

УТВЕРЖДАЮ:

Главный инженер

ОАО ОКБ «ГИДРОПРЕСС»

Е.А. Лисенков

“12” 03 2014 г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1. Наименование закупки:

Работы по созданию стенда для обоснования сейсмической прочности и стойкости канала регулирования реактивности в режиме «Сеймика» (при воздействии максимального расчетного землетрясения) водоводяного энергетического реактора (ВВЭР) атомной электростанции (АЭС) «АККУЮ».

2. Технические требования

2.1 Технические требования к выполнению работ по созданию стенда

Выполнить проектные, строительные и монтажные работы (включая приобретение, доставку и использование необходимых материалов, комплектующих и оборудования) в объеме, достаточном для обеспечения на стенде режимов испытаний канала регулирования реактивности ВВЭР, приведенных в таблице 1.

Стенд должен обеспечивать воспроизведение на 4-х высотных отметках расчётные параметры (таблица 1) горизонтальных и вертикальных акселерограмм с погрешностью не более 10% (либо $\pm 0.5 \text{ м/с}^2$ на малых амплитудах).

Канал регулирования реактивности состоит из тепловыделяющей сборки (ТВС), органов регулирования системы управления и защиты (ОР СУЗ), имитатора блока защитных труб (БЗТ) и привода системы управления и защиты (СУЗ ШЭМ-3). В таблице 2 приведены примерные массогабаритные характеристики элементов испытуемого изделия.

Таблица 1 – Управляемые параметры испытаний режима «Сеймика»

Параметр	Нижняя опора ТВС (-2,250,)	Верхняя опора ТВС (+2,600)	Нижний фланец привода СУЗ ШЭМ-3 (+9,700)	Верхняя часть привода СУЗ ШЭМ-3 (+11,900)
Горизонтальное ускорение/скорость (амплитуда) ^в направлении оси X, м/с ² , м/с	26,4 / 1,1	26,4 / 1,1	24,6 / 0,98	56,0 / 1,44
Горизонтальное ускорение/скорость (амплитуда) ^в направлении оси Y, м/с ² , м/с	20,2 / 1,24	20,2 / 1,24	18,6 / 1,1	54,2 / 1,40
Вертикальное ускорение/скорость (амплитуда) ^в направлении оси Z, м/с ² , м/с	7,2 / 0,30			
Основная частота ускорения/скорости при горизонтальном сейсмическом воздействии, Гц	2,1 (ось X) 2,3 (ось Y) / 2,0 (ось X) 2,1 (ось Y)		13,3 (ось X) 12,5 (ось Y) / 2,0 (ось X) 2,1 (ось Y)	
Основная частота ускорения/скорости при вертикальном сейсмическом воздействии, Гц	3,1 Гц / 2,0 Гц			
Длительность сейсмического воздействия, с *	20			

Таблица 2 – Примерные массогабаритные характеристики испытуемого изделия

Параметр	колонка с ТВС	имитатор БЗТ	верхний корпус колонки	привод СУЗ ШЭМ-3
Масса, кг	1820	1580	300	450
Вертикальный размер, мм	5000	4000	3000	4000

Для иллюстрации высотных отметок на рисунке 1 в качестве прототипа показана схема имеющегося стенда для испытаний канала регулирования (ССВИ). На стенде ССВИ электродинамические вибростенды расположены на трёх уровнях -3,030, +1,300, +8,700. На каждой высотной отметке располагается по 2 вибростенда под углом 90° друг к другу, позиции 1-6. В новом стенде на тех же высотных отметках должны быть размещены сервогидравлические приводы (гидроцилиндры). Также необходимо добавить четвертую площадку для пары гидроцилиндров на уровне +11,900 (позиции 7-8) и установить три вертикальных гидроцилиндра на уровне +5,500 (или выше) испытательного стенда (позиции 9-11).

