

Общество с ограниченной ответственностью  
«Центр Комплексно-Сейсмических Испытаний»

188820, Россия, Ленинградская обл.,

Выборгский р-н, г.п. Рощино, ул. Железнодорожная, д. 10, земельный участок – кадастровый номер 47:01:0701002:69.

188852, Россия, Ленинградская обл., Выборгский р-н, п. Песочное, 1 этаж: пом. № 10, МО «Полянское сельское поселение» д. б/н, лит. А1.

188820, Россия, Ленинградская обл., Выборгский р-н, г.п. Рощино, ул. Железнодорожная, д. 10 (Реализация процессов, являющихся неотъемлемой частью функционирования системы менеджмента).

188852, Россия, Ленинградская обл., Выборгский р-н, п. Песочное, 1 этаж: помещения № 11, 2 этаж: помещения № 6,7,10,11, МО «Полянское сельское поселение» д. б/н, лит. А1 (Реализация процессов, являющихся неотъемлемой частью функционирования системы менеджмента).

телефон/факс: +7 (812) 640-7374, сайт: [www.centercst.ru](http://www.centercst.ru), e-mail: [info@centercst.ru](mailto:info@centercst.ru)

ф.7.8.02



ISO 9001

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ООО «ЦКСИ»

/ С.М. Чмелев

«01» августа 2025 г.



### ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 115/25

<i>Объект испытаний (наименование образца для испытаний):</i>	Блочная комплектная трансформаторная подстанция в бетонном корпусе БКТПБ-1600/20/0,4-УХЛ1 с фундаментным блоком в составе: Комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией RME NE IDI (зав. № 2024-W23-2-0001); Распределительное устройство низкого напряжения ШРНН-14-3150-У3 (зав. № 24-2728/1); Грузомакет трансформатора силового масляного герметичного типа ТМГ-1600/20/0,4 кВА; (далее БКТПБ-1600/20/0,4-УХЛ1), образец № 1
<i>Наименование и адрес заказчика:</i>	Общество с ограниченной ответственностью «М4 Групп» (ООО «М4 Групп») Юридический адрес: 394033, Воронежская область, Г.О. город Воронеж, г. Воронеж, Ленинский пр-т, д. 174 и, помещение. 4, офис 404
<i>Изготовитель продукции:</i>	ООО «М4 Групп» Адрес производства: 398020, Липецкая область, г. Липецк, ул. Клары Цеткин, д. 1
<i>Вид испытаний, документ, в соответствии с которым проводились испытания:</i>	Натурные стендовые испытания на сейсмостойкость при динамических нагрузках, эквивалентных сейсмическому воздействию интенсивностью 9 баллов по шкале MSK-64 на высотных отметках до 10 метров (вне зданий АЭС) в соответствии с программой и методикой испытаний 34Ц/25ПМ
<i>Наименование испытательного центра и место проведения испытаний:</i>	Общество с ограниченной ответственностью «Центр Комплексно-Сейсмических Испытаний» (ООО «ЦКСИ»), испытательное подразделение 188820, Россия, Ленинградская обл., Выборгский р-он, г.п. Рощино, ул. Железнодорожная, д. 10, земельный участок, кадастровый номер 47:01:0701002:69
<i>Дата(ы) проведения испытаний:</i>	02.06.2025

Общество с ограниченной ответственностью «Центр Комплексно-Сейсмических Испытаний» (ООО «ЦКСИ»)	Протокол испытаний № 115/25	Стр.2/22 Экз.№1 Количество экземпляров 2
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------------------------

<i>Результат испытаний</i>	Блочная комплектная трансформаторная подстанция в бетонном корпусе БКТПБ-1600/20/0,4-УХЛ1 с фундаментным блоком в составе (см. выше), образец № 1 <b>выдержала</b> испытания на сейсмостойкость при динамических нагрузках, эквивалентных сейсмическому воздействию интенсивностью 9 баллов по шкале MSK-64 на высотных отметках до 10 метров (вне зданий АЭС) в соответствии с п.п. 5.3, 5.4 программы и методики испытаний 34Ц/25ПМ. Первые (низшие) собственные/резонансные частоты изделия определены в диапазоне частот 0,5-35,0 Гц в соответствии с п. 5.2 программы и методики испытаний 34Ц/25ПМ и указаны в таблице 4.
----------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<i>ПРОТОКОЛ СОДЕРЖИТ:</i>	№ стр.
<i>Объект испытаний, дата получения, идентификация, состояние, ссылка на метод (план) отбора</i>	стр. 3
<i>Цель и условия испытаний</i>	стр. 3
<i>Методы проведения испытаний</i>	стр. 3
<i>Испытательное оборудование и средства измерения</i>	стр. 3-5
<i>Результаты испытаний, (идентификация результатов, полученных от внешних поставщиков)</i>	стр. 5-6
<i>Отклонения, дополнения, исключения, относящиеся к методам (методикам) испытаний (описание работ, выполненных с нарушением установленных требований)</i>	стр. 7
<i>Приложения 1-7</i>	стр. 8-22
<b>ВСЕГО ЛИСТОВ:</b>	22

Полученные результаты испытаний относятся к предоставленному Заказчиком образцу. Частичное воспроизведение, перепечатка и передача части протокола допускается только с разрешения ООО «ЦКСИ».

Общество с ограниченной ответственностью «Центр Комплексно-Сейсмических Испытаний» (ООО «ЦКСИ»)	Протокол испытаний № 115/25	Стр.3/22 Экз.№1 Количество экземпляров 2
-------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	------------------------------------------------

### 1. Объект испытаний, дата получения, идентификация, состояние, ссылка на метод (план) отбора

На испытания, отобранная ООО «М4 Групп» по ГОСТ Р 58972-2020: блочная комплектная трансформаторная подстанция в бетонном корпусе БКТПБ-1600/20/0,4-УХЛ1, образец № 1 поступила 02.06.2025. Согласно договору № 34Ц/25 от 31.03.2025 года ООО «ЦКСИ» не несет ответственность за отбор образца и информацию, предоставленную заказчиком: наименование и обозначение изделия, технические условия ТУ 27.11.4-001-54072310-2024.

Состояние объекта: внешние повреждения отсутствуют. Изделие находится в состоянии непосредственно после получения, в комплекте согласно ТУ 27.11.4-001-54072310-2024. Техническая документация представлена в полном объеме, включая раздел эксплуатации и безопасности. Изделие может быть установлено на стенд для испытаний. Акт готовности изделия и испытательного оборудования к испытаниям приведен в обязательном **Приложении 1**.

### 2. Цель и условия проведения испытаний

Цель – определение собственных/резонансных частот, проверка сейсмостойкости изделия в соответствии с требованиями ГОСТ 30546.1-98; ГОСТ 30546.2-98; ГОСТ 30630.1.1-99, программы и методики испытаний 34Ц/25ПМ.

Условия проведения испытаний: параметры окружающей среды при проведении испытаний представлены в **Таблице 1**.

Таблица 1

Дата замера	Температура воздуха $t$ , °С	Относительная влажность $\omega$ , %	Атм. давление $P_{атм}$ , кПа
02.06.2025	14,0±0,5	74,2±5,0	101,6±0,2

### 3. Методы проведения испытаний

Метод 100-3 по ГОСТ 30630.1.1-99 (метод свободных колебаний) для определения собственных/резонансных частот изделия; метод 102-5 по ГОСТ 30546.2-98 (метод воздействия расчетной акселерограммы землетрясения) для испытаний изделия на сейсмостойкость. Методы испытаний согласованы с Заказчиком (Приложение № 1 к договору № 34Ц/25 от 31.03.2025).

