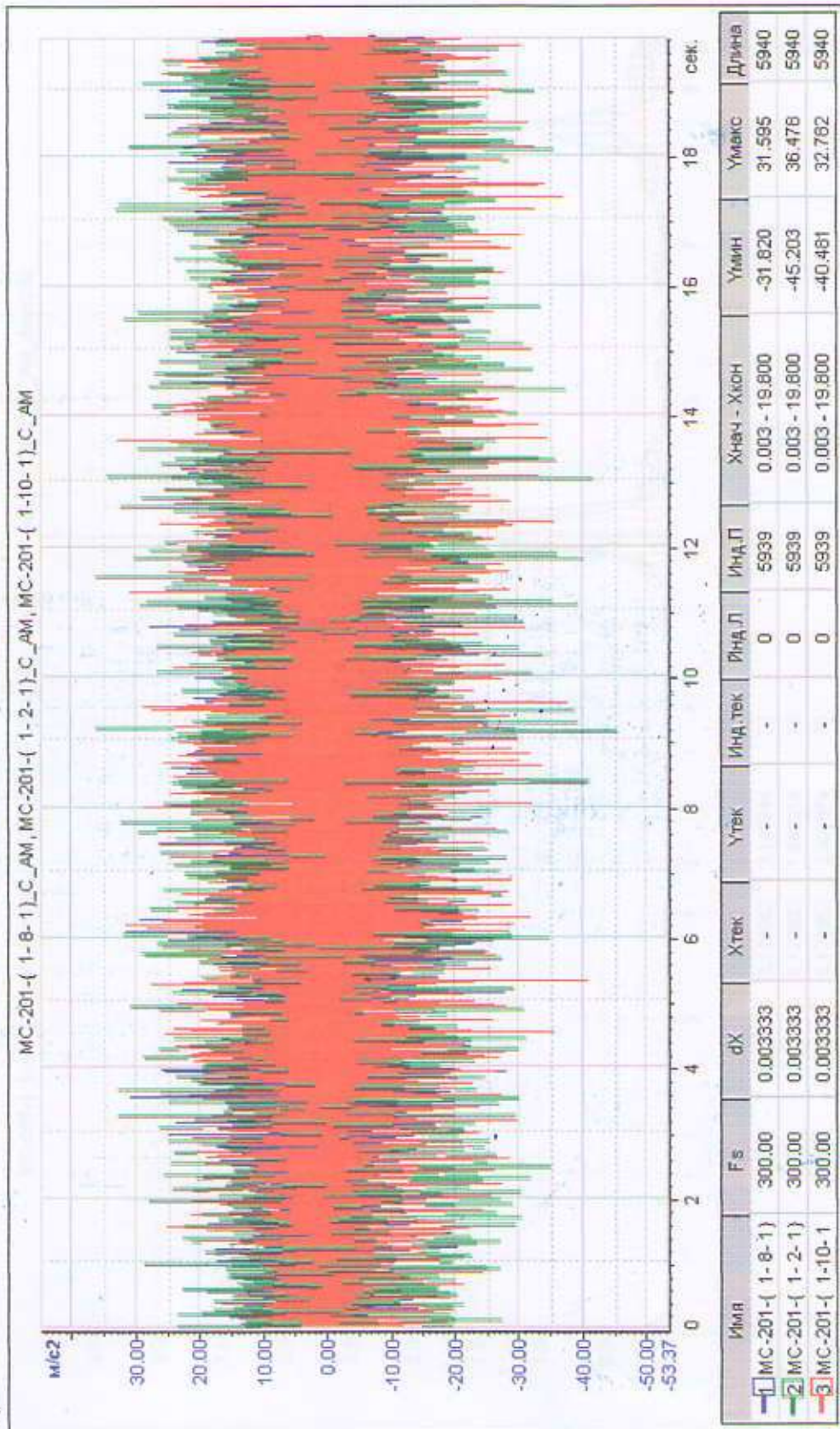


Рис. П10 Акселерограммы вертикальных ускорений. Режим 34.

