

ФГУП «НИЦ «Строительство»
«Центральный научно-исследовательский институт
строительных конструкций имени В.А. Кучеренко»
филиал ФГУП "НИЦ "Строительство"

ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

Центр исследований сейсмостойкости сооружений

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий Институтом
В.А. Кучеренко
Институт строительных наук

2009г.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по теме: «Выполнение экспериментальных исследований по оценке сейсмостойкости конструкций навесных фасадных систем с воздушным зазором системы «Альт-Фасад-01» и «Альт-фасад-02» с плитами из керамического гранита и разработкой рекомендаций по повышению эксплуатационной надежности системы»

Договор № 2503/24-3457-08/ск от октября 2008 г.

Зав. Лабораторией СК

к. т. н.

Зав. Сектором ЛСК

Ст. научн. сотрудник

Инженер

А.В. Грановский

Д.А. Киселев

З.И. Догтуев

Т.М. Хасанов

Москва 2009 г.

Москва 2009г.

ФГУП «НИЦ «Строительство»
«Центральный научно-исследовательский институт
строительных конструкций имени В.А. Кучеренко»
филиал ФГУП "НИЦ "Строительство"

ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

Центр исследований сейсмостойкости сооружений

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко
кандидат технических наук

А.М. Мелентьев

2009г.



ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по теме: «Выполнение экспериментальных исследований по оценке сейсмостойкости конструкций навесных фасадных систем с воздушным зазором системы «Альт-Фасад-01» и «Альт-фасад-02» с плитами из керамического гранита и разработкой рекомендаций по повышению эксплуатационной надежности системы»

Договор № 2503/24-3457-08/ск от октября 2008 г.

Зав. Лабораторией СК,
к. т. н.

А.В. Грановский

Зав. Сектором ЛСК

Д.А. Киселев

Ст. научн. сотрудник

З.И. Доттуев

Инженер

Т.М. Хасанов

Москва 2009 г.

Список литературы 34

Приложение 1. Результаты динамических испытаний ФС 55

Приложение 2. Лицензия на выполнение работ по обследованию несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений (только в 1-м экз. отчета) стр.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение. 4

2. Задачи проводимых экспериментальных исследований. 5

3. Конструктивное решение фасадной системы «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» 6

4. Программа и методика испытаний ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02». 21

5. Оборудование для испытаний ФС на сейсмические нагрузки. Средства измерения и регистрации динамических характеристик ФС. ... 24

5.1. Оборудование для создания динамических нагрузок на ФС 24

5.2. Средства измерения и регистрации динамических характеристик конструкций и воздействий на них. 25

6. Расчетный анализ на ЭВМ экспериментального фрагмента ФС. 33

7. Подготовка стенда и измерительного оборудования. Монтаж фрагмента ФС. 37

8. Результаты динамических испытаний ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» и их анализ. 40

8.1. Методика проведения испытаний 40

8.2. Назначение параметров загрузки 40

8.3. Условия проведения динамических испытаний 41

8.4. Параметры оценки работы ФС по результатам натурных испытаний 41

9. Назначение анкерного крепежа для крепления фасадных систем к стенам здания 51

10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Выводы и рекомендации. 52

Список литературы	54
Приложение 1. Результаты динамических испытаний ФС	55
Приложение 2. Лицензия на право проведения работ по обследованию несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений (только в 1-м экз. отчета)	75
Приложение 3. Видеосъемка испытания ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» на сейсмические воздействия	79

Цель лабораторных испытаний – оценка пригодности и эксплуатационной надежности вентилируемых фасадных систем «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» при использовании их на зданиях, возводимых в сейсмических районах с балльностью 7-9 баллов по шкале MS K-64 [1].

Отчет оформлен в соответствии с требованиями нормативных документов, технических регламентов и стандартов. При описании методики и результатов экспериментально-технических исследований сейсмостойкости ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» использовались термины и определения, содержащиеся в действующих стандартах и нормативах [2,3].

1. Введение

Настоящий технический отчет составлен по результатам экспериментальных исследований сейсмостойкости конструкций навесных вентилируемых фасадных систем «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02». Испытания фасадных систем проводились на специально разработанном в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко стенде (автор – д.т.н. А.М. Курзанов), закрепленном на виброплатформе.

Цель лабораторных испытаний – оценка пригодности и эксплуатационной надежности вентилируемых фасадных систем «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» при использовании их на зданиях, возводимых в сейсмических районах с бальностью 7÷9 баллов по шкале MS K-64 [1].

Отчет оформлен в соответствии с требованиями нормативных документов, технических регламентов и стандартов. При описании методики и результатов экспериментально-технических исследований сейсмостойкости ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» использовались термины и определения, содержащиеся в действующих стандартах и нормативах [2,3].

Оценка возможности применения ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» в сейсмических районах России на строительных площадках с бальностью 7÷9 баллов предполагает выполнение следующего:

1. Комплексные расчетно-экспериментальные исследования работы ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» с их вибродиагностикой, натурные испытания фрагментов ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» на вибростенде.
2. Внесение в Стандарт предприятия ЗАО «Альтернатива» и согласование с ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко ФГУП НИЦ «Строительство» изменений по конструктивному решению ФС при строительстве в сейсмических районах РФ.

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 и 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, ее расчетные и реальные характеристики. Полученные данные являются основанием для оценки возможности расширения области применения исследуемой системы с учетом требований безопасности, эксплуатационной надежности и долговечности.

Оценка возможности применения ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» в сейсмических районах России на строительных площадках с бальностью 7÷9 баллов предполагает выполнение следующего:

1. Комплексные расчетно-экспериментальные исследования работы ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» с их вибродиагностикой: натурные испытания фрагментов ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» на вибростенде.
2. Внесение в Стандарт предприятия ЗАО «Альтернатива» и согласование с ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко ФГУП НИЦ «Строительство» изменений по конструктивному решению ФС при строительстве в сейсмических районах РФ.

3. Конструктивное решение фасадных систем «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02»

Для проведения динамических испытаний Заказчиком (ЗАО «Альтернатива») были предоставлены конструктивные варианты фасадных вентилируемых систем «Альт-Фасад-01» (рис. 3.1) и «Альт-Фасад-02» (рис. 3.2) с системой вертикальных и горизонтальных направляющих из оцинкованной стали с полимерным покрытием, с облицовкой керамогранитными плитами.

Принципиальная схема конструктивного решения ФС приведена на рис. 3.1, 3.2.

Навесные фасадные системы «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» представляют собой конструкции, выполненные из оцинкованной стали с полимерным покрытием, состоящие из вертикальных и горизонтальных направляющих, установленных на кронштейны и закрепляемые на стене здания.

ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» состоят из следующих частей:

- элементы крепления конструкции;
- элементы несущей конструкции;
- элементы крепления облицовочного материала;
- теплоизоляция;
- воздушная прослойка;
- облицовка.

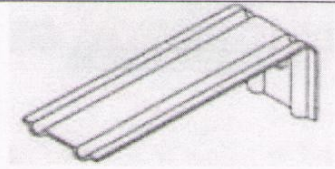
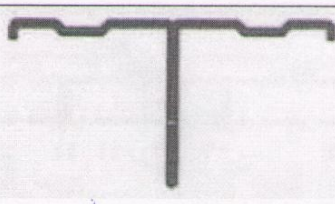
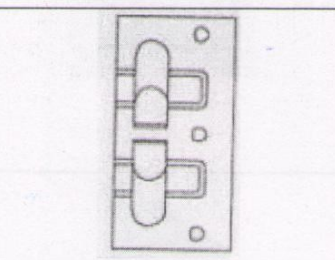
В табл. 3.1, 3.2 приведены основные элементы фасадных систем.

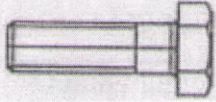
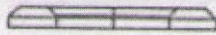
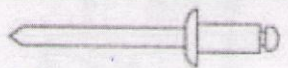
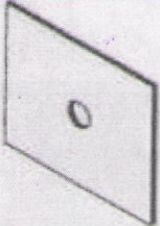

При испытаниях на виброплатформе кронштейны ФС «Альт-Фасад-01» были установлены с шагом по высоте 1200 мм, кронштейны ФС «Альт-Фасад-02» - с шагом по высоте 600 мм.

На рис. 3.3÷3.9 показаны фрагменты ФС и участки их крепления.

Основные элементы ФС «Аль-Фасад-01»

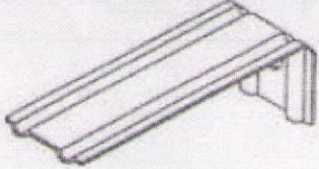
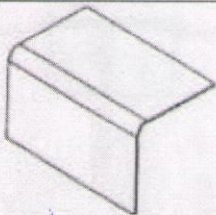
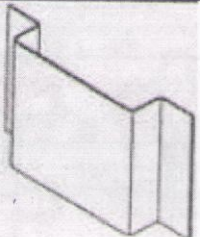
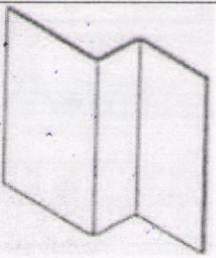
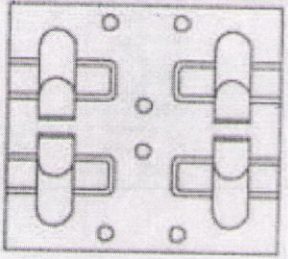
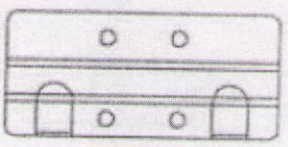
Таблица 3.1

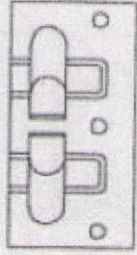
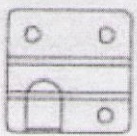
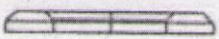

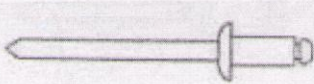
№ п/п	Общий вид	Наименование	Назначение
1		Кронштейн типа КР ТУ 1121-001-21593168-2005	Крепление подоблицовочной конструкции к стене
2		Профиль основной Т-образный типа ТО ТУ 1121-001-21593168-2005	Крепление керамогранитных плит
3		Кляммер рядовой типа КЛ рд ТУ 1121-001-21593168-2005	Крепление керамогранитных плит на рядовых плоскостях
4		Кляммер стартовый типа КЛ 2 ТУ 1121-001-21593168-2005	Крепление керамогранитных плит на начальных и конечных участках основного Т-образного профиля
5		Кляммер рядовой, угловой типа КЛ рду ТУ 1121-001-21593168-2005	Крепление керамогранитных плит на углах и в зонах примыканий
6		Кляммер стартовый, угловой типа КЛ сту ТУ 1121-001-21593168-2005	Крепление керамогранитных плит на начальных и конечных участках основного Т-образного профиля на углах и в зонах примыканий

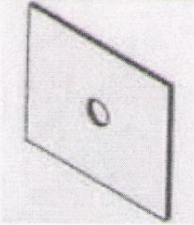

7		Болт М12х40 ГОСТ 7805-70	Крепление кронштейнов к испытательному стенду
8		Шайба 12 ГОСТ 11371-78	Крепление кронштейнов к испытательному стенду
9		Гайка шестигранная М12 ГОСТ 5927-70	Крепление кронштейнов к испытательному стенду
10		Заклепка вытяжная из коррозионностойкой стали 4,8х10	Крепление элементов подоблицовочной конструкции между собой
11		Заклепка вытяжная из коррозионностойкой стали 4,8х8	Крепление элементов подоблицовочной конструкции между собой
12		Прокладка термоизолирующая толщиной 2 мм ГОСТ 481-50	Разрыв термических воздействий между стеной и подоблицовочной конструкцией. Паронит ПОН-Б
13		Керамогранитная плита	Декоративная облицовка фасадов здания

Основные элементы ФС «Аль-Фасад-02»

Таблица 3.2

№ п/п	Общий вид	Наименование	Назначение
1		Кронштейн типа КР ТУ 1121-001- 21593168-2005	Крепление подоблицовочной конструкции к стене
2		Профиль основной Г-образный типа ГО ТУ 1121-001- 21593168-2005	Крепление керамогранитных плит
3		Профиль основной П-образный типа ПО ТУ 1121-001- 21593168-2005	Крепление керамогранитных плит
4		Профиль основной Z-образный типа ZO ТУ 1121-001- 21593168-2005	Крепление керамогранитных плит
5		Кляммер рядовой типа КЛ рд ТУ 1121-001- 21593168-2005	Крепление керамогранитных плит на рядовых плоскостях
6		Кляммер стартовый типа КЛ 2 ТУ 1121-001- 21593168-2005	Крепление керамогранитных плит на начальных и конечных участках основного П- образного профиля

7		<p>Кляммер рядовой, угловой типа КЛ рду ТУ 1121-001- 21593168-2005</p>	<p>Крепление керамогранитных плит на углах и в зонах примыканий</p>
8		<p>Кляммер стартовый, угловой типа КЛ сту ТУ 1121-001- 21593168-2005</p>	<p>Крепление керамогранитных плит на начальных и конечных участках основного П- образного профиля на углах и в зонах примыканий</p>
9		<p>Болт М12х40 ГОСТ 7805-70</p>	<p>Крепление кронштейнов к испытательному стенду</p>
10		<p>Шайба 12 ГОСТ 11371-78</p>	<p>Крепление кронштейнов к испытательному стенду</p>
11		<p>Гайка шестигранная М12 ГОСТ 5927-70</p>	<p>Крепление кронштейнов к испытательному стенду</p>
12		<p>Заклепка вытяжная из коррозионностойкой стали 4,8х10</p>	<p>Крепление элементов под облицовочной конструкции между собой</p>
13		<p>Заклепка вытяжная из коррозионностойкой стали 4,8х8</p>	<p>Крепление элементов под облицовочной конструкции между собой</p>

14		Прокладка термоизолирующая толщиной 2 мм ГОСТ 481-50	Разрыв термических воздействий между стеной и подоблицовочной конструкцией. Паронит ПОН-Б
15		Керамогранитная плита	Декоративная облицовка фасадов здания

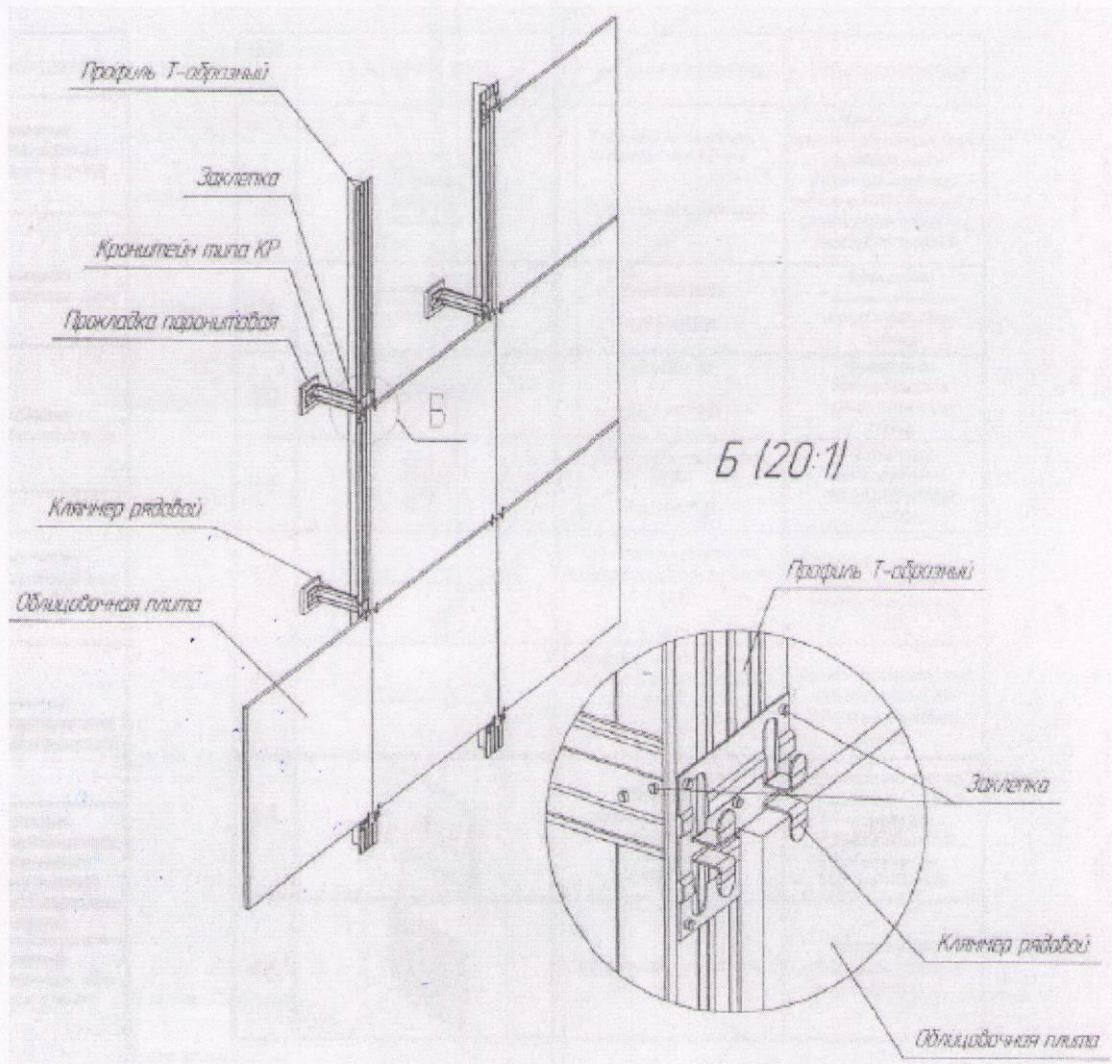


Рис. 3.1

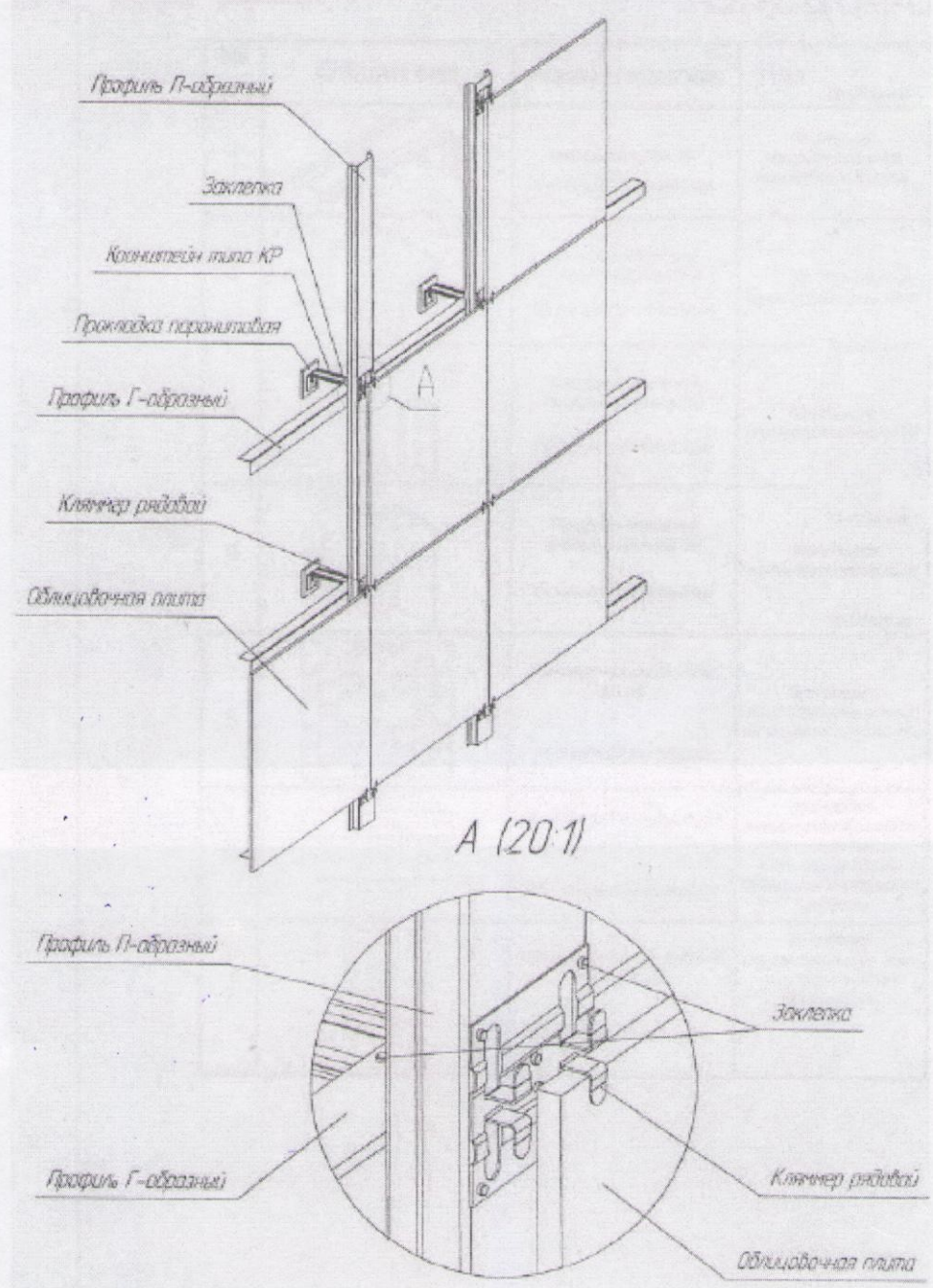


Рис. 3.2

a)