### 4. Испытательное оборудование и средства измерения

Средства измерения (СИ) и контроля, испытательное оборудование (ИО), используемые при испытаниях/измерениях, на момент проведения испытаний соответствуют эксплуатационным документам, содержащим основные параметры этого оборудования. СИ имеют свидетельства об утверждении типа, действующие сведения о результатах поверки/свидетельства поверки и обеспечивают требуемую точность измерений для получения достоверности результатов. ИО аттестовано и имеет действующий аттестат повторной аттестации и протокол аттестации.

Испытательное оборудование и средства измерений, применяемые при проведении испытаний, представлены в **Таблице 2**.

Общество с ограниченной ответственностью «Центр Комплексно-Сейсмических Испытаний» (ООО «ЦКСИ»)	Протокол испытаний № 115/25	Стр.4/22 Экз.№1 Количество экземпляров 2
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------------------------

Таблица 2

№ п/п	Наименование и обозначение СИ (ИО), заводской номер Сведения об аттестации ИО / поверке СИ	
<b>Испытательное оборудование (ИО)</b>		
1	Универсальная сейсмо-платформа «УСП-300», № 000-45, аттестат повторной аттестации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» № 253/038-2022 от 09.11.2022 до 08.11.2025, протокол № 038 от 09.11.2022.	
<b>Средства измерения (СИ)</b>		
2	Зав. №	Сведения в ФГИС «Аршин» / свидетельство о поверке
	Сейсмоприемники А1612	
	161	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» № С-В/17-03-2025/417436068 от 17.03.2025 до 16.03.2026
	192	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» № С-В/17-03-2025/417436073 от 17.03.2025 до 16.03.2026
	188	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» № С-В/17-03-2025/417436065 от 17.03.2025 до 16.03.2026
	191	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» № С-В/17-03-2025/417436074 от 17.03.2025 до 16.03.2026
	162	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» № С-В/17-03-2025/417436067 от 17.03.2025 до 16.03.2026
	163	ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» № С-В/17-03-2025/417436066 от 17.03.2025 до 16.03.2026
3	Преобразователь напряжения измерительный Е-14-440D, зав. № 9Т262684, сведения в ФГИС «Аршин» (свидетельство о поверке) ФБУ «Тест-Санкт-Петербург» № С-СП/07-12-2024/393598956 от 07.12.2024 до 06.12.2025.	
4	Прибор комбинированный «ТКА-ПКМ» зав. № 20 7793, сведения в ФГИС «Аршин» (свидетельство о поверке) ФБУ «Тест-Санкт-Петербург» № С-СП/06-12-2024/393278182 от 06.12.2024 до 05.12.2025.	
5	Секундомер электронный «Интеграл С-01», зав. № 305765, сведения в ФГИС «Аршин» (свидетельство о поверке) ФБУ «Тест-С.-Петербург» № С-СП/29-11-2024/390976651 от 29.11.2024 до 28.11.2025.	
6	Барометр-анероид БАММ-1, зав. № 1480, сведения в ФГИС «Аршин» (свидетельство о поверке) ФБУ «Тест-Санкт-Петербург» № С-СП/10-07-2024/353405110 от 10.07.2024 до 09.07.2025.	

Погрешности измерений СИ: длительности воздействия – см. формулу (1); температуры  $\pm 0,5$  °С; относительной влажности  $\pm 5,0$  %; атмосферного давления  $\pm 0,2$  кПа. СИ обеспечивают расширенную неопределенность при  $P=0,95$  и погрешность измерений параметров вибрации согласно сертификату калибровки, представленному в **Таблице 3**, что соответствует области допускаемых отклонений по п. 4.7.12 ГОСТ 30630.1.1-99, п. 4.21 ГОСТ 30546.2-98, п. 7.3 программы и методики испытаний № 34Ц/25ПМ.

$$\Delta = \pm (9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01), \quad (1)$$

где  $\Delta$  – абсолютная погрешность, с;  
 $T_x$  – значение измеренного интервала времени, с.

Общество с ограниченной ответственностью «Центр Комплексно-Сейсмических Испытаний» (ООО «ЦКСИ»)	Протокол испытаний № 115/25	Стр.5/22 Экз.№1 Количество экземпляров 2
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------------------------

Таблица 3

№ 1	<b>Сертификат калибровки ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» RU 01 № 253/51-2024 от 15.08.2024 до 14.08.2027, протокол калибровки № 51 от 15.08.2024.</b>								
	Комплекс измерительно-вычислительный СКВВ-2, зав. № 9Т262684 в составе: - сейсмоприемники пьезоэлектрические А1612, зав. №№ 161, 162, 163, 184, 188, 191, 192, 390, 392, 395, 409, 412, 416, 420, 421, 423; - преобразователь напряжения измерительный Е14-440D, зав. № 9Т262684; - ПО PowerGraph, ключи HASP-HL №№ 1105608480, 1017974498, 1068893312								
	<table border="1"> <tr> <td>Диапазон измерения ускорения</td> <td>от 0,1-50,0 м/с<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Диапазон частот измеряемых ускорений</td> <td>от 0,1-100,0 Гц</td> </tr> <tr> <td>Расширенная неопределенность измерения амплитуды сейсмоколебаний при номинальных значениях коэффициентов преобразования по типу В при Р=0,95</td> <td>±11,6 %</td> </tr> <tr> <td>Погрешность измерения частоты сейсмоколебаний, Гц</td> <td>±0,1 Гц</td> </tr> </table>	Диапазон измерения ускорения	от 0,1-50,0 м/с <sup>2</sup>	Диапазон частот измеряемых ускорений	от 0,1-100,0 Гц	Расширенная неопределенность измерения амплитуды сейсмоколебаний при номинальных значениях коэффициентов преобразования по типу В при Р=0,95	±11,6 %	Погрешность измерения частоты сейсмоколебаний, Гц	±0,1 Гц
Диапазон измерения ускорения	от 0,1-50,0 м/с <sup>2</sup>								
Диапазон частот измеряемых ускорений	от 0,1-100,0 Гц								
Расширенная неопределенность измерения амплитуды сейсмоколебаний при номинальных значениях коэффициентов преобразования по типу В при Р=0,95	±11,6 %								
Погрешность измерения частоты сейсмоколебаний, Гц	±0,1 Гц								

### 5. Результаты испытаний

Испытания блочной комплектной трансформаторной подстанции в бетонном корпусе БКТПБ-1600/20/0,4-УХЛ1, образец № 1 проводились при штатном (эксплуатационном) закреплении изделия в грунтовом лотке универсальной сейсмоплатформы «УСП-300» в соответствии с требованиями программы и методики испытаний 34Ц/25ПМ. Во время и после испытаний механических разрушений, деформаций, ослабления крепления не обнаружено. Общая продолжительность воздействия вибрации соответствовала требованиям ГОСТ 30546.1-98, ГОСТ 30546.2-98, программы и методики испытаний 34Ц/25ПМ. Программа и методика испытаний 34Ц/25ПМ, нормативные ссылки приведены в обязательном **Приложении 2**. Общий вид испытуемого изделия (фотография изделия) приведен в обязательном **Приложении 3**. Схема расстановки акселерометров при проведении испытаний приведена в обязательном **Приложении 4**. Акселерограммы и фрагменты акселерограмм испытательного воздействия и отклика изделия на испытательное воздействие приведены в **Приложениях 5.1-5.2**. Спектры отклика от испытательного воздействия, совмещенные с нормативными спектрами, приведены в **Приложениях 6.1-6.2**. Спектры Фурье при определении собственных/резонансных частот приведены в **Приложениях 7.1-7.2**.