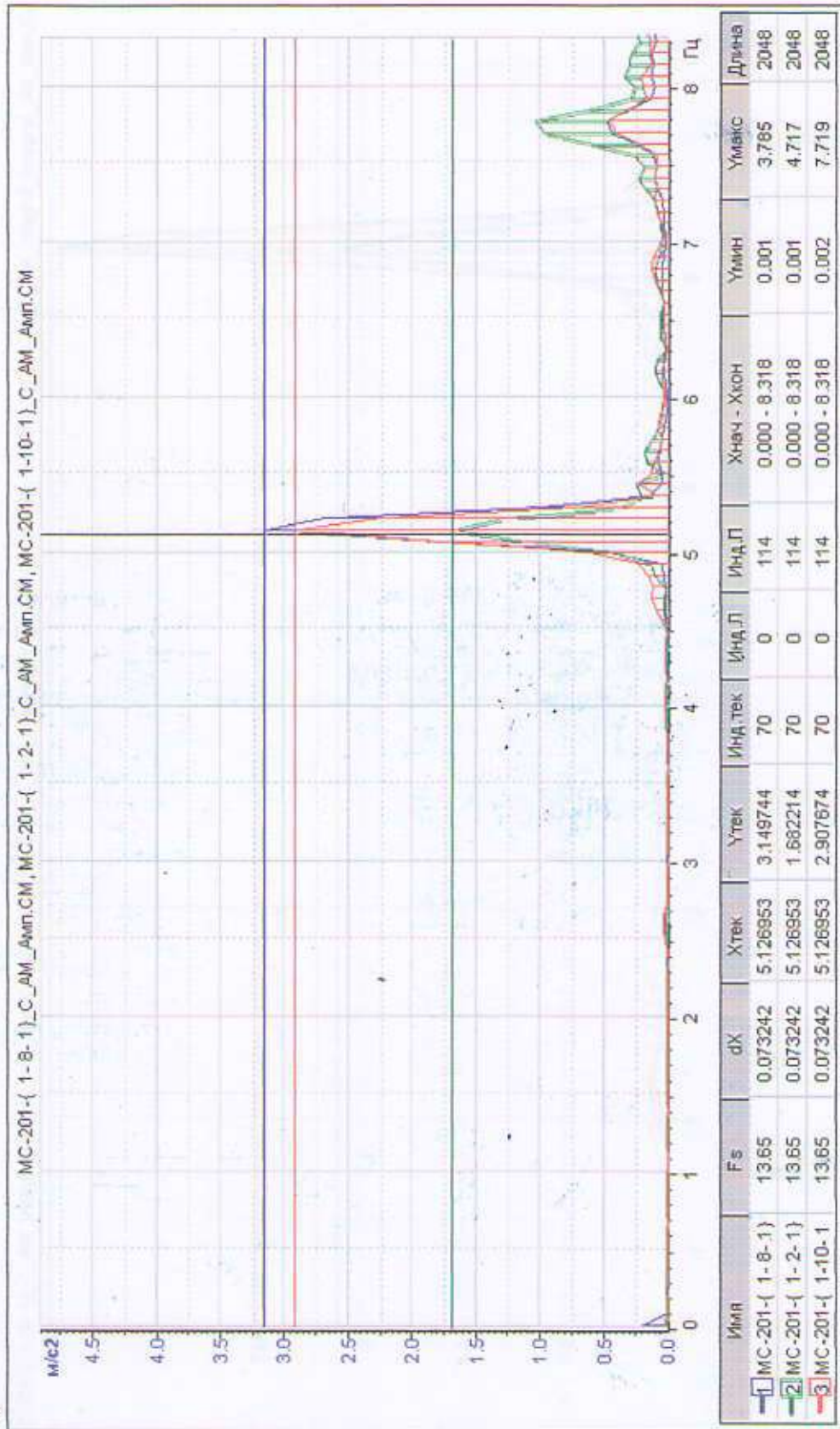


Рис. П11 Спектр пиковых значений вертикальных ускорений. Режим 34.

