

Министерство регионального развития Российской Федерации  
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

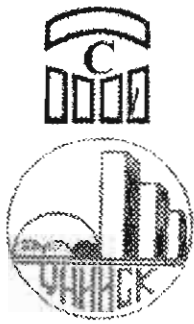
## ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по теме:

**«Провести испытания элементов фасадной системы NordFox (EuroFox) на действие статической и динамической нагрузок».**

*(по договору №843/24-43-11/ск от 10 июня 2011)*

Москва 2012г.



Министерство регионального развития Российской Федерации  
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

2012г.

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по теме:

«Провести испытания элементов фасадной системы NordFox (EuroFox) на действие статической и динамической нагрузок».

(по договору №843/24-43-11/ск от 10 июня 2011)

Руководитель ЦИСС  
к.т.н.

Заведующий Лабораторией,  
к.т.н.

Старший научный сотрудник

В.И.Смирнов

А.В.Грановский

А.И.Доттуев

Москва 2012 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
1. ВВЕДЕНИЕ .....	3
2. ЗАДАЧИ ПРОВОДИМЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. ....	4
3. КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ «NordFox» (EuroFox) типов «МТС- v-100», «МТС-v-350», «МТНм-v-100», «МТН-v-100», «МТА-v-100» и «MLV-v-20». ....	5
4. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ. ....	14
5. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ФС НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И РЕГИСТРАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФС .....	18
5.1. Оборудование для создания динамических нагрузок на ФС. ....	18
5.2. Средства измерения и регистрации динамических характеристик конструкций и воздействий на них. ....	19
6. РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ НА ЭВМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ФРАГМЕНТА ФС .....	26
7. ПОДГОТОВКА СТЕНДА И ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ. МОНТАЖ ФРАГМЕНТА ФС .....	30
8. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ АСАДНЫХ СИСТЕМ. ....	33
8.1. Методика проведения испытаний .....	33
8.2. Назначение параметров загрузки. ....	33
8.3. Условия проведения динамических испытаний .....	35
8.4. Параметры оценки работы ФС по результатам натурных испытаний .....	36
9. НАЗНАЧЕНИЕ АНКЕРНОГО КРЕПЕЖА ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ К СТЕНАМ ЗДАНИЙ .....	42
10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Выводы и рекомендации. ....	44
 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	 46
 Приложение 1. Результаты динамических испытаний .....	 48
Приложение 2. СВИДЕТЕЛЬСТВО (только в 1-м экз. отчета) .....	57
 Приложение 3. Видеосъемка испытания ФС на сейсмические воздействия (только в 1-м экз. отчета) .....	 

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящий технический отчет составлен по результатам экспериментальных исследований сейсмостойкости конструкций навесных фасадных систем с воздушным зазором «NordFox» (EuroFox) типов:

«МТС-в-350» с облицовкой многопустотными терракотовыми плитами;

«MLV-в-20» с облицовкой керамогранитными плитами со скрытым креплением,

а также на основе анализа надежности конструктивного решения предложенной несущей системы «NordFox» (EuroFox) в случае применения облицовки типов:

«МТС-в-100» с облицовкой плитами из керамогранита с видимым креплением;

«МТНм-в-100» с облицовкой металлическими кассетами;

«МТН-в-100» с облицовкой кассетными панелями;

«МТА-в-100» с облицовкой листовыми панелями.

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

*Цель лабораторных испытаний* – оценка пригодности и эксплуатационной надежности навесных фасадных систем (далее – ФС) с воздушным зазором «NordFox» (EuroFox) типов «МТС-в-100», «МТС-в-350», «МТНм-в-100», «МТН-в-100», «МТА-в-100», «MLV-в-20» при использовании их на зданиях, возводимых в сейсмических районах с балльностью 7÷9 баллов по шкале MSK-64 [1].

Отчет оформлен в соответствии с требованиями нормативных документов, технических регламентов и стандартов. При описании методики и результатов экспериментально-технических исследований сейсмостойкости ФС «NordFox» (EuroFox) указанных выше типов использовались термины и определения, содержащиеся в действующих стандартах и нормативах [2-4].

## 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. Полученные данные 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 ФС «NordFox» (EuroFox) типов «МТС-v-100», «МТС-v-350», «МТНм-v-100», «МТН-v-100», «МТА-v-100», «MLV-v-20» в сейсмических районах России на строительных площадках с балльностью 7÷9 баллов включает в себя следующие этапы:

1. Комплексные расчетно-экспериментальные исследования работы ФС «NordFox» (EuroFox) указанных выше типов с их вибродиагностикой: испытания фрагментов ФС на вибростенде.
2. Анализ конструктивного решения фасадных систем при различных вариантах облицовок.
3. Внесение в Стандарт предприятия или в Альбом технических решений ООО «Студио-Керамика» и согласование с ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство» изменений (если это потребуется по результатам испытаний) по конструктивному решению ФС при использовании их в сейсмических районах РФ.

### 3. КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ

#### «NordFox» (EuroFox) типов «MTC-v-350» и «MLV-v-20»

Для проведения динамических испытаний Заказчиком (ООО «Студио-Керамика») были предоставлены конструктивные варианты навесных фасадных систем с воздушным зазором «NordFox» (EuroFox) типов «MTC-v-350» с облицовкой многпустотными терракотовыми плитами со скрытым креплением (рис. 3.1, а) и «MLV-v-20» с облицовкой керамогранитными плитами со скрытым креплением (рис. 3.1, б).

ФС «NordFox» (EuroFox) типов «MTC-v-350» и «MLV-v-20» представляют собой конструкции, выполненные из алюминиевого сплава и состоящие из кронштейнов и направляющих. В экспериментальной модели для системы типа «MTC-v-350» с облицовкой многпустотными терракотовыми плитами использовались кронштейны MacFOX (XFOX) L длиной 150 мм (рис. 3.2), которые устанавливались с шагом по высоте 1200 мм, а также кронштейны UTFOX ML длиной 230 мм (рис. 3.3), которые устанавливались с шагом по высоте 2400 мм. Для системы типа «MLV-v-20» с облицовкой керамогранитными плитами использовались кронштейны MacFOX (XFOX) L длиной 150 мм (рис. 3.2), которые устанавливались с шагом по высоте 1200 мм (рис. 3.4). К кронштейнам с помощью четырех заклепок в каждом узле соединения крепились вертикальные направляющие из Т- и L-образных профилей (для ФС типов «MLV-v-20» и «MTC-v-350» с шагом по высоте 1200 мм – см. фото на рис. 3.5,а), а также Н-профилей (для ФС типа «MTC-v-350» с шагом кронштейнов по высоте 2400 мм – см. фото на рис. 3.5,б). В фасадных системах «NordFox» (EuroFox) типов «MTC-v-350» и «MLV-v-20» с шагом кронштейнов по высоте 1200 мм к вертикальным направляющим с помощью заклепок крепились горизонтальные U-профили (рис. 3.6, 3.7). Соединение конструкций производилось с помощью заклепок Scell-it BTX4820.



Облицовочные многопустотные терракотовые плиты размерами 600x300(h) мм крепились к вертикальным направляющим ФС «NordFox» (EuroFox) типа «MTC-v-350» с помощью кляммеров. Кроме того, по боковым граням крайних плиток каждого ряда устанавливались декоративные планки. Облицовочные керамогранитные плиты размерами 600x600 для ФС «NordFox» (EuroFox) типа «MLV-v-20» крепились к вертикальным направляющим с помощью специальных крепежных изделий (анкеров для скрытого крепления, аграф, кляммеров и планок для скрытого крепления – см. фото на рис. 3.6, б).

В испытанных использовались облицовочные материалы следующих фирм-производителей.

1. Терракотовые плиты:

- «NBK» (Германия);
- «TerrAlto» (Испания);
- «ArGeTon» (Германия);
- «FAVEMANC» (Испания);

2. Керамогранитные плиты:

- «ESTIMA» (Ногинский комбинат строительных изделий);
- «MIRAGE» (Италия)

Элементы фасадных систем и их геометрические параметры приняты в соответствии с существующей технической документацией на ФС «NordFox» (EuroFox) типов «MTC-v-350», «MLV-v-20»:

- Альбом технических решений «Конструкция навесной фасадной системы с воздушным зазором «NordFox» (EuroFox) MTC-v-350 для облицовки многопустотными терракотовыми плитами со скрытым креплением, а также утепления наружных стен зданий и сооружений различного назначения». Разработчик-заявитель ООО «Студио-Керамика», 2011г..
- Альбом технических решений «Конструкция навесной фасадной системы с воздушным зазором «NordFox» (EuroFox) MLV-v-20 для

*Зел*

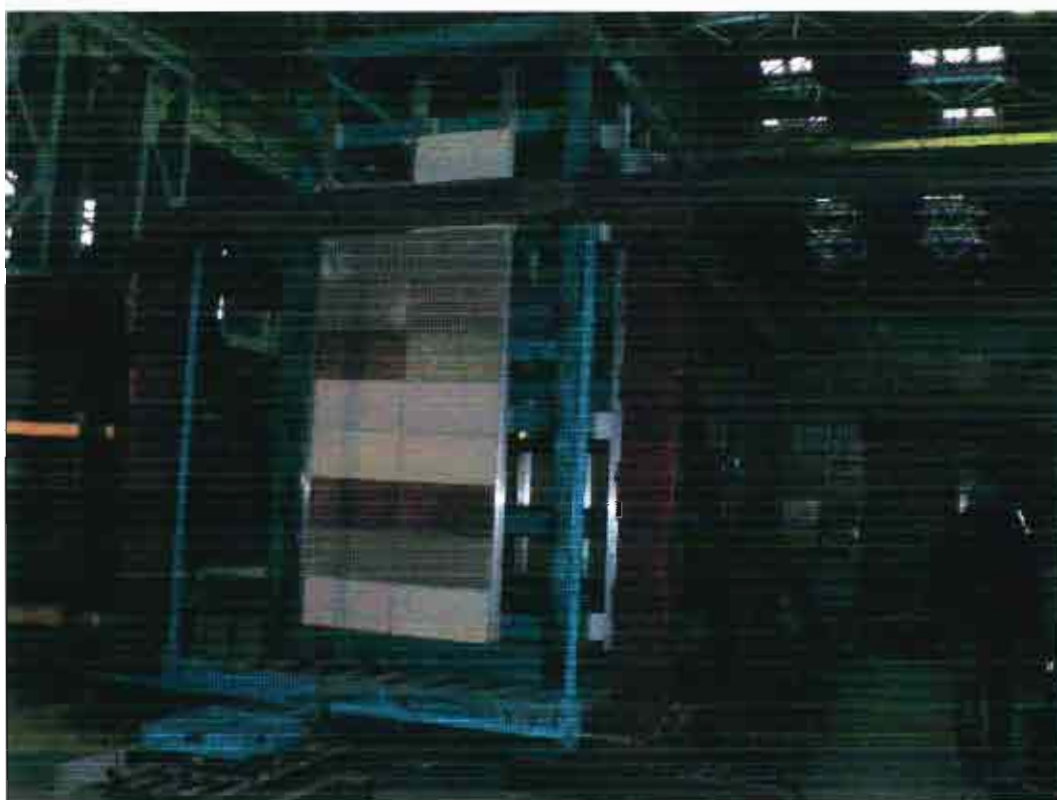
облицовки керамическим гранитом, натуральным камнем и панелями из керамзитобетона с поверхностью из натурального камня или однослойного стекла со скрытым креплением, а также утепления наружных стен зданий и сооружений различного назначения. Вер. 3.3». г.Москва: ООО «Студио-Керамика», 2011 г.

При анализе возможности применения других систем облицовки при заданных геометрических и конструктивных параметров несущих элементов фасадных систем «NordFox» (EuroFox) использовалась следующая техническая документация:

- Альбом технических решений «Конструкция навесной фасадной системы с воздушным зазором «NordFox» (EuroFox) МТС-v-100 для облицовки плитами из керамогранита с видимым креплением, а также утепления наружных стен зданий и сооружений различного назначения». Разработчик-заявитель ООО «Студио-Керамика», 2011г.
- Альбом технических решений «Конструкция навесной фасадной системы с воздушным зазором «NordFox» (EuroFox) МТНм-v-100 для облицовки металлическими кассетами, а также утепления наружных стен зданий и сооружений различного назначения». Разработчик-заявитель ООО «Студио-Керамика», 2011г.
- Альбом технических решений Конструкция навесной фасадной системы с воздушным зазором «NordFox» (EuroFox) МТН-v-100 для облицовки композитными кассетными панелями, а также утепления наружных стен зданий и сооружений различного назначения. Разработчик-заявитель ООО «Студио-Керамика», 2011г.
- Альбом технических решений Конструкция навесной фасадной системы с воздушным зазором «NordFox» (EuroFox) МТА-v-100 для облицовки листовыми панелями с видимым креплением, а также утепления наружных стен зданий и сооружений различного назначения. Разработчик-заявитель ООО «Студио-Керамика», 2011г.



a)



б)



Рис. 3.1

A handwritten signature in blue ink, appearing to be the name 'Zarif'.

a)



б)



Рис. 3.2

*Зап*

a)



б)



Рис. 3.3

*Зач*

a)



б)



Рис. 3.4

*Зап*



б)



а)

*Зап*

Рис. 3.5

a)



б)



Рис. 3.6

*Зин*

a)



б)



Рис. 3.7

A handwritten signature in blue ink, which appears to be the name "Zarif".