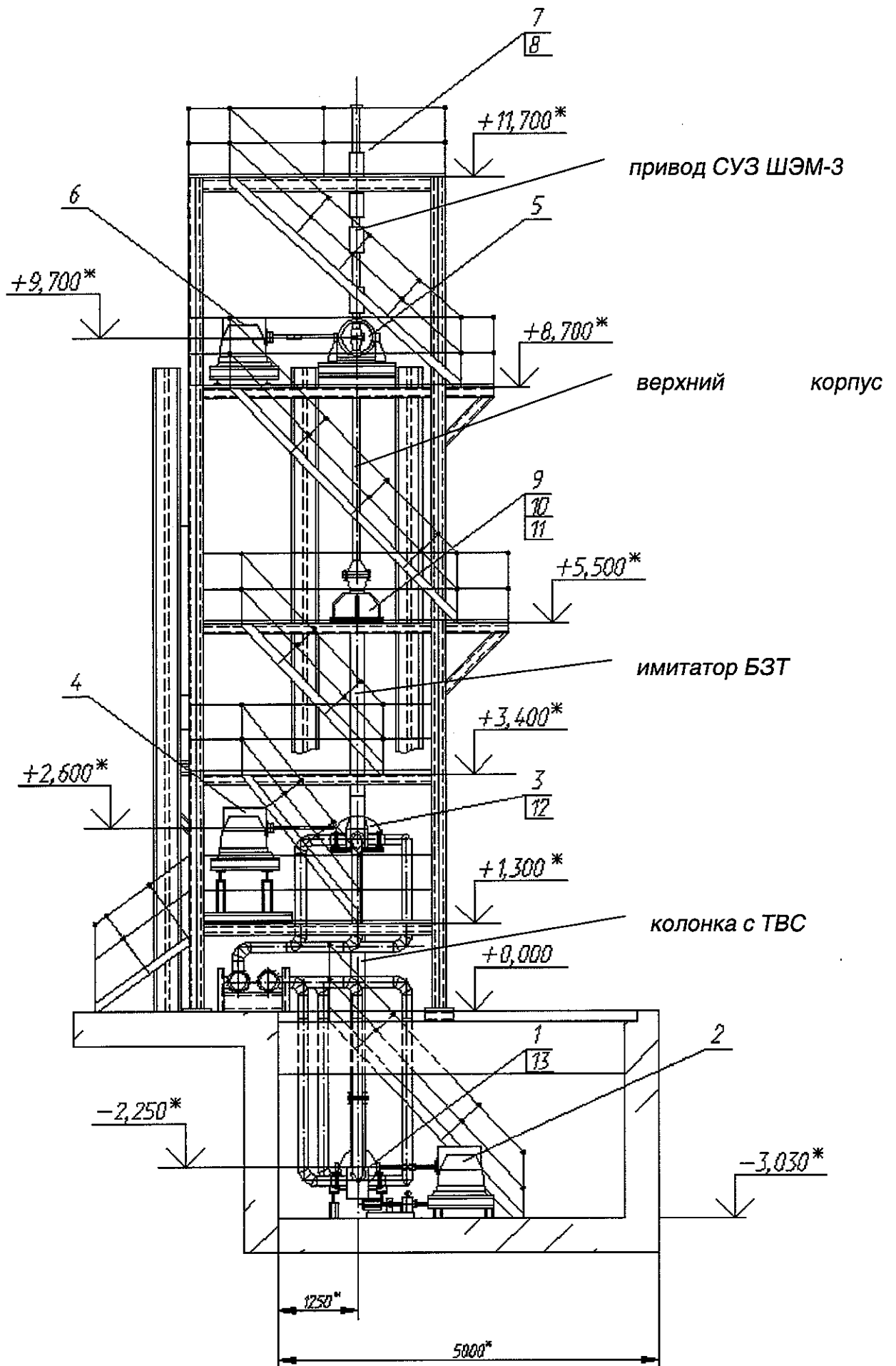


Рисунок 1 – Схема имеющегося стенда

В процессе испытаний одновременно должны быть задействованы 8 горизонтальных и 3 вертикальных гидроцилиндра, т.о. объект испытаний должен иметь возможность перемещаться в 3 взаимно-перпендикулярных направлениях.

Пример целевой акселерограммы представлен на рисунке 2 (зависимость ускорения от времени для верхней части привода СУЗ ШЭМ-3). На рисунках 3 и 4 представлены спектры скорости и ускорения для верхней части привода СУЗ ШЭМ-3. Эскиз колонки стенда и акселерограммы точек нагружения прилагаются.