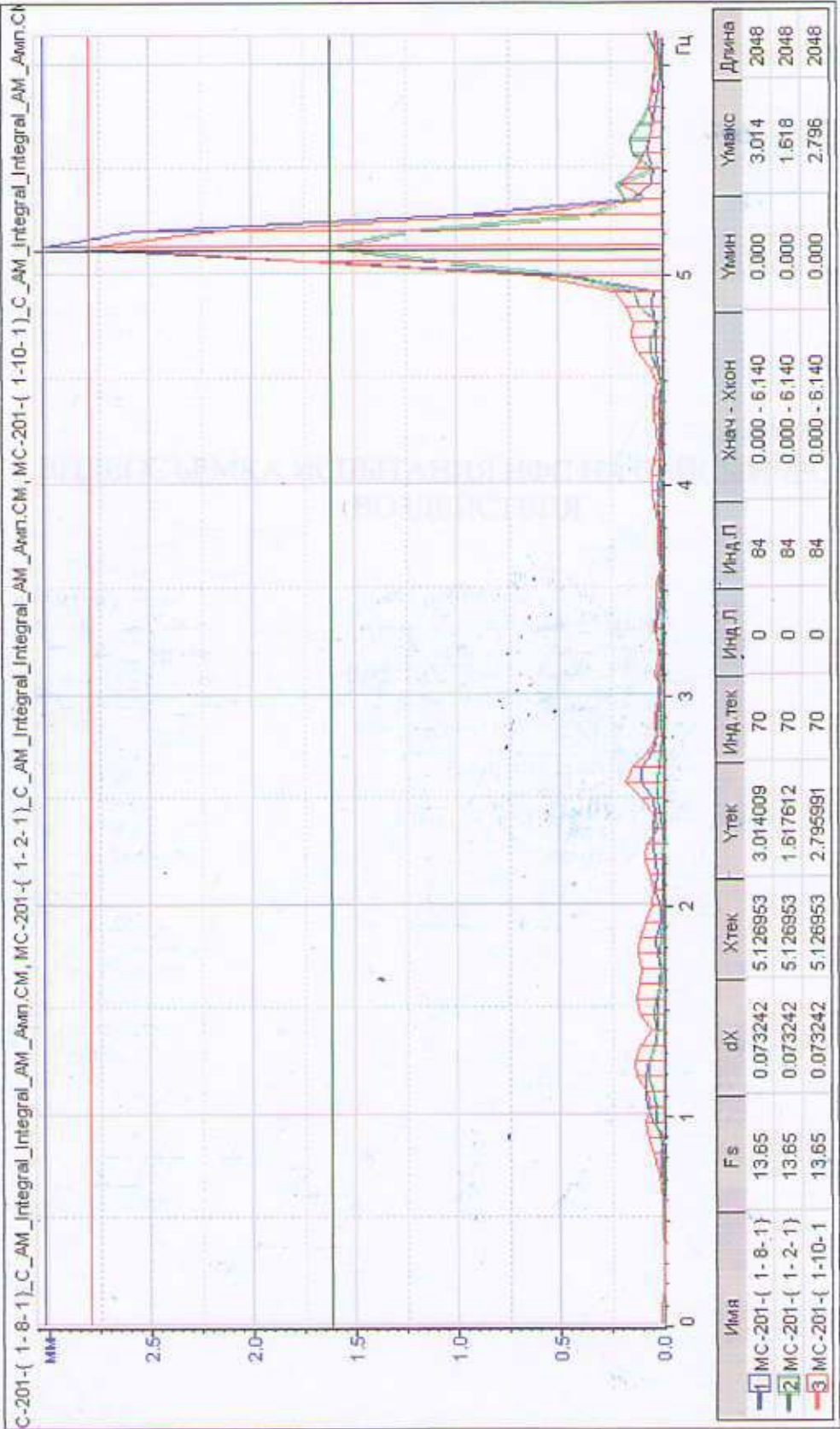


Рис. П1.2 Спектр пиковых значений вертикальных перемещений. Режим 34

ВИДЕОСЪЕМКА ИСПЫТАНИЯ НФС НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ  
ВОЗДЕЙСТВИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