#### 4. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ

**Программа испытаний.** Программа экспериментальных исследований по оценке сейсмостойкости ФС «NordFox» типов «МТС-v-350» и «MLV-v-20» включает в себя следующие этапы:

1. Анализ конструктивных особенностей ФС.
2. Выбор и согласование с Заказчиком конструктивных параметров и самих элементов ФС для назначения экспериментального фрагмента.
3. Проведение численных расчетов с целью определения динамических характеристик ФС (собственных частот ФС и т.д.) и возможных режимов нагружения опытного образца.
4. Подготовка вибростенда и измерительного оборудования для проведения динамических испытаний.
5. Назначение режимов нагружения фрагмента фасадной системы динамической нагрузкой, соответствующей силовым воздействиям на сооружения при землетрясениях различной интенсивности (от 7 до 9 баллов).
6. Обработка и анализ результатов экспериментальных исследований ФС.
7. Составление технического отчета по результатам испытаний фрагмента ФС с рекомендациями по обеспечению эксплуатационной надежности фасадной системы при сейсмических воздействиях.

**Методика испытаний.** Возбуждение колебаний экспериментальных моделей (сооружений) осуществляется с использованием различных устройств. При проведении динамических испытаний ФС «NordFox» типов «МТС-v-350» и «MLV-v-20» возбуждение колебаний осуществлялось с помощью вибромашины ВИД-12М, установленной на специальную виброплатформу маятникового типа (рис. 4.1).





В зависимости от поставленной задачи вместо инерционной нагрузки на платформу от вибромашины возможно возбуждение колебаний платформы обеспечить за счет ударного воздействия. При этом в момент ударного воздействия максимальное ускорение на уровне основания стенда, в зависимости от массы испытываемого образца, может колебаться в интервале  $1,2 \div 2,0g$ .

С учетом отмеченного выше программа динамических испытаний НФС на виброплатформе включает в себя следующие этапы.

1. На основе использования любого программного вычислительного комплекса определяются динамические характеристики экспериментальной модели НФС (частоты собственных колебаний НФС и т.д.) и возможные режимы нагружения опытного образца, соответствующие силовым динамическим воздействиям на сооружения при землетрясениях различной интенсивности (от 7 до 9 баллов).
2. Проводятся испытания системы с изменением частотного спектра от 0 до 10 Гц при фиксированной амплитуде перемещения виброплатформы.  
Далее изменяется значение амплитуды и осуществляется задание частот в указанном выше спектре. Длительность каждого из указанных этапов динамического нагружения (при фиксированных амплитуде и частоте) системы составляет от 20 до 25сек.
3. По результатам 2-го этапа испытаний (п.2) устанавливаются уровни воздействий, соответствующие резонансным колебаниям системы, и уровни ускорений виброплатформы, соответствующие 7-9-ти балльным воздействиям по шкале MSK-64.
4. После завершения испытаний НФС в соответствии с заданной программой изменения амплитудно-частотного спектра виброплатформы проводятся повторные испытания НФС при сочетаниях амплитудно-частотных параметров виброплатформы, соответствующих резонансным колебаниям системы и 7-9-ти

*Зс/*

балльным воздействиям. Длительность динамических испытаний при указанных выше сочетаниях составляет 40-50сек.

5. Если в процессе испытаний имеют место разрушения или изменения конструктивной схемы НФС, совместно с Заказчиком разрабатываются способы повышения надежности НФС, и испытания повторяются согласно п.п.3,4.





Рис. 4.1

*Защ*

## 5. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ФС НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФС

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

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 вибромашиной ВИД-12М, установленной на консоли маятниковой платформы (см. фото на рис. 5.1).

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. 5.2 показан общий вид виброплатформы с установленным на ней стендом, к которому в свою очередь крепится ФС.

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

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 вибромашины при любой скорости вращения инерционная сила ограничена величиной 12т.

*За/*

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

Регистрация и измерение сигналов проводились при помощи специализированного измерительно-вычислительного комплекса МИС - 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. 5.3, а).

Для измерения ускорений, частот колебаний, а также динамических перемещений применяются однокомпонентные датчики – акселерометры АТ 1105 – 10м (рис. 5.3, 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	$\pm 12 \pm 12$
2	Диапазон измерения, $m/c^2$ (g)	98,1 (10,0)
3	Частотная характеристика - нижняя частота, Гц - верхняя частота, Гц	0 700
4	Диапазон рабочих температур, $^{\circ}C$	от +15 до +35

*Зап*

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) – 10.

Схема расстановки датчиков показана на рис. 5.4.



Рис. 5.1

*Zal*

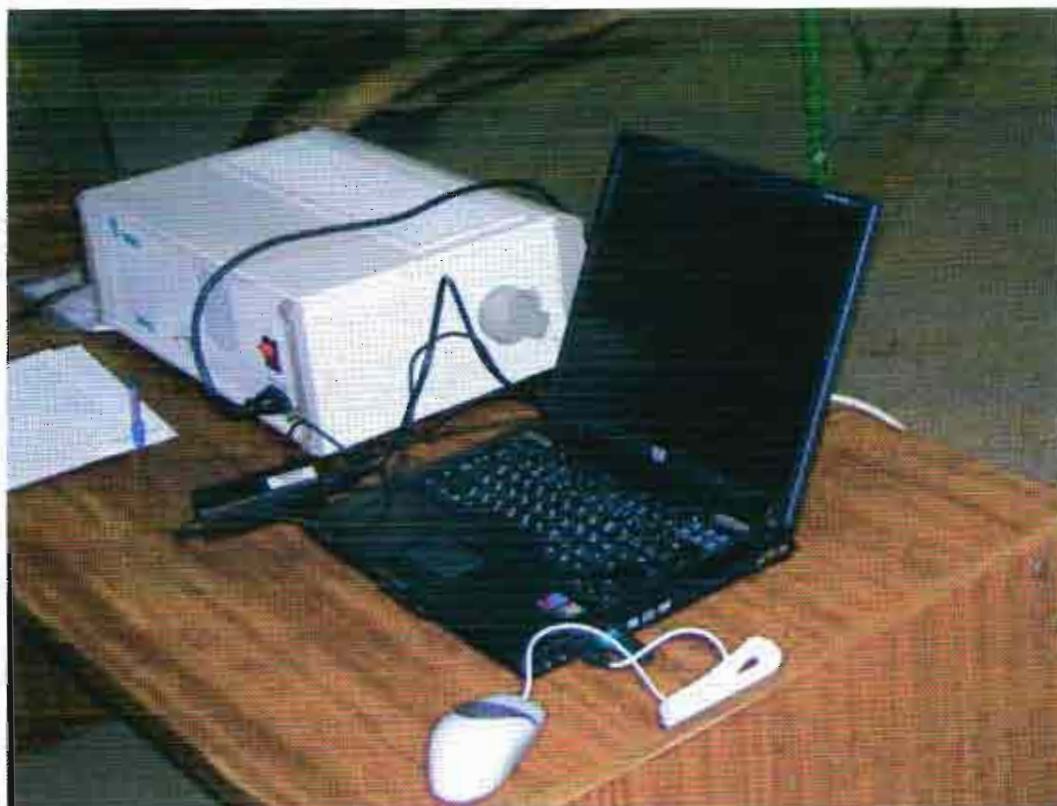




Рис. 5.2

*Gal*

a)



б)



Рис. 5.3

*Зел*

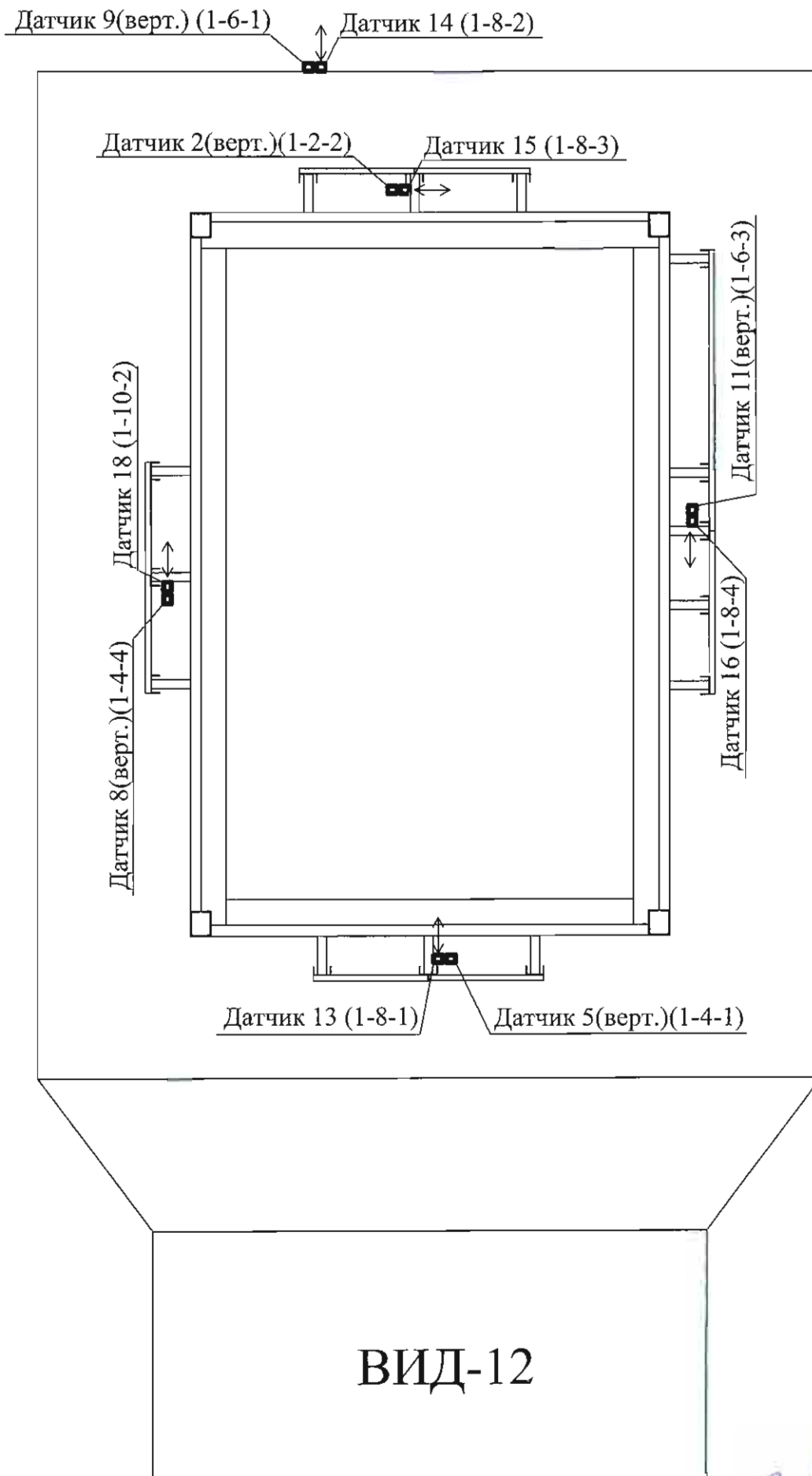


Рис. 5.4 Схема расположения датчиков.

## 6. РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ НА ЭВМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ФРАГМЕНТА ФС

Формирование расчетных моделей и расчетный анализ фрагментов для испытаний проводился с применением программного комплекса "SCAD". Комплекс обладает широкими возможностями для расчета различных строительных конструкций и позволяет выполнить расчет на статические и динамические нагрузки в соответствии с требованиями нормативных документов.

Целью расчета является определение расчетных характеристик (собственных частот, периодов колебаний)

Характеристики материалов и конструкций приняты в соответствии с материалами, представленными Заказчиком.

Результаты расчетов показаны на рисунках 6.1 – 6.6.

Динамические характеристики системы приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1. Динамические характеристики расчетных схем

№ формы	Частоты колебаний, Гц	Периоды колебаний, сек.
1	2.9	0.351
2	3.1	0.323
3	5.1	0.196
4	6.2	0.162
5	7.7	0.129

Полученные в результате проведенных расчетов характеристики системы являются основой для назначения режимов нагружения конструкции (этапов, частотного состава и прочее).

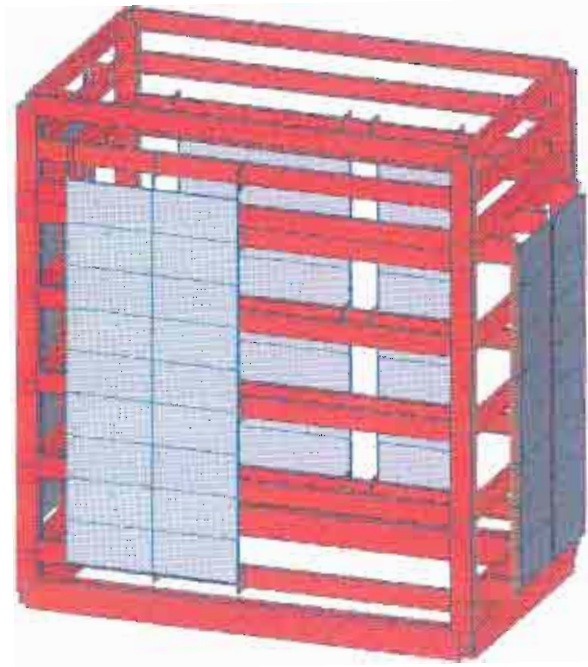


Рис. 6.1 Расчетная схема

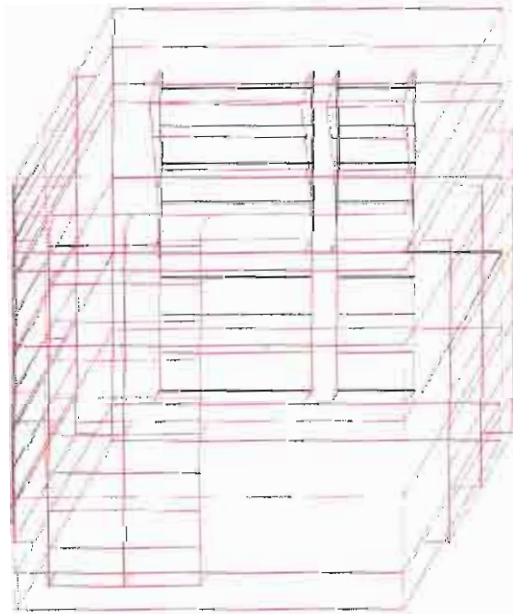


Рис. 6.2 - 1-я форма колебаний,  $f=2.9$  Гц,  $T=0.351$  с.