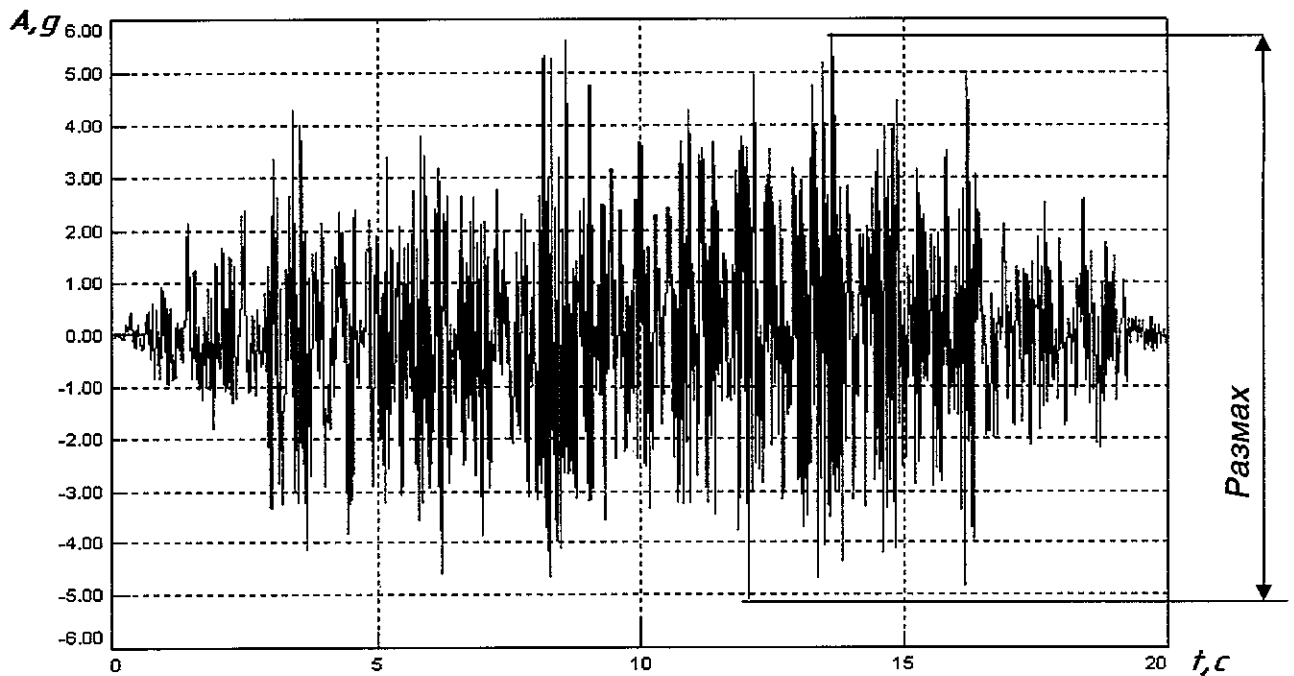


Рисунок 2 – Акселерограмма верхней части привода СУЗ

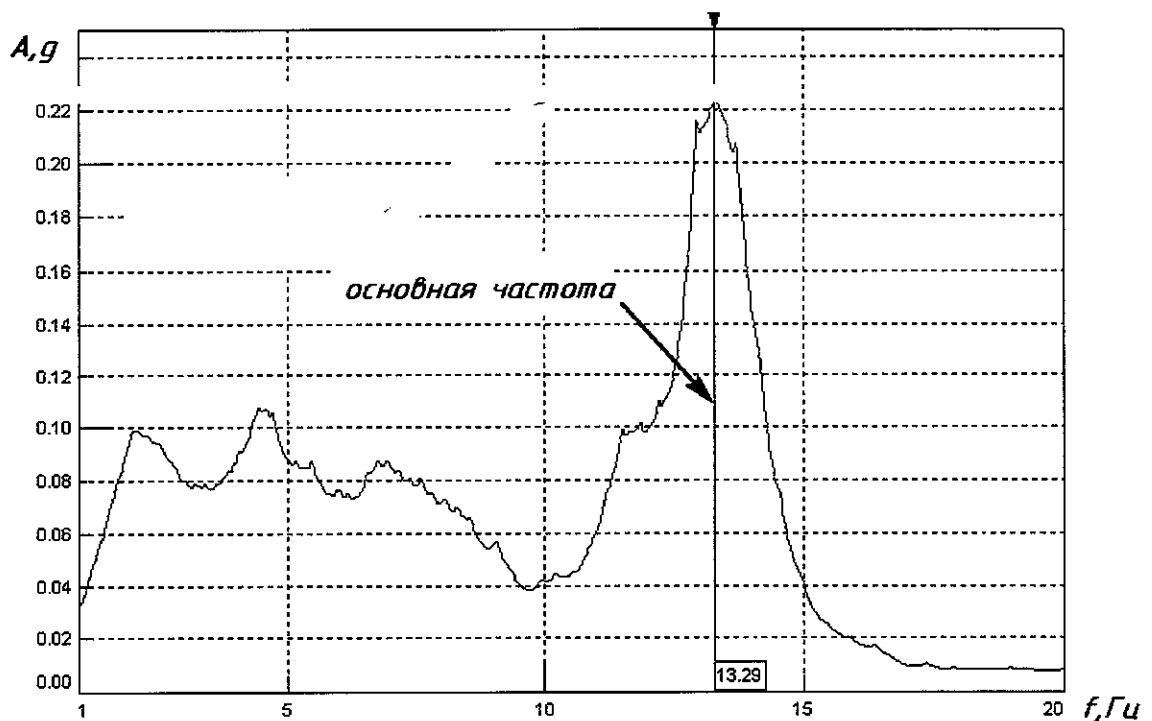


Рисунок 3 – Спектр ускорения верхней части привода СУЗ

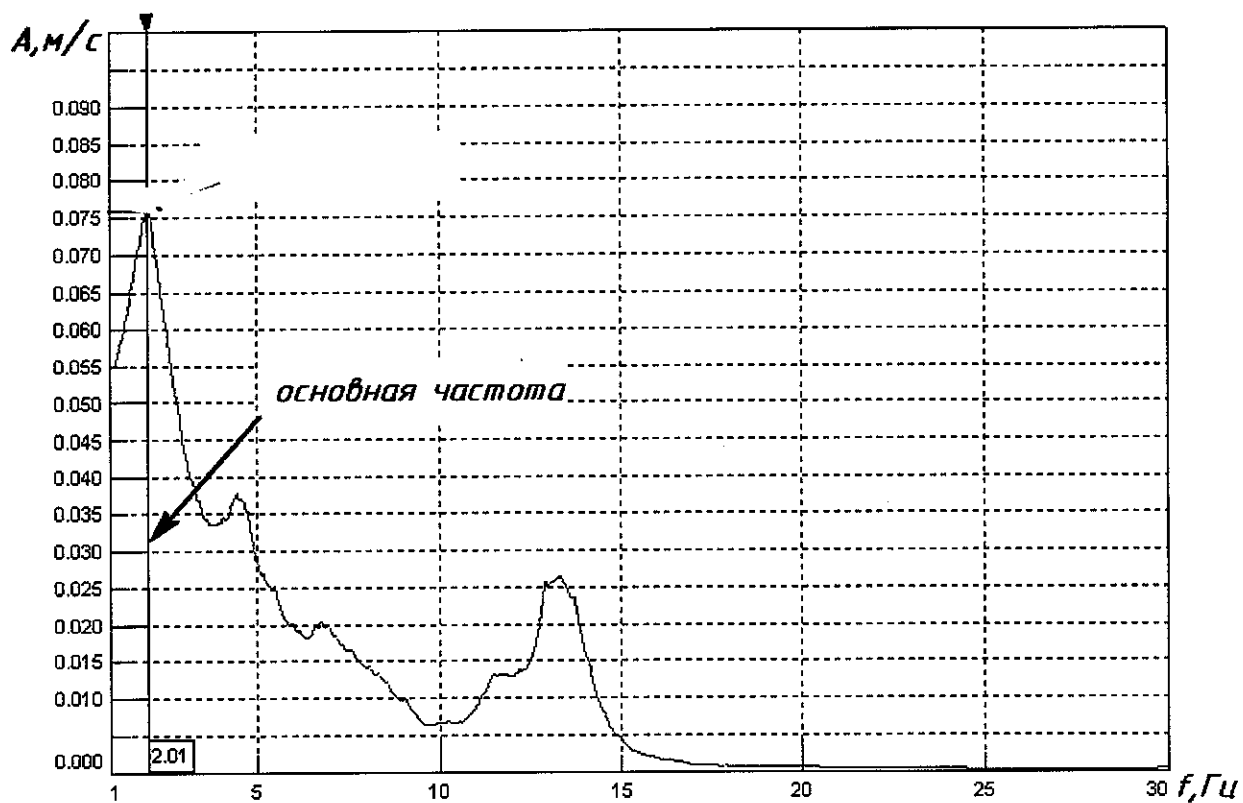


Рисунок 4 – Спектр скорости верхней части привода СУЗ

В состав стенда должны войти:

- система вибрационного нагружения канала регулирования реактивности;
- система измерений и управления виброиспытаниями (АСУТП вибрации);
- силовая рама;
- гидравлическая система;
- технологический КИП;
- все материалы, комплектующие и оборудование, необходимые для сооружения стенда, приобретает и использует Исполнитель работ.

Размещение указанных систем должно предусматривать свободный доступ к ним для обслуживания, ремонта на месте и замены.

2.2 Требования к системе гидроцилиндров

В состав системы нагружения должны входить 11 гидроцилиндров, которые должны обеспечить колебания испытуемого изделия с параметрами, приведенными в таблице 1.

Гидроцилиндры должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечение испытаний на динамические нагрузки;
- контроль перемещения штока гидроцилиндра с помощью интегрированного датчика перемещения;
- для обеспечения управления гидроцилиндром по ускорению в комплект должен входить внешний или встроенный акселерометр с частотным диапазоном от 0.5 Гц до 3 кГц ($\pm 5\%$) и номинальной чувствительностью 100 мВ/g ($\pm 10\%$) с двойным комплектом кабелей для подключения к системе управления длиной не менее 40 м (например, РСВ 333В30 или аналог), крепление акселерометра – на шпильку;
- комплект кабелей длиной не менее 40м., для подключения гидроцилиндров к системе управления.

2.3 Требования к системе обеспечения гидроцилиндров рабочей средой

Производительность системы маслостанций, маслопроводов, распределительных колонок и гидроаккумуляторов должна удовлетворять потребности гидроцилиндров в режимах испытаний, приведенных в таблице 1.

Комплект поставки должен включать гидравлическое масло в объеме, необходимом для обеспечения работоспособности стенда.

Для охлаждения маслонасосных станций ОАО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» предоставляет обратную воду температурой до 25 °С, расход обратной воды не более 35 м³/ч, давлением не более 8 бар.

2.4 Требования к системе управления (АСУТП вибрации)

АСУТП вибрации должна рассчитывать сигнал управления для каждого гидроцилиндра с учетом их взаимного влияния и податливости силовой рамы стенда таким образом, чтобы выполнить заданный режим испытаний, т.е. воспроизвести целевые акселерограммы (функция ускорения от времени) в заданных точках конструкции путем проведения автоматических итераций со встроенными функциями проверки сходимости с погрешностью не более 10% (либо ± 0.5 м/с² на малых амплитудах) по отношению к целевой (например, система управления ПО RS TWR, JAGUAR MIMO Waveform Replication или аналогов).

АСУТП вибрации должна обладать функциями и качествами:

- аналоговые входы, не менее 64 штук;
- типы подключаемых датчиков: ИЕРЕ/ICP датчики (не менее 40), тензодатчики $\frac{1}{2}$, и полный мост (не менее 12), LVDT датчики перемещения (не менее 12);
- управляющие аналоговые выходы, не менее 12 штук;
- интегрированные в одном контроллере системы измерения и управления для гарантированной синхронизации управляющих и измерительных каналов;
- распознавание / калибровка датчиков, автоматически и вручную;
- формы колебаний встроенного генератора - синусоидальные, треугольные, прямоугольные, синус с разверткой по частоте с обратной связью и поддержанием постоянной амплитуды, импульс, пользовательский временной сигнал в формате *.wav, *.txt и т.п.
- частота опроса канала не менее 5 кГц;
- фильтры данных выборки (фильтр нижних частот, фильтр верхних частот, полосовые пропускающий/заградительный);
- управление от внешнего ПК с ОС Windows по интерфейсу Ethernet;
- ПК оператора должен быть оснащен двумя мониторами с диагональю не менее 24 дюймов, процессором класса не ниже Intel Core i7, не менее 8 гигабайт оперативной памяти, жестким диском объемом не менее 2 терабайт с возможностью восстановления данных при отказе диска (зеркальный RAID-массив), цветным лазерным принтером;
- режекторный фильтр для компенсации возрастания амплитуды на резонансных режимах;
- источник бесперебойного питания;
- внешняя кнопка аварийной остановки;

Для воспроизведения на испытательной установке различных сигналов нагружения АСУТП вибрации должна создавать математическую модель образца и испытательной установки и использовать эту модель для вычисления сигналов управления многоосного нагружения силовыми гидроцилиндрами. Система должна выполнять итерационный процесс и обеспечивать максимальную точность воспроизведения расчетных акселерограмм. Должны быть предусмотрены:

- задание предельных и пороговых значений;
- создание временных сигналов (циклические, развертки, шум, пользовательский);
- автоматическая активация и отключение гидравлических элементов;

- отображение временных реализаций, автоспектров и спектральных плотностей мощности выбранных сигналов;
- набор функций для отображения и интерактивного графического редактирования временных сигналов;
- импорт и экспорт файлов;
- статистическая оценка;
- масштабирование;
- интегрирование / дифференцирование;
- прямое и обратное преобразование Фурье;
- вычисление спектральной плотности мощности;
- вычисление АЧХ при многоканальном возбуждении;
- автоматическое выполнение итераций;

Для размещения системы управления заказчик предоставляет аппаратное помещение не далее 20 м от силовой рамы стенда.