Контролируемые и измеряемые параметры испытательного воздействия и визуальный контроль критериев при испытаниях изделия приведены в **Таблице 4**.

Общество с ограниченной ответственностью «Центр Комплексно-Сейсмических Испытаний» (ООО «ЦКСИ»)	Протокол испытаний № 115/25	Стр.6/22 Экз.№1 Количество экземпляров 2
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------------------------

Таблица 3

Наименование параметра, единицы измерения	Номер пункта 34Ц/25ПМ	Требуемое значение параметра (диапазон)	Фактическое значение параметра (диапазон)	Погрешность /неопр-ть измерения <sup>1</sup>
1	2	3	4	5
<b>1. Испытание по определению собственных/резонансных частот</b>				
1. Значение низшей собственной/резонансной частоты, Гц	5.2	Не нормируется	Выполнено 1) по горизонтали – отсутствуют; 2) по вертикали – отсутствуют;	±0,1 Гц
2. Диапазон поиска, Гц	5.2	0,5-35,0	Выполнено 0,5-35,0	±0,1 Гц
<b>2. Испытания на сейсмостойкость</b>				
1. Время воздействия вибрации, с	5.3	>60,00	Выполнено 98,20	±0,01 с
2. Максимальное ускорение, м/с <sup>2</sup>	5.3	4,0 <sup>2</sup> /2,8 <sup>3</sup>	Выполнено 4,1/3,0	±11,6 %
3. Частота, Гц	5.3	1,0-30,0	Выполнено 1,0-30,0	±0,1 Гц

Форма ВВФ	5.3	Синтезированная акселерограмма	Выполнено Синтезированная акселерограмма	-
-----------	-----	--------------------------------	---------------------------------------------	---

<b>3. Визуальный осмотр</b>				
Визуальный осмотр, отсутствие видимых повреждений	5.4	Не должно быть трещин или поломок деталей при визуальном контроле; ослабления затяжки крепежных элементов; двери, панели не должны открываться, элементы должны оставаться в прежнем смонтированном состоянии.	Выполнено. Не выявлено трещин или поломок деталей при визуальном контроле; ослабления затяжки крепежных элементов; двери, панели не открылись, элементы остались в прежнем смонтированном состоянии	-

<sup>1</sup> для параметров вибрации согласно сертификату калибровки [RU 01 № 253/07-2025] (см. табл. 3);

<sup>2</sup> в направлении воздействия по горизонтали;

<sup>3</sup> в направлении воздействия по вертикали

Общество с ограниченной ответственностью «Центр Комплексно-Сейсмических Испытаний» (ООО «ЦКСИ»)	Протокол испытаний № 115/25	Стр.7/22 Экз.№1 Количество экземпляров 2
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------------------------

**6. Отклонения, дополнения, исключения, относящиеся к методам (методикам) испытаний. (Описание работ, выполненных с нарушением установленных требований).**

Отклонения от стандартных методов испытаний отсутствуют.

Видео-фотоматериалы проведения испытаний и подготовительных работ передаются заказчику на USB – флеш-накопителе.





Испытания проводили:

Руководитель испытательного подразделения:

Главный метролог:

Ведущий инженер:

Инженер испытательного подразделения:

 / Демишин С.В. /  
 / Хакунов В.Х. /  
 / Кирн В. Л. /  
 / Тетушкин С.С. /

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Общество с ограниченной ответственностью



### АКТ № 68/25

#### готовности изделия и испытательного стенда к испытаниям

Выборгский р-н, пос. Роцино, ул.  
Железнодорожная, д.10

«02» июня 2025

Настоящий акт составлен в том, что изделие:

1. Наименование и обозначение испытываемого изделия: Блочная комплектная трансформаторная подстанция в бетонном корпусе БКТПБ-1600/20/0,4-УХЛ1 с фундаментным блоком в составе: Комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией RME NE IDI (зав. №2024-W23-2-0001); Распределительное устройство низкого напряжения ШРНН-14-3150-У3 (зав. №24-2728/1); Грузомакет трансформатора силового масляного герметичного типа ТМГ-1600/20/0,4 кВА; (далее БКТПБ-1600/20/0,4-УХЛ1), образец № 1

2. Изготовитель (Заявитель): Общество с ограниченной ответственностью "М4 Групп" (ооо "М4 Групп"), 394033, Воронежская область, Г.О. город Воронеж, г. Воронеж, Ленинский пр-т, д. 174 и, помещ: 4, офис 404

3. Комплектность, способ установки, раскрепления и № технических условий (ТУ) по которым производится изделие:

в комплекте поставки по ТУ 27.11.4-001-54072310-2024  
установлено на универсальная сейсмоплатформа "УСП-300"  
(наименование испытательного оборудования)

Работоспособно, приведено в эксплуатационное состояние и готово к проведению испытаний в соответствии с требованиями:

4. Требования к испытательному воздействию: требования определены Программой и методикой испытаний 34Ц/25 ПМ - приложение №1 к договору №34Ц/25 от 31 марта 2025 года на: сейсмостойкость


(нужное оставить)

Подписи:

От заказчика:

 / Муромов АА /

От исполнителя:

 / ИИ Тетушкин С.С. /

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**СОГЛАСОВАНО**

Генеральный директор  
ООО «Центр Комплексно-  
Сейсмических Испытаний»

  
С.М. Чмелев  
  
«23» мар 2025 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор  
ООО «М4 Групп»

  
И. Крутских  
  
«23» мар 2025 г.

**ПРОГРАММА И МЕТОДИКА  
34Ц/25ПМ**

натурных стендовых испытаний

на сейсмостойкость при динамических нагрузках, эквивалентных сейсмическому воздействию интенсивностью 9 баллов по шкале MSK-64 на высотных отметках до 10 м (внз АЭС) следующего изделия:

Блочная комплектная трансформаторная подстанция в бетонном корпусе БКТПБ-1600/20/0,4-УХЛ1 с фундаментным блоком в составе:

- Комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией RME NE ID1 (зав. № 2024-W23-2-0001);
- Распределительное устройство низкого напряжения ШРНН-14-3150--УЗ (зав. № 24-2728/1);
- Грузомакет трансформатора силового масляного герметичного типа ТМГ-1600/20/0,4 кВА

**Разработал**

Инженер испытательного  
подразделения ООО «ЦКСИ»

  
С.С. Тетушкин  
«23» мар 2025 г.

Санкт-Петербург  
2025

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (продолжение)

### 1 Объект испытаний

1.1 Настоящая Программа и методика (далее ПМ) определяет объем, порядок, режимы и методы проведения натурных стендовых испытаний на сейсмостойкость при динамических нагрузках, эквивалентных сейсмическому воздействию интенсивностью 9 баллов по шкале MSK-64 на высотных отметках до 10 метров (вне АЭС) следующего изделия: **Блочная комплектная трансформаторная подстанция в бетонном корпусе БКТПБ-1600/20/0,4-УХЛ1 с фундаментным блоком в составе:**

- **Комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией RME NE IDI (зав. № 2024-W23-2-0001);**
- **Распределительное устройство низкого напряжения ШРНН-14-3150--У3 (зав. № 24-2728/1);**
- **Грузомакет трансформатора силового масляного герметичного типа ТМГ-1600/20/0,4 кВА, (далее БКТПБ-1600/20/0,4-УХЛ1).**

1.2 Разработчик и изготовитель: ООО «М4 Групп».