Зар

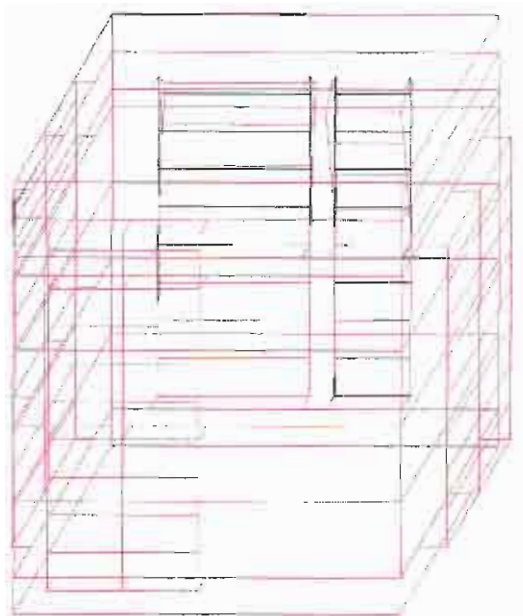


Рис. 6.3 - 2-я форма колебаний,  $f=3.1$  Гц,  $T=0.323$  с.

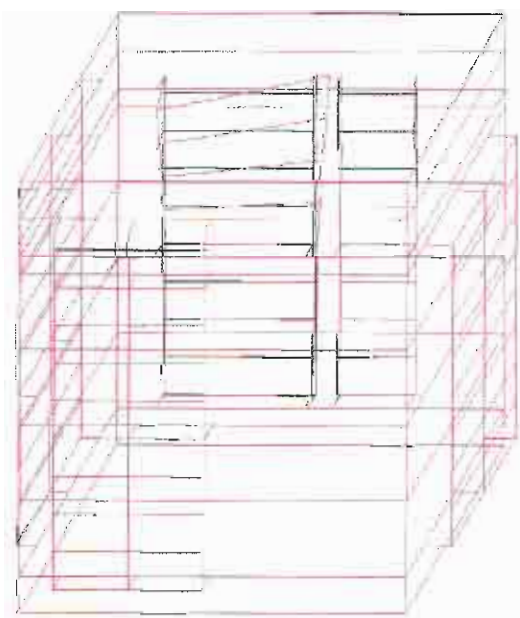


Рис. 6.4 - 3-я форма колебаний,  $f=5.1$  Гц,  $T=0.196$  с.

Зул

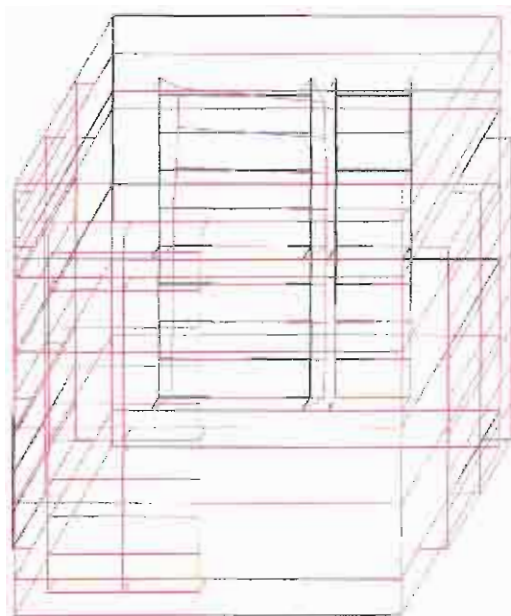


Рис. 6.5 - 4-я форма колебаний,  $f=6.2$  Гц,  $T=0.162$  с.

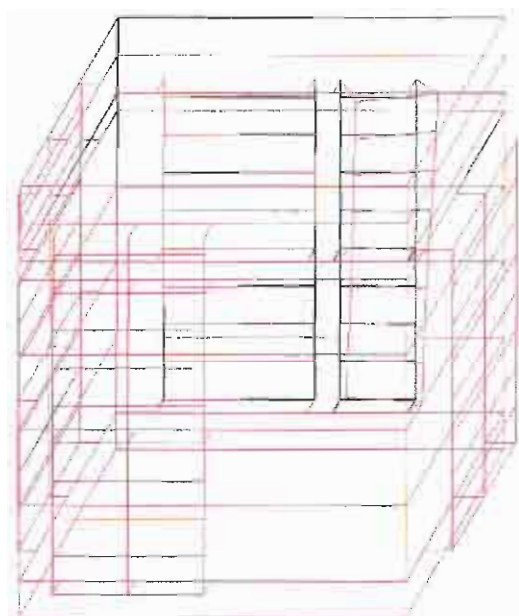


Рис. 6.6 - 5-я форма колебаний,  $f=7.7$  Гц,  $T=0.129$  с.

Зап

## 7. ПОДГОТОВКА СТЕНДА И ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ. МОНТАЖ ФРАГМЕНТА ФС

Параметры стенда для проведения испытаний назначались исходя из результатов расчетного анализа, состава экспериментальной базы Центра исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, а так же 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. 7.1). Компоновка несущих элементов стенда проводилась с учетом монтажных схем установки кронштейнов.

Монтаж ФС «NordFox» типов «МТС-v-350» и «MLV-v-20» 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 ООО «Студио-Керамика».

Монтаж конструкций ФС «NordFox» типов «МТС-v-350» и «MLV-v-20» на стенд осуществлялся по следующей схеме.

1) Система навешивалась на металлические элементы стенда с помощью кронштейнов.

2) Кронштейны крепились к стальным элементам стенда с помощью заклепок. Учитывая, что кронштейны ФС на реальных объектах крепятся с помощью анкеров, в ЦИСС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко были выполнены исследования прочности анкерного крепежа при динамических воздействиях. В данном отчете даны рекомендации по назначению марок анкеров различных фирм – производителей крепежа, прошедших проверку в ЦНИИСК.





3) К кронштейнам с помощью заклепок крепились вертикальные направляющие, к которым в свою очередь прикреплялись горизонтальные направляющие.

4) Терракотовые плиты крепились к направляющим с помощью клеммеров, а плиты из керамогранита – с помощью специальных креплений.



Вид сверху

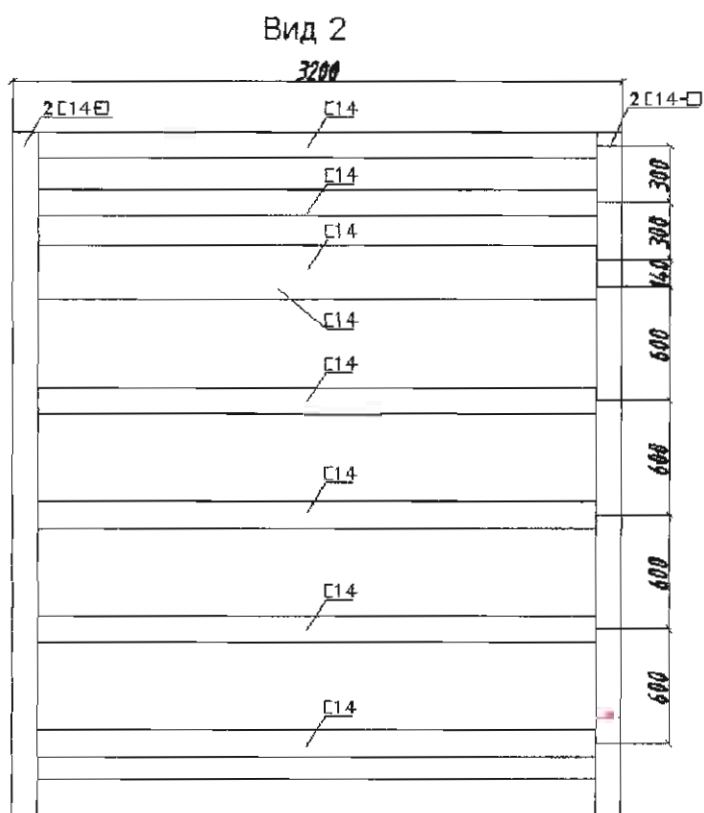
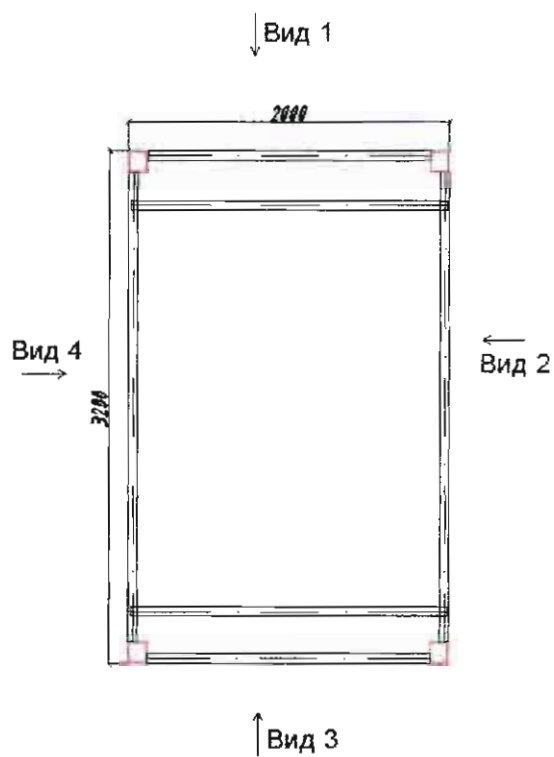


Рис. 7.1 – Схема стенда для испытаний

*Зар*

## 8. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ

### 8.1. Методика проведения испытаний

Испытания фрагментов ФС 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 испытуемого фрагмента, представляющие зависимость амплитуд колебаний сооружения от частоты гармонического воздействия. 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.

Изменяя частоту воздействия и амплитуды колебаний платформы, оценивались динамические характеристики (частоты основного тона колебаний, диссипативные свойства и пр.), а также принципиальный характер работы экспериментальной модели.

### 8.2. Назначение параметров загрузки

**Длительность сейсмического воздействия.** По данным [8,9] 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 [10] максимальные ускорения почвы при землетрясениях соответствовали периодам 0.05 и 0.1 сек ( $f=20$  и 10 Гц). По данным И.Л. Корчинского [9]:

– 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 [8] 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 [9,11] Р.С. Бердяевой, Г.В. Беченовой и В.А. Ржевским были проведены испытания железобетонных и стальных балочных образцов при нагружениях со скоростью 300÷1000 циклов в минуту, что как указывается в [9] отвечает скорости нагружения строительных конструкций при сейсмических нагрузках.

Параметры динамического нагружения назначались с учетом результатов расчетного анализа (см. раздел 6 Отчета).

Этапы нагружения приведены в табл. 8.1 и выбраны так, чтобы иметь возможность оценить поведение ФС при резонансе. Указанные в таблице амплитудно-частотные характеристики и соответствующие им величины ускорений соответствуют значениям, полученным по данным акселерометров, установленных на виброплатформе.

Предварительная оценка величин частотного спектра, при котором может возникнуть резонанс, была выполнена на основе расчета экспериментальной модели в программном комплексе "*SCAD*" (см. раздел 6 настоящего Отчета).

В Приложении 1 к настоящему отчету приведены данные замеров ускорений по датчикам.

Приведенные в табл. 8.1 значения по цветовой гамме соответствуют зонам сейсмичности, указанным на карте сейсмического районирования территории РФ (рис. 8.1).

### Параметры динамического нагружения платформы

Таблица 8.1.

№ режима	Частота $f$ (Гц)	Амплитуда $A$ (мм)	Ускорение $a$ (м/с <sup>2</sup> )	балльность
1	4	0,7	0,43	5,8
2	5,7	0,5	0,6	6,3
3	7,6	1,1	2,61	8,4
4	8,5	1,2	3,56	8,8
5	2,1	1,8	0,32	5,4
6	3,8	1,9	1,06	7,1
7	5,9	0,7	0,99	7,0
8	6,7	3,2	5,71	9,5
9	3,8	3,7	2,09	8,1
10	5	2,7	2,64	8,4
11	5,3	2,5	2,75	8,5
12	2,1	6,7	1,17	7,2
13	3,1	6,8	2,59	8,4
14	3,5	6,9	3,33	8,7
15	4,1	5,9	3,89	9,0
16	1,9	11,7	1,66	7,7
17	2,3	11,1	2,32	8,2
18	2,6	11,3	3,01	8,6
19	3,1	9,6	3,63	8,9
20	3,2	11,2	4,53	9,2
21	1,6	16,5	1,67	7,7
22	2,1	15,2	2,64	8,4
23	2,6	14,4	3,85	8,9
24	0,9	18,2	0,58	6,2
25	1,6	17,1	1,73	7,8

### 8.3. Условия проведения динамических испытаний

Вибрационные испытания проводились в дневное время 08.12.2011 при температуре воздуха - не ниже +15 °С. Условия проведения вибрационных испытаний соответствуют нормальным и рабочим условиям применения используемого типа акселерометров АТ1105-10м.