2.5 Требования к силовой раме стенда

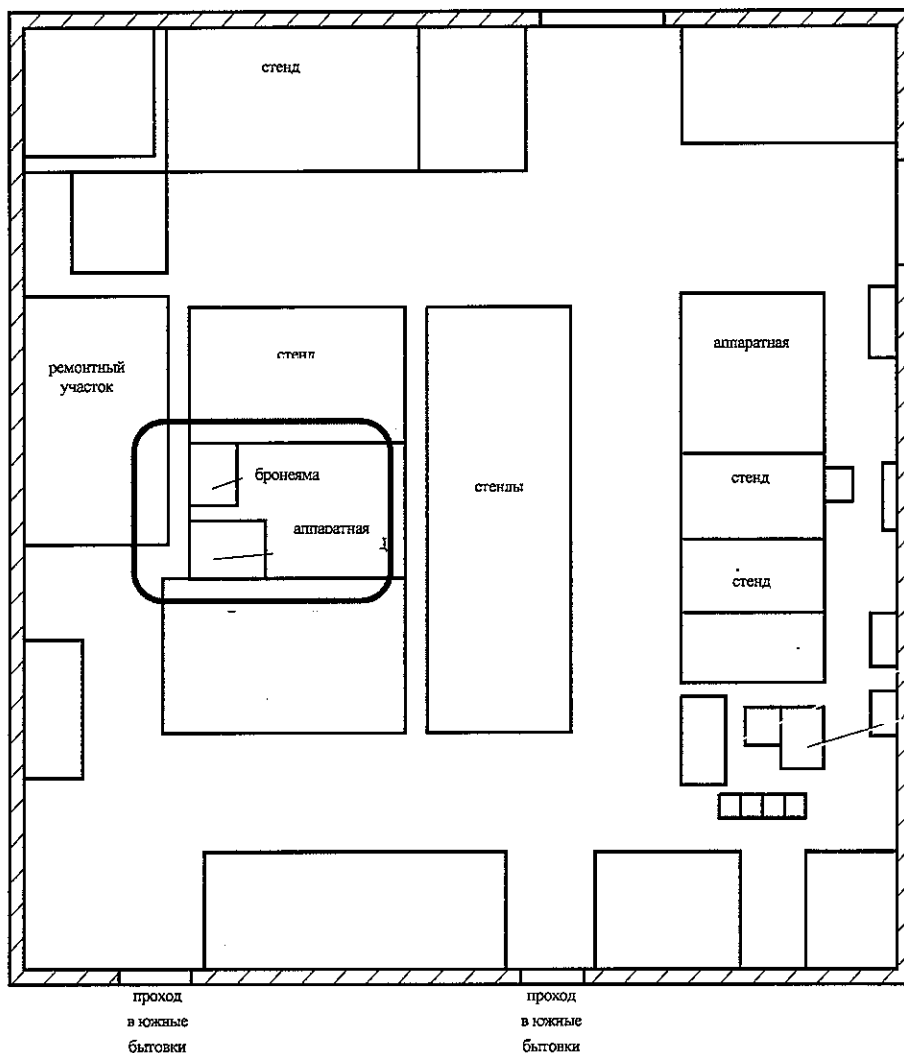


Рисунок 5 – Планировка размещения

Стенд предполагается в первом пролете экспериментального цеха ОАО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» (рисунок 5) на месте стенда УКАС с размещением нижней части стенда в имеющейся приямке на отметке около -3000 мм (площадь приямка 24 м², 6x4 м). Площадь размещения опор силовой рамы не должна превышать 48 м² (8x6 м).

Конструкция силовой рамы должна обеспечивать возможность поэтапной сборки испытуемого изделия путем загрузки через верхние пролеты стенда (загрузка производится при помощи крана (расстояние от пола до крюка мостового крана 16 м). Поэтапно устанавливается колонка, ТВС, БЗТ, ОР СУЗ и привод СУЗ ШЭМ-3). Для этого в месте размещения испытуемого изделия по всей высоте стенда должно быть предусмотрено сквозное отверстие диаметром не менее одного метра (типа «колодец») и проем от отметки +10,0 до максимальной высоты по одной из граней стенда. Стенд должен обеспечивать лёгкость и удобство монтажа, сборки и эксплуатации, доступ к испытуемому изделию, всем узлам, оборудованию и приборам стенда для обслуживания, ремонта и замены на месте. В состав стенда должен входить комплект специнструментов и приспособлений, необходимых для сборки и эксплуатации стенда, ремонтный комплект.

Силовая рама должна обеспечивать возможность установки гидроцилиндров на уровне нижней и верхней опор ТВС и нижней опоры привода и на уровне установочного фланца датчика ДППШ привода (уровень 4 на рисунке 1). Для обеспечения вертикальной составляющей сейсмической нагрузки необходимо установить три гидроцилиндра на отметке +5,500 м или выше. Расстояние между местом крепления гидроцилиндра к силовой раме и каналом регулирования должно составлять ориентировочно около 2 м.