б)



Рис. 3.3

Рис. 3.4

a)



б)

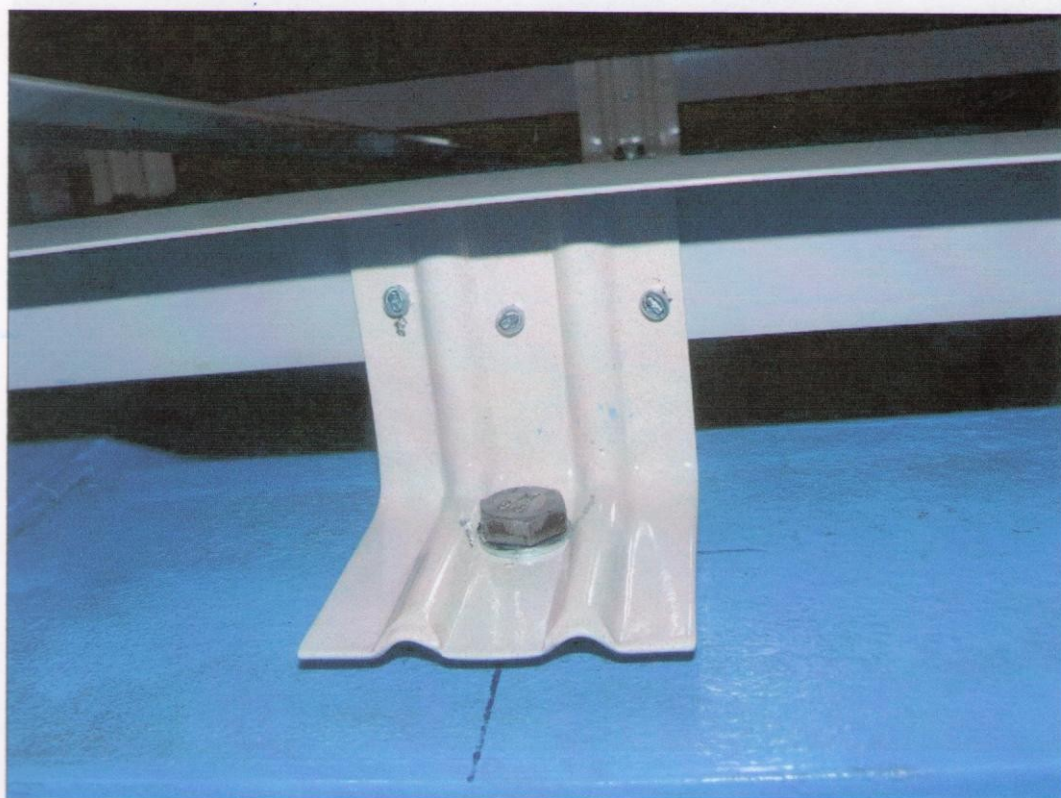


Рис. 3.4

a)



б)



Рис. 3.5

a)

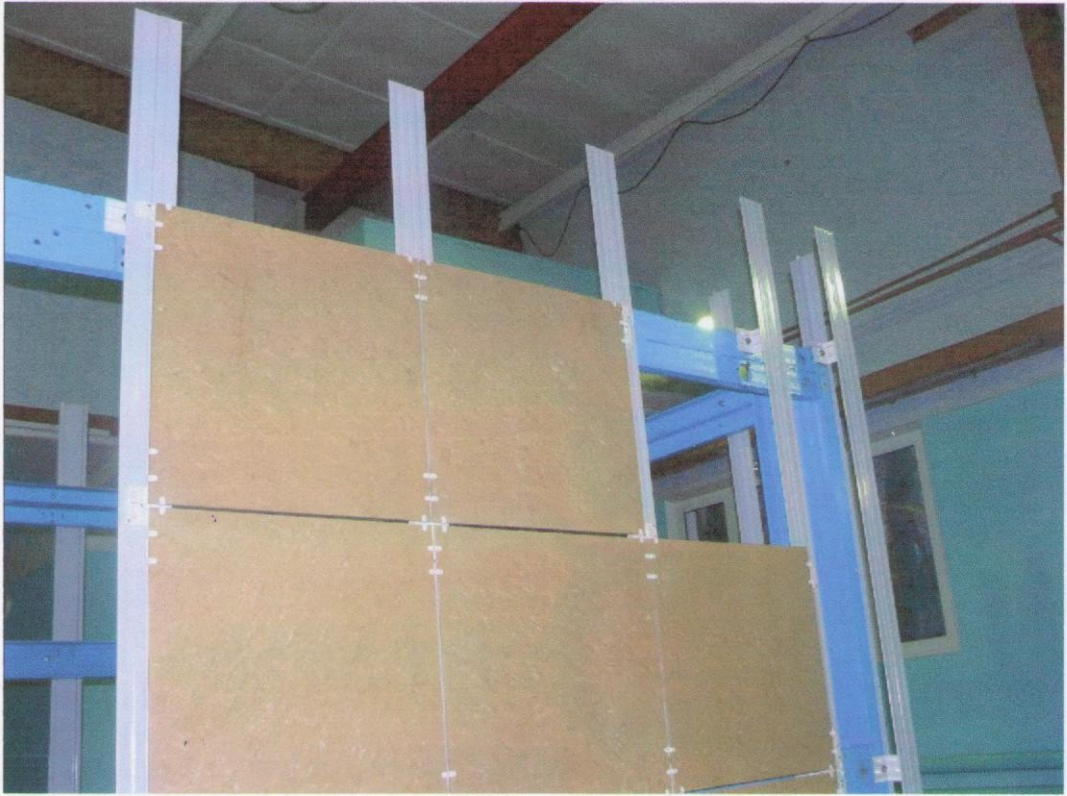


б)



Рис. 3.6

a)



б)



Рис. 3.7

a)



б)



Рис. 3.8

4. Программа и методика испытаний ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02»

Программа испытаний ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» включает в себя следующие этапы:

1. Анализ конструктивных особенностей ФС



Рис. 3.9

7. Составление технического отчета по результатам испытаний фрагментов ФС с рекомендациями по обеспечению эксплуатационной надежности фасадной системы при сейсмических воздействиях.

4. Программа и методика испытаний ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02»

Программа испытаний ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» 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 натурального фрагмента ФС.
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.

Каждый из указанных выше экспериментальных способов возбуждения колебаний сооружения имеет свои преимущества и недостатки, однако в целом применение этих методов позволяет дать интегральную характеристику сейсмостойкости сооружения.

Методика испытаний. В зависимости от способа возбуждения колебаний сооружения в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко существуют следующие основные методы испытаний:

- возбуждение колебаний сооружения с помощью специальных вибромашин инерционного действия типа ВИД-12 (ВИД-50)), работающих в диапазоне частот от 0.4 до 6.3c^{-1} ;
- возбуждение колебаний с помощью микросейсмических взрывных, ударных воздействий типа импульсного силового воздействия с последующими затухающими колебаниями системы. Такая установка позволяет смоделировать значительную величину амплитуды колебаний системы. Однако данная установка не позволяет создать широкий спектр низких и высоких частот, которые могут иметь место при сейсмических воздействиях. Кроме этого, данная схема испытаний в большинстве случаев не позволяет получить резонансные частоты и, тем самым, не дает полного представления о работе сооружения при сейсмических воздействиях.
- возбуждение колебаний сооружения с помощью виброплатформы. В ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко имеется виброплатформа инерционного действия ВП-100. Виброплатформа ВП-100 позволяет создавать необходимые значения параметров воздействия в широком диапазоне частот и инерционных нагрузок путем возбуждения механических колебаний в горизонтальной плоскости. Установка работает в диапазоне частот от 0 до 20Гц при амплитуде в горизонтальной плоскости от 0 до 50мм .

Каждый из указанных выше экспериментальных способов возбуждения колебаний сооружения имеет свои преимущества и недостатки, однако в целом применение этих методов позволяет дать интегральную характеристику сейсмостойкости сооружения.

Конструктивные особенности ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02».

Конструктивное решение ФС представлено в разделе 3 настоящего отчета. Выбор элементов, их геометрических параметров проведен на основании изучения представленной Заказчиком технической документации:

1. Проект образцов навесных фасадных систем «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» с воздушным зазором с вертикальным и вертикально-горизонтальным каркасом из оцинкованной стали с полимерным покрытием, с облицовкой основной плоскости плитами из керамического гранита для проведения натуральных испытаний на сейсмическую устойчивость. АЛТ-0575. ЗАО «Альтернатива», 2008.
2. Альбом технических решений «Конструкция навесной теплоизоляционной фасадной системы «Альт-Фасад-01» для облицовки плитами из керамического гранита». г.Трехгорный: ЗАО «Альтернатива», 2008 г.
3. Альбом технических решений «Конструкция навесной теплоизоляционной фасадной системы «Альт-Фасад-02» для облицовки плитами из керамического гранита». г.Трехгорный: ЗАО «Альтернатива», 2008 г.

Для испытаний были использованы конструктивные элементы ФС со следующими параметрами:

- 1-я монтажная схема, в которой шаг кронштейнов по вертикали составлял 1200 мм;
- 2-я монтажная схема, в которой шаг кронштейнов по высоте 600 мм.

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 натурный фрагмент ФС была использована виброплатформа инерционного действия ВП-100.

Вибромашина ВП-100 позволяет обеспечить необходимые параметры динамических воздействий на исследуемую систему в широком диапазоне частот и инерционных нагрузок путем возбуждения механических колебаний платформы в горизонтальной плоскости. На фото рис. 5.1, 5.2 показан общий вид пульта управления платформой ВП-100 и общий вид виброплатформы с установленной на ней жесткой рамой для крепления конструкций фасадной системы.

Управление ВП-100 – сенсорное с пульта управления. Установка ВП-100 является гидроэлектрическим устройством с использованием асинхронных двигателей, управляемых частотными преобразователями, и силовых гидравлических агрегатов, создающих переменные амплитудно-частотные колебания платформы, которая в свою очередь воздействует на испытываемый объект.

Пульт управления испытательного стенда ВП-100 (ПУИС) предназначен для работы в составе оборудования пульсаторов виброплатформы. С помощью элементов управления ПУИС можно воздействовать на показатели работы электро и гидравлических приводов пульсатора, тем самым, изменяя частоту и амплитуду вибрации испытательной платформы. Кроме этого, ПУИС осуществляет защиту оборудования пульсатора от нежелательных и аварийных режимов работы.

Пульт управления работает в двух режимах: ручном и автоматическом.

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 МИС – 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 5.1.

Основные технические данные акселерометра АТ 1105 – 10м

Таблица 5.1.

№№	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

Общий вид образцов испытуемых фрагментов показан на рис. 5.4.

Точки расположения акселерометров выбирались из следующих условий:

- места, где по результатам расчетов ожидается развитие максимальных напряжений и деформаций;
- возможность одновременного определения относительных деформаций в разных координатных плоскостях;

Для контроля задаваемых нагрузок один датчик был установлен на платформе, вблизи источника загрузки.

Общее количество контролируемых точек (количество акселерометров) - 15. Датчики, установленные на фрагменты ФС, показаны на рис. 5.4÷5.6.

Рис. 5.1



Рис. 5.2



Рис. 5.1

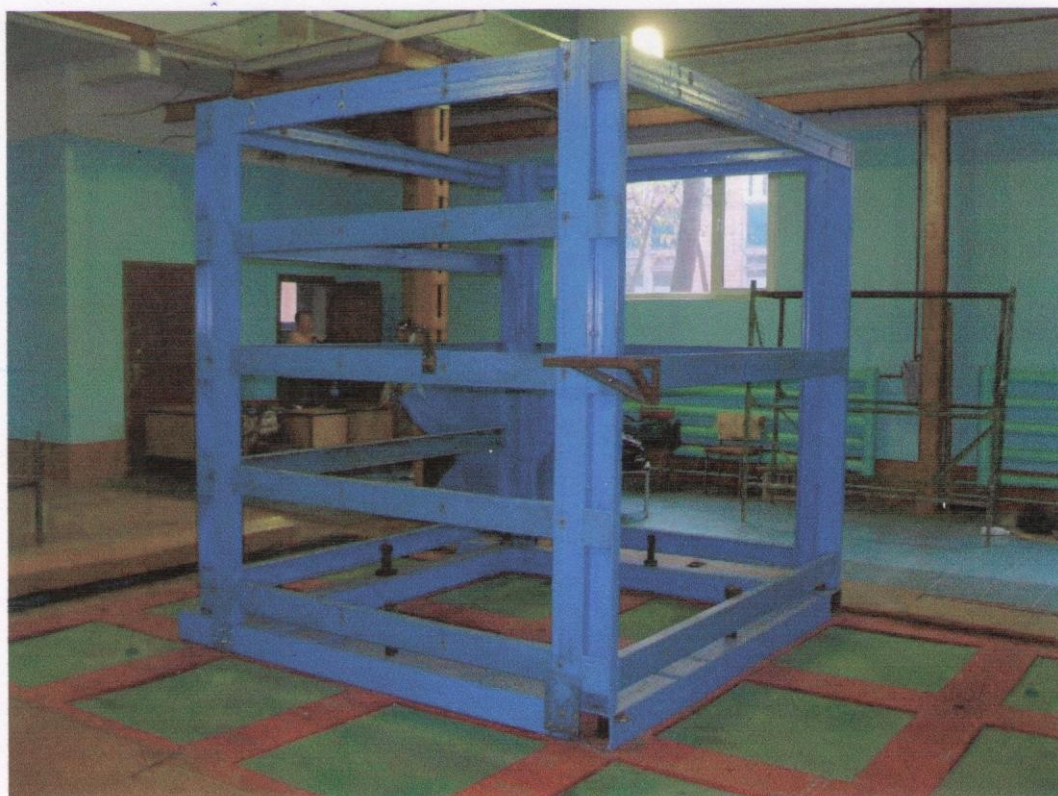
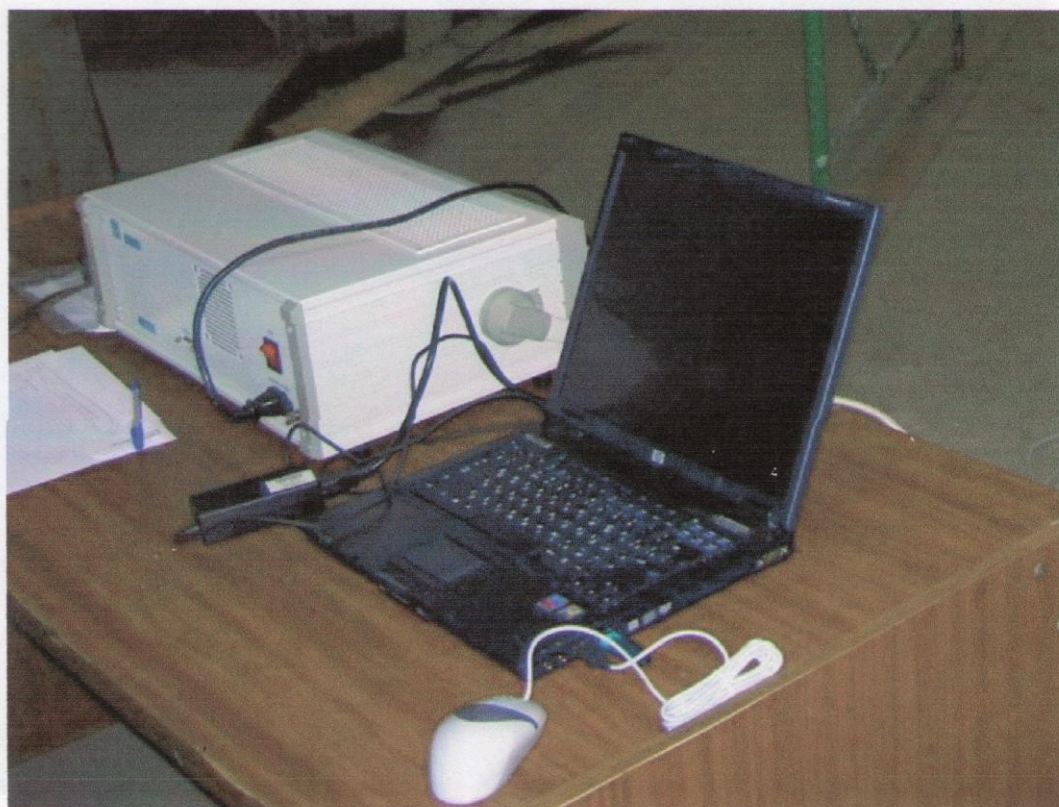


Рис. 5.2

a)



б)



Рис. 5.3

Рис. 5.4 – Общий вид стенда с установленными датчиками.

a)

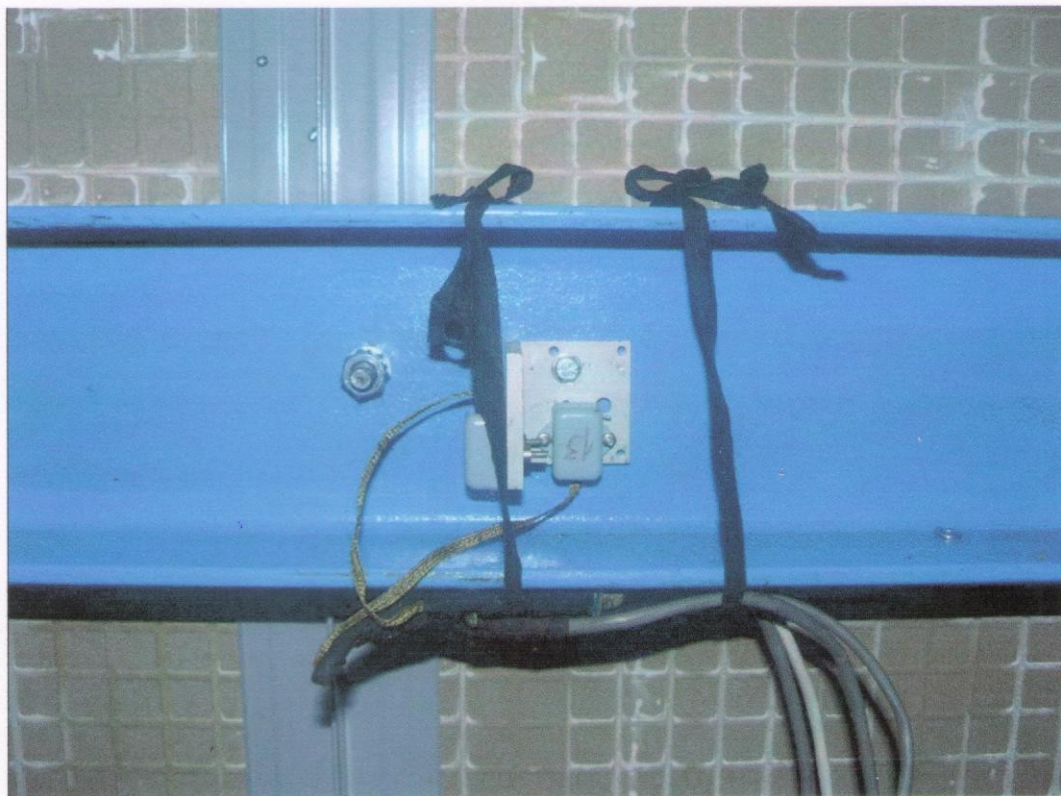


б)



Рис. 5.4 – Общий вид стенда с установленными датчиками:

a)



б)