*Зал*

#### 8.4. Параметры оценки работы ФС по результатам натуральных испытаний

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

Предельные состояния ФС подразделяются на две группы:

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

Предельные состояния первой группы характеризуются:

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

Параметры предельных состояний непосредственно ФС 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 8.2 и 8.3.

2. В качестве меры повреждений основной несущей системы принята описательная часть макросейсмической шкалы MSK-64 в соответствии с параметрами внешнего воздействия. В табл. 8.4 даны критерии для оценки сейсмостойкости фасадных систем. За основу приняты критерии, приведенные в исследованиях [7].

Анализ результатов натуральных динамических испытаний ФС «NordFox» типов «MTC-v-350» и «MLV-v-20» позволяет отметить следующее:

- в процессе испытаний ускорение виброплатформы по данным акселерометров, установленных на ней, изменялось в интервале от 0,32 до 5,71 м/с<sup>2</sup> (что превышает значение ускорения, соответствующее 9 баллам – 4 м/с<sup>2</sup>). Частоты колебания системы изменялись в интервале от 0,9 до 8,5 Гц, амплитуды колебаний системы – от 0,5 до 18,2 мм. При этом ускорение в разных точках фасадных систем изменялось в интервале от 0,01 до 13,41 м/с<sup>2</sup>.
- во время испытаний в момент, когда собственные частоты колебаний ФС совпали с вынужденными частотами колебаний виброплатформы ФС вошли в резонанс. Это явление наблюдалось при частоте  $f=5.9$  Гц. При резонансе эксплуатационная надежность ФС «NordFox» типа «MLV-v-20» с облицовкой керамогранитными плитами была нарушена: образовалась трещина в облицовочной плите (рис. 8.2).

В Приложении 1 к настоящему отчету приведены акселерограммы, записанные с датчиков. На представленных акселерограммах сопоставлены ускорения на уровне платформы, а также на элементах фасадных систем при различных режимах нагружения. Кроме того, построены амплитудно-частотные характеристики, позволяющие оценить разность перемещений и ускорений в различных точках испытываемого образца при колебаниях с заданной частотой.

Соответствие уровня воздействия инструментальным значениям ускорений

Таблица 8.2.

I, балл, MSK-64	Ускорения A[5], м/с <sup>2</sup>	Ускорения A согласно MSK-64, м/с <sup>2</sup>	Ускорение A <sub>p</sub> по СНИП-II-7-81*, м/с <sup>2</sup>
<b>5</b>	-	-	-
<b>6</b>	<b>0,28-0,56</b>	<b>0,25-0,50</b>	<b>0,05</b>
<b>7</b>	<b>0,56-1,12</b>	<b>0,50-1,00</b>	<b>1,00</b>
<b>8</b>	<b>1,12-2,24</b>	<b>1,00-2,00</b>	<b>2,00</b>
<b>9</b>	<b>2,24-4,48</b>	<b>2,00-4,00</b>	<b>4,00</b>
10	-	-	-

Соответствие уровня воздействия инструментальным значениям ускорений

Таблица 8.3.

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

*Зап*



## Критерии для оценки сейсмостойкости фасадных систем

Степень повреждений, d	Уровень повреждения	Характерные особенности и количественные показатели повреждения	Группа предельных состояний	Мах. смещения ФС см	
0	Повреждений нет	Видимых повреждений нет			
I	Легкие повреждения	- смещение плиток относительно опорных элементов (кляммеров) не более 0,5 см; - отдельные мелкие сколы плиток;	I	-	
II	Легкие повреждения конструкций	- смещение плиток относительно опорных элементов (кляммеров) на 0,5 – 1,0 см; - сколы плиток на площади до 5%;		< 2,0	
III	Умеренные повреждения конструкций	- незначительная потеря устойчивости формы составных элементов и узлов ФС; - смещение плиток относительно опорных элементов (кляммеров) на 1 – 1,5 см; - сколы плиток на площади до 10%; - выпадение плиток местами; - отдельные повреждения заклепочных соединений в виде смещений осей заклепок от проектного положения.		2,0 – 8,0	
IV	Сильные повреждения конструкций	- частичная потеря устойчивости формы составных элементов и узлов соединений. В том числе: - местные прогибы отдельных элементов несущих конструкций (кронштейны, направляющие); - относительные смещения плиток ФС более 1,5 см; - выпадение плиток на площади до 20%.		II	> 8,0
V	Обрушение	- разрушения креплений и элементов ФС любого характера; - полная потеря устойчивости формы составных элементов и узлов соединений ФС; - переход ФС или ее части в изменяемую систему; - качественное изменение конфигурации ФС и ее элементов; - чрезмерные деформации в результате сдвига в соединениях раскрытия швов между элементами системы, раскрытие швов; - выпадение плиток на площади более 50%;			



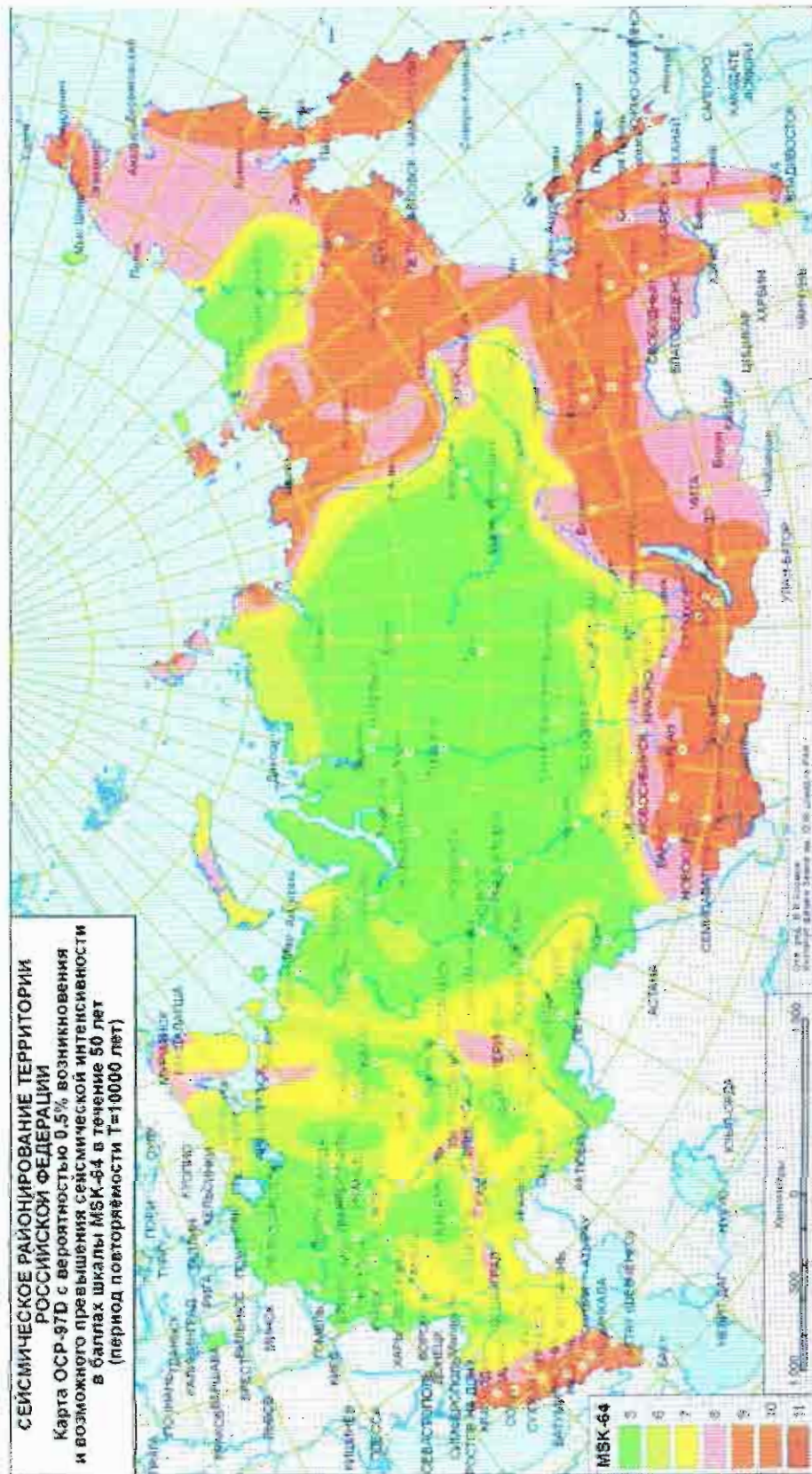


Рис. 8.1

*Зап*

a)



б)

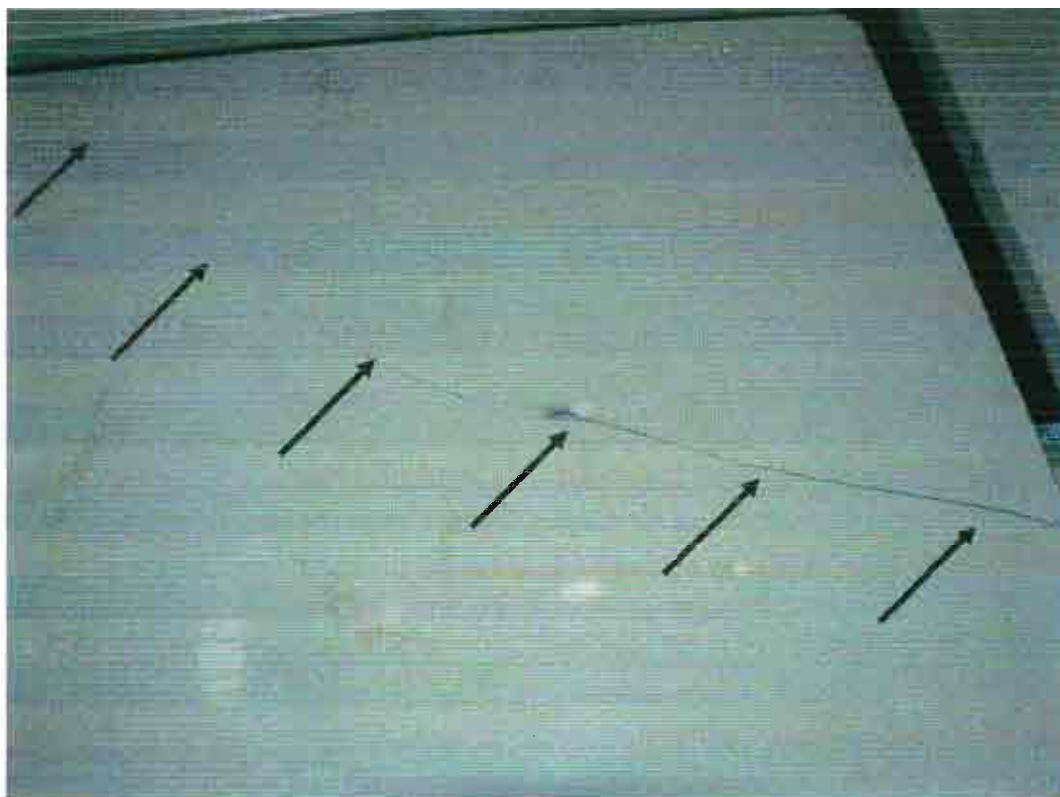


Рис. 8.2

*Защ*

## 9. НАЗНАЧЕНИЕ АНКЕРНОГО КРЕПЕЖА ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ К СТЕНАМ ЗДАНИЙ

Одновременно с проведением динамических испытаний ФС в Центре исследований сейсмостойкости сооружений были проведены динамические испытания анкеров фирм «FISCHER», «МКТ», «MUNGO» и «SORMAT» на действие продольных и поперечных относительно оси анкера усилий. В процессе испытаний параметры динамической нагрузки на анкер варьировались следующим образом:

- величина динамической нагрузки при действии продольной относительно оси анкера силы изменялась от 2 кН до  $0,5 \times N_{\text{раз}}$ ;
- величина динамической нагрузки при действии поперечной относительно оси анкера силы изменялась от  $-0,2 \times N_{\text{раз}}$  до  $0,2 \times N_{\text{раз}}$ .
- частота приложения нагрузки изменялась от 5 до 15 Гц, количество циклов на каждом испытании – от 200 до 1000 циклов.

По результатам испытания были рекомендованы для крепления фасадных систем к стенам здания анкера следующих марок:

- анкера фирмы «FISCHER»:
  - FHB II-AL M 12x120/10;
  - Zykon FZA 12x50 M 8/15;
  - FAZ II 12/20;
  - FH II 15/10 B.
- анкера фирмы «МКТ»:
  - VMZ-A 50 M8-15/80.
- анкера фирмы «MUNGO»:
  - m2 10x110/30;
  - m3 10x110/30;
  - MIT-E 10  $L_{\text{анк}}=100$  мм.



– анкера фирмы «SORMAT»:

- S-UF 10x100;
- S-КА 10/30;
- ITN 380 P Ø 10мм при  $L_{\text{анк}}=100\text{мм}$ .

Возможно применение анкеров других фирм-производителей при условии представления ими данных по результатам испытания анкеров на динамические нагрузки.