В силовой раме должны быть предусмотрены места для размещения оборудования для возможности реализации режима испытаний «авария с разрывом ГЦТ», которая предполагается после завершения настоящего этапа испытаний в режиме «сейсмика». Параметры режима приведены в таблице 3. Для этого должны быть предусмотрены места для установки или возможность установки на посадочные места гидроцилиндров режима «сейсмика» гидроцилиндров и гидравлических аккумуляторов для режима «авария с разрывом ГЦТ» на следующих уровнях:

- 2 горизонтальных соосных гидроцилиндра на уровнях опор ТВС (отм -2,250, +2,600);
- 3 вертикальных гидроцилиндра на уровне +5,500.

Для режима «сейсмика» (таблица 1) должно быть выполнено обоснование силовой рамы по условиям прочности, отстройки от резонанса в диапазоне частот 1-10 Гц и непревышения максимального перемещения 10 мм. Помимо этого обоснование прочности силовой рамы должно быть выполнено для режима «авария с разрывом ГЦТ» (таблица 3).

При обосновании массогабаритные характеристики испытуемого изделия принимаются в соответствии с таблицей 2.

Таблица 3 – Параметры испытаний режима «авария с разрывом ГЦТ»

Параметр	Опоры ТВС (отм -2,250, +2,600)
Импульсное горизонтальное ускорение (амплитуда), м/с ²	211
Основная частота горизонтального воздействия, Гц	27
Длительность горизонтального воздействия, с	0,5
Импульсное вертикальное ускорение (амплитуда), м/с ²	63
Основная частота вертикального воздействия, Гц	30
Длительность вертикального воздействия, с	0,3

2.6 Требования к безопасности стенда

Проект стенда должен быть обоснован в части безопасности испытательных воздействий в режимах «Сейсмика» и «авария с разрывом ГЦТ» (параметры воздействий приведены в таблицах 1 и 3) для персонала и прочности строительных сооружений цеха.

Исполнитель проводит обследование имеющихся конструкций, фундамента и грунта в месте расположения стенда и разрабатывает решения по исключению передачи опасных нагрузок со стенда на строительные конструкции цеха. При необходимости, должна быть разработана и сооружена система виброизоляции стенда.

Стенд должен удовлетворять современным нормативным требованиям для исключения техногенных аварий и угроз жизни и здоровью персонала стенда и цеха.

2.7 Требования к гидравлическому контуру

Принципиальная гидравлическая схема стенда показана на рисунке 6.

Основные характеристики гидравлического контура следующие:

- теплоноситель – вода;
- температура – до 55 °С;
- расход теплоносителя через колонку – регулируемый диапазон от 200 м³/ч до 1000 м³/ч;
- перепад давления в колонке стенда при расходе 1000 м³/ч – 0,2 МПа;
- избыточное давление в контуре – до 0,6 МПа;
- объем гидравлического контура - не более 4 м³.

Основными элементами гидравлической системы являются:

- колонка, нержавеющие трубопроводы и запорно-регулирующая арматура циркуляционного контура, насосы,