Рис. 5.5

6. Расчетный анализ на ЭВМ экспериментального фрагмента ФС

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

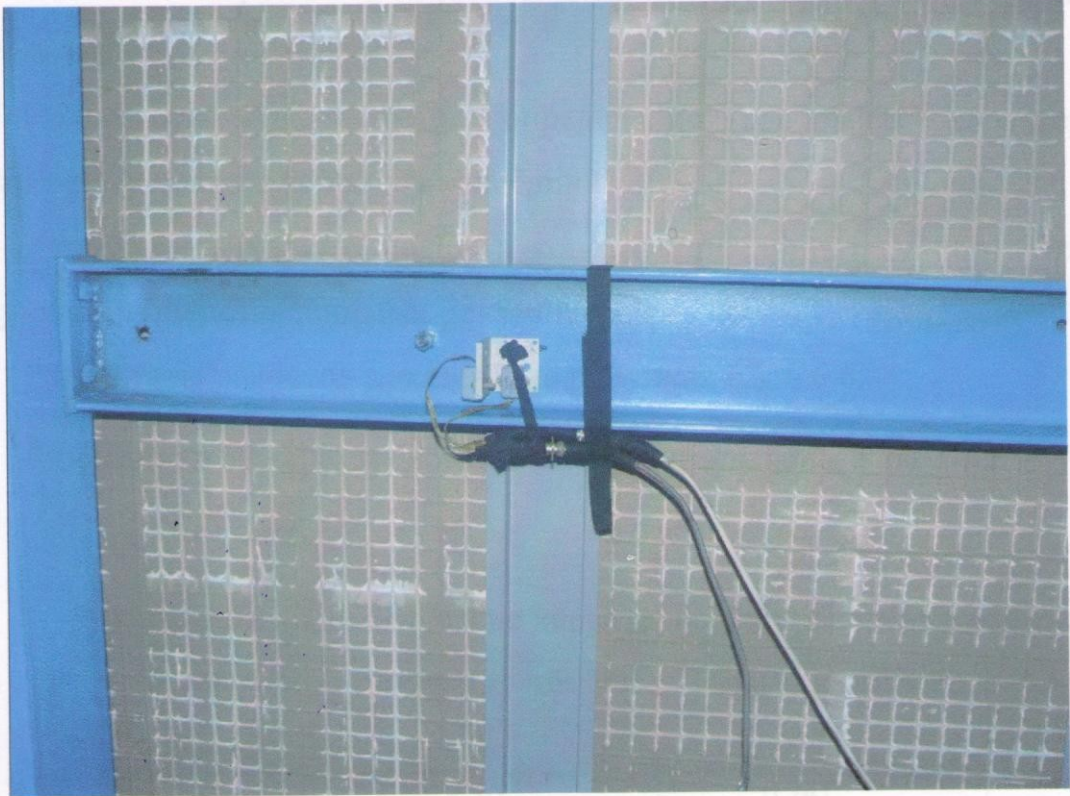


Рис. 5.6

2	4,664	0,2144
3	5,516	0,1794
4	6,364	0,1571
5	6,97	0,1433

Полученные в результате проведенных расчетов характеристики системы являются основой для назначения режимов нагружения конструкции (различные амплитудно-частотные характеристики виброформы).

6. Расчетный анализ на ЭВМ экспериментального фрагмента ФС

Формирование моделей и расчетный анализ фрагментов для испытаний проводился с применением программного комплекса "*STARK_ES*". 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	4,15	0,241
2	4,664	0,2144
3	5,576	0,1794
4	6,364	0,1571
5	6,97	0,1435

Полученные в результате проведенных расчетов характеристики системы являются основой для назначения режимов нагружения конструкции (различные амплитудно-частотные характеристики виброплатформы).

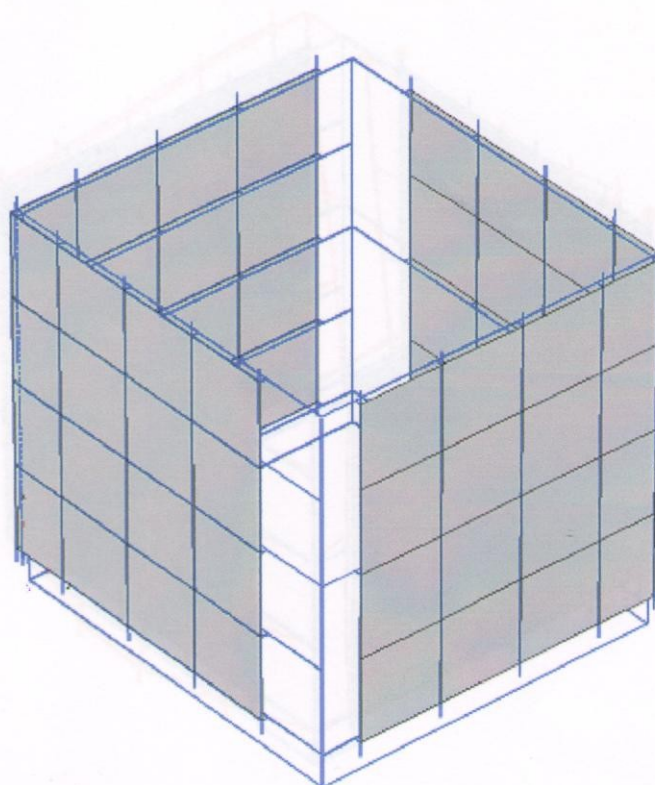


Рис. 6.3 - 2-я форма колебаний, $f=4,664$ Гц, $T=0,2144$ с.

Рис. 6.1 Расчетная схема

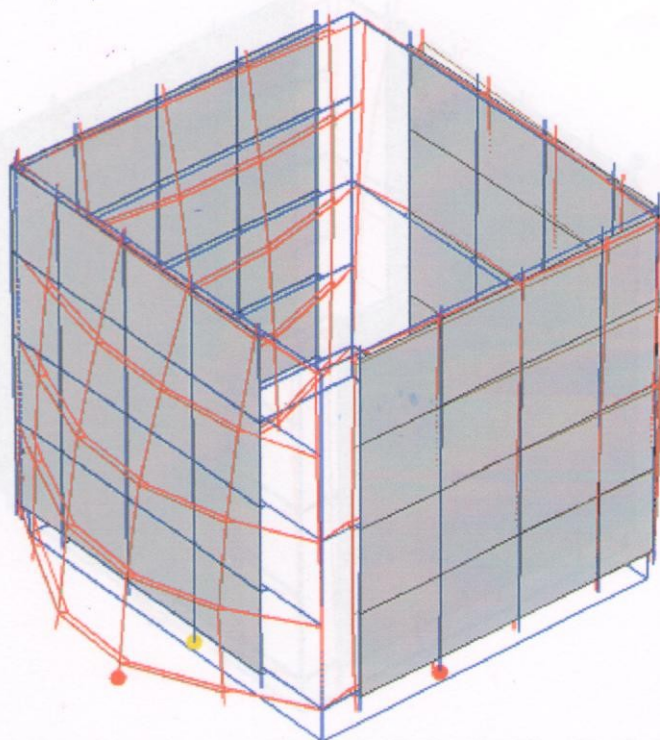


Рис. 6.4 - 3-я форма колебаний, $f=5,576$ Гц, $T=0,1794$ с.

Рис. 6.2 - 1-я форма колебаний, $f=4,15$ Гц, $T=0,241$ с.

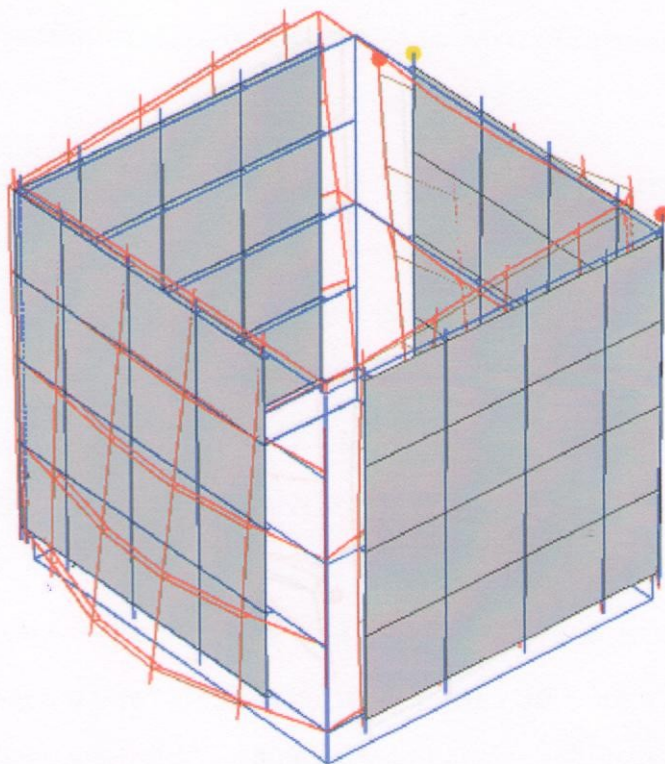


Рис. 6.3 - 2-я форма колебаний, $f=4,664$ Гц, $T=0,2144$ с.

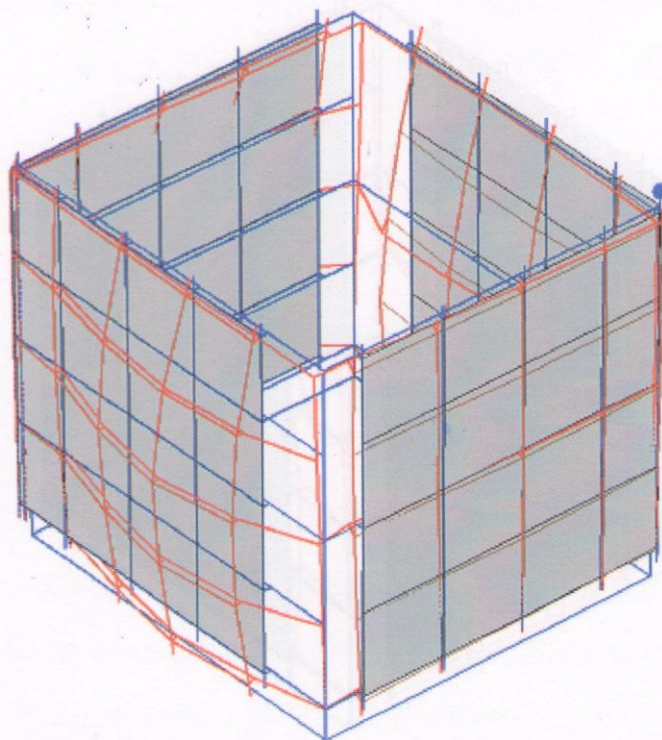


Рис. 6.4 - 3-я форма колебаний, $f=5,576$ Гц, $T=0,1794$ с.

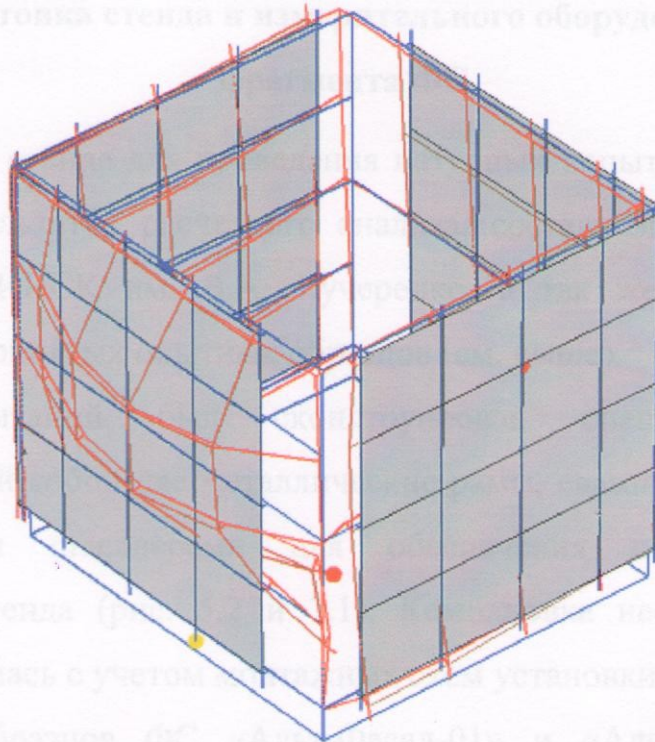


Рис. 6.5 - 4-я форма колебаний, $f=6,364$ Гц, $T=0,1571$ с.

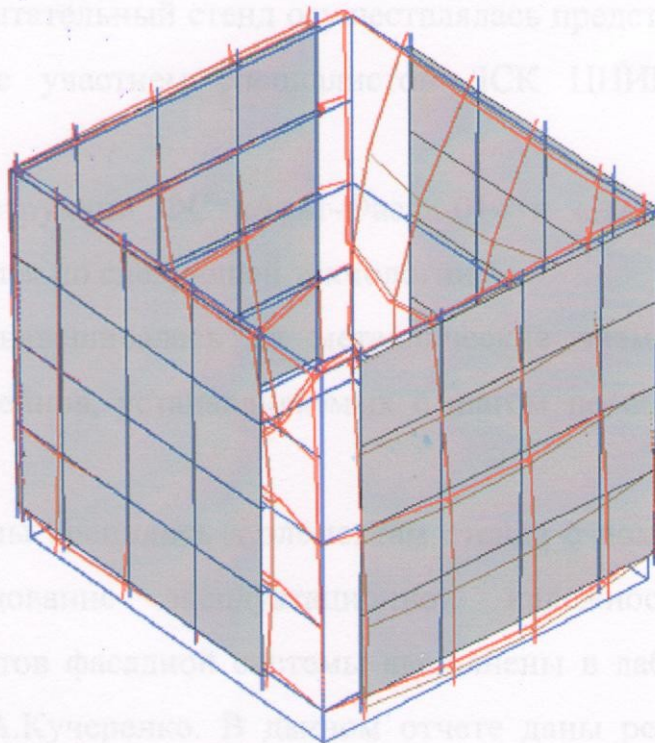


Рис. 6.6 - 5-я форма колебаний, $f=6,97$ Гц, $T=0,1435$ с.

7. Подготовка стенда и измерительного оборудования. Монтаж фрагмента ФС

Параметры стенда для проведения натуральных испытаний назначались исходя из результатов расчетного анализа, состава экспериментальной базы ЛСК ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, а так же конструктивных особенностей принятых опытных образцов (см. выше).

Для испытаний был сконструирован специальный стенд, представляющий собой две металлические рамы, связанные между собой металлическими швеллерами для обеспечения общей жесткости конструкции стенда (рис. 5.2 и 7.1). Компановка несущих элементов стенда проводилась с учетом монтажных схем установки кронштейнов.

Монтаж образцов ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» 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 ЗАО «Альтернатива» с участием специалистов ЛСК ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко.

Монтаж конструкций ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» на стенд осуществлялся по следующей технологии:

- 1) Система навешивалась на металлические элементы стенда с помощью кронштейнов, устанавливаемых с шагом по высоте 600 мм и 1200 мм.

- 2) Кронштейны крепились к элементам стенда с помощью болтов с гайками. Исследование эксплуатационной надежности анкерного крепления элементов фасадной системы выполнены в лаборатории ЛСК ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко. В данном отчете даны рекомендации по назначению марок анкеров различных фирм – производителей крепежа, прошедших проверку в ЦНИИСК.

3) На закрепленные кронштейны устанавливались направляющие и крепились с помощью заклепочных соединений.

4) Крепление элементов облицовки к направляющим производится с помощью клямеров.

5) Стенд с фрагментами системы для проведения экспериментальных исследований показан на рис. 3.3.

6) При монтаже ФС на стенд фрагменты № 1 и № 2 не замыкались между собой в контур (рис. 3.9).



Рис. 3.3 – Схема стенда для испытаний

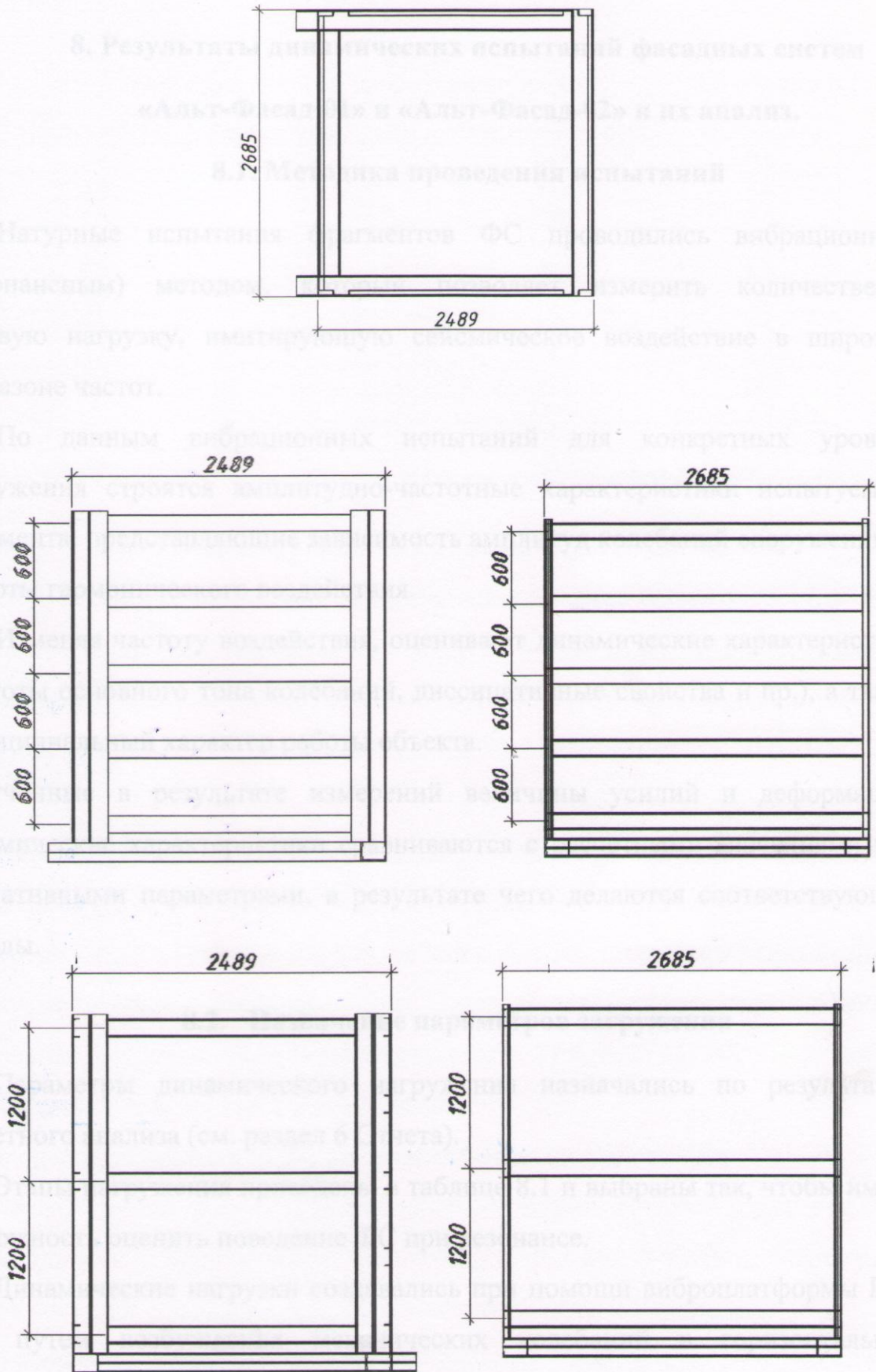


Рис. 7.1 – Схема стенда для испытаний

8. Результаты динамических испытаний фасадных систем

«Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» и их анализ.

8.1. Методика проведения испытаний

Натурные 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 строятся амплитудно-частотные характеристики испытуемого фрагмента, представляющие зависимость амплитуд колебаний сооружения от частоты гармонического воздействия.

Изменяя частоту воздействия, оценивают динамические характеристики (частоты основного тона колебаний, диссипативные свойства и пр.), а также принципиальный характер работы объекта.

Полученные в результате измерений величины усилий и деформаций, динамические характеристики сравниваются с расчетными значениями или нормативными параметрами, в результате чего делаются соответствующие выводы.

8.2. Назначение параметров загрузки

Параметры динамического нагружения назначались по результатам расчетного анализа (см. раздел 6 Отчета).

Этапы нагружения приведены в таблице 8.1 и выбраны так, чтобы иметь возможность оценить поведение ФС при резонансе.