## 10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе анализа результатов динамических испытаний фасадной системы с воздушным зазором «NordFox» (EuroFox) типов «MTC-v-350» с облицовкой многопустотными терракотовыми плитами со скрытым креплением и «NordFox» (EuroFox) с облицовкой керамогранитными плитами со скрытым креплением «Keil» можно отметить следующее:

1. В соответствии с программой экспериментальных исследований на виброплатформе Центра исследований сейсмостойкости сооружений были проведены динамические испытания фасадной системы с воздушным зазором «NordFox» типов «MTC-v-350» и «MLV-v-20». При динамических испытаниях моделировались нагрузки, соответствующие сейсмическим воздействиям 7÷9 баллов.
2. В процессе испытаний ускорение виброплатформы по данным акселерометров, установленных на ней, изменялось в интервале от 0,32 до 5,71 м/с<sup>2</sup> (что превышает значение ускорения, соответствующее 9 баллам – 4 м/с<sup>2</sup>). Частоты колебания системы изменялись в интервале от 0,9 до 8,5 Гц, амплитуды колебаний системы – от 0,5 до 18,2 мм. При этом ускорение в разных точках фасадных систем изменялось в интервале от 0,01 до 13,41 м/с<sup>2</sup>.
3. Во время испытаний в момент, когда собственные частоты колебаний ФС совпали с вынужденными частотами колебаний виброплатформы ФС вошли в резонанс. Это явление наблюдалось при частоте  $f=5.9$  Гц. При резонансе ФС «NordFox» типа «MLV-v-20» с облицовкой керамогранитными плитами, образовалась трещина в облицовочной плите. Вероятной причиной данного повреждения могло послужить неравномерное закрепление плиты по контуру или микротрещина, образовавшаяся при монтаже. При этом выпадения треснувшего фрагмента не произошло.
4. По результатам динамических испытаний ФС «NordFox» (EuroFox) типов «MTC-v-350», «MLV-v-20» может быть

*Зап*

рекомендована для применения в районах с сейсмичностью до 9 баллов при соблюдении конструктивного решения и геометрических параметров, использовавшихся в экспериментальной модели (см. п.3 настоящего Отчета). При этом для повышения эксплуатационной надежности рекомендуется внесение в конструктивную схему следующих корректировок:

- в ФС «NordFox»(EuroFox) типа «MTC-v-350» устанавливать специальные планки по боковым граням каждой облицовочной терракотовой плиты, а также устанавливать горизонтальные U-профили или специальные связи между вертикальными направляющими с шагом по вертикали не более 1200 мм.
- в ФС «NordFox» (EuroFox) типа «MLV-v-20» шаг кронштейнов по вертикали принимать не более 1200 мм.

5. По результатам анализа несущей конструктивной системы навесных фасадных систем с воздушным зазором «NordFox» (EuroFox) типов:

- «MTC-v-100» с облицовкой плитами из керамогранита с видимым креплением;
- «MTHm-v-100» с облицовкой металлическими кассетами;
- «MTH-v-100» с облицовкой кассетными панелями;
- «MTA-v-100» с облицовкой листовыми панелями.

и выполненных в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко экспериментальных исследований сейсмостойкости аналогичных типов фасадных систем предлагаемая система «NordFox» (EuroFox) с указанными видами облицовок может быть рекомендована для применения в сейсмостойких регионах с балльностью площадки до 9 баллов. При этом:

- вес от облицовки не должна превышать  $40 \text{ кгс/м}^2$ .

*За*

- толщина кляммеров при видимом креплении керамогранитных плит размером 600x1200 должна быть не менее 1.2мм;
  - материал заклепок должен быть из нержавеющей стали с номинальным диаметром головки заклепки не менее 8мм. В случае применения в качестве облицовки листовых панелей номинальный диаметр головки должен быть не менее 16мм.
6. При применении фасадных систем «NordFox» (EuroFox) «MTC-v-100», «MTC-v-350», «MTHm-v-100», «MTH-v-100», «MTA-v-100», «MLV-v-20» в сейсмических районах при балльности площадки строительства до 9 баллов должны соблюдаться требования, касающиеся долговечности, коррозионной стойкости и огнестойкости элементов фасадной системы облицовки.
  7. Крепление элементов фасадной системы «NordFox» (EuroFox) «MTC-v-100», «MTC-v-350», «MTHm-v-100», «MTH-v-100», «MTA-v-100», «MLV-v-20» рекомендуется осуществлять с помощью анкеров фирм «FISCHER», «МКТ», «MUNGO» и «SORMAT» прошедших экспериментальную проверку в ЦНИИСКе на действие сейсмической нагрузки.
  8. В приложении 3 к настоящему отчету приведена видеосъемка испытания ФС на сейсмические воздействия.





## 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 «Конструкция навесной фасадной системы с воздушным зазором МТС-v-350 для облицовки многопустотными терракотовыми плитами со скрытым креплением, а также утепления наружных стен зданий и сооружений различного назначения. Ver. 3.13». г.Москва: ООО «Студио-Керамика», 2011 г.
- 4\*. Альбом технических решений «Конструкция навесной фасадной системы с воздушным зазором NordFox MLV-v-20 для облицовки керамическим гранитом, натуральным камнем и панелями из керамзитобетона с поверхностью из натурального камня или однослойного стекла со скрытым креплением, а также утепления наружных стен зданий и сооружений различного назначения. Ver. 3.3». г.Москва: ООО «Студио-Керамика», 2011 г.
5. Я.М. Айзенберг, Р.Т. Акбиев, В.И. Смирнов, М.Ж. Чубаков. «Динамические испытания и сейсмостойкость навесных фасадных систем». Ж. «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений» №1, 2008г. стр. 13-15.
6. 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. Междуведомственный совет по сейсмологии и сейсмостойкому строительству (МСССС) при президиуме АН СССР. М.: Наука, 1975.



7. Методические рекомендации по инженерному анализу последствий землетрясений. ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко ГОССТРОЯ СССР. – М., 1980, 62 с.
8. Отчет по результатам натурных испытаний фрагментов навесных вентилируемых фасадов «ДИАТ». ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко-М., 2007.
9. Поляков С.В., «Сейсмостойкие конструкции зданий», Изд. «Высшая школа», М., 1969г., 335 с.
10. Корчинский И.Л. и др., «Сейсмостойкое строительство зданий», Изд. «Высшая школа», М., 1971г., 319 с.
11. Карапетян Б.К. «Колебание сооружений, возведенных в Армении», Изд. «Айостан», Ереван, 1967.
12. Корчинский И.Л., Беченева Г.В. «Прочность строительных материалов при динамических нагрузениях», Стройиздат, М., 1966г.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ  
ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ

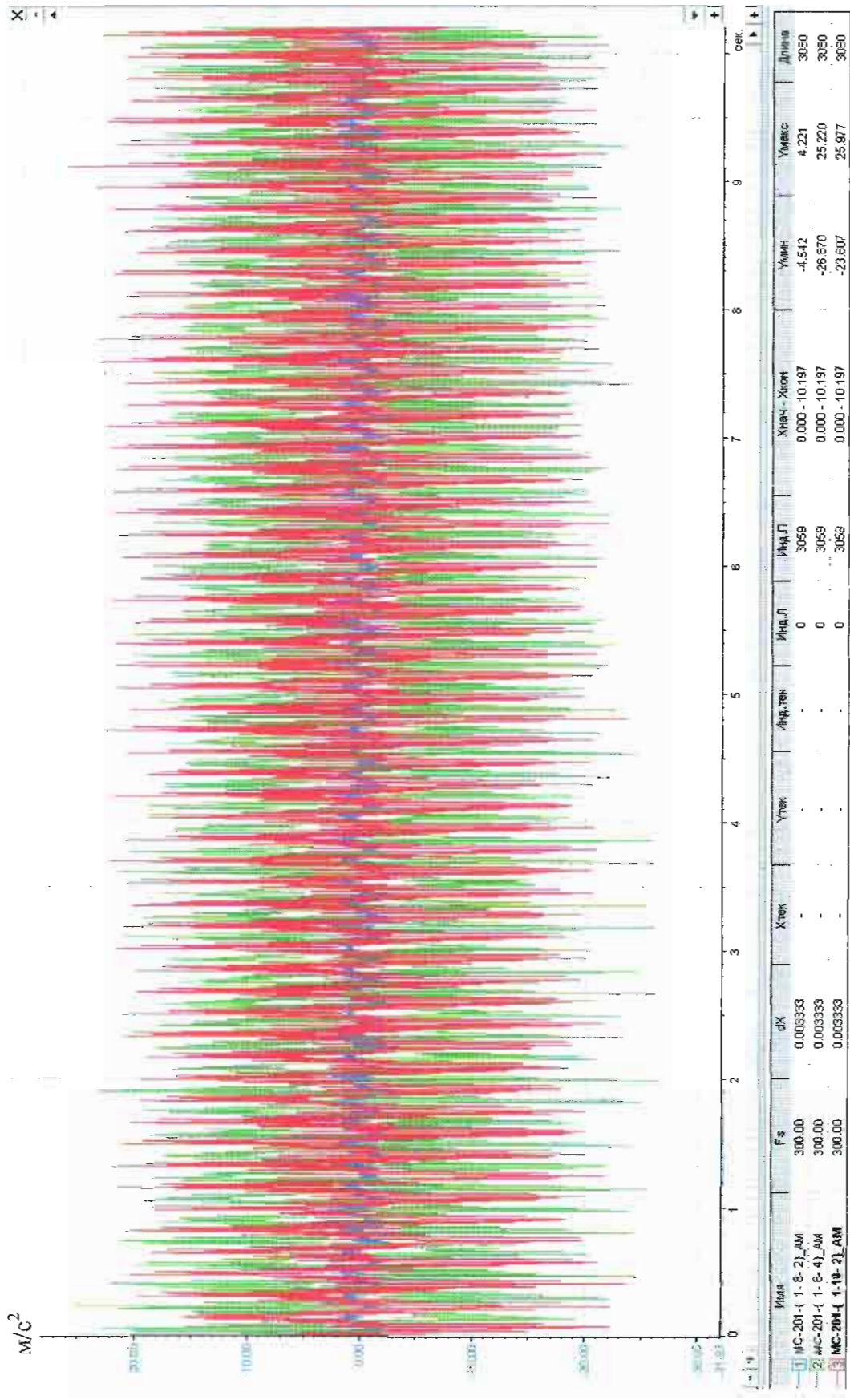


Рис.П-1-1 . Акселерограммы ( $m/c^2$ ), записанные с датчика 1-8-2 (синим цветом), датчика 1-8-4 (зеленым цветом) и датчика 1-10-2 (красным цветом) при 7-м режиме испытаний (частота  $f=5.9$  Гц; амплитуда  $A=0.7$  мм)

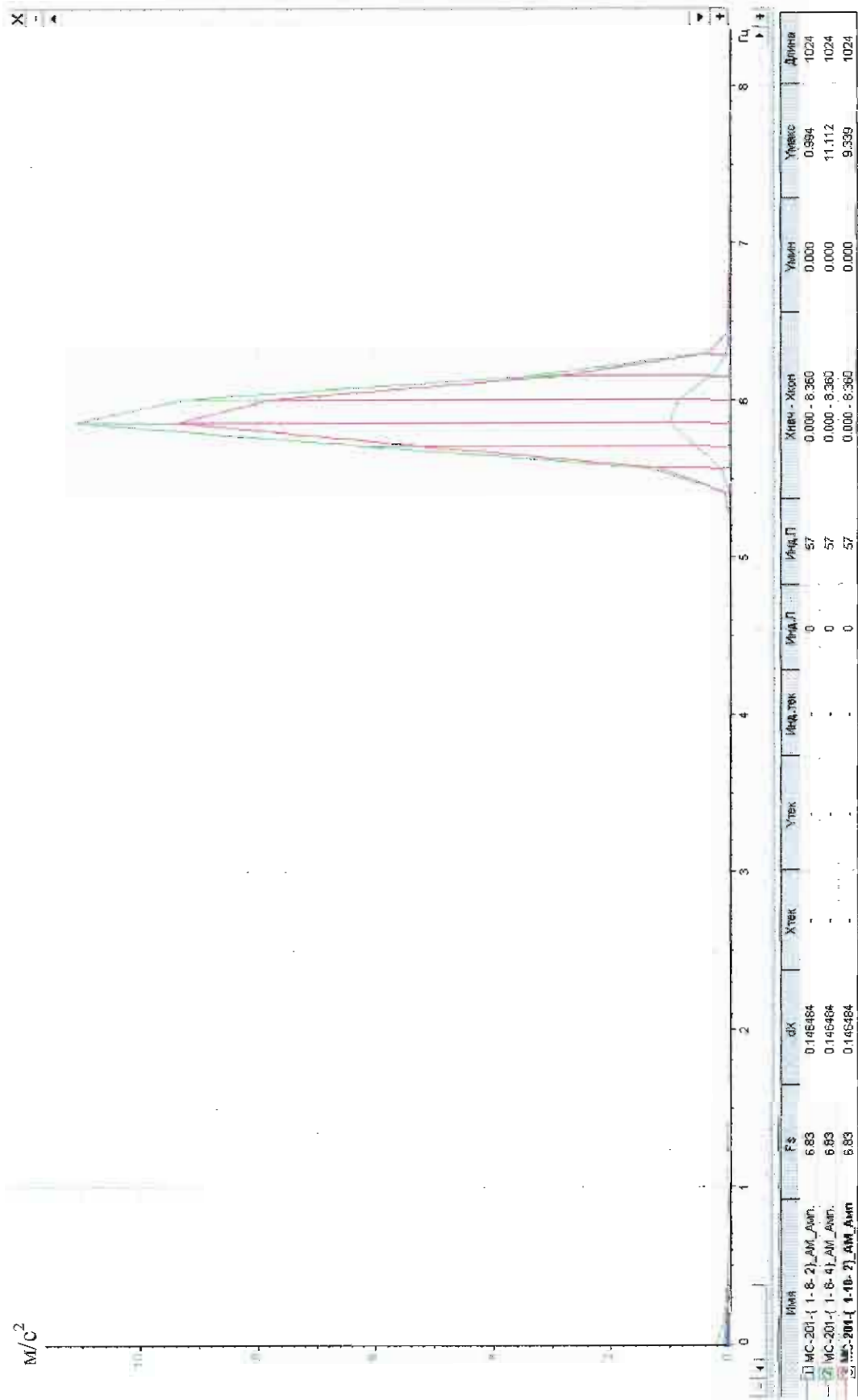


Рис. П-1-2. Спектры пиковых значений ускорений ( $m/s^2$ ) для датчика 1-8-2 (синим цветом), датчика 1-8-4 (зеленым цветом) и датчика 1-10-2 (красным цветом) при 7-м режиме испытаний (частота  $f=5.9$  Гц; амплитуда  $A=0.7$  мм)