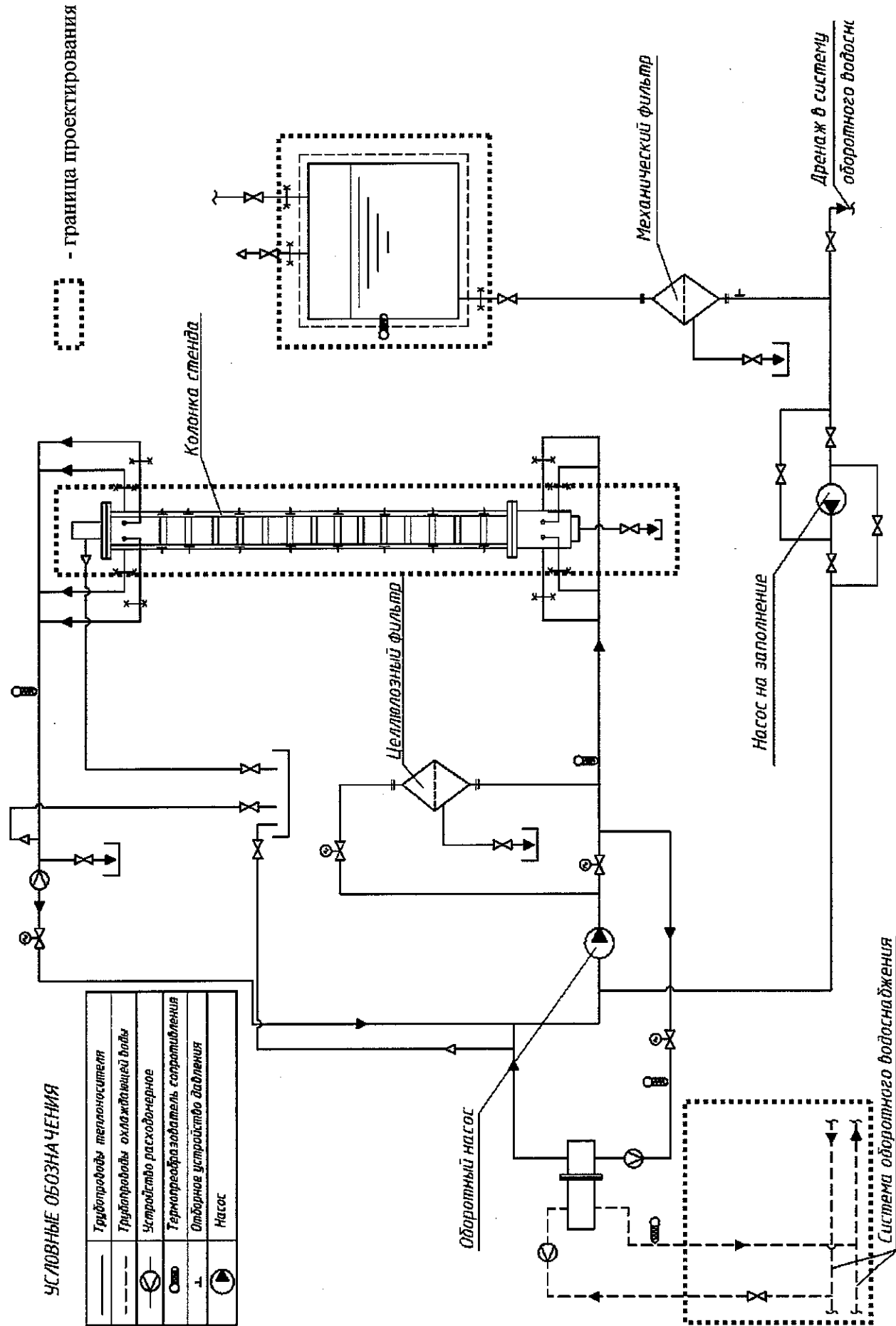


Рисунок 6 — Гидравлическая схема стенда

- механический фильтр,
- целлюлозный фильтр,
- холодильник.

Колонка стенда предоставляется ОАО ОКБ «ГИДРОПРЕСС». Узлы соединения циркуляционного контура с колонкой стенда должны обеспечивать поперечное перемещение колонки в трех взаимно перпендикулярных направлениях на величины максимальных ходов гидроцилиндров.

Насосы должны иметь блокировки по превышению тока. Необходимо предусмотреть дренажный насос для осушения кессона стенда (отметка -3,0) в случае протечек теплоносителя. Заполнение стенда теплоносителем осуществляется с помощью насоса заполнения через механический фильтр с размером ячейки 0,25 мм. Фильтр должен обеспечивать возможность его промывки или замены. В контуре должна быть предусмотрена система очистки теплоносителя через целлюлозный фильтр, расположенный на байпасе. Холодильник должен поддерживать температуру воды на входе колонки не выше 55 °С (верхний предел рабочих температур датчиков).

2.8 Требования к технологическому КИП

Технологический КИП должен включать в себя измерительные каналы статического давления, перепада давления на макете ТВС, расхода, температуры воды в гидравлическом контуре стенда (рисунок 6). Отображение результатов измерений по каналам КИП должно проводиться на ПК и на щите КИП, архивация – на ПК. Включение, выключение и управление исполнительными устройствами должны осуществляться со щита управления (возможно совмещение щитов КИП и управления).

ПК для технологического КИП должен быть оснащен двумя мониторами с диагональю не менее 24 дюймов, процессором класса не ниже Intel Core i7, не менее 8 гигабайт оперативной памяти, жестким диском объемом не менее 2 терабайт с возможностью восстановления данных при отказе диска (зеркальный RAID-массив).

3. Требования к технической документации

Техническая документация должна соответствовать требованиям ЕСКД. Перечень расчетов должен включать в себя прочностной расчет силовой рамы стенда, расчет резонансных частот и перемещений силовой рамы в режимах в соответствии с таблицами 1 и 3.

4. Квалификационные требования

Для выполнения заявленной работы, организация исполнитель (контрагент) должна иметь:

- опыт выполнения договоров сопоставимого объема и характера за период 2011 - 2013 гг. не менее 60% от стоимости закупки;
- средства измерения и система управления гидроцилиндрами должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений;

Для проведения работ по проектированию и монтажу систем стенда организация исполнитель, либо организация соисполнитель должна иметь свидетельства СРО на следующие виды работ:

- свидетельство СРО на следующие виды проектных работ:
 - работы по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений;
- свидетельство СРО на следующие виды строительных работ (в зависимости от выбранного типа силовой рамы):
 - работы по устройству бетонных и железобетонных монолитных конструкций;
 - монтаж сборных бетонных и железобетонных конструкций;
 - монтаж металлических конструкций;

5. Требования к гарантии качества

Продукция должна быть новой, не использованной ранее, выпущенной не ранее 2013 г.

6. Требования к гарантийному сроку и условиям гарантийного обслуживания

Качество должно быть обеспечено действующей у Поставщика (Изготовителя) системой качества, соответствующей международным стандартам.

Гарантия на оборудование должна действовать не менее чем в течение двенадцати месяцев с момента сдачи-приёмки оборудования на территории Заказчика.

7. Порядок выполнения работ

1. Обследование несущих конструкций здания и разработка проекта системы виброизоляции стенда с расчетным обоснованием допустимости воздействий на строительные конструкции цеха.
2. Разработка РКД силовой рамы, системы вибрационного нагружения канала регулирования реактивности, АСУТП вибрации;
3. Разработка РКД гидравлического контура; технологического КИП;

4. Приобретение материалов, изготовление и монтаж силовой рамы в 1 пролёте экспериментального корпуса ОКБ «ГИДРОПРЕСС»;
5. Приобретение материалов и комплектующих, изготовление и монтаж гидравлического контура, технологического КИП
6. Поставка и монтаж системы вибрационного нагружения ТВС и привода;
7. Поставка и монтаж системы измерений и управления виброиспытаниями (АСУТП вибрации);
8. Пуско-наладка стенда, сдача стенда в эксплуатацию проверка режимов испытаний.

8. Требования к объёму и срокам поставки технической документации:

8.1 Поставщик предоставляет комплект технической документации на русском языке в бумажном виде в трех экземплярах и в электронном виде. Все проектные решения должны быть согласованы с ОКБ «Гидропресс».