СВИДЕТЕЛЬСТВО

СВИДЕТЕЛЬСТВО



Саморегулируемая организация-Некоммерческое партнерство  
«Межрегиональное объединение проектных организаций «ОборонСтрой Проект»  
Российская Федерация, 109428, г. Москва, 2-я Институтская улица, д.6, obstr@yandex.ru,  
project.oboronstroy-sro.ru,

регистрационный номер в государственном реестре саморегулируемых организаций СРО-П-118-180126  
г. Москва

«02» мая 2012

## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о допуске к определенному виду или видам работ,  
которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального  
строительства

№П-04-0025-5042109739-2012

Выдано члену СРО НП «МОПО «ОборонСтрой Проект»:

*Открытое акционерное общество*  
*«Научно-исследовательский центр «Строительство»*  
*ОГРН 1095042005255, ИНН 5042109739*  
*141367, Российская Федерация, Московская область,*  
*Сергиево-Посадский район, поселок Загорские Дали, дом 6-11*

Основание выдачи Свидетельства: *Протокол Правления №28 от «02» мая 2012 г.*

Настоящим Свидетельством подтверждается допуск к работам, указанным в  
приложении к настоящему Свидетельству, которые оказывают влияние на безопасность  
объектов капитального строительства.

Начало действия с «02» мая 2012 г.

Свидетельство без приложения не действительно.

Свидетельство выдано без ограничения срока и территории его действия.

Свидетельство выдано взамен ранее выданного №П-03-0025-5042109739-2012  
от «13» февраля 2012 г.

Генеральный директор  
СРО НП «МОПО «ОборонСтрой Проект»



И.Г. Ясакова



Выдано приложение на листах: 002103, 002104, 002105, 002106,  
002107

Генеральный директор  
СРО НП "МОПО" ОборонСтрой Проект



И.Г. Ясак

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
 к Свидетельству о допуске  
 к определенному виду  
 или видам работ, которые  
 оказывают влияние на безопасность  
 объектов капитального строительства  
 от «02» мая 2012 г.  
 №П-04-0025-5042109739-2012

**Виды работ, которые оказывают влияние на безопасность:**

1. объектов капитального строительства, включая особо опасные и технически сложные объекты капитального строительства, объекты использования атомной энергии, и о допуске к которым член некоммерческого партнерства СРО Н «МОПО «ОборонСтрой Проект» Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский центр «Строительство» имеет Свидетельство

№	Наименование вида работ
1.	3 Работы по подготовке конструктивных решений
2.	6 Работы по подготовке технологических решений 6.10. Работы по подготовке технологических решений объектов атомной энергетики и промышленности и их комплексов
3.	12 Работы по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений
4.	13 Работы по организации подготовки проектной документации, привлекаемым застройщиком или заказчиком на основании договора юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем (генеральным проектировщиком)

2. объектов капитального строительства, включая особо опасные и технически сложные объекты капитального строительства (кроме объектов использования атомной энергии) и о допуске к которым член некоммерческого партнерства СРО НП «МОПО «ОборонСтрой Проект» Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский центр «Строительство» имеет Свидетельство

№	Наименование вида работ
1.	1 Работы по подготовке схемы планировочной организации земельного участка 1.1. Работы по подготовке генерального плана земельного участка 1.2. Работы по подготовке схемы планировочной организации трассы линейного объекта 1.3. Работы по подготовке схемы планировочной организации полосы отвода линейного сооружения
2.	2 Работы по подготовке архитектурных решений
3.	3 Работы по подготовке конструктивных решений
4.	4 Работы по подготовке сведений о внутреннем инженерном оборудовании, внутренних сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий 4.1. Работы по подготовке проектов внутренних инженерных систем отопления,