1.3 Юридический адрес: 394033, Воронежская область, Г.О. город Воронеж, г. Воронеж, Ленинский пр-т., д. 174 и, помещение. 4, офис 404.

### 2 Цель испытаний

2.1 Целью испытаний является определение собственных/резонансных частот, проверка сейсмостойкости изделия в соответствии с требованиями ГОСТ 30546.1-98, ГОСТ 30546.2-98, ГОСТ 30630.1.1-99.

### 3 Общие положения

3.1 Настоящая ПМ может быть уточнена и дополнена в процессе проведения испытаний.

3.2 Испытания проводятся на основании и в соответствии с требованиями следующих нормативных документов по стандартизации:

**ГОСТ 15150-69** «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды»;

**ГОСТ 30546.1-98** «Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости»;

**ГОСТ 30546.2-98** «Испытания на сейсмостойкость машин, приборов и других технических изделий. Общие положения и методы испытаний»;

**ГОСТ 30630.0.0-99** «Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Общие требования»;

**ГОСТ 30630.1.1-99** «Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Определение динамических характеристик изделия»;

**ГОСТ ISO/IEC 17025-2019** «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»;

**ТУ 27.11.4-001-54072310-2024** Технические условия «КТПК, КТПНУ, КТПС, КТПМ, БКТПБ в бетонной оболочке серии М4, с мощностью силовых трансформаторов до 6300 кВА на номинальное напряжение до 35 кВ или отдельные блок-модули ЗРУ на номинальное напряжение до 35 кВ, ОПУ» ООО «М4 Групп».

### 4 Объем испытаний

4.1 Испытания на сейсмоплатформе «УСП-300» УСП300.001.014.000.

4.2 Готовность универсальной сейсмоплатформы «УСП-300» и изделия к испытаниям подтверждается «Актом готовности» изделия и сейсмоплатформы к испытаниям.

4.3 Перед началом испытаний должны быть проведены:

- 1) сборка изделия силами Заказчика;

2) идентификация испытуемого изделия в соответствии с КД осуществляется представителем Заказчика;

3) визуальный осмотр для определения состояния изделия и возможных повреждений во время транспортировки и фиксация их при наличии в «Акте приема образцов»;

4) проверка представителем заявителя состояния изделия в соответствии с инструкциями изготовителя;

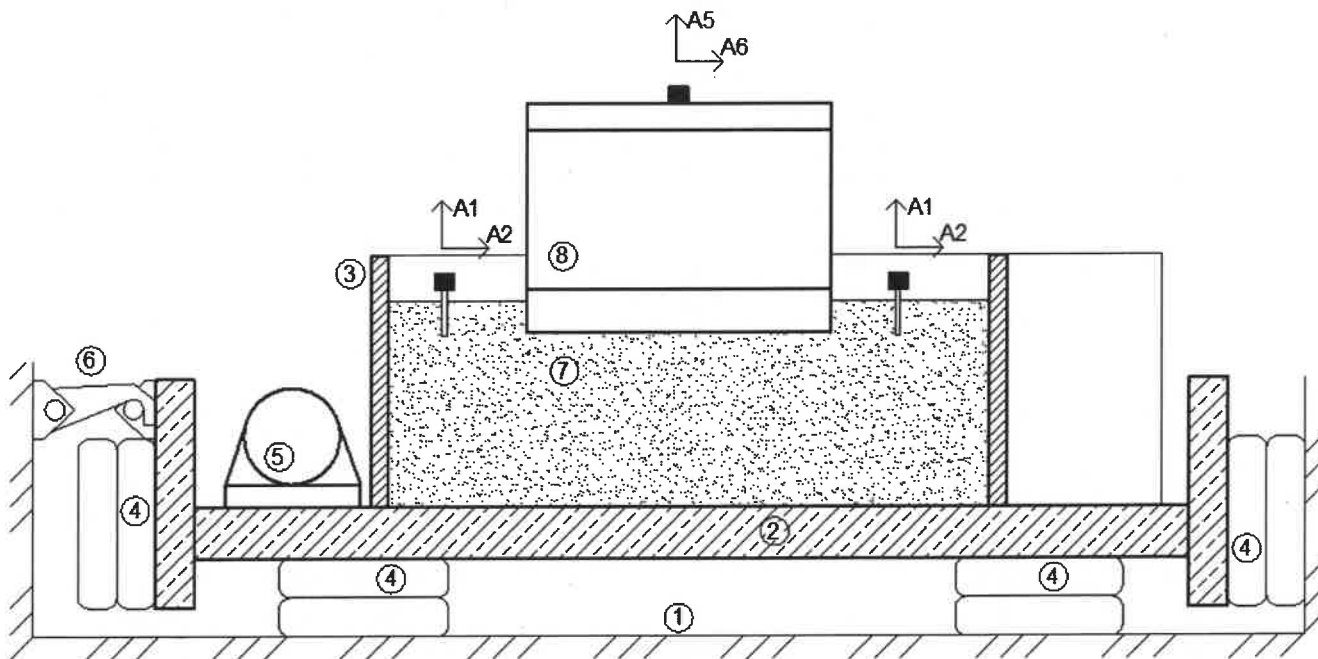
5) сборка измерительной системы и настройка измерительно-вычислительного комплекса СКВВ в составе: сейсмоприемников типа А1612, преобразователя напряжения типа Е14-440 и ПК с ПО «PowerGraph».

4.4 По окончании испытаний проводится визуальный контроль испытуемого изделия и составляется «Акт возврата (списания)».

## 5 Последовательность испытаний

### 5.1 Установка и монтаж испытуемого изделия на сеймоплатформе.

5.1.1 Схема установки испытуемого изделия и акселерометров приведена на рисунке 1.



**Рис. 1.** Схема установки сейсмоприемников при проведении испытаний на УСП-300 (продольный разрез) (1 – силовой фундамент, 2 – платформа, 3 – лоток, 4 – пневматические элементы подушечного типа, 5 – вибромашина, 6 – сбросной механизм, 7 – грунт, 8 – испытуемое изделие, A1...A6 – сейсмоприемники А1612)

5.1.2 Испытания проводятся при штатном закреплении изделия в грунтовом лотке сеймоплатформы «УСП-300» одновременно в двух направлениях: по вертикали и горизонту вдоль большой оси, для этого:

1) подготовить сеймоплатформу с грунтовым лотком в соответствии с руководством по эксплуатации универсальной сеймоплатформы «УСП-300» УСП300.001.014.000 РЭ;

2) при подготовке испытаний в грунтовом лотке сеймоплатформы формируют грунтовую среду в соответствии с СТО.ЦКСИ.ТПМ-01.01-2014;

3) установить в грунтовом лотке сеймоплатформы кабельный прямок;

4) выполнить засыпку кабельного прямока на высоту в соответствии с требованиями ТУ на изделие;

5) установить на кабельный прямок корпус БКТП, обеспечивая воспроизведение штатного раскрепления прямока с корпусом. Не допускается проведение сейсмических испытаний БКТП в

комплекте в условиях полного или частичного жесткого крепления его к конструкции сейсмоплатформы.

**5.1.3** Допускаются технологические перерывы в испытаниях, но при этом общая продолжительность воздействия вибрации должна сохраняться.

**5.1.4** Контрольные точки для определения амплитудно-частотных характеристик изделия выбирают в зонах возможных резонансов, либо на вершине в месте наибольших возможных ускорений, где устанавливается одна пара сейсмоприемников.