Динамические нагрузки создавались при помощи виброплатформы ВП-100, путем возбуждения механических колебаний в горизонтальной плоскости.

Время загрузки для каждого этапа составляет от 10 до 40 секунд.

Параметры динамического нагружения ФС Таблица 8.1.

№	Частота f, Гц	Амплитуда A, мм	Ускорение a, см/с ²	бальность
1	3,1	2,4	84,6	6,8
2	3,4	2,2	95,2	6,9
3	4,4	1,8	139,7	7,5
4	5	1,6	155,7	7,6
5	6,6	1,4	244	8,3
6	10	1,2	462,1	9,2
7	12	1	549	9,5
8	13	1	715,7	9,8
9	13,91	1,1	815	10,0
10	7	1,2	230,3	8,2
11	7,47	1	229,9	8,2
12	18	0,7	839,5	10,1

8.3. Условия проведения динамических испытаний

Вибрационные испытания проводились в дневное время с 25.11.2008 по 26.11.2008 года при температуре воздуха - не ниже +15 °С. Условия проведения вибрационных испытаний соответствуют нормальным и рабочим условиям применения используемого типа акселерометров АТ1105–10м.

8.4. Параметры оценки работы ФС по результатам натурных испытаний

Основным свойством, определяющим надежность ФС при воздействии динамических нагрузок, является ее способность сохранять определенные эксплуатационные свойства (т.е. надежность), 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 отсутствуют и являются предметом отдельного исследования. В связи с этим, а также для целей настоящего исследования специалистами ЛСК ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко предложен следующий подход:

1. Уровень внешнего воздействия определяется по результатам натурных 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 таблице 8.4 даны критерии для оценки сейсмостойкости фасадных систем. За основу приняты критерии, приведенные в исследованиях [7].

Анализ результатов натуральных динамических испытаний ФС «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» позволяет отметить следующее:

- в процессе испытаний ускорение виброплатформы по данным акселерометров, установленных на ней, колебалось от 84,6 до 839,5 см/с², что эквивалентно сейсмическому воздействию 6,8÷10,1 баллов. На рис. 8.1. приведена схема расстановки датчиков – акселерометров на конструкциях фасадной системы. Частоты колебания системы изменялись в интервале от 3,1 до 18 Гц. Амплитуды колебаний системы изменялись от 0,01 до 16,1 мм. При этом ускорение в разных точках фасадной системы колебалось от 0,06 до 3026,1 см/с². В таблицах 8.5÷8.19 приведены данные замеров динамических характеристик ФС при различных уровнях сейсмических воздействий на конструкцию;
- в процессе испытаний при совпадении величин собственных частот колебаний ФС с частотами колебаний виброплатформы имел место резонанс. Это явление наблюдалось при колебаниях системы с частотой $f=7,47$ Гц, при амплитуде $A=1,1$ мм. При резонансе эксплуатационная надежность фасадной системы (элементов и узловых соединений) не была нарушена.
- в Приложении 1 к настоящему отчету приведены осциллограммы, записанные с датчиков. По результатам обработки на ЭВМ полученных по испытаниям осциллограмм с помощью специальных программ выделены спектры пиковых значений ускорений и амплитуд колебаний элементов системы.

Соответствие уровня воздействия инструментальным значениям ускорений

Таблица 8.2.

I, балл, MSK-64	Ускорения A[5], м/с ²	Ускорения A согласно MSK-64, м/с ²	Предложения по базовым ускорениям A[6] согласно региональной шкалы Прибайкалья, м/с ²	Ускорение A _p по СНИП-II-7-81*, м/с ²
5	-	-	-	-
6	0,28-0,56	0,25-0,50	0,191-0,51	0,05
7	0,56-1,12	0,50-1,00	0,51-1,32	1,00
8	1,12-2,24	1,00-2,00	1,32-3,47	2,00
9	2,24-4,48	2,00-4,00	-	4,00
10	-	-	-	-

Соответствие воздействий инструментальным значениям ускорений

Таблица 8.3.

Интенсивность динамического воздействия в баллах	Интервалы максимальных ускорений грунта, см/с ² , 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
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

Критерии для оценки сейсмостойкости фасадных систем.

Таблица 8.4

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%.		> 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%;		
			II	

Таблица 8.5.

№	f, Гц	датчик 1-2-1(продольн) на облицовке		
		A, мм	a, см/с ²	бал.
1	3,1	2,7	96,7	7,0
2	3,4	2,6	111	7,2
3	4,4	2,5	188,2	7,9
4	5	2,3	234,8	8,2
5	6,6	3,9	661,6	9,7
6	10	0,7	292,1	8,5
7	12	4,9	2801,4	11,8
8	13	3,7	2483,2	11,6
9	13,91	3,3	2539,9	11,7
10	7	8,2	1574,5	11,0
11	7,47	12,1	2654,1	11,7
12	18	0,7	840,6	10,1

Таблица 8.6.

№	f, Гц	датчик 1-2-2(поперечн) на облицовке		
		A, мм	a, см/с ²	бал.
1	3,1	0,02	0,7	-0,2
2	3,4	0,03	1,3	0,7
3	4,4	0,1	6,9	3,1
4	5	0,1	14,4	4,2
5	6,6	1,4	234,3	8,2
6	10	0,6	225,7	8,2
7	12	0,6	334,5	8,7
8	13	0,4	244,8	8,3
9	13,91	0,3	228,3	8,2
10	7	1	190,6	7,9
11	7,47	0,9	206,4	8,0
12	18	0,1	165,9	7,7

Таблица 8.7.

№	f, Гц	датчик 1-2-3(продольн) на облицовке		
		A, мм	a, см/с ²	бал.
1	3,1	2,6	92,4	6,9
2	3,4	2,4	105,1	7,1
3	4,4	2,2	169,8	7,8
4	5	2	205	8,0
5	6,6	3	506,3	9,3
6	10	1,1	418,8	9,1
7	12	2,2	1288,4	10,7
8	13	1,2	770,1	9,9
9	13,91	0,5	413,6	9,0
10	7	5,1	977,2	10,3
11	7,47	7,2	1577,5	11,0
12	18	0,9	1189,8	10,6

Таблица 8.8.

		датчик 1-2-4(поперечн) на облицовке		
№	f, Гц	A, мм	a, см/с ²	бал.
1	3,1	0,04	1,3	0,7
2	3,4	0,04	1,9	1,3
3	4,4	0,1	6,9	3,1
4	5	0,1	13,7	4,1
5	6,6	1,5	259,2	8,4
6	10	0,6	246,1	8,3
7	12	1,8	1059,4	10,4
8	13	1,5	967,8	10,3
9	13,91	1,4	1059	10,4
10	7	1,5	283,8	8,5
11	7,47	1,5	322,2	8,7
12	18	0,8	1007,3	10,3

Таблица 8.9.

		датчик 1-4-1(продольн) на облицовке		
№	f, Гц	A, мм	a, см/с ²	бал.
1	3,1	2,6	93	6,9
2	3,4	2,4	105,8	7,1
3	4,4	2,3	177,4	7,8
4	5	2,2	217,8	8,1
5	6,6	3,9	654,6	9,7
6	10	3,1	1223,2	10,6
7	12	1,2	682,9	9,8
8	13	0,4	278	8,5
9	13,91	0,3	208,5	8,1
10	7	11,2	2157,2	11,4
11	7,47	16,1	3550,7	12,2
12	18	1	1230,8	10,6

Таблица 8.10.

		датчик 1-4-2(поперечн) на облицовке		
№	f, Гц	A, мм	a, см/с ²	бал.
1	3,1	0,05	1,7	1,1
2	3,4	0,04	1,9	1,3
3	4,4	0,05	4,2	2,4
4	5	0,07	6,7	3,1
5	6,6	1,5	250	8,3
6	10	2,2	859	10,1
7	12	2,5	1404,9	10,8
8	13	1,3	877,7	10,1
9	13,91	0,9	913,9	10,2
10	7	2,2	425	9,1
11	7,47	2,7	603,9	9,6
12	18	0,7	935,9	10,2

Таблица 8.14.

датчик 1-4-3(продольн) на облицовке				
№	f, Гц	A, мм	a, см/с ²	бал.
1	3,1	2,8	100,8	7,0
2	3,4	2,7	116,8	7,2
3	4,4	2,7	209	8,1
4	5	2,7	271	8,4
5	6,6	5,4	915,9	10,2
6	10	7,4	2919,7	11,9
7	12	1,8	1033,2	10,4
8	13	0,8	521,6	9,4
9	13,91	1,6	1238,3	10,6
10	7	14,3	2740	11,8
11	7,47	2	4386,6	12,5
12	18	0,9	1099,5	10,5

Таблица 8.12.

датчик 1-4-4(поперечн) на облицовке				
№	f, Гц	A, мм	a, см/с ²	бал.
1	3,1	0,05	1,9	1,3
2	3,4	0,05	2	1,4
3	4,4	0,02	1,7	1,1
4	5	0	0,06	-3,7
5	6,6	1	177,1	7,8
6	10	0,7	267	8,4
7	12	0,3	181,1	7,9
8	13	0,2	121,7	7,3
9	13,91	0,1	84,3	6,8
10	7	1,8	338,8	8,8
11	7,47	2	439,9	9,1
12	18	0,1	183,9	7,9

Таблица 8.13.

датчик 1-6-1(продольн) на кронштейне				
№	f, Гц	A, мм	a, см/с ²	бал.
1	3,1	2,7	96,7	7,0
2	3,4	2,6	111,3	7,2
3	4,4	2,5	190,3	7,9
4	5	2,4	238,9	8,3
5	6,6	4,1	691,8	9,8
6	10	3,4	1321,4	10,7
7	12	1,4	807,9	10,0
8	13	1	679,1	9,8
9	13,91	1,6	1244,6	10,6
10	7	9,1	1739,2	11,1
11	7,47	13,8	3026,1	11,9
12	18	1,2	1580,4	11,0

Таблица 8.14.

№	f, Гц	датчик 1-6-2(поперечн) на кронштейне		
		A, мм	a, см/с ²	бал.
1	3,1	0,06	2,2	1,5
2	3,4	0,06	2,4	1,6
3	4,4	0,04	2,8	1,8
4	5	0,02	1,8	1,2
5	6,6	0,8	138	7,5
6	10	0,5	216,5	8,1
7	12	0,2	138,3	7,5
8	13	0,05	35,1	5,5
9	13,91	0,06	42,8	5,8
10	7	1,3	250,8	8,3
11	7,47	1,4	314,5	8,7
12	18	0,1	133,8	7,4

Таблица 8.15.

№	f, Гц	датчик 1-6-3(продольн) на раме		
		A, мм	a, см/с ²	бал.
1	3,1	2,6	92,2	6,9
2	3,4	2,4	104,8	7,1
3	4,4	2,2	168,3	7,8
4	5	2	201,6	8,0
5	6,6	2,8	474,3	9,2
6	10	0,8	309,8	8,6
7	12	1,6	913,6	10,2
8	13	0,7	456,7	9,2
9	13,91	0,2	161	7,7
10	7	4,8	913,2	10,2
11	7,47	6,4	1400,6	10,8
12	18	1,4	1851,5	11,2

Таблица 8.16.

№	f, Гц	датчик 1-6-4(поперечн) на раме		
		A, мм	a, см/с ²	бал.
1	3,1	0,02	0,8	0,0
2	3,4	0,03	1,3	0,7
3	4,4	0,07	5,2	2,7
4	5	0,1	10,4	3,7
5	6,6	1	173,2	7,8
6	10	0,4	148,8	7,6
7	12	0,5	258,5	8,4
8	13	0,3	195,3	8,0
9	13,91	0,2	189,7	7,9
10	7	0,9	166	7,7
11	7,47	0,9	197,8	8,0
12	18	0,2	249,8	8,3

Таблица 8.17.

№	f, Гц	датчик 1-8-1(продольн) на платформе		
		A, мм	a, см/с ²	бал.
1	3,1	2,4	84,6	6,8
2	3,4	2,2	95,2	6,9
3	4,4	1,8	139,7	7,5
4	5	1,6	155,7	7,6
5	6,6	1,4	244	8,3
6	10	1,2	462,1	9,2
7	12	1	549	9,5
8	13	1	715,7	9,8
9	13,91	1,1	815	10,0
10	7	1,2	230,3	8,2
11	7,47	1	229,9	8,2
12	18	0,7	839,5	10,1

Таблица 8.18.

№	f, Гц	датчик 1-8-2(поперечн) на раме		
		A, мм	a, см/с ²	бал.
1	3,1	0,01	0,5	-0,6
2	3,4	0,01	0,4	-1,0
3	4,4	0,01	0,7	-0,2
4	5	0,03	2,8	1,8
5	6,6	0,9	150,5	7,6
6	10	0,4	175,1	7,8
7	12	0,2	126,6	7,3
8	13	0,06	42,5	5,8
9	13,91	0,07	52,3	6,1
10	7	1,1	213,8	8,1
11	7,47	1	222,1	8,2
12	18	0,1	111,8	7,2

Таблица 8.19.

№	f, Гц	датчик 1-8-3(продольн) на раме		
		A, мм	a, см/с ²	бал.
1	3,1	2,7	96,9	7,0
2	3,4	2,6	111,4	7,2
3	4,4	2,5	190	7,9
4	5	2,4	237,8	8,2
5	6,6	4	677,7	9,8
6	10	3,1	1230	10,6
7	12	1,5	835,9	10,1
8	13	1,2	772,1	9,9
9	13,91	1,8	1402,4	10,8
10	7	8,6	1656,5	11,1
11	7,47	12,9	2828,5	11,8
12	18	1,3	1609,5	11,0

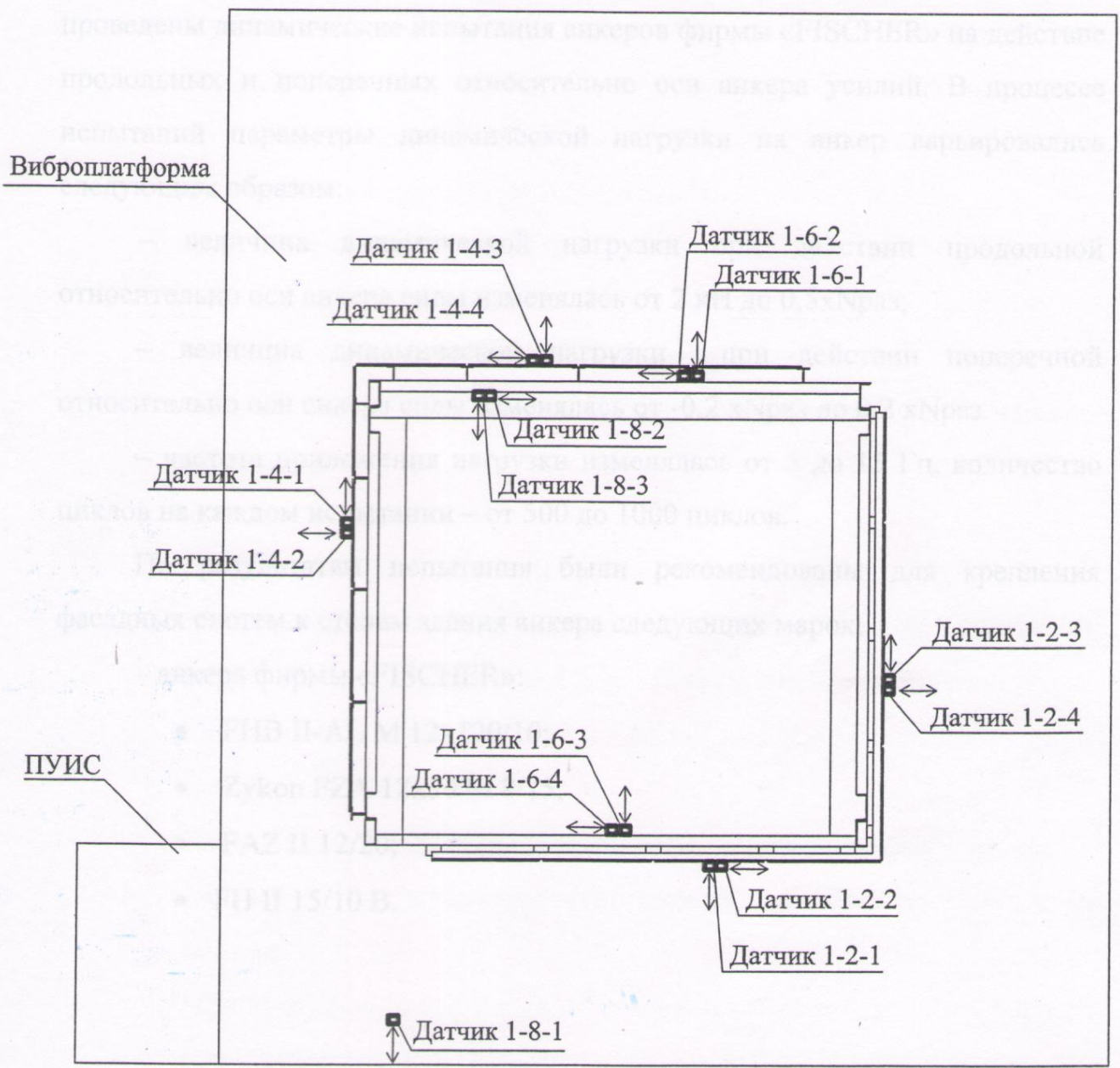


Рис. 8.1. Схема расположения датчиков.

9. Назначение анкерного крепежа для крепления фасадных систем к стенам зданий

Одновременно с проведением динамических испытаний ФС в Отделе сейсмостойкости и экспериментальных исследований сооружений были проведены динамические испытания анкеров фирмы «FISCHER» 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 $0,5xN_{раз}$;
- величина динамической нагрузки при действии поперечной относительно оси анкера силы изменялась от $-0,2 xN_{раз}$ до $0,2 xN_{раз}$.
- частота приложения нагрузки изменялась от 5 до 15 Гц, количество циклов на каждом испытании – от 500 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.

10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Выводы и рекомендации

Анализ результатов динамических испытаний фасадных систем «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» на виброплатформе ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко позволяет сделать следующие выводы:

1. Были испытаны ФС «Альт-Фасад-01» с вертикальными направляющими и шагом кронштейнов по высоте 1200 мм, а также ФС «Альт-Фасад-02» с вертикальными и горизонтальными направляющими и шагом кронштейнов по высоте 600 мм.
2. Фасадные системы «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» могут быть рекомендована для применения в районах с сейсмичностью 7÷9 баллов при креплении облицовочных плит по схеме, использовавшейся во время испытаний: установка кляммеров производится и по горизонтальным граням плит, и по вертикальным.
3. В процессе испытаний при совпадении величин собственных частот ФС с частотами виброплатформы имел место резонанс (при частоте $f=7,47$ Гц, амплитуде $A=1,1$ мм). При резонансе эксплуатационная надежность фасадной системы (элементов и узловых соединений) не была нарушена.
4. Количество элементов крепления облицовочной плиты к направляющим должно соответствовать техническим условиям на систему.
5. При применении фасадных систем «Альт-Фасад-01» и «Альт-Фасад-02» в сейсмических районах при бальности площадки строительства 7-9 баллов должны соблюдаться требования, касающиеся долговечности и коррозионной стойкости элементов фасадной системы.