8.2 Комплект технической документации должен включать:

8.2.1 Отчет об обследовании несущих конструкций и инженерных изысканиях, расчетное обоснование допустимости воздействий стенда на строительные конструкции цеха, проектную документацию на систему виброизоляции стенда (при необходимости). РКД на силовую раму, систему вибрационного нагружения, АСУТП вибрации, гидравлический контур, технологический КИП.

8.2.2 Расчеты собственных частот, прочности, напряженно-деформированного состояния, перемещений силовой рамы при заданных режимах испытаний («сейсмика» и «авария с разрывом ГЦТ»), технико-экономическое обоснование выбора оборудования, анализ работоспособности оборудования при заданных режимах испытаний, экспертное заключение о безопасности испытательных воздействий для прочности строительных сооружений цеха.

8.2.3 Паспорт, техническое описание и руководство по эксплуатации стенда, включающие данные о назначении и области применения, описание конструкции, принцип действия, технические характеристики, инструкция по монтажу системы вибрационного нагружения, требования безопасности при монтаже и эксплуатации, комплект поставки, копия свидетельства о внесении средств измерения и системы управления в Государственный реестр средств измерений Российской Федерации;

8.3 Документация по пунктам 8.2.1 и 8.2.2 должна быть согласована с Заказчиком в течение 5 месяцев с даты заключения договора.

9. Место выполнения работ:

142103, г. Подольск, Московская обл., ул. Орджоникидзе, д. 21.

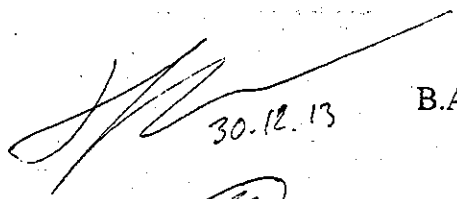
10.Срок выполнения работ:

Таблица 4 – Этапы и сроки выполнения работ

№ этапа	Наименование работ	Срок исполнения	Отчетные документы
1	Техническая документация Согласование технической документации	T_0+5 мес. (срок предоставления документации на согласование заказчику – не позднее 60 дней до даты окончания этапа)	Техническая документация согласно пунктам 8.2.1 и 8.2.2 технических требований Акт сдачи-приемки, Акт о согласовании
2	Изготовление и монтаж силовой рамы, гидравлического контура и КИП стенда	T_0+10 мес.	Акт сдачи-приемки Копия свидетельства о внесении средств измерения и в Государственный реестр средств измерений Российской Федерации
3	Поставка и монтаж системы нагружения и системы управления, ввод стенда в эксплуатацию	T_0+15 мес.	Акт сдачи-приемки Акт ввода в эксплуатацию Техническая документация согласно пункту 8.2.3 технических требований

Приемка работ по этапу №3 осуществляется по результатам проверки стенда на работоспособность в заданных режимах испытаний в соответствии с таблицей №1.

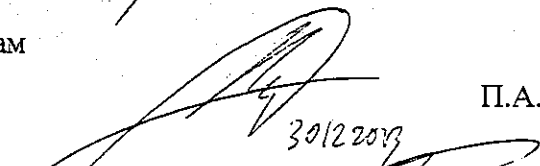
И.о. генерального конструктора



30.12.13

В.А. Пиминов

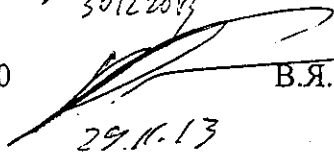
Заместитель директора по закупкам
начальник отделения 11.00



30.12.2013

П.А. Ведерников

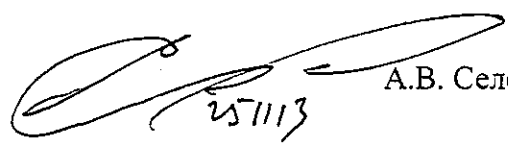
Главный конструктор – начальник отделения 2.00



29.11.13

В.Я. Беркович

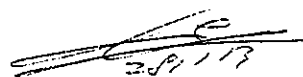
Заместитель главного инженера –
начальник отдела 5.14



25.11.13

А.В. Селезнев

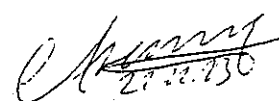
Заместитель главного конструктора –
начальника отделения 2.00



28.11.13

Д.Н. Ермаков

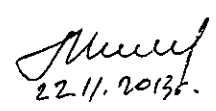
Начальник отдела 2.09



27.12.13

Л.А. Лякишев

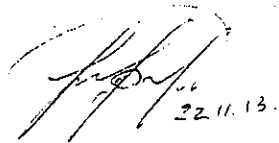
Начальник отдела 5.08



22.11.2013г.

Д.Ю. Мигалин

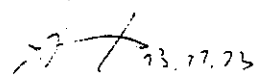
Заместитель начальника цеха
по обеспечению экспериментальных работ



22.11.13.

В.А. Бурмистров

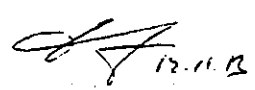
Заместитель начальника отдела 2.01



23.11.13

Д.А.Ануфриев

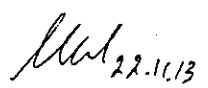
Ведущий инженер-конструктор отдела 2.01



12.11.13

А.М. Рогов

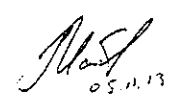
Начальник лаборатории отдела 5.14



22.11.13

В.В. Макаров

Инженер-конструктор 1 кат.



05.11.13

И.В. Матвиенко

Инженер-конструктор



05.11.13

Ю.В. Егоров