**5.1.5** Контрольную точку для определения задающих амплитудно-частотных характеристик при испытании на сейсмостойкость выбирают на грунтовом лотке на уровне поверхности земли установки испытуемого изделия рядом с одной из точек крепления изделия (п.4.19 ГОСТ 30546.2-98, п.5.9 ГОСТ 30630.0.0-99). На платформе стенда устанавливается две пары сейсмоприемников.

## 5.2 Испытания по определению собственных (резонансных) частот.

**5.2.1** Испытания провести в диапазоне 0,5-35,0 Гц методом 100-3 по ГОСТ 30630.1.1-99 (метод свободных колебаний).

**5.2.2** Обнаруженные низшие собственные/резонансные частоты должны быть зафиксированы.

## 5.3 Испытания на сейсмостойкость.

**5.3.1** Испытания проводятся для условий нормативного воздействия землетрясения интенсивностью 9 баллов по шкале MSK-64, на высотных отметках до 10 м (вне АЭС), в соответствии с требованиями, ТЗ к договору на испытания.

**5.3.2** Испытания проводят путем воздействия на изделие колебаний сейсмоплатформы, генерируемых приводом сейсмоплатформы, в соответствии с методом 102-5 (метод воздействия расчетной акселерограммы землетрясения) по ГОСТ 30546.2-98, Приложение А; с параметрами, соответствующими ГОСТ 30546.1-98, ГОСТ 30546.2-98.

**5.3.3** В качестве расчетной акселерограммы принимаются широкополосные случайные колебания в диапазоне частот 1-30 Гц, длительностью не менее 60 секунд (с длительностью жесткой части не менее 10 секунд) со спектром ответа по рисунку 2 ГОСТ 30546.1-98 для значения относительного демпфирования 5% с поправочным коэффициентом – 1,0, установленным табл. 1 ГОСТ 30546.1-98, учитывающим интенсивность землетрясения и уровень установки над нулевой отметкой.

**5.3.4** Жесткая часть акселерограммы – часть акселерограммы с момента, когда значение ускорения впервые возрастает до 25% максимального уровня амплитуд до момента, когда значение ускорения последний раз убывает до 25% указанного уровня.

**5.3.5** На испытуемое изделие подают один за другим два импульса длительностью 30 секунд каждый, представляющие собой расчетные акселерограммы, усеченные по оси времени по обе стороны от жесткой части.

**5.3.6** Согласно п. А.5 ГОСТ 30546.2-98 обобщенный спектр ответа от входящего воздействия должен соответствовать графику (см. рис. 2 ниже) с 5% демпфированием.

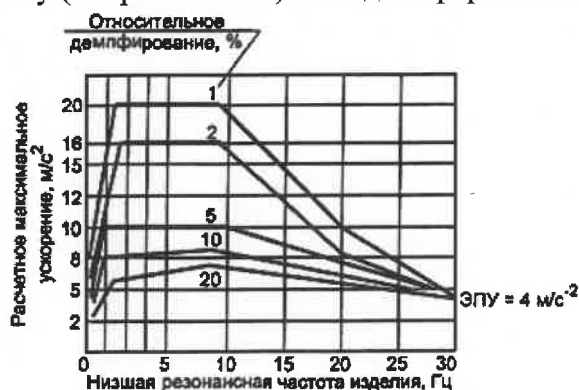


Рис. 2. Обобщенные спектры ответа для горизонтального направления 9 баллов [ГОСТ 30546.1-98]

#### **5.4 Контроль и оценка результатов испытаний.**

**5.4.1** Во время и после проведения испытаний представителем заказчика провести контроль состояния испытуемого изделия с целью выявления их повреждений. При обнаружении мест повреждений и разрушений они регистрируются с помощью фото/видеосъемки, после чего принимается решение о продолжении или прекращении испытаний.

**5.4.2** После окончания испытания, провести визуальный осмотр изделия контроль и фиксацию механических повреждений (деформации, поломок, трещин и т.д.) и ослабления затяжки крепежных элементов.

**5.4.3** Изделие испытания выдержало, если:

1) не выявлено деформации, превышающей 6 мм, или прогиба (перекашивания) любого из компонентов;

2) не выявлено трещин или поломок конструкционных деталей при визуальном контроле;

3) отсутствует ослабление затяжки крепежных элементов, контролируемых по реперным точкам (смещение не более 5 мм).

4) не выявлено нарушения работоспособности.

**5.4.4** Проведение испытаний должно сопровождаться фото/видеосъемкой, которая является неотъемлемой частью протокола испытаний.

#### **6 Условия и порядок проведения испытаний**

**6.1** Испытания проводить при нормальных климатических условиях в соответствии с Руководством по эксплуатации УСП300.001.014.000РЭ.

**6.2** В соответствии с п.3.15 ГОСТ 15150-69, если невозможно обеспечить нормальные климатические условия испытаний, допускается проводить испытания в климатических условиях УХЛ4 или О4 по согласованию с Заказчиком и пересчетом неопределенности (погрешности) измерения параметров виброколебаний в рамках установленных методом испытаний погрешности измерений виброколебаний.

**6.3** В процессе испытаний, в обязательном порядке фиксируются полные и частичные отказы изделия.

**6.4** Персонал, производящий испытания, должен:

1) знать устройство и руководство по эксплуатации стендов, на которых проводятся испытания;

2) изучить руководство по эксплуатации испытуемого изделия;

3) пройти инструктаж по правилам безопасности.

**6.5** При проведении испытаний запрещается проводить работы по устранению повреждений и подтяжке разъемных соединений при продолжающемся вибрационном воздействии, а также проводить испытания изделия на параметрах ускорений, превышающих требуемые настоящей ПМ.

**6.6** Порядок взаимодействия организаций, принимающих участие в испытаниях, установлен договором на проведение работ и обязывает представителей Заказчика и уполномоченной организации неукоснительно выполнять требования руководителя Испытательного подразделения.

#### **7 Метрологическое обеспечение достоверности результатов испытаний**

**7.1** Средства измерений (СИ) и контроля, используемые при испытаниях/измерениях, должны соответствовать эксплуатационным документам, содержащим основные параметры этого оборудования. СИ должны быть утвержденного типа СИ, иметь действующие сведения о результатах поверки и обеспечивать требуемую точность измерений для получения достоверности результатов.

**7.2** Испытательное оборудование (ИО), используемое при испытаниях, должно соответствовать эксплуатационным документам, содержащим основные параметры этого оборудования, быть аттестовано и иметь действующий аттестат и протокол аттестации. Основные положения и порядок проведения аттестации испытательного оборудования в соответствии с ГОСТ Р 8.568-2017.

Общество с ограниченной ответственностью «Центр Комплексно-Сейсмических Испытаний» (ООО «ЦКСИ»)	Протокол испытаний № 115/25	Стр.14/22 Экз.№1 Количество экземпляров 2
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------------------------

7.3 Испытательный режим реализуется в контрольной точке по показаниям рабочих средств измерений со следующими допускаемыми отклонениями:

- 1) амплитуда ускорения  $\pm 15\%$ ;
- 2) частота вибрации  $\pm 0,5$  Гц на частотах до 25 Гц и  $2\%$  на частотах более 25 Гц ;
- 3) длительность воздействия  $\pm 10\%$ .