6. В связи с отсутствием достаточного опыта применения вентилируемых фасадных систем с воздушным зазором в сейсмических районах рекомендуется привлечение специалистов ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко для технического контроля за качеством монтажа несущих подконструкций фасадной системы.
 7. В приложении 3 к настоящему отчету приложена видеосъемка испытания ФС на сейсмические воздействия.
1. Я.М. Айзенберг, Р.Т. Ахбиев, В.И. Смирнов, М.Ж. Чубалов. «Динамические испытания и сейсмостойкость навесных фасадных систем». Ж. «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений» №1, 2008г. стр. 13-15.
 2. 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. Междометвенный совет по возможности и сейсмостойкому строительству (МСССС) при президиуме АН СССР. М.: Наука, 1975.
 3. Металлические рекомендации по инженерному анализу последствий землетрясений. ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко ГОССТРОЯ СССР. - М., 1980, 62 с.
 4. Отчет по результатам лабораторных испытаний фрагментов навесных вентилируемых фасадов «ДИА.Т». ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко - М., 2007.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

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. СНиП 2.03.01-84*. «Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования».
4. 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.
5. 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.
6. Методические рекомендации по инженерному анализу последствий землетрясений. ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко ГОССТРОЯ СССР. – М., 1980, 62 с.
7. Отчет по результатам натурных испытаний фрагментов навесных вентилируемых фасадов «ДИАТ». ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко – М., 2007.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

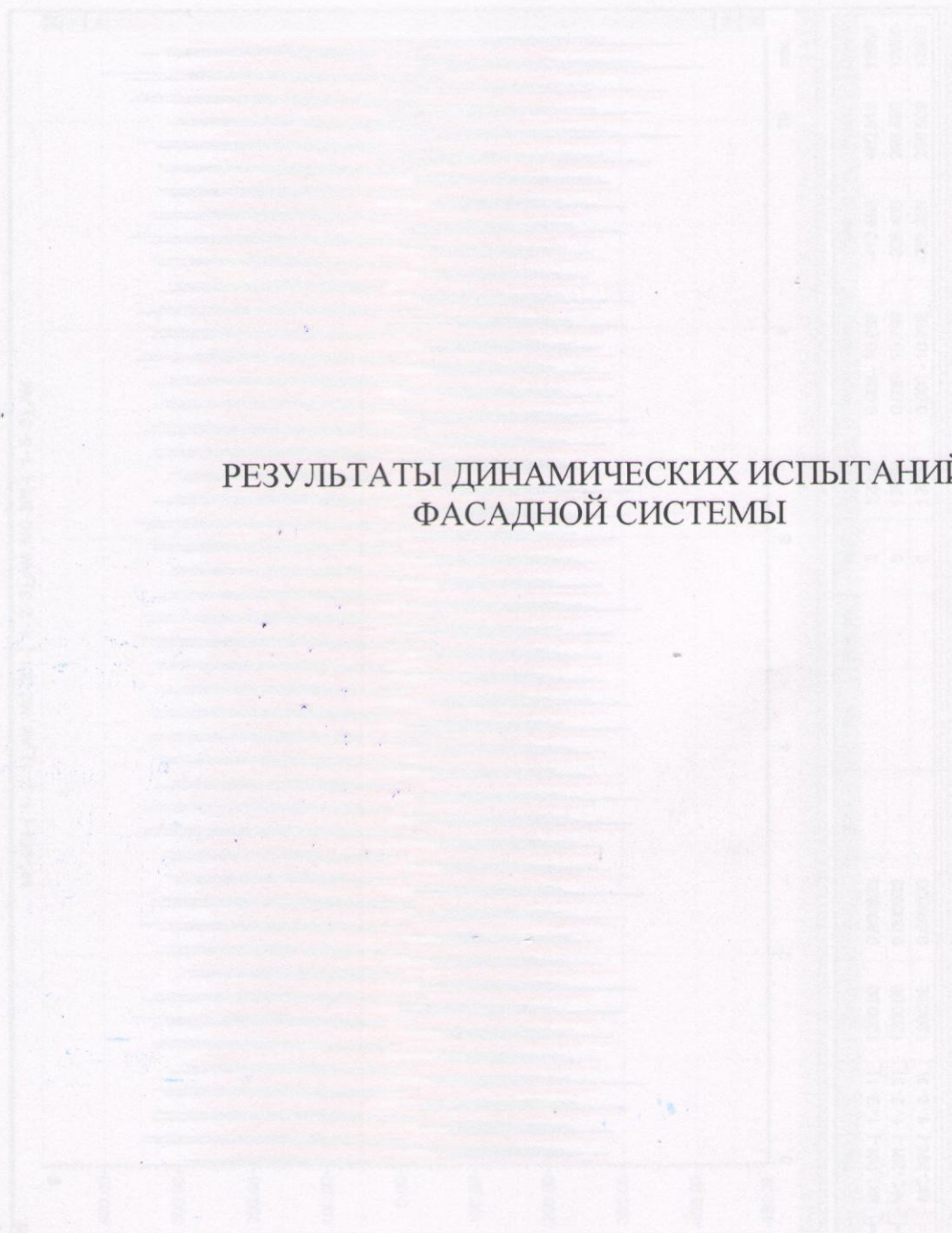


Рис. 1.1. Осциллограммы деформации (1-2) и скорости (3-4) в различных точках фасадной системы при сейсмическом воздействии (частота 0,4 Гц, амплитуда 0,5-1,0 см).

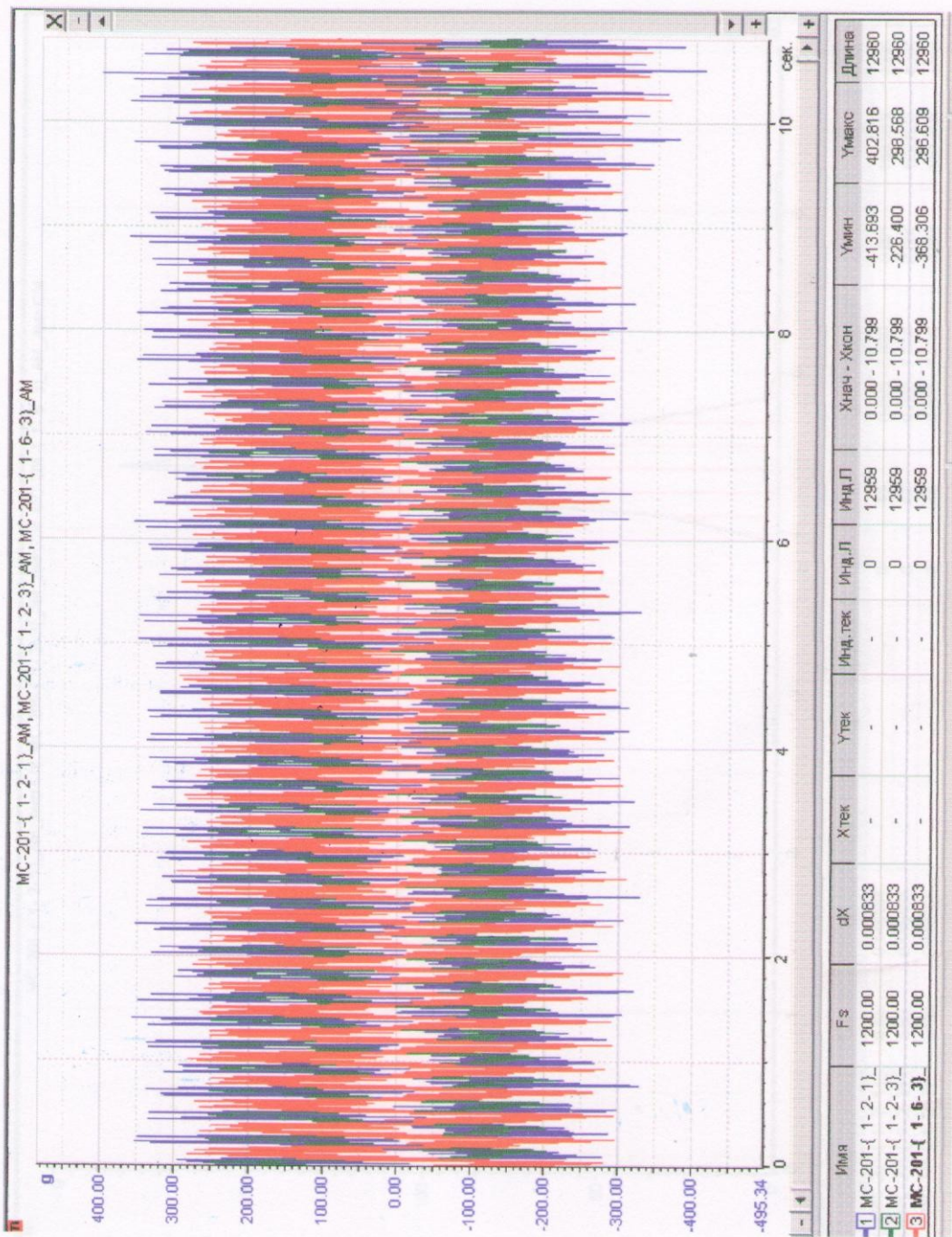


Рис. П-1-1. Осциллограммы, записанные с датчиков 1-2-1 (синим цветом), 1-2-3 (зеленым цветом), установленные на фасадной системе и 1-6-3 (красным цветом) при 3-м режиме испытания (частота $f=4,4$ Гц; амплитуда $A=1,8$ мм)

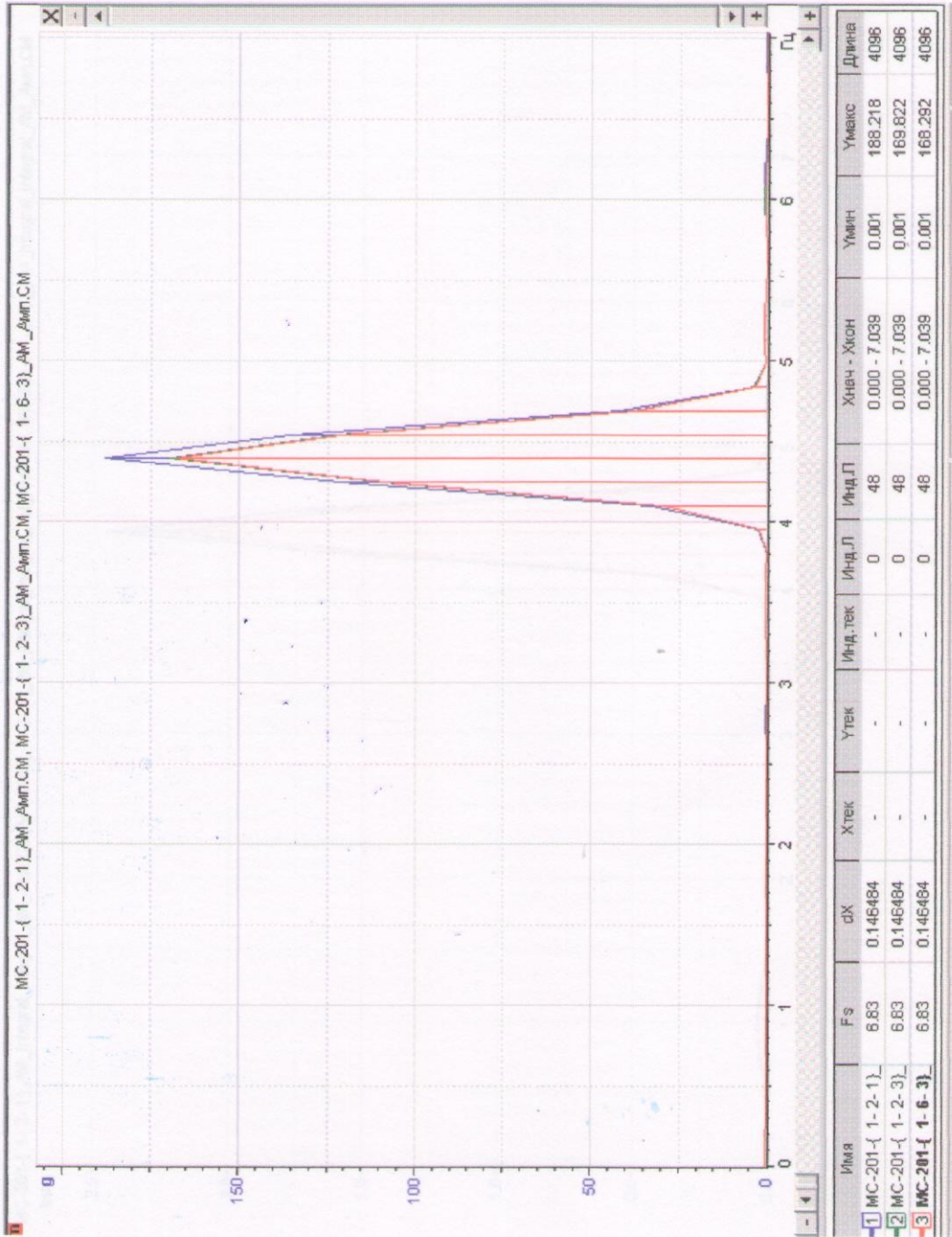


Рис. П-1-2. Спектры пиковых значений ускорений ($\text{см}/\text{с}^2$) для датчиков 1-2-1 (синим цветом), 1-2-3 (зеленым цветом), установленных на фасадной системе и 1-6-3 (красным цветом) при 3-м режиме испытания (частота $f=4,4$ Гц; амплитуда $A=1,8$ мм)

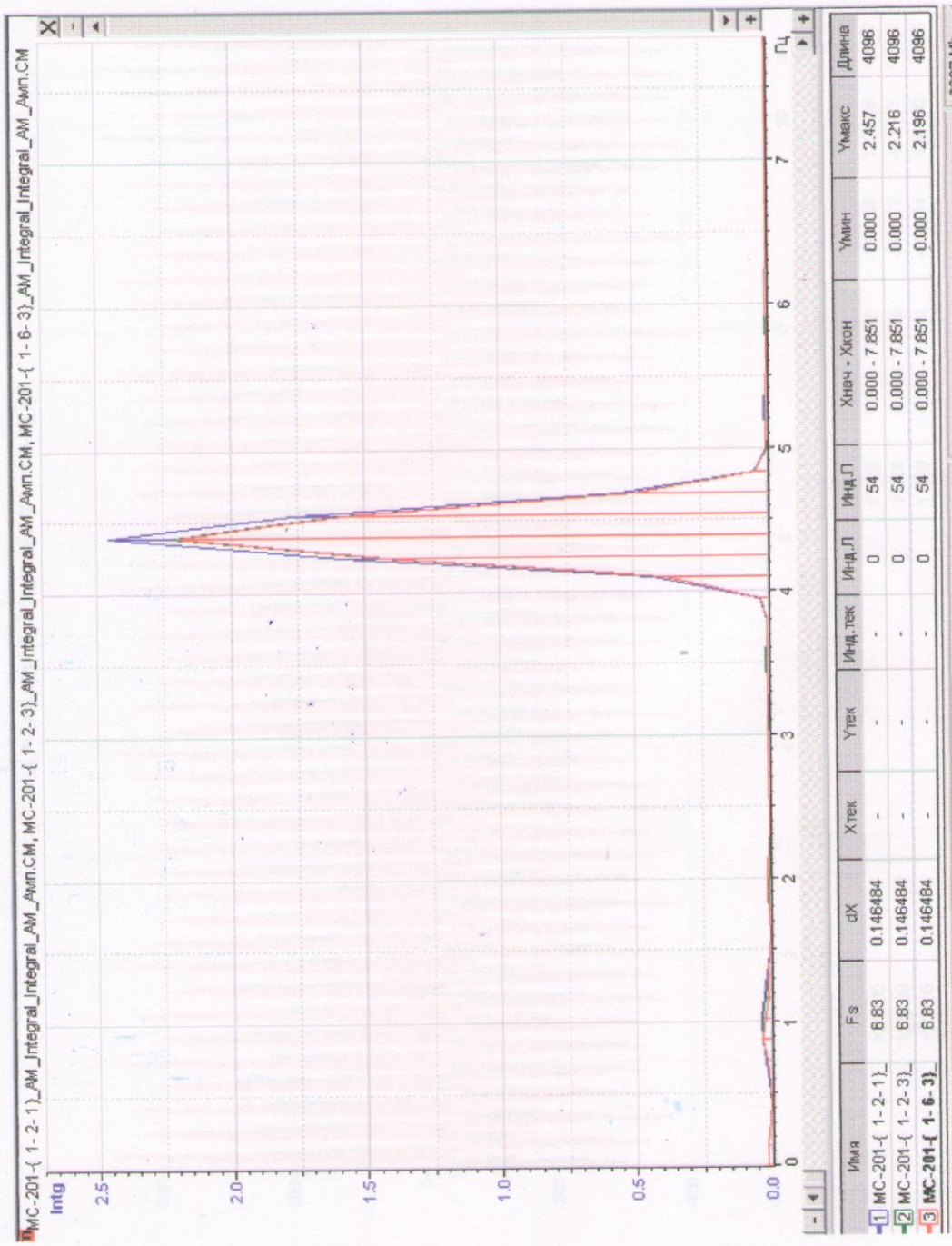


Рис. П-1-3. Спектры пиковых значений амплитуд (мм) для датчиков 1-2-1(синим цветом), 1-2-3(зеленым цветом), установленных на фасадной системе и 1-6-3(красным цветом) при 3-м режиме испытания (частота $f=4,4$ Гц; амплитуда $A=1,8$ мм)

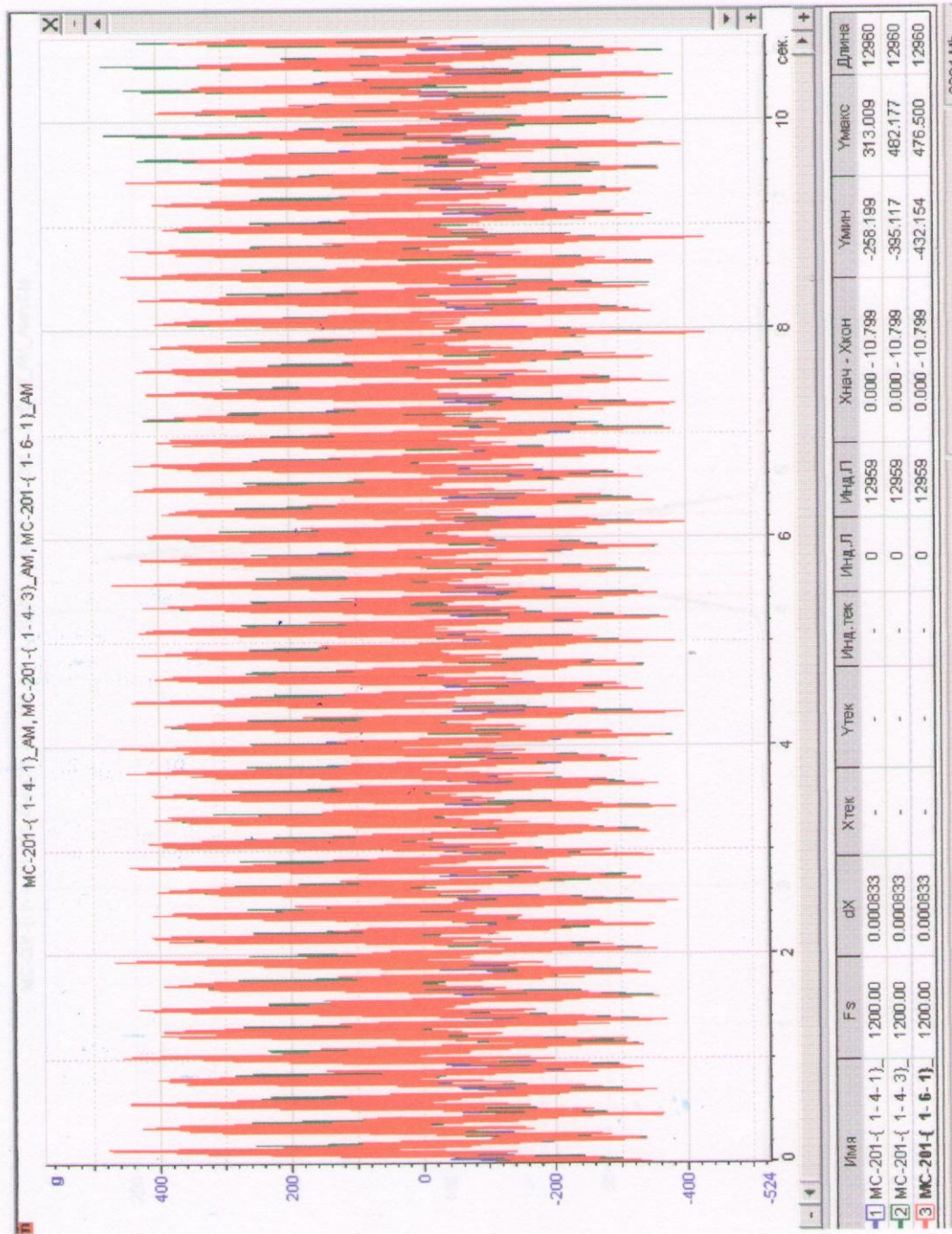


Рис. П-1-4. Осциллограммы, записанные с датчиков 1-4-1 (синим цветом), 1-4-3 (зеленым цветом), 1-6-1 (красным цветом) при 3-м режиме испытания (частота $f=4,4$ Гц; амплитуда $A=1,8$ мм)