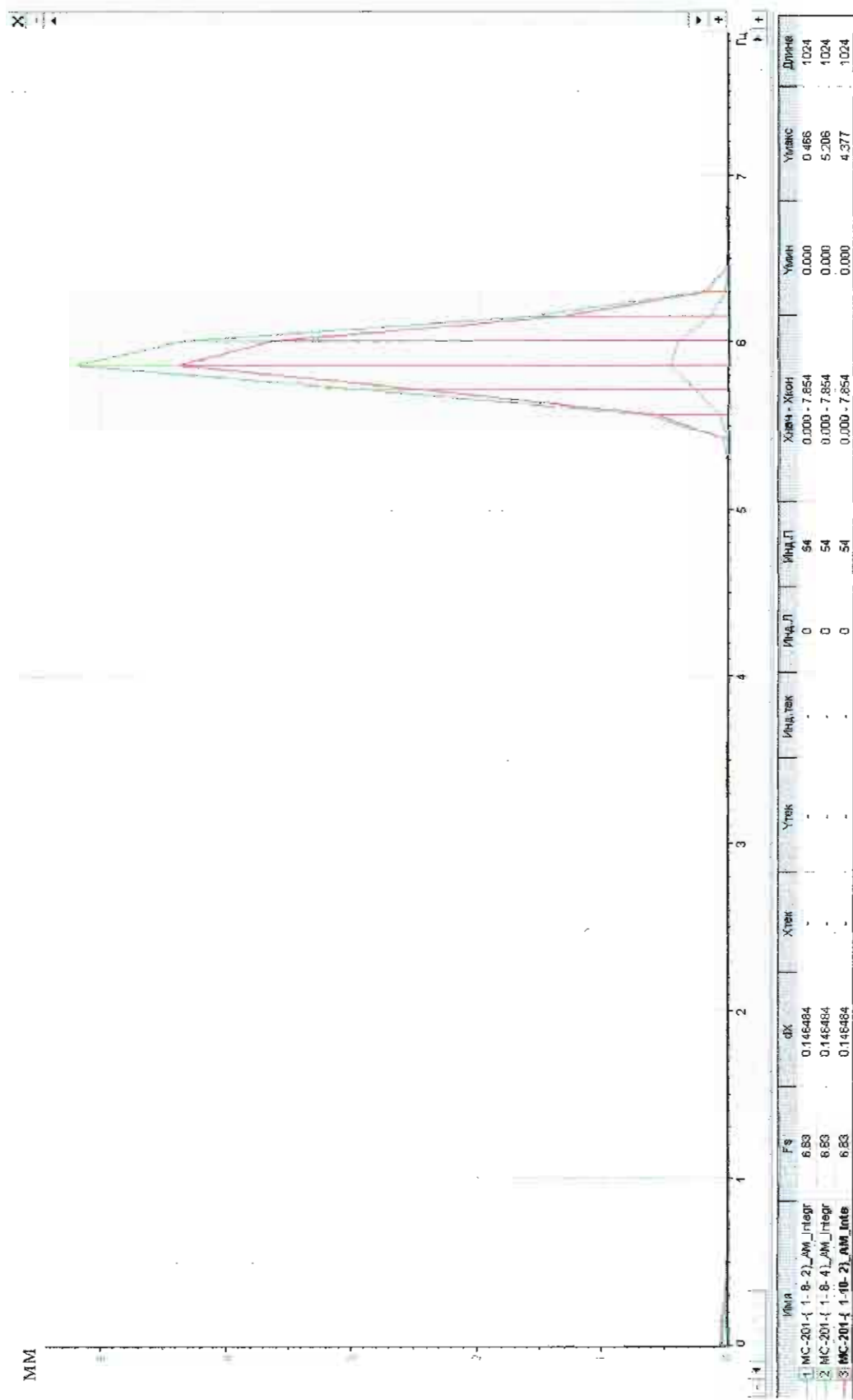


Рис. П-1-3. Спектры пиковых значений амплитуд (мм) для датчика 1-8-2 (синим цветом), датчика 1-8-4 (зеленым цветом) и датчика 1-10-2 (красным цветом) при 7-м режиме испытаний (частота  $f=5.9$  Гц, амплитуда  $A=0.7$  мм)

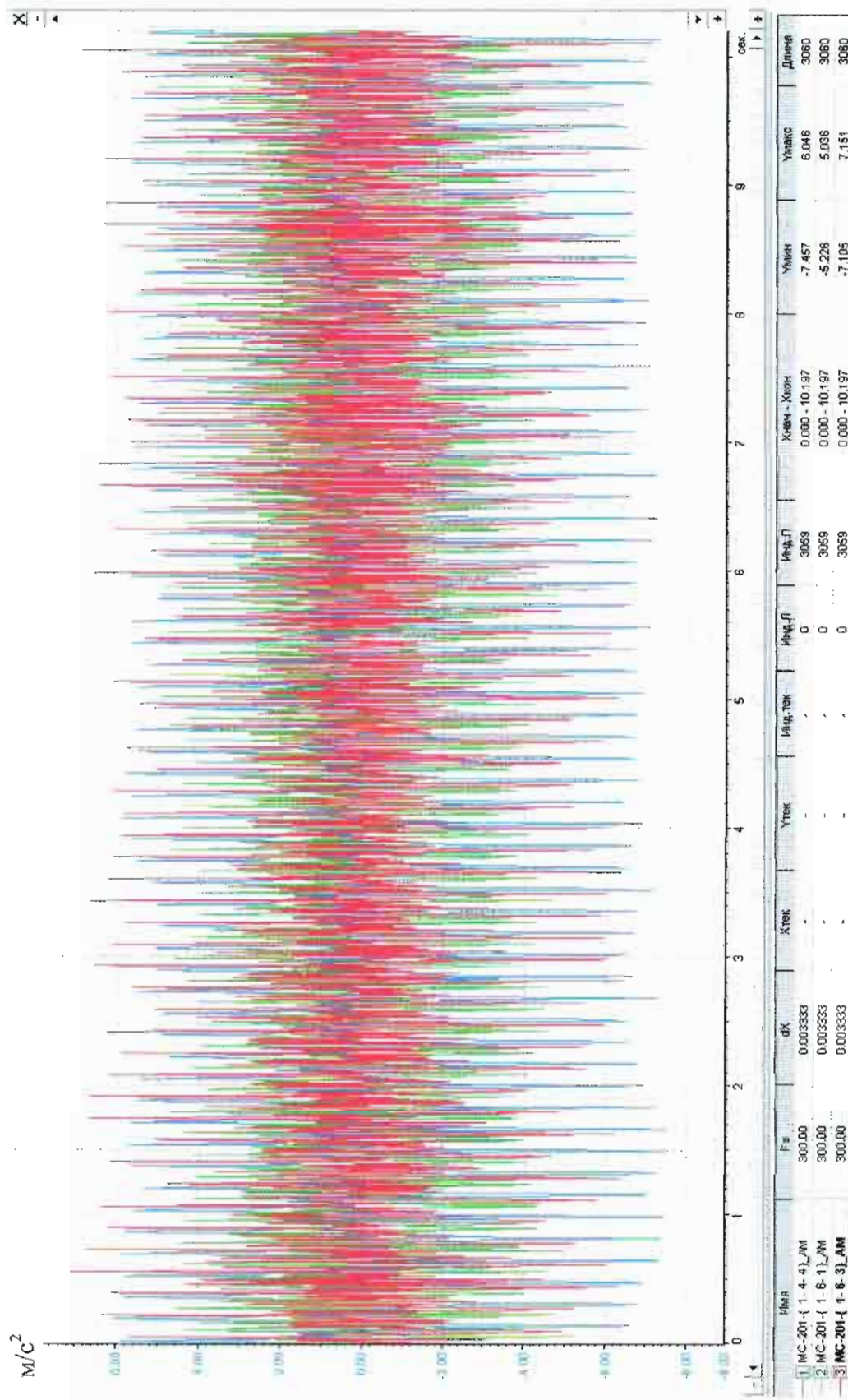


Рис. П-1-4. Акселерограммы ( $m/c^2$ ), записанные с датчика 1-4-4 (синим цветом), датчика 1-6-1 (зеленым цветом) и датчика 1-6-3 (красным цветом) при 7-м режиме испытаний (частота  $f=5.9$  Гц; амплитуда  $A=0.7$  мм)

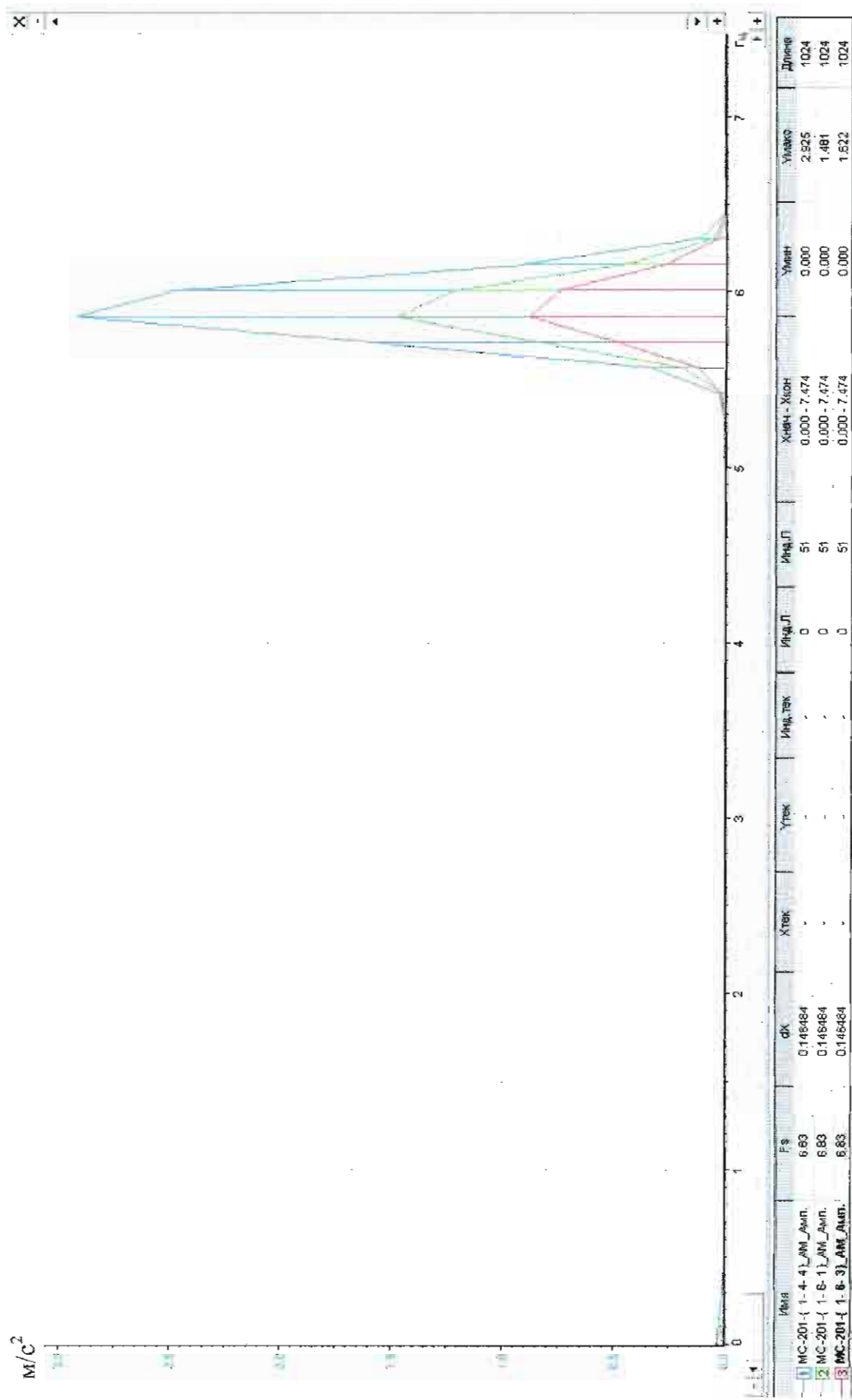


Рис. П-1-5. Спектры пиковых значений ускорений ( $m/s^2$ ) для датчика 1-4-4 (синим цветом), датчика 1-6-1 (зеленым цветом) и датчика 1-6-3 (красным цветом) при 7-м режиме испытаний (частота  $f=5.9$  Гц, амплитуда  $A=0.7$  мм)