7.4 Неопределенность (погрешность) измерения параметров виброколебаний измерительно-вычислительного комплекса СКВВ для климатических условий УХЛ4 или О4, при вероятности  $P = 0.95$  в рабочем диапазоне частот и амплитуд определяется по формуле:

$$\Delta = 1.1 \sqrt{\delta a^2 + \delta t^2 + \tau e^2 + \tau t^2 + v^2},$$

где  $\delta a^2$  – предел допускаемой погрешности акселерометра при нормальных климатических условиях;

$\delta t^2$  – предел допускаемой дополнительной погрешности акселерометра, вызванное отклонением температуры от нормальных климатических условий

$$\delta t^2 = +0,1 \frac{\%}{^{\circ}\text{C}};$$

$\tau e^2$  – предел допускаемой погрешности преобразователя напряжения при нормальных климатических условиях;

$\tau t^2$  – предел допускаемой дополнительной погрешности преобразователя напряжения, вызванное отклонением температуры от нормальных климатических условий на каждые  $1^{\circ}\text{C} = + 0.15\%$ ;

$v^2$  – предел допускаемой погрешности ПО «PowerGraph» =  $+ 0.04\%$ .

## 8 Отчетность

8.1 По результатам испытаний оформляется протокол испытаний в соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17025-2019.

8.2В протоколе испытаний указывают:

- 1) наименование и адрес заявителя (заказчика) испытаний;
- 2) полное наименование и обозначение изделия;
- 3) дату и место проведения испытаний;
- 4) цель испытаний, документ, на соответствие которому проводились испытания;
- 5) методы проведения испытаний;
- 6) испытательное оборудование, средства измерений и неопределённость (погрешность) результатов измерений (испытаний);
- 7) результаты испытаний, в приложениях приводятся фрагменты записи колебаний вибростенда в одном из направлений движения;
- 8) программу и методику испытаний;
- 9) заключение по результатам испытаний.

8.3 Номинальные значения контролируемых и измеряемых параметров испытательного воздействия при испытаниях изделия должны быть зафиксированы в протоколе испытаний.

8.4 По результатам испытаний в разделе «Мнения и интерпретации» протокола испытаний могут быть выданы рекомендации, направленные на повышение сейсмостойкости изделия до необходимого уровня.

## 9 Требования безопасности

9.1 При проведении испытаний должны выполняться требования в соответствии с руководством по эксплуатации испытательного оборудования УСП300.001.014.000РЭ (сейсмоплатформы «УСП-300») и инструкцией по технике безопасности И.ЦКСИ №2.

## 10 Термины и определения, сокращения

**Контрольная точка** – одна из проверочных точек, сигнал с которой используют для управления испытаниями таким образом, чтобы удовлетворить требования настоящего стандарта.

**Сейсмостойкость** – способность строительных конструкций и технических изделий противостоять сейсмическим (вибрационным) воздействиям, сохраняя свои эксплуатационные качества.

**Точка крепления** – место контакта испытуемого образца с крепежным приспособлением или столом сейсмоплатформы, соответствующее обычной установке образца на месте эксплуатации.

**АЭС** – атомная электростанция.

**КД** – конструкторская документация (технические требования, технические условия и т.д.).

**MSK-64** – шкала сейсмической интенсивности MSK-1964.

**ПК** – персональный компьютер.

**ПМ** – программа и методика испытаний.

**ПО** – программное обеспечение.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**



Общий вид испытуемого изделия

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4**

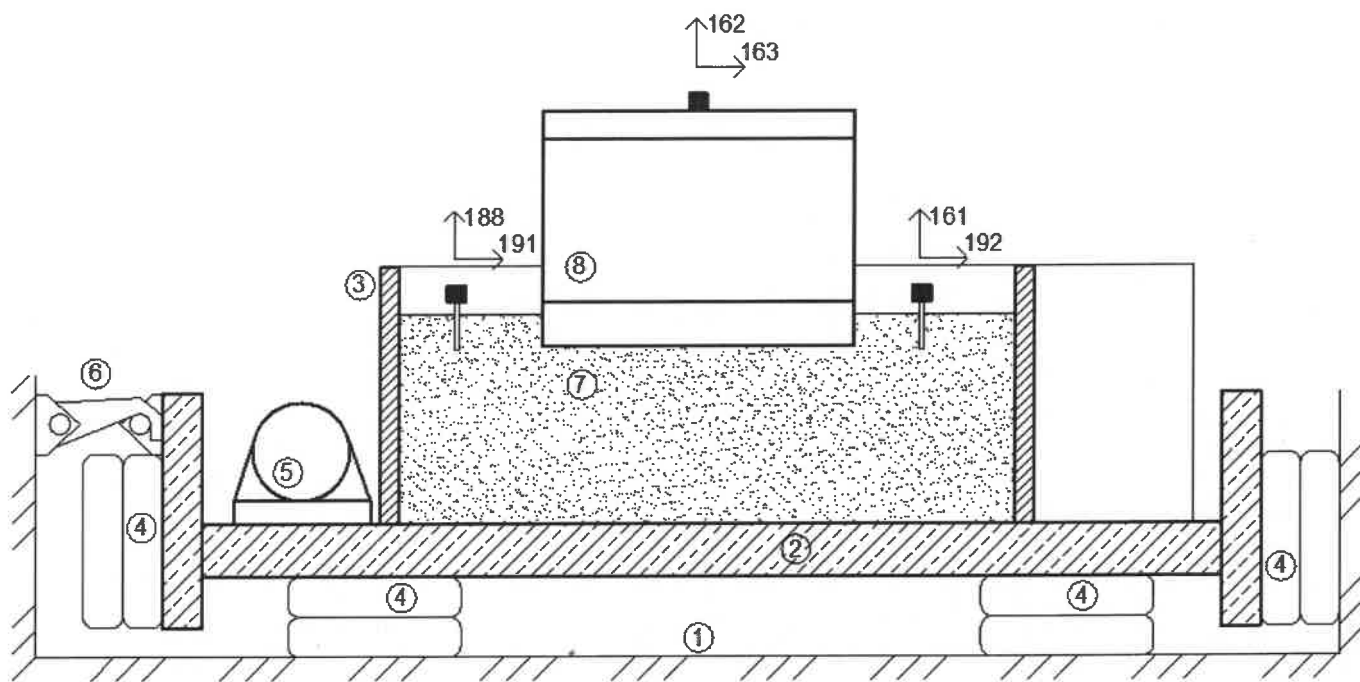
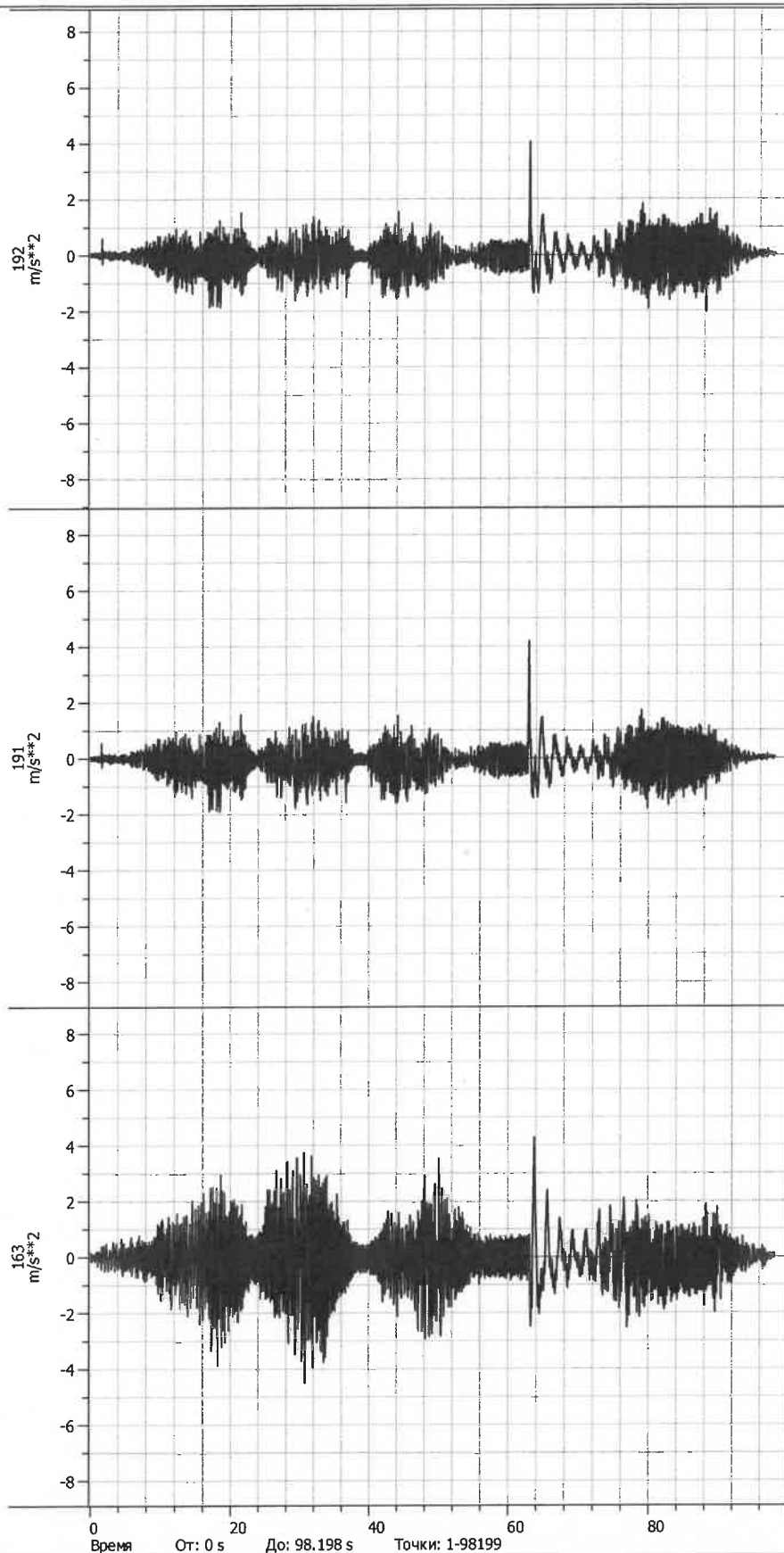