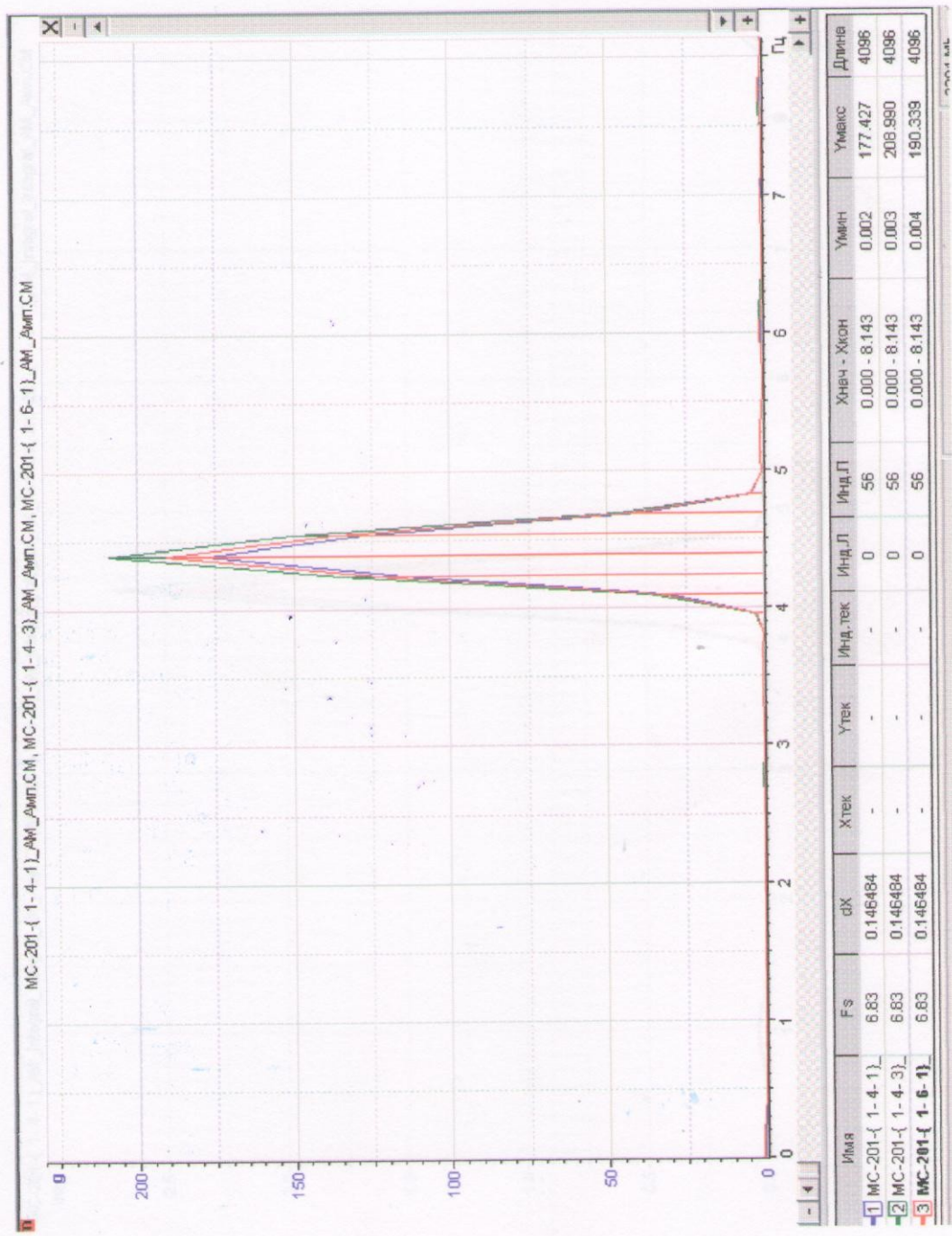


Рис. П-1-5. Спектры пиковых значений ускорений ($\text{см}/\text{с}^2$) для датчиков 1-4-1 (синим цветом), 1-4-3 (зеленым цветом), установленных на фасадной системе и 1-6-1 (красным цветом) при 3-м режиме испытания (частота $f=4,4$ Гц; амплитуда $A=1,8$ мм)

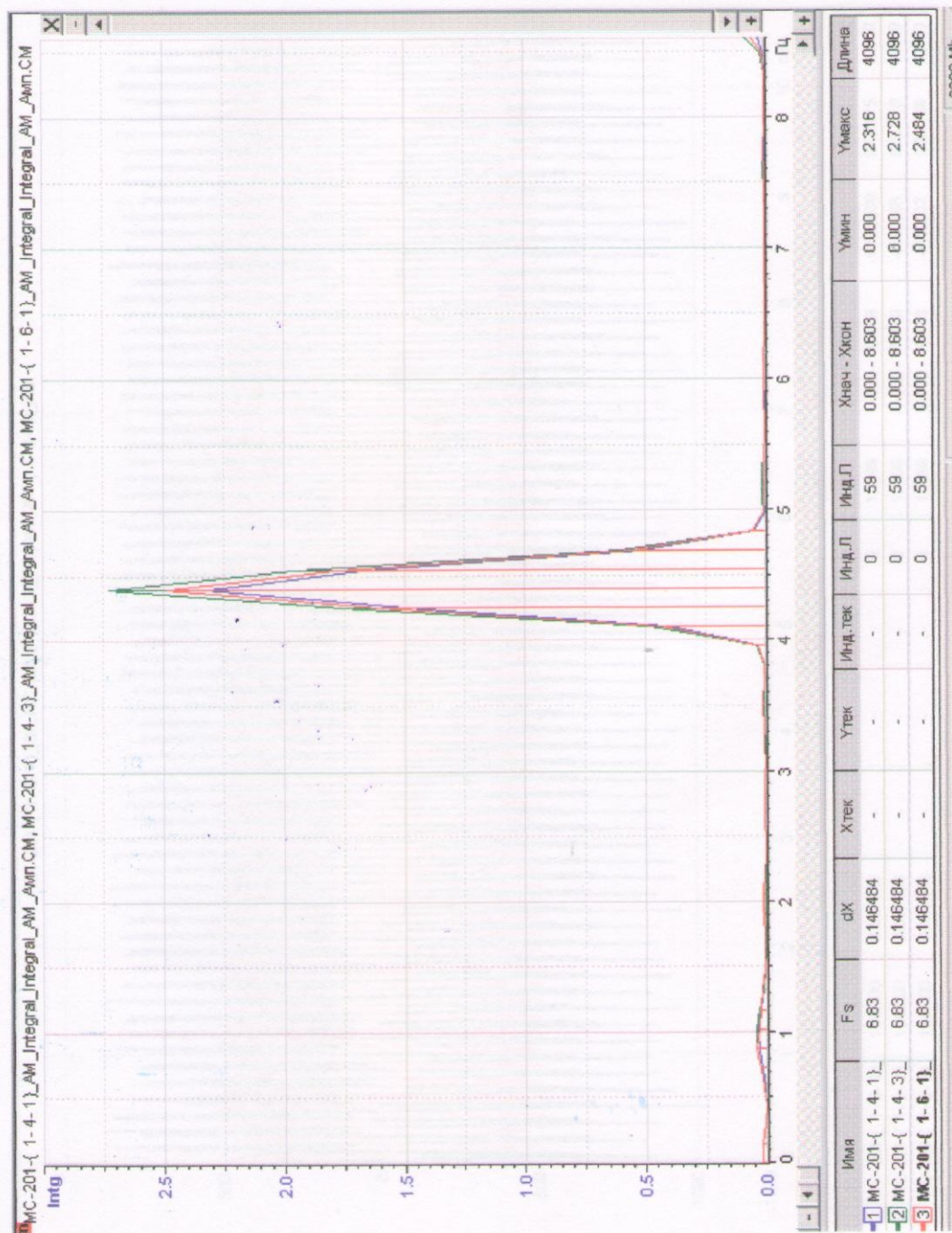


Рис. П-1-6. Спектры пиковых значений амплитуд (мм) для датчиков 1-4-1(синим цветом), 1-4-3(зеленым цветом), установленных на фасадной системе и 1-6-1(красным цветом) при 3-м режиме испытания (частота $f=4,4$ Гц; амплитуда $A=1,8$ мм)

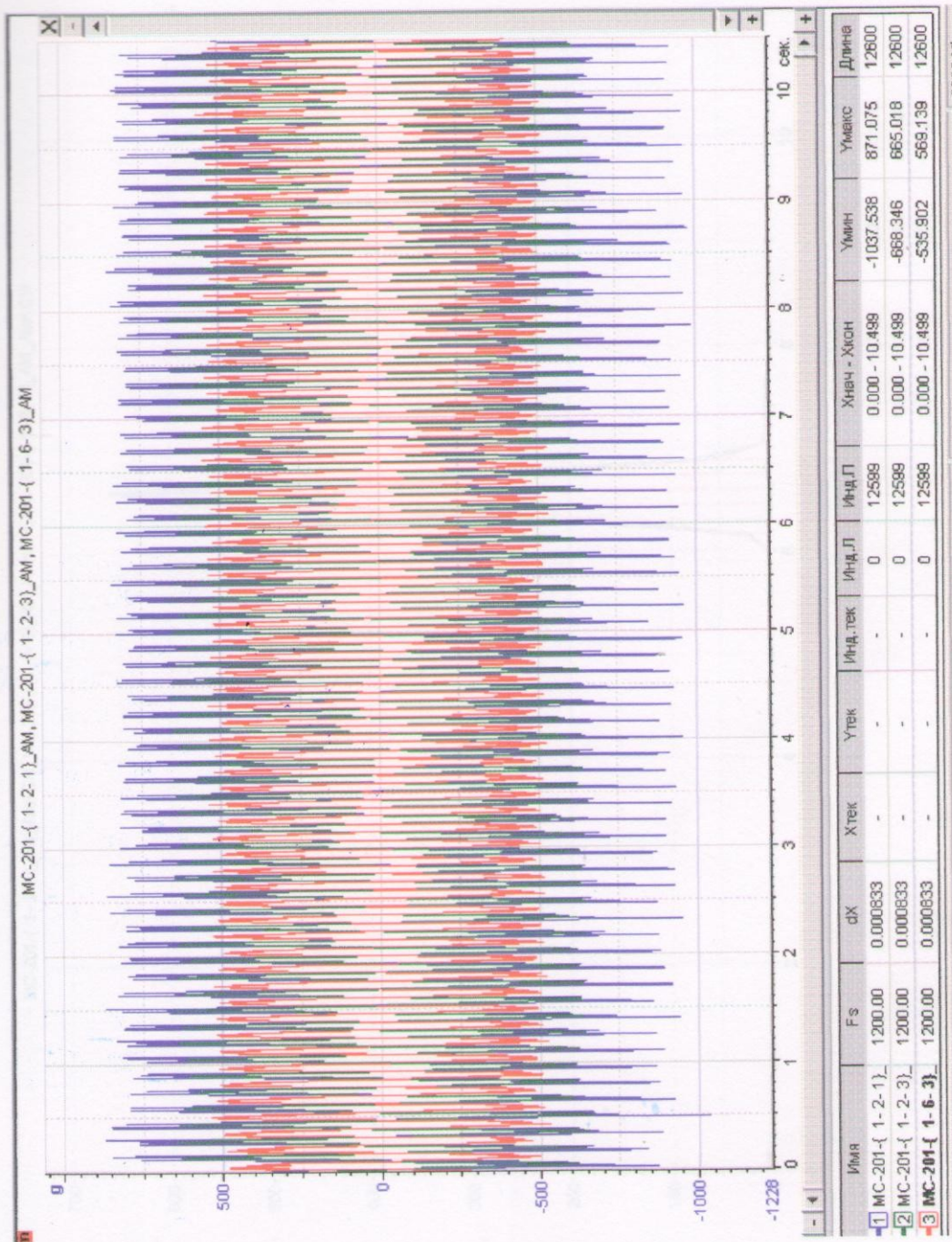


Рис. П-1-7. Осциллограммы, записанные с датчиков 1-2-1(синим цветом), 1-2-3(зеленым цветом), установленные на фасадной системе и 1-6-3(красным цветом) при 5-м режиме испытания (частота $f=6,6$ Гц; амплитуда $A=1,4$ мм)

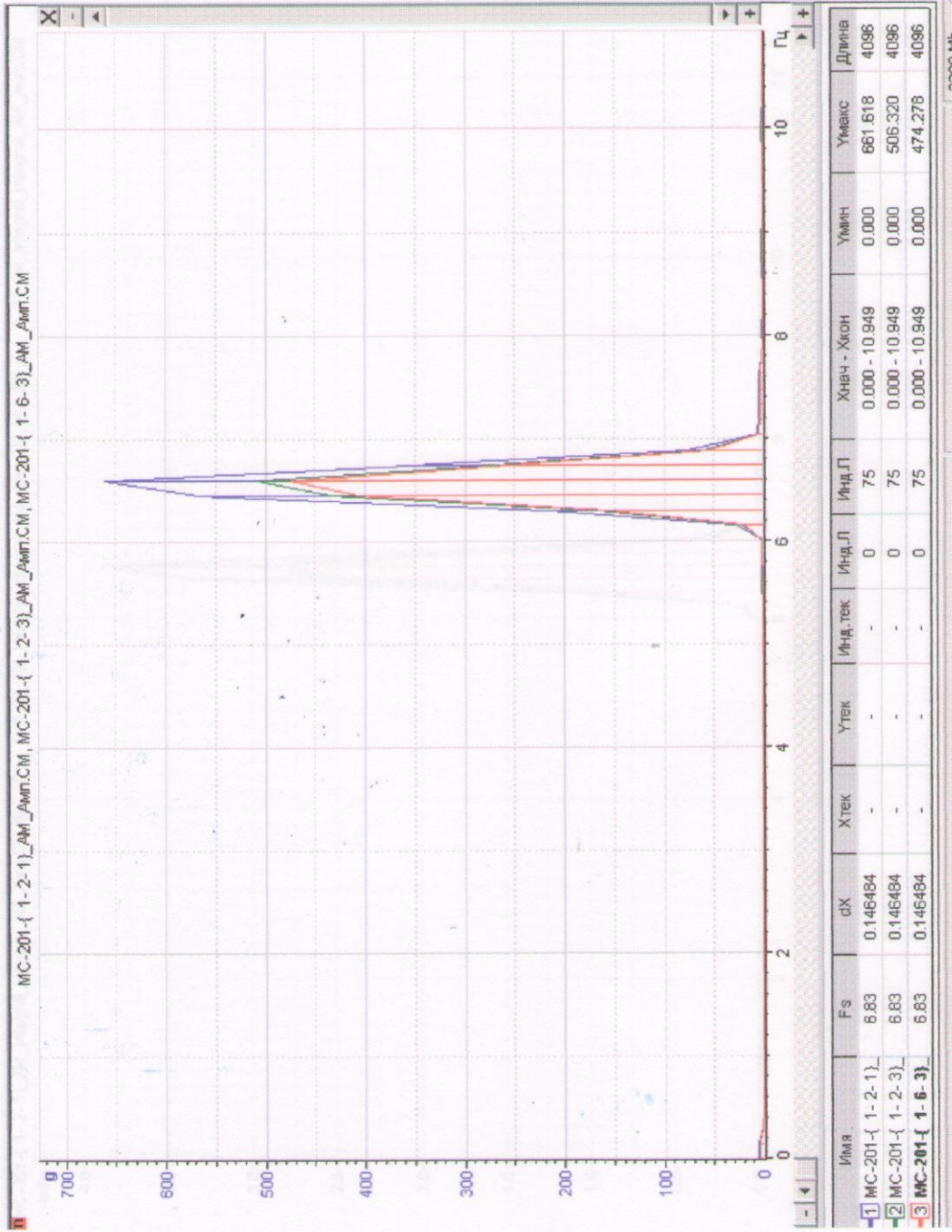


Рис. П-1-8. Спектры пиковых значений ускорений ($\text{см}/\text{с}^2$) для датчиков 1-2-1(синим цветом), 1-2-3(зеленым цветом), установленных на фасадной системе и 1-6-3(красным цветом) при 5-м режиме испытания (частота, $f=6,6$ Гц; амплитуда $A=1,4$ мм)

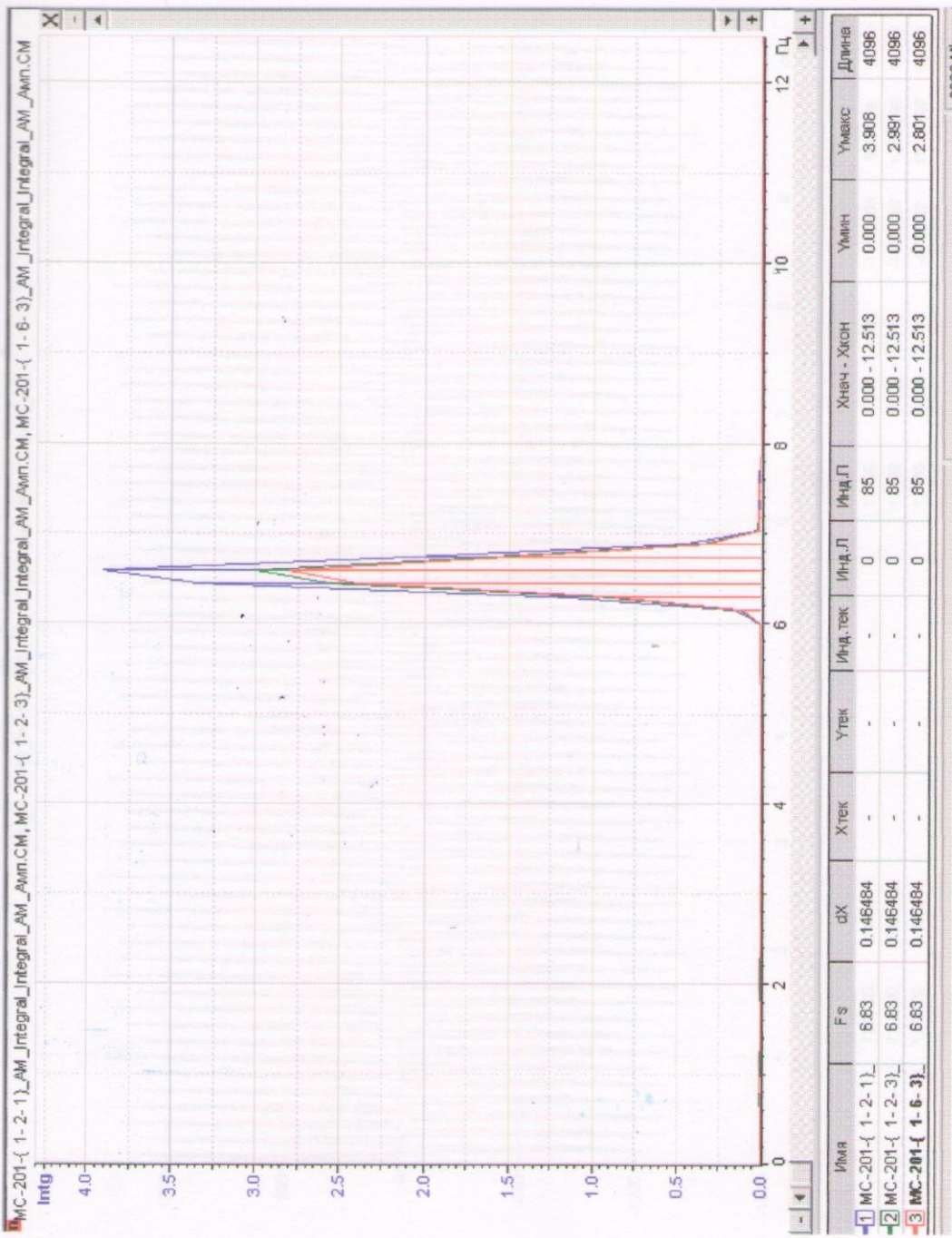


Рис. П-1-9. Спектры пиковых значений амплитуд (мм) для датчиков 1-2-1(синим цветом), 1-2-3(зеленым цветом), 1-6-3(красным цветом), установленных на фасадной системе и 1-6-3(красным цветом) при 5-м режиме испытания (частота $f=6,6$ Гц; амплитуда $A=1,4$ мм)