	<p>вентиляции, кондиционирования, противодымной вентиляции, теплоснабжения и холодоснабжения</p> <p>4.2. Работы по подготовке проектов внутренних инженерных систем водоснабжения и канализации</p> <p>4.3. Работы по подготовке проектов внутренних систем электроснабжения</p> <p>4.4. Работы по подготовке проектов внутренних слаботочных систем</p> <p>4.5. Работы по подготовке проектов внутренних диспетчеризации, автоматизации управления инженерными системами</p> <p>4.6. Работы по подготовке проектов внутренних систем газоснабжения</p>
5.	<p>5 Работы по подготовке сведений о наружных сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий</p> <p>5.1. Работы по подготовке проектов наружных сетей теплоснабжения и их сооружений</p> <p>5.2. Работы по подготовке проектов наружных сетей водоснабжения и канализации и их сооружений</p> <p>5.3. Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения до 35 кВ включительно и их сооружений</p> <p>5.4. Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения не более 110 кВ включительно и их сооружений</p> <p>5.5. Работы по подготовке проектов наружных сетей Электроснабжение 110 кВ и более и их сооружений</p> <p>5.6. Работы по подготовке проектов наружных сетей слаботочных систем</p> <p>5.7. Работы по подготовке проектов наружных сетей газоснабжения и их сооружений</p>
6.	<p>6 Работы по подготовке технологических решений</p> <p>6.1. Работы по подготовке технологических решений жилых зданий и их комплексов</p> <p>6.2. Работы по подготовке технологических решений общественных зданий и сооружений и их комплексов</p> <p>6.3. Работы по подготовке технологических решений производственных зданий и сооружений и их комплексов</p> <p>6.4. Работы по подготовке технологических решений объектов транспортного назначения и их комплексов</p> <p>6.5. Работы по подготовке технологических решений гидротехнических сооружений и их комплексов</p> <p>6.7. Работы по подготовке технологических решений объектов специального назначения и их комплексов</p> <p>6.8. Работы по подготовке технологических решений объектов нефтегазового назначения и их комплексов</p> <p>6.9. Работы по подготовке технологических решений объектов сбора, обработки, хранения, переработки и утилизации отходов и их комплексов</p> <p>6.11. Работы по подготовке технологических решений объектов военной инфраструктуры и их комплексов</p> <p>6.12. Работы по подготовке технологических решений объектов очистных сооружений и их комплексов</p>
7.	<p>7 Работы по разработке специальных разделов проектной документации</p> <p>7.1. Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне</p> <p>7.2. Инженерно-технические мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера</p> <p>7.3. Разработка декларации по промышленной безопасности опасных</p>

	производственных объектов 7.4. Разработка декларации безопасности гидротехнических сооружений
8.	8 Работы по подготовке проектов организации строительства, сносу и демонтажу зданий и сооружений, продлению срока эксплуатации и консервации
9.	9 Работы по подготовке проектов мероприятий по охране окружающей среды
10.	10 Работы по подготовке проектов мероприятий по обеспечению пожарной безопасности
11.	11 Работы по подготовке проектов мероприятий по обеспечению доступа маломобильных групп населения
12.	12 Работы по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений
13.	13 Работы по организации подготовки проектной документации, привлекаемым застройщиком или заказчиком на основании договора юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем (генеральным проектировщиком)

3. объектов капитального строительства (кроме особо опасных и технически сложных объектов, объектов использования атомной энергии) и о допуске к которым член некоммерческого партнерства СРО НП «МОПО «ОборонСтрой Проект Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский центр «Строительство» имеет Свидетельство.