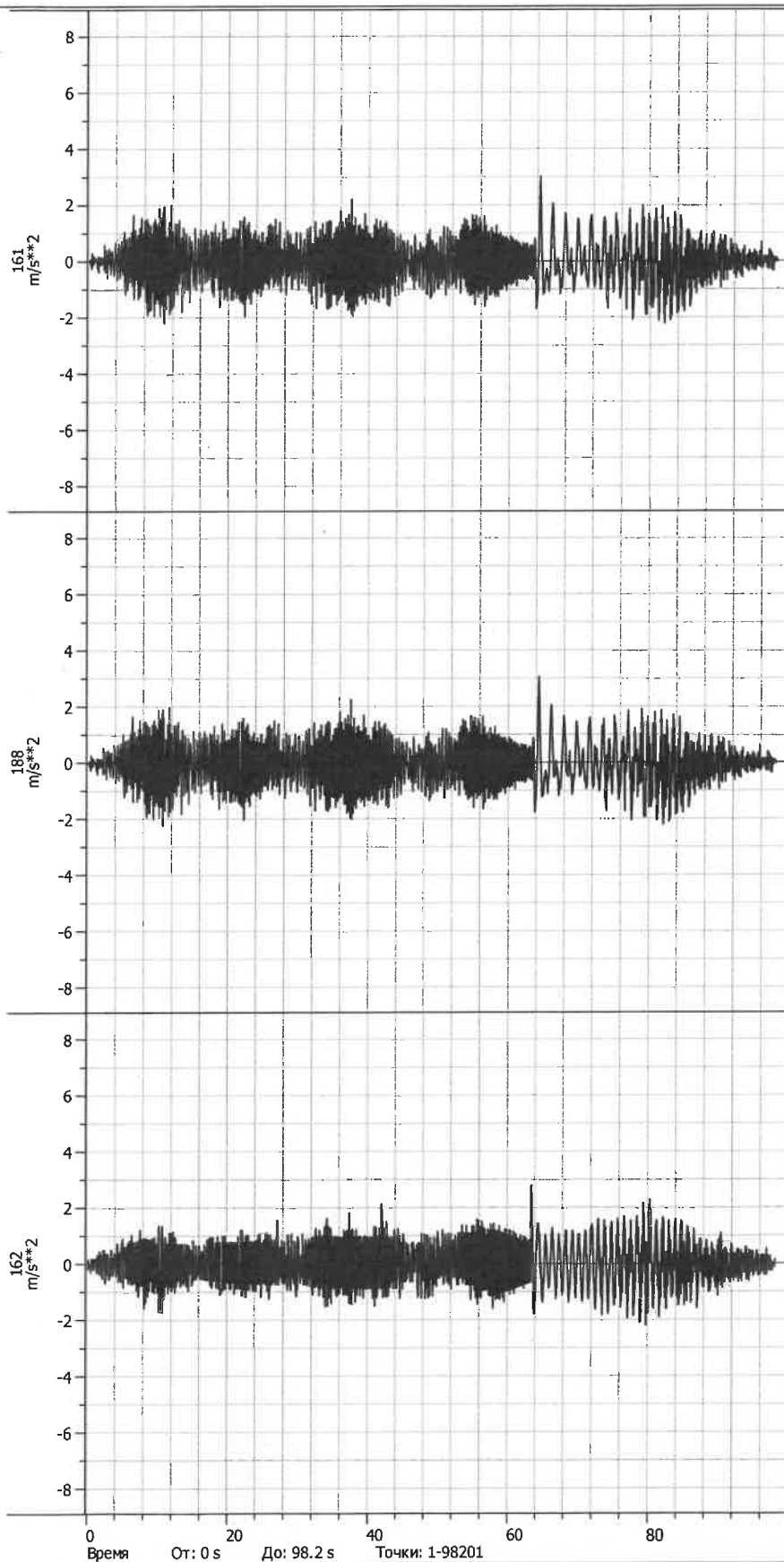
Схема расстановки сейсмоприемников (акселерометров) при проведении испытаний

**ПРИЛОЖЕНИЕ 5.1**



**Акселерограмма испытательного воздействия и отклика изделия на испытательное воздействие при испытании на сейсмостойкость по горизонтали**

**ПРИЛОЖЕНИЕ 5.2**



**Акселерограмма испытательного воздействия и отклика изделия на испытательное воздействие при испытании на сейсмостойкость по вертикали**