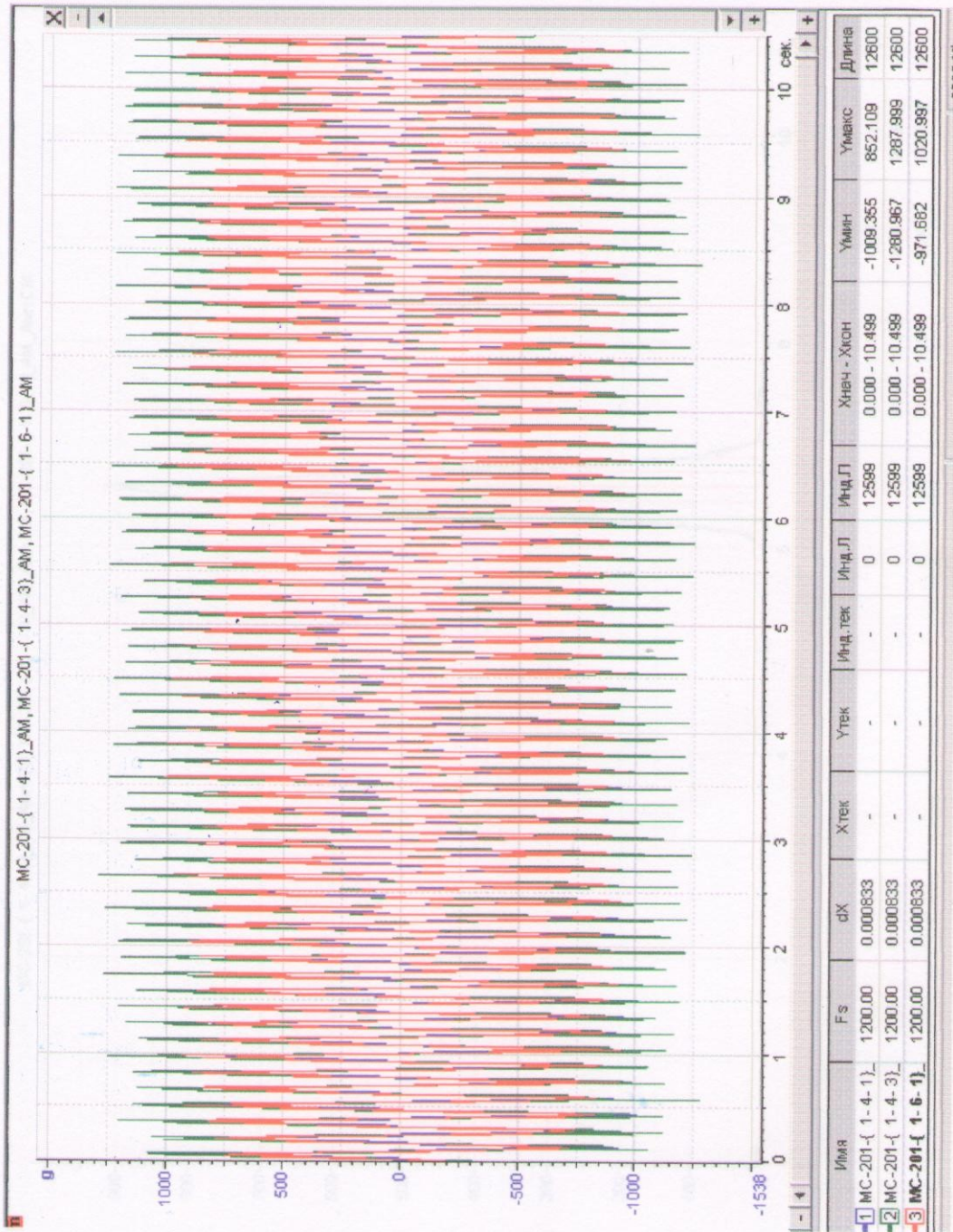


Рис. П-1-10. Осциллограммы, записанные с для датчиков 1-4-1(синим цветом), 1-4-3(зеленым цветом), установленных на фасадной системе и 1-6-1(красным цветом) при 5-м режиме испытания (частота $f=6,6$ Гц; амплитуда $A=1,4$ мм)

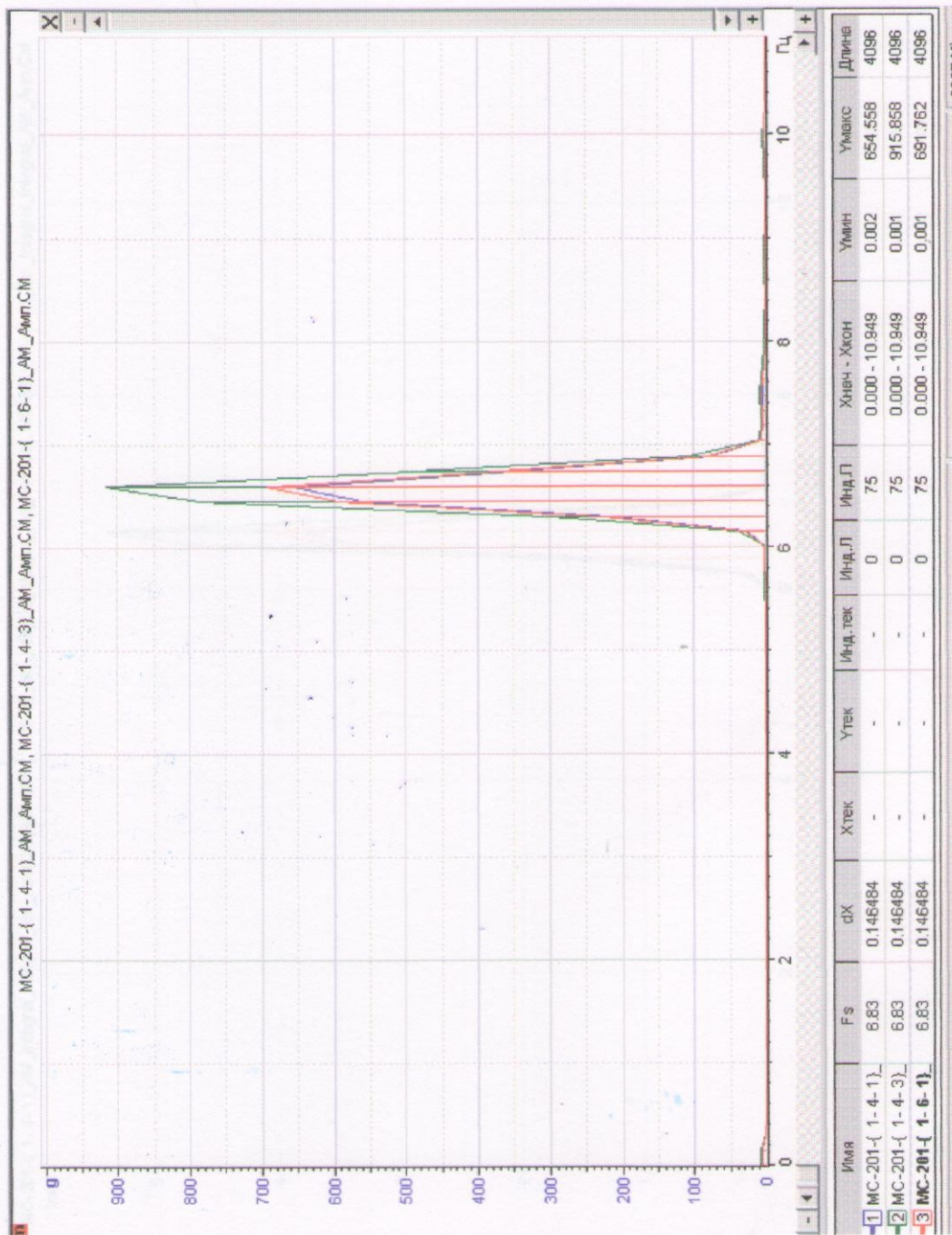


Рис. П-1-11. Спектры пиковых значений ускорений ($\text{см}/\text{с}^2$) для датчиков 1-4-1 (синим цветом), 1-4-3 (зеленым цветом), установленных на фасадной системе и 1-6-1 (красным цветом) при 5-м режиме испытания (частота, $f=6,6$ Гц; амплитуда $A=1,4$ мм)

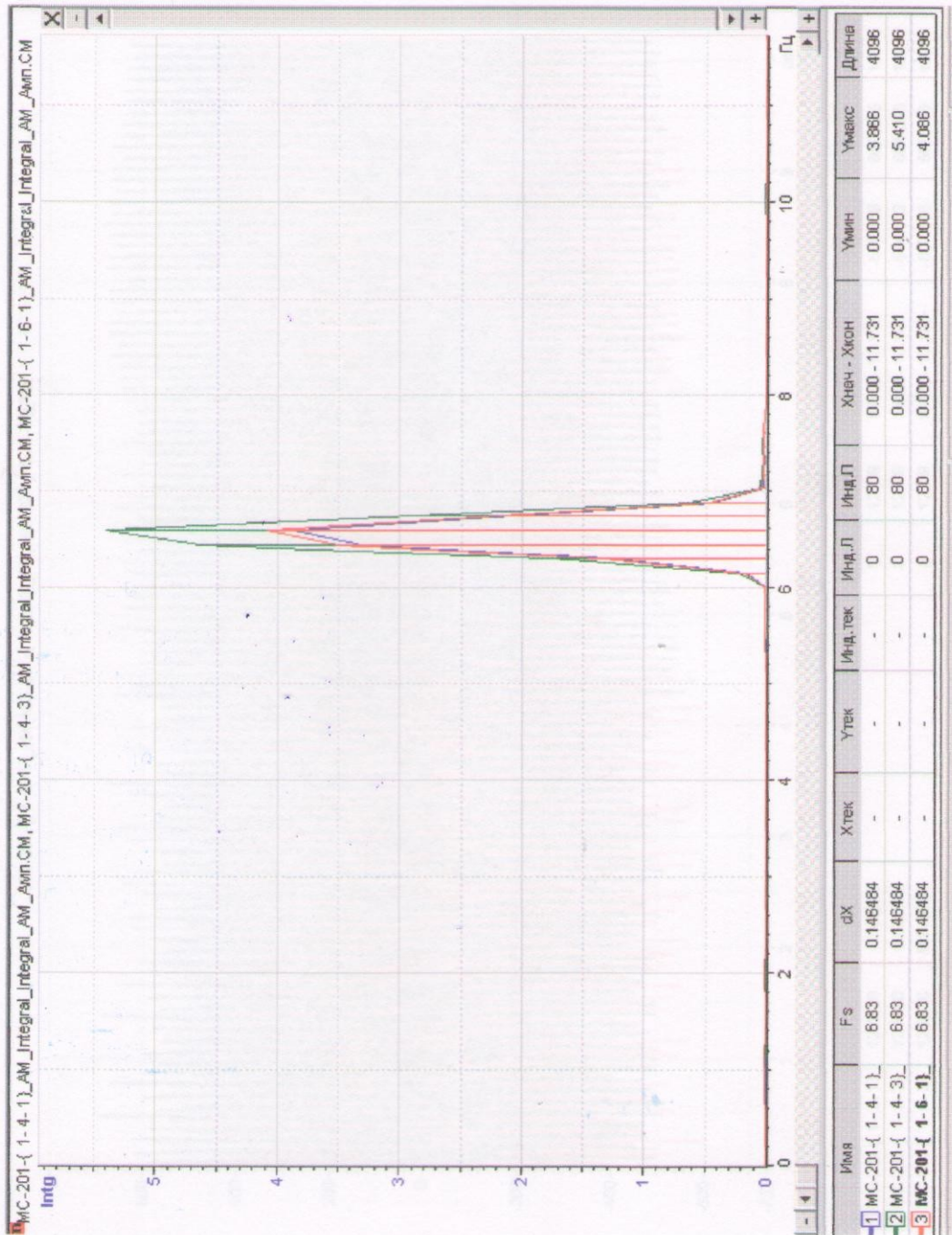


Рис. П-1-12. Спектры пиковых значений амплитуд (мм) для датчиков 1-4-1(синим цветом), 1-4-3(зеленым цветом), 1-6-1(красным цветом) при 5-м режиме испытания (частота $f=6,6$ Гц; амплитуда $A=1,4$ мм) фасадной системе и 1-6-1(красным цветом) при 5-м режиме испытания (частота $f=6,6$ Гц; амплитуда $A=1,4$ мм)

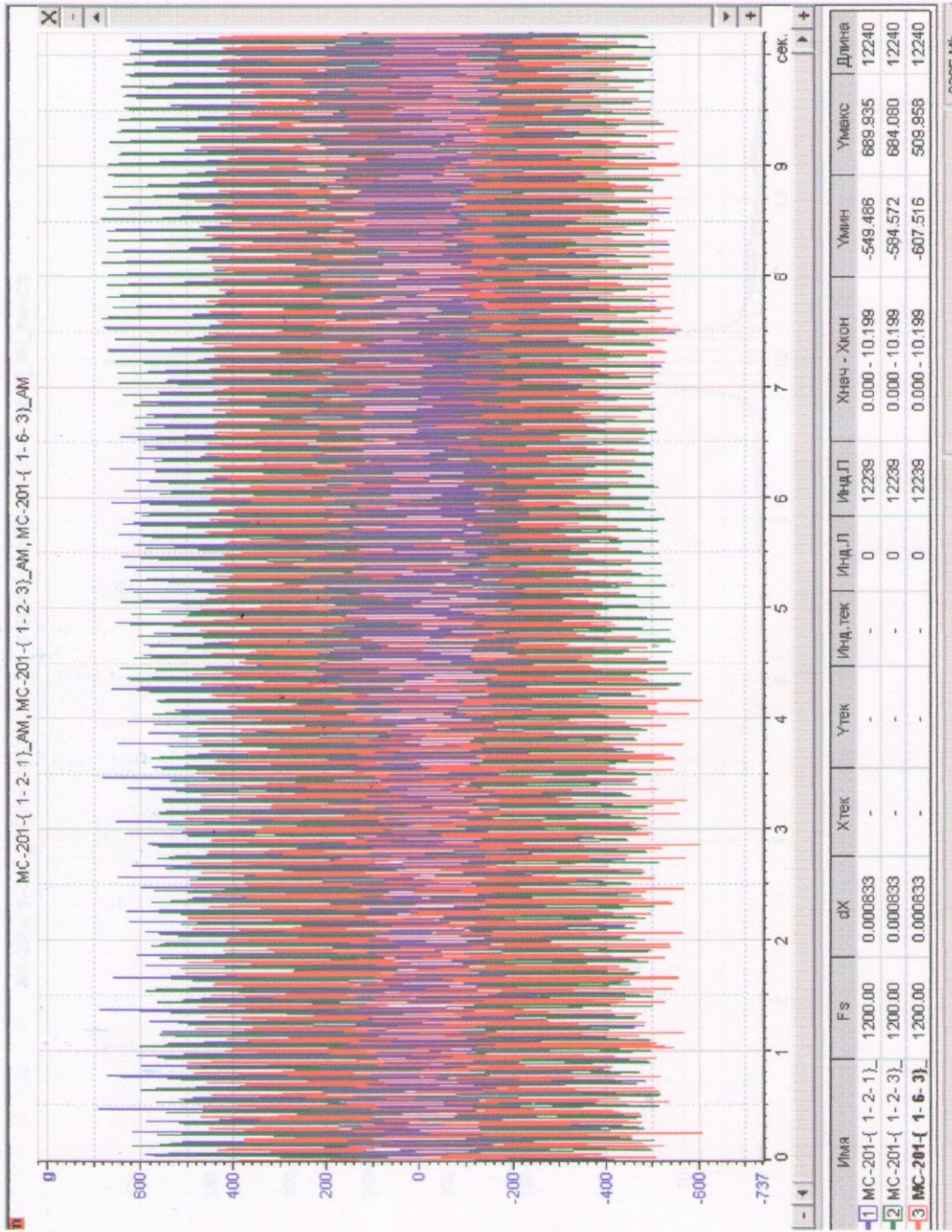


Рис. П-1-13. Осциллограммы, записанные с датчиков 1-2-1(синим цветом), 1-2-3(зеленым цветом), установленные на фасадной системе и 1-6-3(красным цветом) при 7-м режиме испытания (частота $f=10,0$ Гц; амплитуда $A=1,2$ мм)

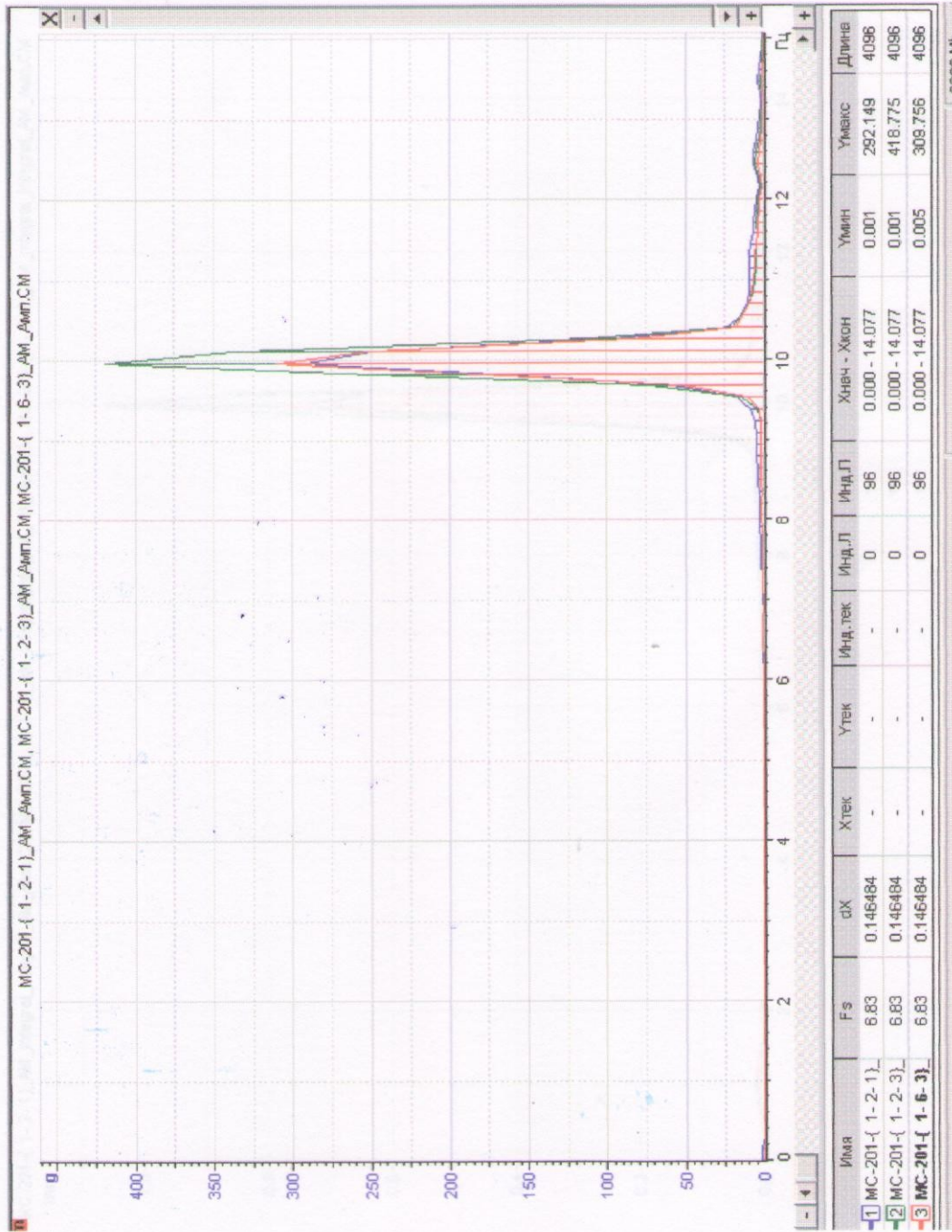


Рис. П-1-14. Спектры пиковых значений ускорений (cm/s^2) для датчиков 1-2-1 (синим цветом), 1-2-3 (зеленым цветом), 1-6-3 (красным цветом), установленных на фасадной системе и 1-6-3 (красным цветом) при 7-м режиме испытания (частота $f=10,0$ Гц; амплитуда $A=1,2$ мм)