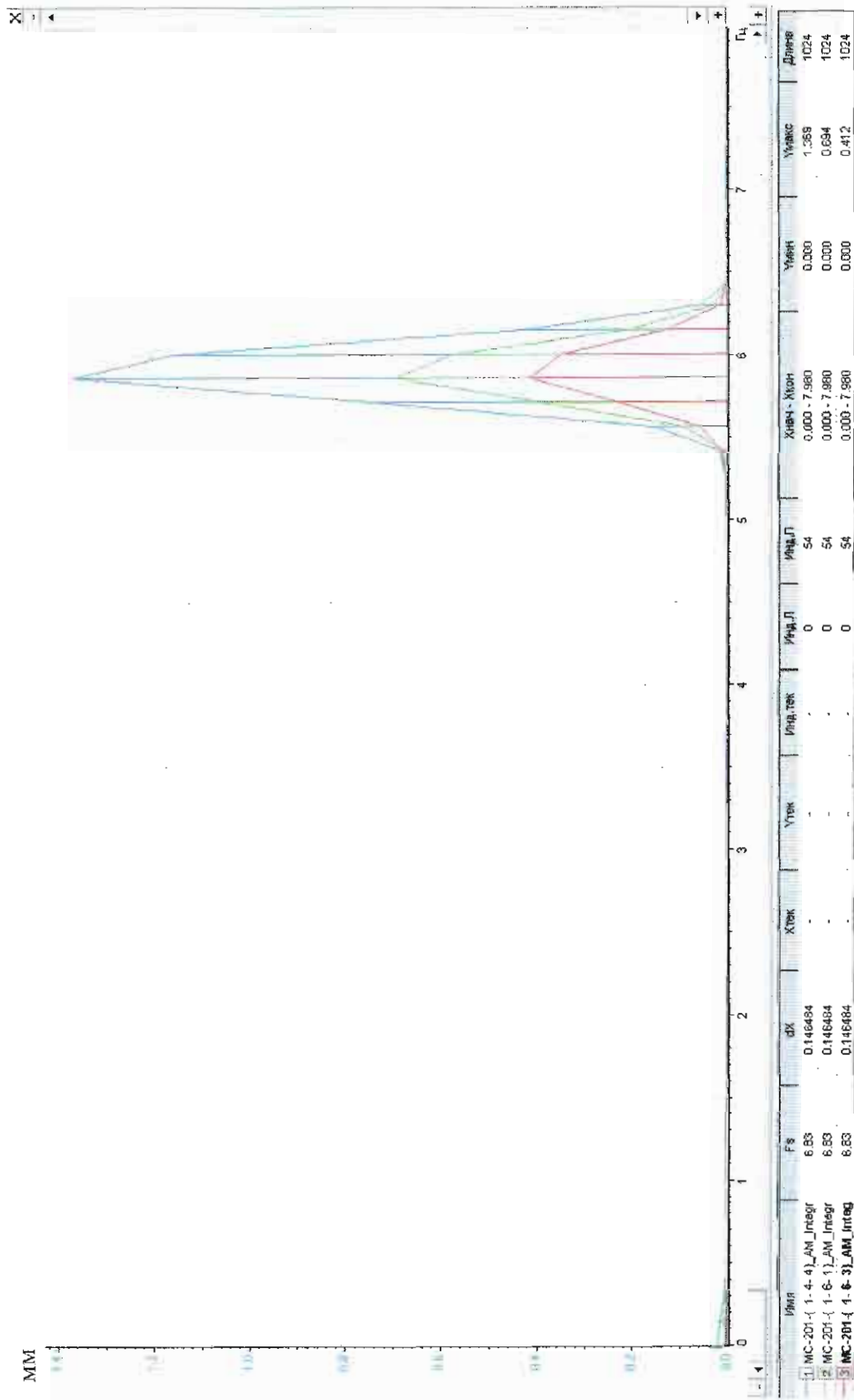


Рис. П-1-6. Спектры пиковых значений амплитуд (мм) для датчика 1-4-4 (синим цветом), датчика 1-6-1 (зеленым цветом) и датчика 1-6-3 (красным цветом) при 7-м режиме испытаний (частота  $f=5.9$  Гц; амплитуда  $A=0.7$  мм)

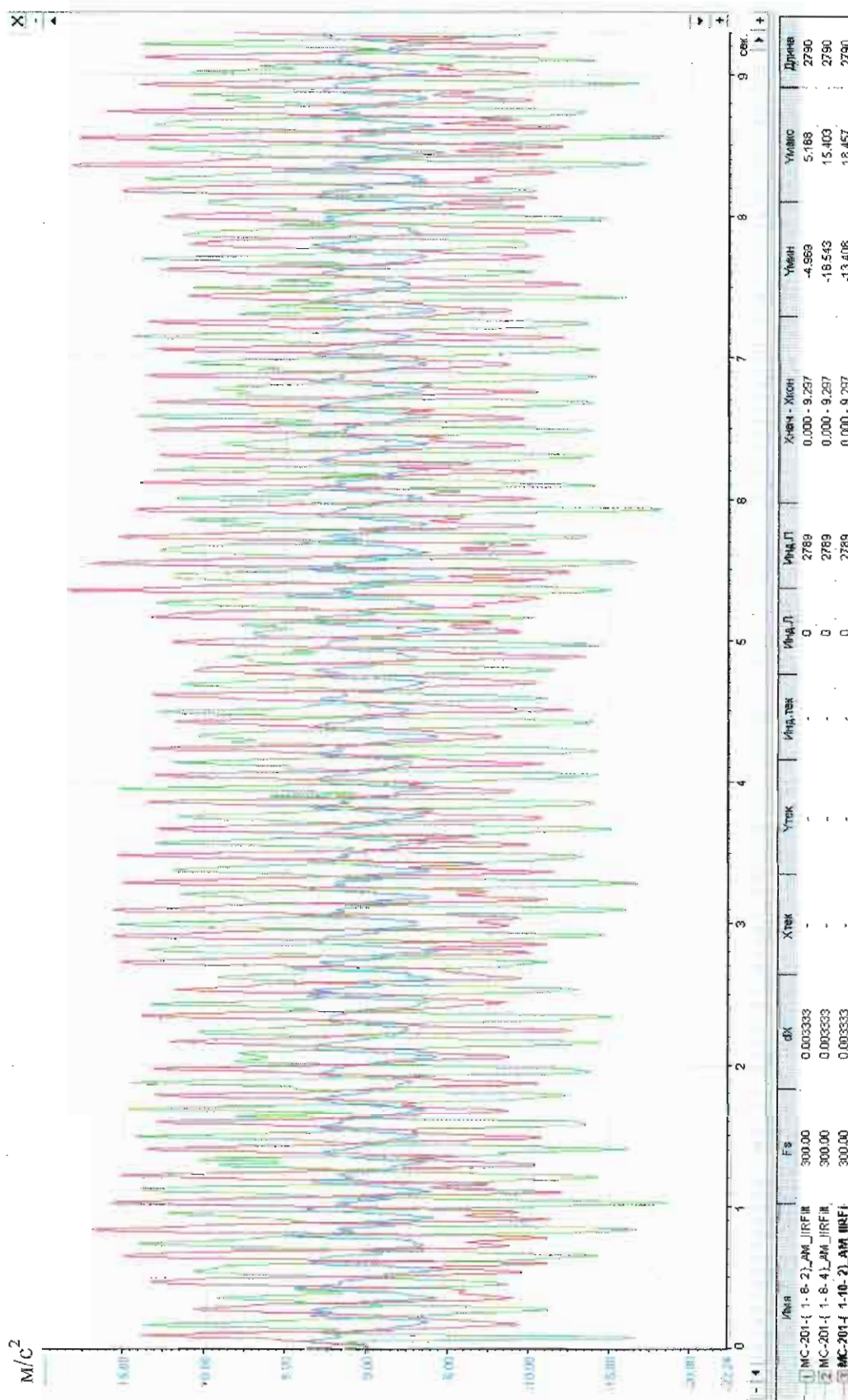


Рис. П-1-7. Акселерограммы ( $m/s^2$ ), записанные с датчика 1-8-2 (синим цветом), датчика 1-8-4 (зеленым цветом) и датчика 1-10-2 (красным цветом) при 1-м режиме испытаний (частота  $f=5.3$  Гц; амплитуда  $A=2.5$  мм)

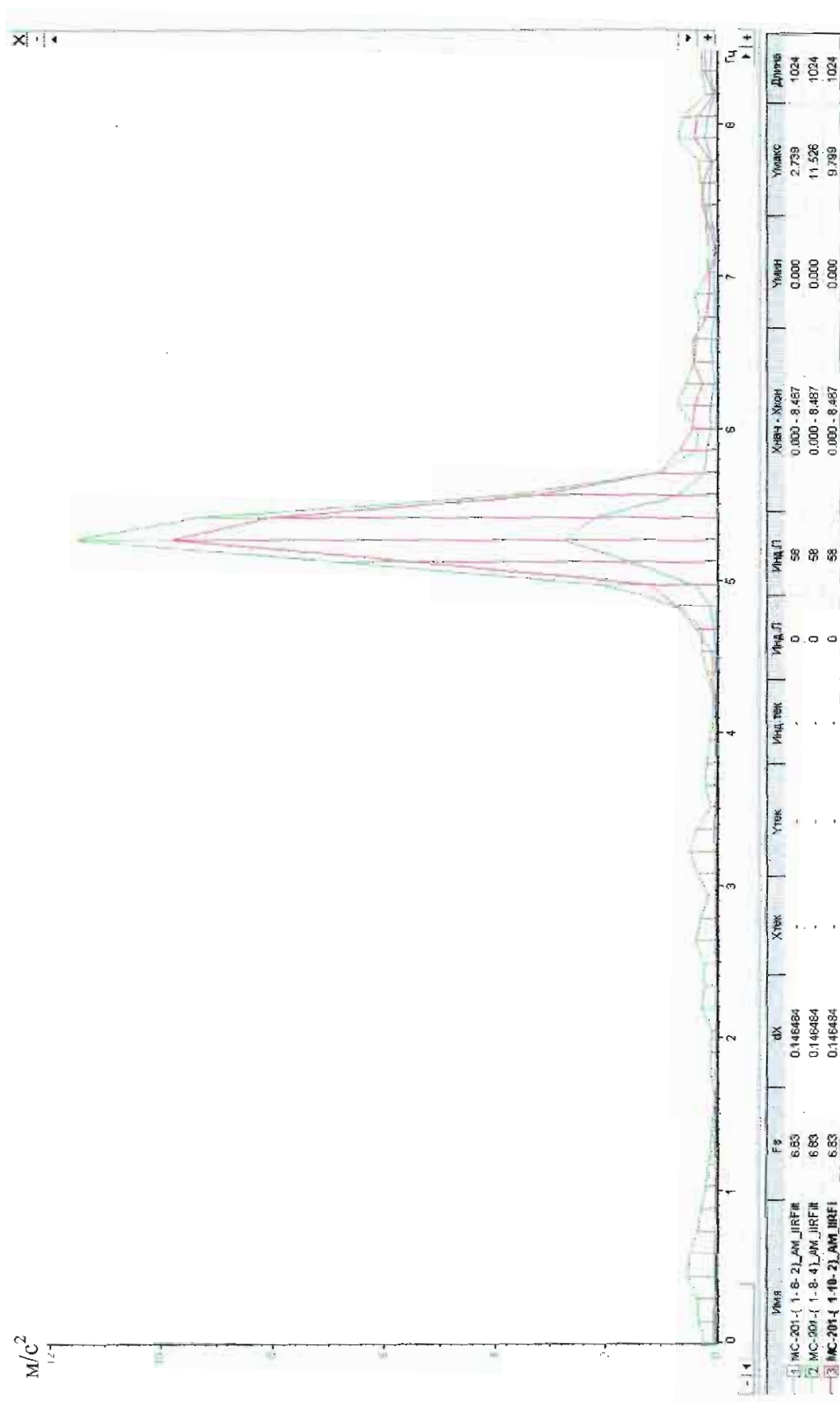


Рис. П-1-8. Спектры пиковых значений ускорений ( $m/c^2$ ) для датчика 1-8-2 (синим цветом), датчика 1-8-4 (зеленым цветом) и датчика 1-10-2 (красным цветом) при 1 I-м режиме испытаний (частота  $f=5.3$  Гц; амплитуда  $A=2.5$  мм)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

СВИДЕТЕЛЬСТВО



Саморегулируемая организация, основанная на членстве лиц, выполняющих инженерные изыскания

Некоммерческое партнерство

«Центральное объединение организаций по инженерным  
изысканиям для строительства «Центризыскания»  
(НП «Центризыскания»)

129090, Москва, Большой Балканский пер., д.20, стр.1

Регистрационный номер в государственном реестре саморегулируемых организаций  
СРО-И-003-14092009

## СВИДЕТЕЛЬСТВО

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

«26» августа 2010 г.

№ СРО-И-003-14092009-00423

Выдано члену саморегулируемой организации:

Открытому акционерному обществу «Научно-исследовательский центр  
«Строительство»

ИНН 5042109739, ОГРН 1095042005255, Российская Федерация, 141367, Московская область, Сергиево-Посадский район,  
пос. Загорские Дали, д. 6-11

Основание выдачи Свидетельства: решения Правления НП «Центризыскания»,

Протокол № 35 от «26» августа 2010 года

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

Начало действия с «26» августа 2010 г.

Свидетельство без приложения недействительно.

Свидетельство выдано без ограничения срока и территории его действия.

Свидетельство выдано взамен ранее выданного «№ 423».

Президент

Генеральный директор



подпись

подпись

Кушнир Л.Г.

Акимов А.Б.