**ПРИЛОЖЕНИЕ 6.1**



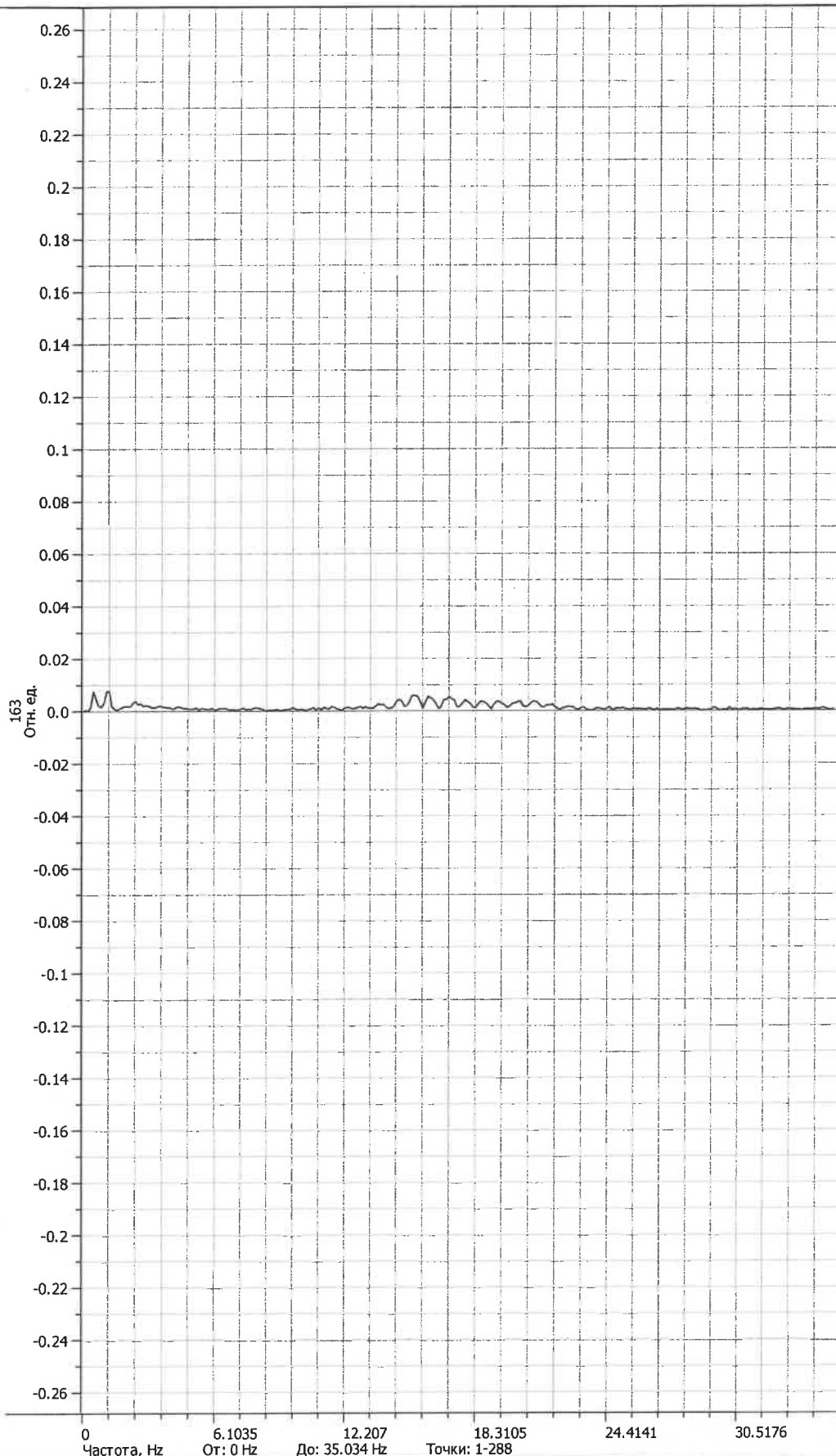
Спектр реакции от испытательного воздействия при испытаниях на сейсмостойкость и нормативный спектр по горизонтали

**ПРИЛОЖЕНИЕ 6.2**



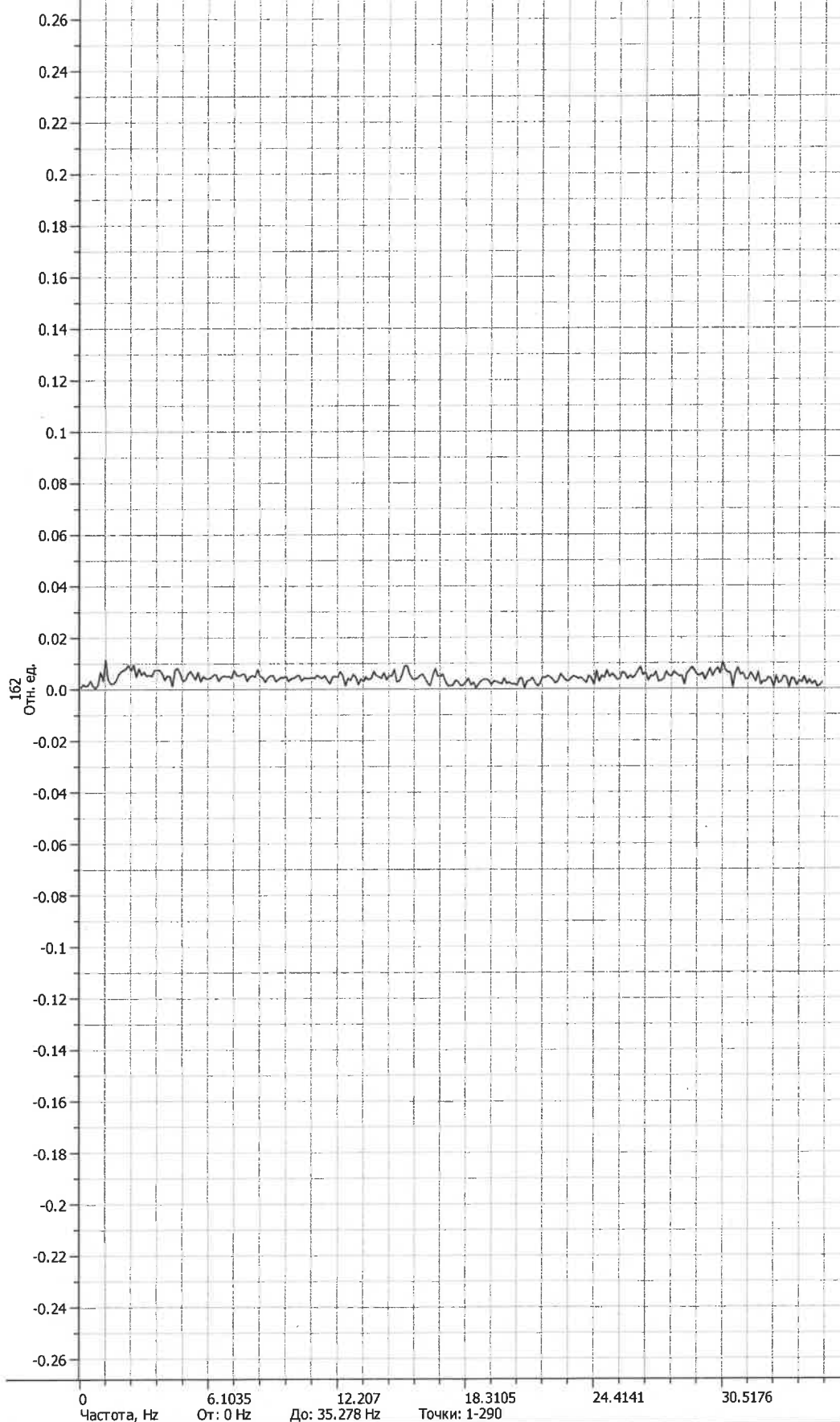
Спектр реакции от испытательного воздействия при испытаниях на сейсмостойкость и нормативный спектр по вертикали

**ПРИЛОЖЕНИЕ 7.1**



**Спектр Фурье от собственных колебаний изделия по горизонтали**

**ПРИЛОЖЕНИЕ 7.2**



**Спектр Фурье от собственных колебаний изделия по вертикали**

**«Конец протокола испытаний»**