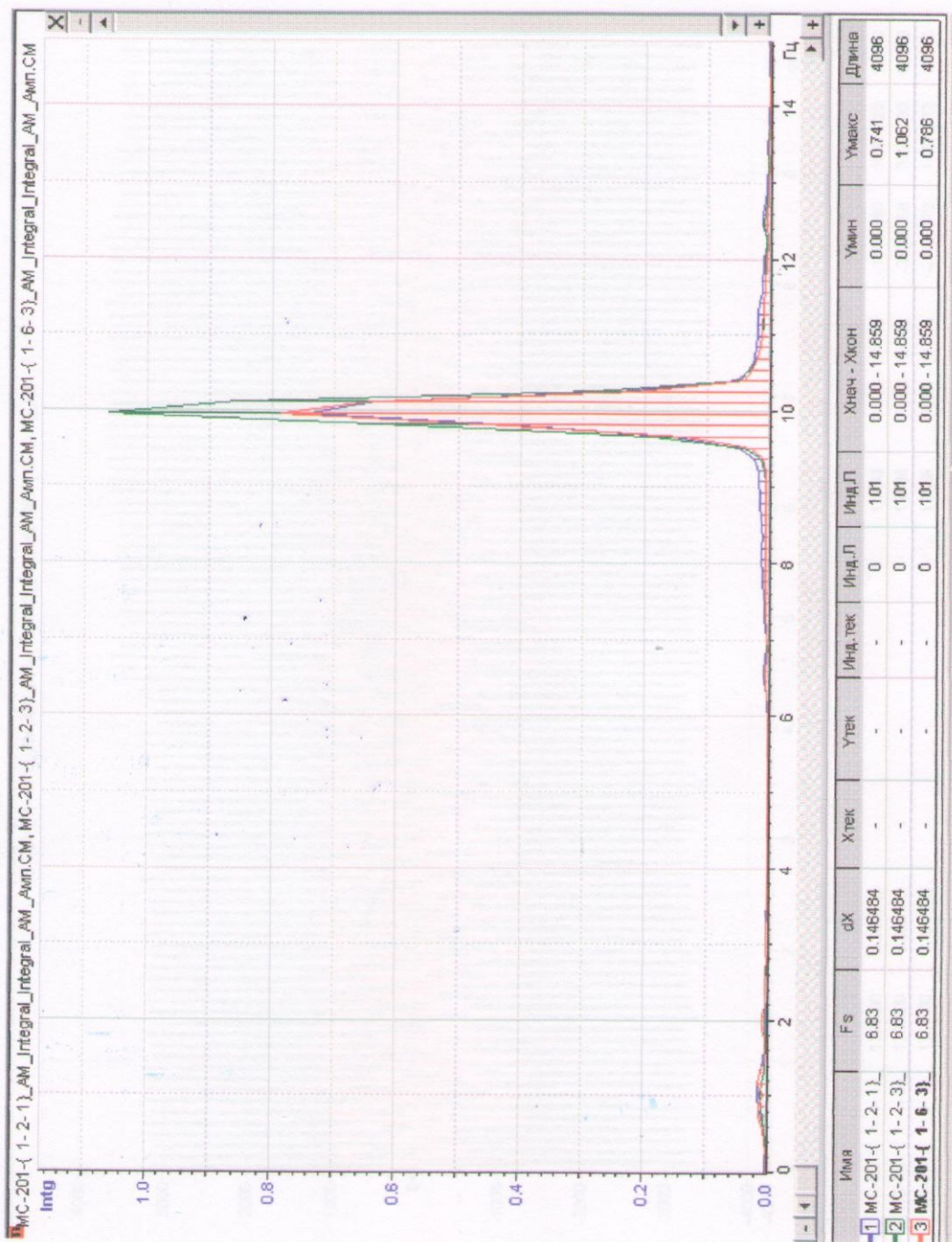


Рис. П-1-15. Спектры пиковых значений амплитуд (мм) для датчиков 1-2-1(синим цветом), 1-2-3(зеленым цветом), 1-6-3(красным цветом), установленных на фасадной системе и 1-6-3(красным цветом) при 7-м режиме испытания (частота, $f=10,0$ Гц; амплитуда $A=1,2$ мм)



Рис. П-1-16. Осциллограммы, записанные с датчиков 1-4-1 (синим цветом), 1-4-3 (зеленым цветом), 1-6-1 (красным цветом), установленных на фасадной системе и 1-6-1 (красным цветом) при 7-м режиме испытания (частота $f=10,0$ Гц; амплитуда $A=1,2$ мм)

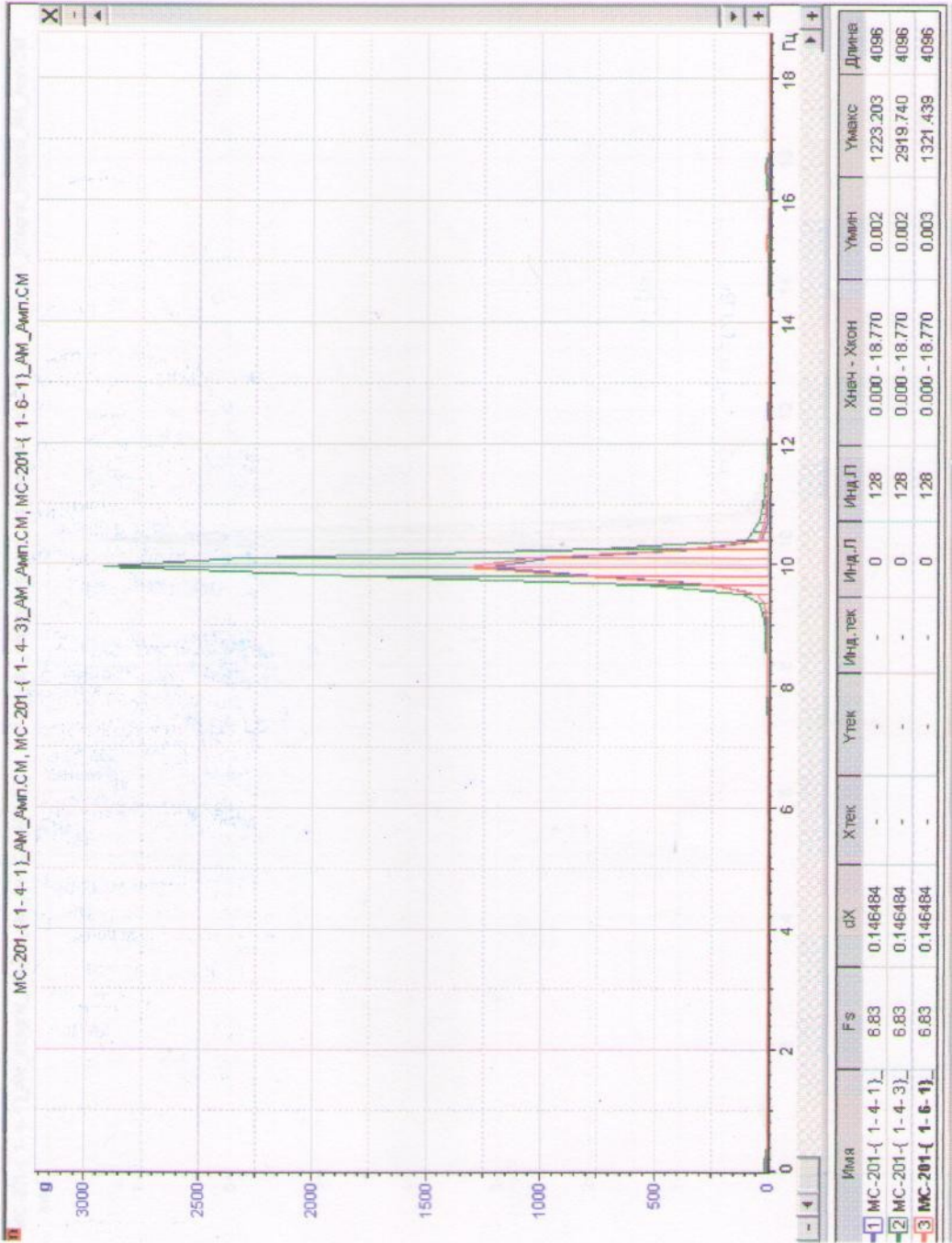


Рис. П-1-17. Спектры пиковых значений ускорений (см/с²) для датчиков 1-4-1(синим цветом), 1-4-3(зеленым цветом), 1-6-1(красным цветом), установленных на фасадной системе и 1-6-1(красным цветом) при 7-м режиме испытания (частота f=10,0 Гц; амплитуда A=1,2 мм)

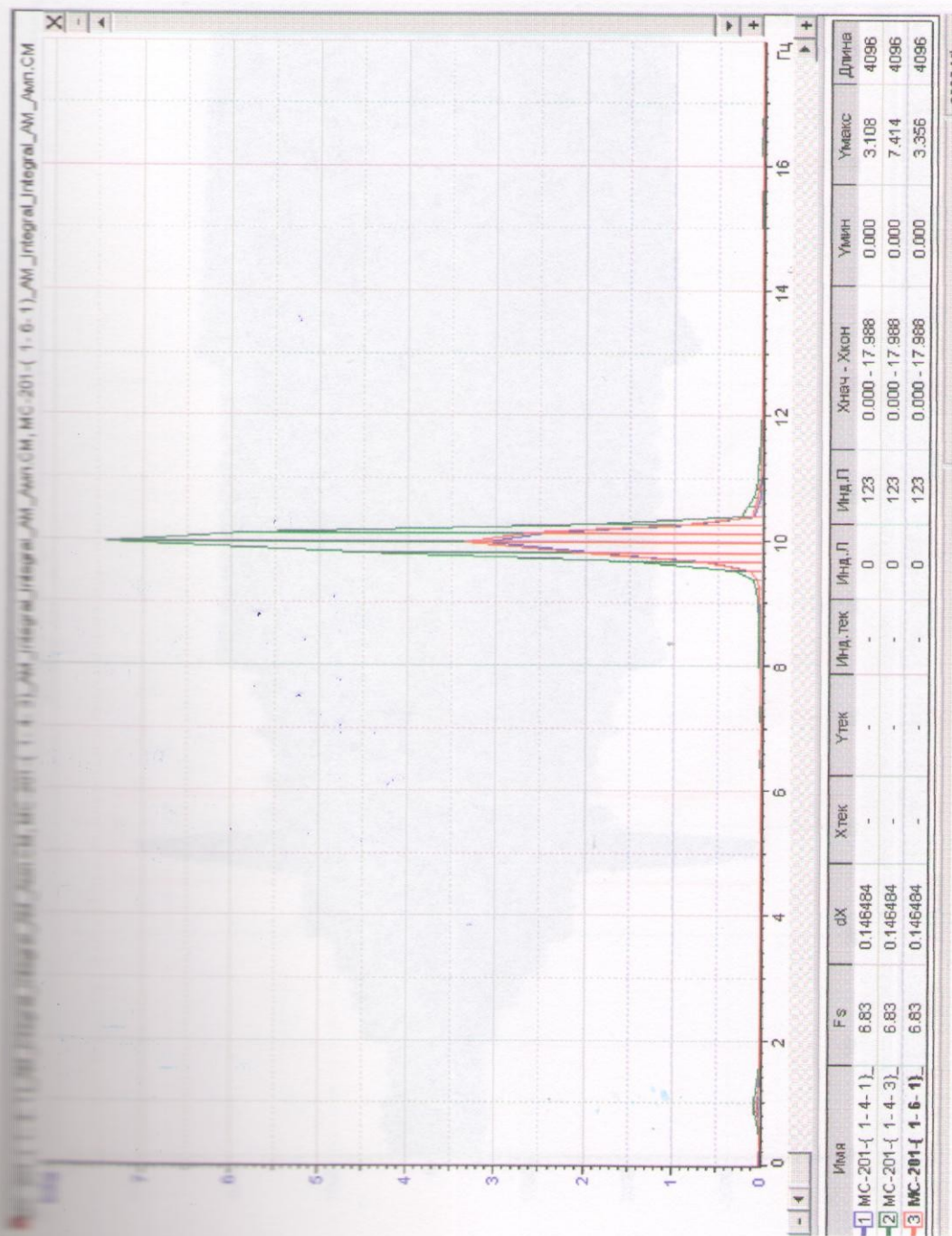


Рис. П-1-18. Спектры пиковых значений амплитуд (мм) для датчиков 1-4-1 (синим цветом), 1-4-3 (зеленым цветом), 1-6-1 (красным цветом) при 7-м режиме испытания (частота $f=10,0$ Гц; амплитуда $A=1,2$ мм)

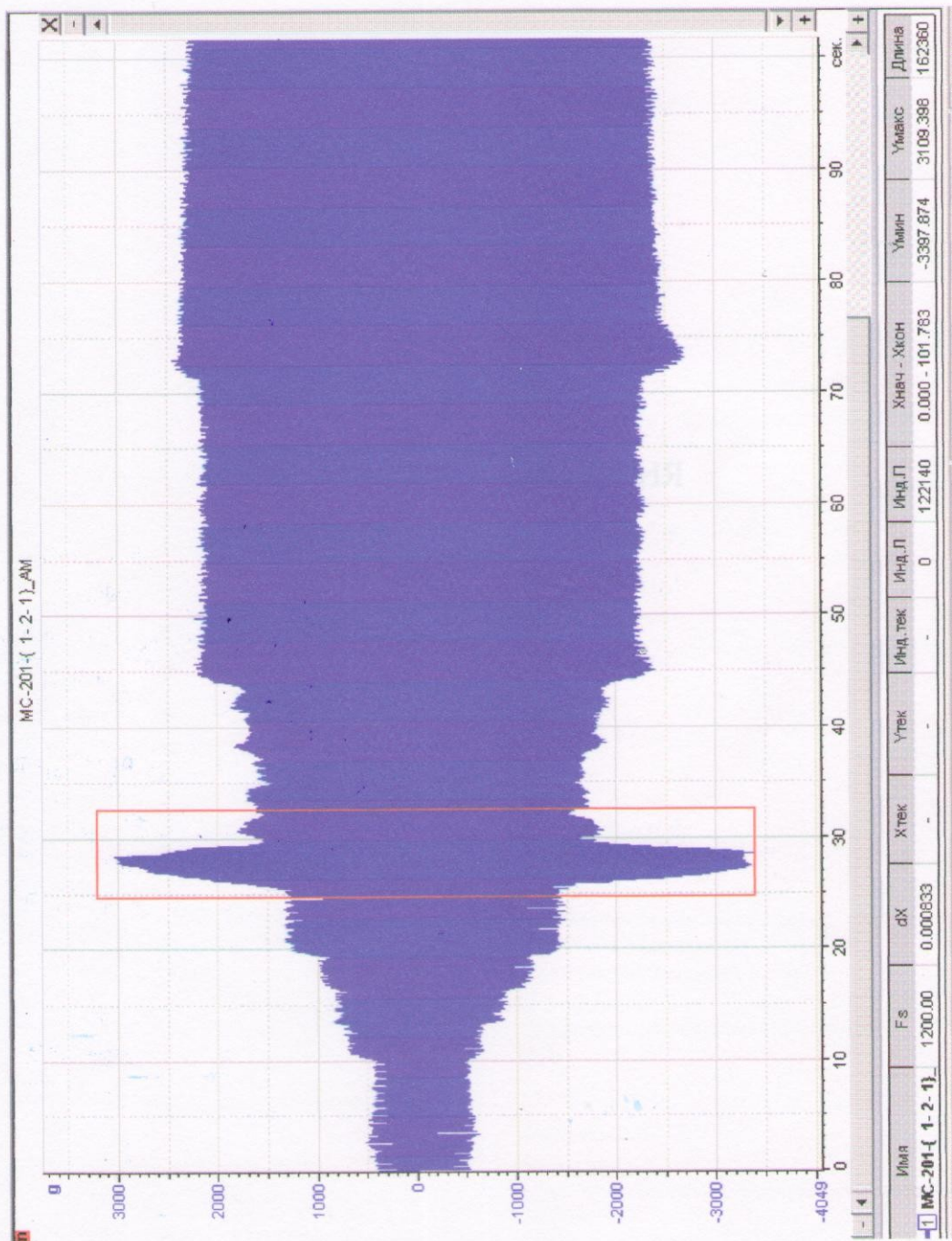


Рис. П-1-19. Резонанс наблюдается при частоте $f=7,47$ Гц; амплитуде $A=1,1$ мм

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

ЛИЦЕНЗИЯ



ЛИЦЕНЗИЯ

Д 505450

Регистрационный номер

от 16 августа 2004 г.

ГС-1-77-01-24-0-7721015736-018952-1

Федеральное агентство по строительству
и жилищно-коммунальному хозяйству

разрешает осуществлять деятельность по
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ГОР. УРОВНЯ
ОТВЕТСТВЕННОСТИ В СОТВЕТСТВИИ С ГОСУДАРСТВЕННЫМИ СТАНДАРТАМИ**

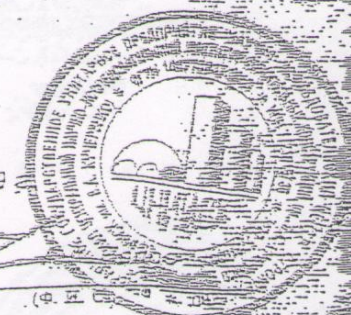
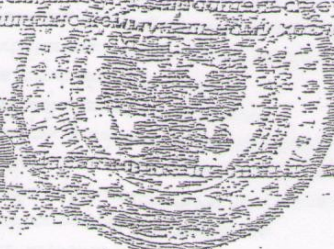
Федеральное государственное учреждение
"Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству"
125067, Москва, Ботанический сад, Ленинский проспект, д. 125
Почта: 125067, Москва, Ботанический сад, Ленинский проспект, д. 125

Лицензия выдана на основании приказа Федерального агентства
по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству
от 16 августа 2004 г. № 29/5

Область действия лицензии: территория Российской Федерации

Состав деловых бумаг: 1 экземпляр на обороте

Срок действия лицензии до 16 августа 2009 г.
Заместитель руководителя Федерального
агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству



Идентификационный номер владельца: 7721015736

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНОВ И СООРУЖЕНИЙ И ИХ ОТВЕТСТВЕННОСТИ
РАЗРАБОТКА РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И ИХ КОМПЛЕКСОВ

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН И ТРАНСПОРТ

- Генеральные планы (схемы генеральных планов) территорий зданий, сооружений и их комплексов
- Схемы и проекты инженерной и транспортной инфраструктуры
- Схемы (проекты) благоустройства территорий зданий, сооружений и их комплексов:
 - озеленение
 - инженерная подготовка территории

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ

- Архитектурная часть (планы, разрезы, фасады)
- Конструктивные решения:
 - фундаменты
 - несущие и ограждающие конструкции

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

- Общественные здания и сооружения и их комплексы:
 - здания для образования, воспитания и подготовки кадров
 - здания для научно-исследовательских учреждений, проектных и обществено-организаций и управления
 - здания и сооружения для здравоохранения и отдыха
 - здания и сооружения физкультурно-оздоровительные и спортивные
 - здания для предприятий торговли, общественного питания и бытового обслуживания
 - здания для транспорта, предназначенные для непосредственного обслуживания населения
 - здания для коммунального хозяйства (кроме производственных, складских и транспортных зданий и сооружений)
 - храмовые комплексы, культурные здания и сооружения, мемориалы
 - многофункциональные здания и комплексы, исключительные помещения различного назначения
 - здания и сооружения для органов государственного управления, обороны, государственной безопасности, финансов и иностранных представительств

Производственные здания и сооружения и их комплексы:

- предприятия энергетики (кроме гидротехнических сооружений):
 - электростанции
 - теплоцентрали
 - электрические и тепловые сети
 - пункты распределения энергии
 - насосные станции
 - котельные
 - предприятия, аккумулирующие нетрадиционные виды энергии (солнечная, ветровая, приливная и отливная)
- предприятия топливной добывающей и перерабатывающей промышленности:
 - установки для добычи, предварительной очистки и транспортировки нефти и газа

предприятия черной металлургии:

- цехи электросталеплавильные, конвертерные, кокшиповые, доменных металлургии
- печи доменные, мартеновские, электросталеплавильные
- прокатные станы

химические и нефтехимические предприятия:

- установки для производства продукции газной промышленности
- установки для производства пластических масс
- установки для производства продуктов естественного органического синтеза, для производства этилена, пропилена, диоксида, оксидов, полиена, МТБС, синтеза газа и прочих продуктов

предприятия автомобильной и подшипниковой промышленности, тракторного, сельскохозяйственного, строительного, дорожного и коммунального машиностроения:

- по производству автомобилей, прицепов и автоприцепов
- по производству тракторов и сельскохозяйственных машин
- по производству сельскохозяйственных и дорожных машин, машин для коммунального хозяйства

предприятия машиностроения:

- станки, агрегатостроительные фабрики и ремонтные заводы
- агрегатостроительные фабрики, в том числе агрегатно-заготовительные

предприятия деревообрабатывающей промышленности:

- фабрики деревообрабатывающие
- фабрики по производству фанеры, тары, древесно-стружечных плит



ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

ВИДЕОСЪЕМКА ИСПЫТАНИЯ ФС «АЛЬТ-ФАСАД-01»
И «АЛЬТ-ФАСАД-02» НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