№	Наименование вида работ
1.	1 Работы по подготовке схемы планировочной организации земельного участка 1.1. Работы по подготовке генерального плана земельного участка 1.2. Работы по подготовке схемы планировочной организации трассы линейного объекта 1.3. Работы по подготовке схемы планировочной организации полосы отвода линейного сооружения
2.	2 Работы по подготовке архитектурных решений
3.	3 Работы по подготовке конструктивных решений
4.	4 Работы по подготовке сведений о внутреннем инженерном оборудовании, внутренних сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий 4.1. Работы по подготовке проектов внутренних инженерных систем отопления, вентиляции, кондиционирования, противодымной вентиляции, теплоснабжения и холодоснабжения 4.2. Работы по подготовке проектов внутренних инженерных систем водоснабжения и канализации 4.3. Работы по подготовке проектов внутренних систем электроснабжения 4.4. Работы по подготовке проектов внутренних слаботочных систем 4.5. Работы по подготовке проектов внутренних диспетчеризации, автоматизации и управления инженерными системами 4.6. Работы по подготовке проектов внутренних систем газоснабжения
5.	5 Работы по подготовке сведений о наружных сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий



	<p>5.1. Работы по подготовке проектов наружных сетей теплоснабжения и их сооружений</p> <p>5.2. Работы по подготовке проектов наружных сетей водоснабжения и канализации и их сооружений</p> <p>5.3. Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения до 35 кВ включительно и их сооружений</p> <p>5.4. Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения не более 110 кВ включительно и их сооружений</p> <p>5.5. Работы по подготовке проектов наружных сетей Электроснабжение 110 кВ более и их сооружений</p> <p>5.6. Работы по подготовке проектов наружных сетей слаботочных систем</p> <p>5.7. Работы по подготовке проектов наружных сетей газоснабжения и их сооружений</p>
6.	<p>6 Работы по подготовке технологических решений</p> <p>6.1. Работы по подготовке технологических решений жилых зданий и их комплексов</p> <p>6.2. Работы по подготовке технологических решений общественных зданий и сооружений и их комплексов</p> <p>6.3. Работы по подготовке технологических решений производственных зданий, сооружений и их комплексов</p> <p>6.4. Работы по подготовке технологических решений объектов транспортного назначения и их комплексов</p> <p>6.5. Работы по подготовке технологических решений гидротехнических сооружений и их комплексов</p> <p>6.6. Работы по подготовке технологических решений объектов сельскохозяйственного назначения и их комплексов</p> <p>6.7. Работы по подготовке технологических решений объектов специального назначения и их комплексов</p> <p>6.8. Работы по подготовке технологических решений объектов нефтегазового назначения и их комплексов</p> <p>6.9. Работы по подготовке технологических решений объектов сбора, обработки, хранения, переработки и утилизации отходов и их комплексов</p> <p>6.11. Работы по подготовке технологических решений объектов военной инфраструктуры и их комплексов</p> <p>6.12. Работы по подготовке технологических решений объектов очистных сооружений и их комплексов</p>
7.	<p>7 Работы по разработке специальных разделов проектной документации</p> <p>7.1. Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне</p> <p>7.2. Инженерно-технические мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера</p> <p>7.3. Разработка декларации по промышленной безопасности опасных производственных объектов</p> <p>7.4. Разработка декларации безопасности гидротехнических сооружений</p>
8.	<p>8 Работы по подготовке проектов организации строительства, сносу и демонтажу зданий и сооружений, продлению срока эксплуатации и консервации</p>
9.	<p>9 Работы по подготовке проектов мероприятий по охране окружающей среды</p>
10.	<p>10 Работы по подготовке проектов мероприятий по обеспечению пожарной безопасности</p>



11.	11 Работы по подготовке проектов мероприятий по обеспечению доступа маломобильных групп населения
12.	12 Работы по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений
13.	13 Работы по организации подготовки проектной документации, привлекаемым застройщиком или заказчиком на основании договора юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем (генеральным проектировщиком)

Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский центр «Строительство» вправе заключать договоры по осуществлению организации работ и подготовке проектной документации, для объектов капитального строительства стоимость которых по одному договору не превышает 50 (пятьдесят) миллионов рублей.

Генеральный директор  
 СРО НП "МОПО" ОборонСтрой Проект



И.Г. Ясаков

Прошито, пронумеровано и скреплено  
печатью в (шесть) листов.

Генеральный директор  
ООО "ОборонСтрой Проект"  
Ясакова И.Г.



**КОПИЯ ВЕРНА**  
А.А. Новикова  
эского отдела  
ронтальяство"