Генеральный Директор  
СРО НП «МОПО «ОборонСтрой»



*[Handwritten signature]*

И.Г.



Саморегулируемая организация Некоммерческое партнерство  
«Межрегиональное объединение проектных организаций  
«ОборонСтрой Проект»  
Рег. номер в государственном Реестре саморегулируемых организаций СРО-П-118-18012010

# СВИДЕТЕЛЬСТВО

о допуске к работам, по подготовке проектной документации,  
объектов капитального строительства

№ П-02-0025-5042109739-2010

выдано ООО «МООП «ОборонСтрой Проект»:

Открытому акционерному обществу  
«Научно-исследовательский центр «СтройСтелс»  
ОГРН 5025042005355 ИНН 5042109739  
14136 Московская область, Сергиево-Посадский район,  
пос. Загорские Дачи дом 6-11

Основание выдан Свидетельства: Испытания Пружина № 10 от 21 июля 2010

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

Начало действия с «21» июля 2010 г.  
Настоящее свидетельство без приложения не действительно.  
Свидетельство действительно без ограничения срока и территории его действия.  
Свидетельство выдано взамен ранее выданного № П-01-0025-5042109739-2010  
от 04 февраля 2010г.

Генеральный Директор  
СРО НП «МООП «ОборонСтрой Проект»



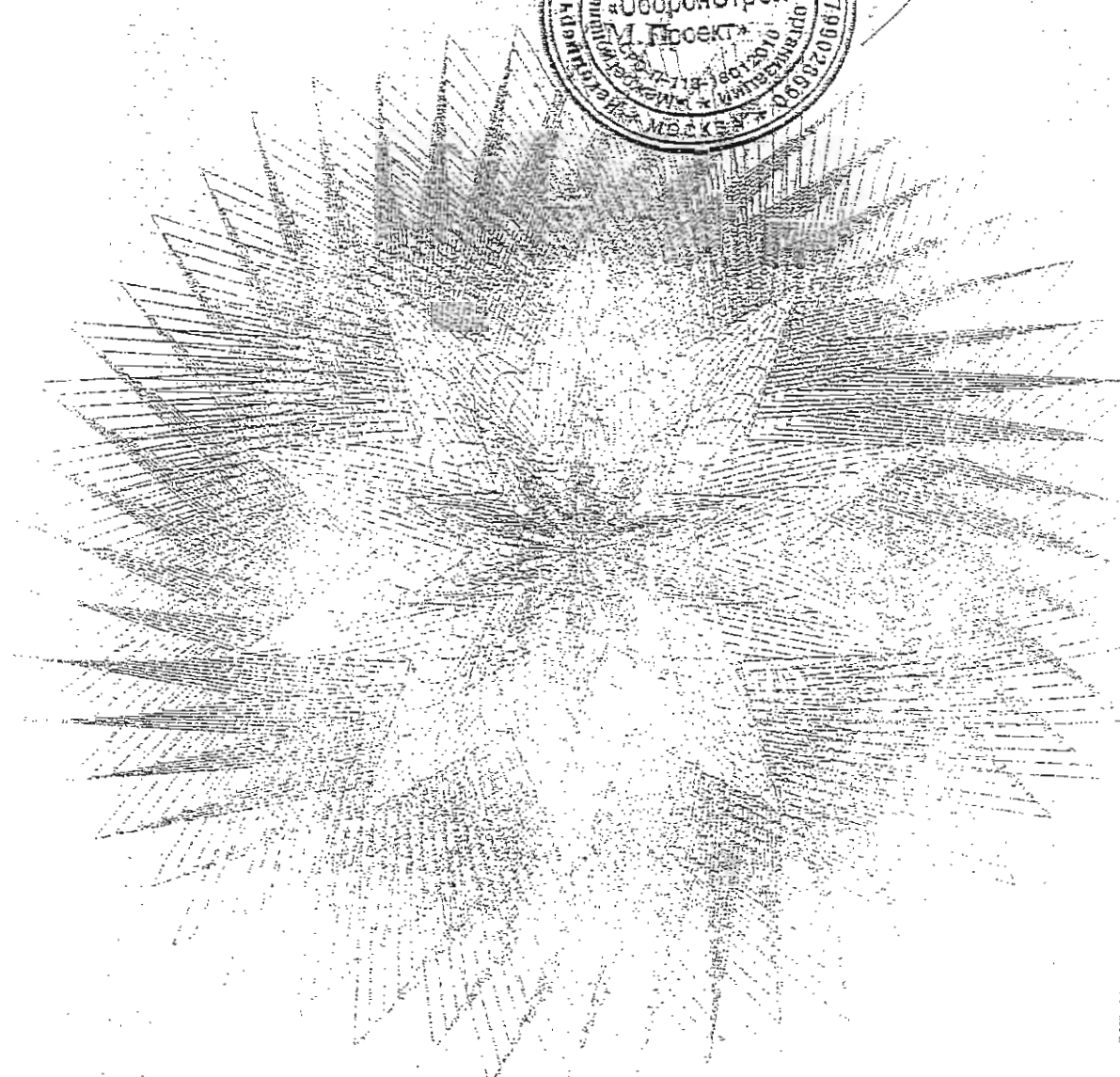
И.Г. Ясакова

Выдано приложение на листах: 000033, 000034, 000035

Генеральный Директор  
СРО НП «МОПО «ОборонСтрой»



И.Г. Я







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 электроснабжения 110 кВ и более и их сооружений</p> <p>5.6 Работы по подготовке проектов наружных сетей слаботоковых систем</p> <p>5.7 Работы по подготовке проектов наружных сетей газоснабжения и их сооружений</p>	<p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p>
6	<p>6. Работы по подготовке специальных разделов проектной документации:</p> <p>6.1 Работы по подготовке технологических решений зданий, 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>6.6 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>6.10 Работы по подготовке технологических решений объектов атомной энергетики и промышленности 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>	<p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</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> <p>7.5 Разработка обоснования радиационной и ядерной защиты</p>	<p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p> <p>Есть</p>
8	<p>8. Работы по подготовке проектов организации строительства, сносу и демонтажу зданий и сооружений, продлению срока эксплуатации и консервации</p>	<p>Есть</p>

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

Генеральный Директор  
СРО НП «МОИ» «ОборонСтрой Москва»

Д.Г. Яськова



Прочтато, прономеровано и скреплено  
печатью. Количество 4 (четыре) листа  
Генеральный директор  
СРО НП «МОСО «ОборонСтрой Проект»  
Ясакова И.Г.



Генеральный Директор  
СРО НП «МОПО «ОборонСтрой Проект»



И.Г. Ясакова

## ПРИЛОЖЕНИЕ

к Свидетельству о допуске к  
определенному виду или видам  
работ, которые оказывают влияние  
на безопасность объектов  
капитального строительства  
от «26» августа 2010 г.  
№ СРО-И-003-14092009-00423

## ПЕРЕЧЕНЬ

видов работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов  
капитального строительства и о допуске к которым явлен Некоммерческого  
партнерства «Центральное объединение организаций по инженерным  
изысканиям для строительства «Центризыскания» Открытое акционерное  
общество «Научно-исследовательский центр «Строительство» имеет  
Свидетельство

№	Наименование вида работ	Отметка о допуске к видам работ, которые оказывают влияние на безопасность особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, предусмотренных статьей 43.1 Градостроительного кодекса Российской Федерации
1.	1. Работы в составе инженерно-геодезических изысканий 1.1. Создание опорных геодезических сетей 1.2. Геодезические наблюдения за деформациями и осадками зданий и сооружений, движениями земной поверхности и опасными природными процессами 1.3. Создание и обновление инженерно-топографических планов в масштабах 1:200 - 1:5000, в том числе в цифровой форме, съемка подземных коммуникаций и сооружений 1.4. Трассирование линейных объектов 1.5. Инженерно-гидрографические работы 1.6. Специальные геодезические и топографические работы при строительстве и реконструкции зданий и сооружений	Есть, Есть, Есть, Есть, Есть, Есть,
2.	2. Работы в составе инженерно-геологических изысканий 2.1. Инженерно-геологическая съемка в масштабах 1:500 - 1:25000 2.2. Проходка горных выработок с их опробованием, лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов и химических свойств проб подземных вод 2.3. Изучение опасных геологических и инженерно-геологических процессов с разработкой рекомендаций по инженерной защите территории	Есть, Есть, Есть,

	2.4. Гидрогеологические исследования 2.5. Инженерно-геофизические исследования 2.6. Инженерно-геокриологические исследования 2.7. Сейсмологические и сеймотектонические исследования территории, сейсмическое микрорайонирование	Есть, Есть, Есть, Есть,
3.	5. Работы в составе инженерно-геотехнических изысканий 5.1. Проходка горных выработок с их опробованием и лабораторные исследования механических свойств грунтов с определением характеристик для конкретных схем расчета оснований фундаментов 5.2. Полевые испытания грунтов с определением их стандартных прочностных и деформационных характеристик (штамповые, сдвиговые, прессиометрические, срезовые). Испытания эталонных и натуральных свай 5.3. Определение стандартных механических характеристик грунтов методами статического, динамического и бурового зондирования 5.4. Физическое и математическое моделирование взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой 5.5. Специальные исследования характеристик грунтов по отдельным программам для нестандартных, в том числе нелинейных методов расчета оснований фундаментов и конструкций зданий и сооружений 5.6. Геотехнический контроль строительства зданий, сооружений и прилегающих территорий	Есть,  Есть,  Есть, Есть, Есть, Есть,
4.	6. Обследование состояния грунтов основания зданий и сооружений	Есть,

Президент

Генеральный директор



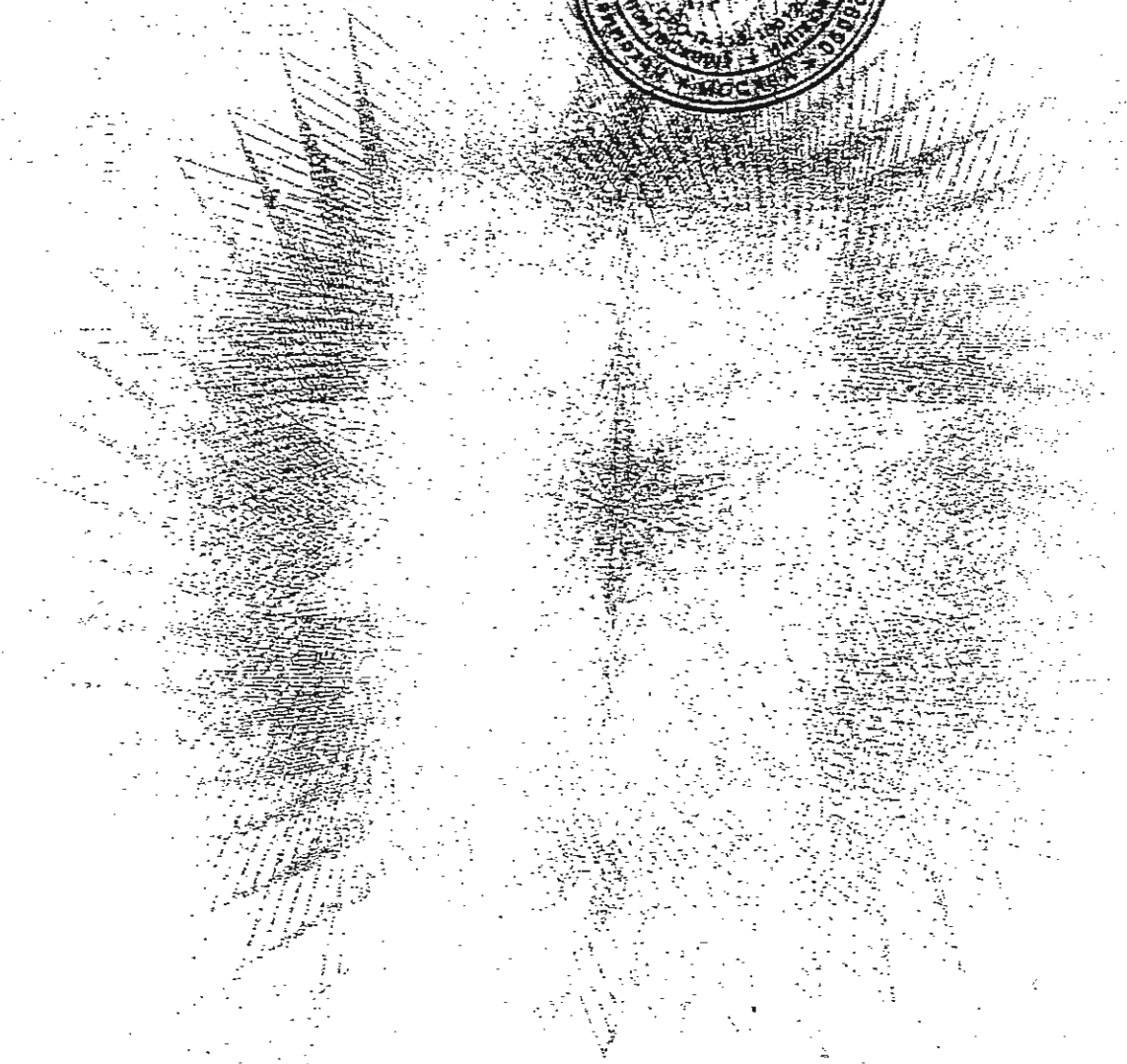
Купинер Л.Г.

Акимов А.В.

Генеральный Директор  
СРО НП «МОПО «ОборонСтрой



*[Handwritten signature]* И.



ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

ВИДЕОСЪЕМКА ИСПЫТАНИЯ ФС  
НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