

Техническое задание
на выполнение опытно-конструкторской работы
по теме «Разработка и изготовление прототипа одноканального электрометра»

1. Наименование, заказчик, исполнитель

1.1. Наименование: выполнение опытно-конструкторской работы по теме: «Разработка и изготовление прототипа одноканального электрометра» (далее – ОКР).

1.2. Заказчик: федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт»).

1.3. Исполнитель: определяется на основании конкурентных процедур в соответствии с Федеральным законом от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».

2. Цели и основные задачи выполнения ОКР

2.1. Целью выполнения ОКР является расчет характеристик, разработка конструкции и изготовление прототипа одноканального электрометра, используемого в качестве устройства регистрации и преобразования сигнала в детекторных системах экспериментальных станций источника синхротронного излучения 4 поколения «СИЛА».

2.2. Достижение поставленной цели обеспечивается решением следующих задач:

2.2.1. Разработка документации:

- эскизный проект прототипа одноканального электрометра (далее - ЭП);
- отчет о выполненных работах;
- программа и методика приемочных испытаний прототипа одноканального электрометра;

- эксплуатационная документация (руководство по эксплуатации, паспорт);

- протокол и акт приемочных испытаний прототипа одноканального электрометра.

2.2.2. Изготовление прототипа одноканального электрометра.

2.2.3. Испытания прототипа одноканального электрометра.

3. Исходные данные и условия, необходимые для выполнения работ

Регистрируемый ток — не менее 10 пА и не более 1 мА.

Время регистрации тока — не более 0,1 с для токов в диапазоне 10 пА – 1 нА и не более 0,01 с для токов в диапазоне 1 нА – 1 мА.

4. Общая характеристика

4.1. Разрабатываемый в ходе выполнения ОКР прототип одноканального электрометра предназначен для измерения малых токов, возникающих в ионизационной камере вследствие прохождения через неё различного излучения, например, радиационного, а также для измерения токов, возникающих в фотодиоде вследствие его засвечивания различным излучением.

Ионизационные камеры широко применяются на экспериментальных станциях (далее – ЭС) источников синхротронного излучения (далее – СИ) для мониторинга

интенсивности потока ионизирующего излучения. Как правило, камеры имеют модульную конструкцию, состоящую непосредственно из блока камеры с электродами, и электрометра, который обеспечивает подачу высокого напряжения на электроды и измерение малых токов, возникающих вследствие ионизации частиц внутри ионизационной камеры.

Фотодиоды рентгеновского диапазона также используются на ЭС источников СИ в качестве временного вводимого монитора интенсивности пучка СИ при настройке различных рентгенооптических элементов в случаях, когда установка стационарного пролетного монитора интенсивности (BPM) или ионизационной камеры избыточна. Для работы данных фотодиодов также необходим электрометр, подающий (при необходимости) напряжение смещения и измеряющий протекающий через фотодиод ток.

Основные технические характеристики прототипа одноканального электрометра приведены в п. 5.2.3 настоящего ТЗ.

5. Технические требования

5.1. Требования к составу работ

Состав ОКР должен включать в себя:

5.1.1. Разработка эскизного проекта прототипа одноканального электрометра.

Разработку эскизного проекта прототипа одноканального электрометра проводят по правилам, установленным соответственно стандартами Единой системы конструкторской документации.

Состав эскизного проекта указан в п. 7.2 настоящего ТЗ.

5.1.2. Требования к отчету о выполненных работах.

Отчёт должен содержать в себе обзор с описанием реализации похожих устройств, принципы работы электрометра, конструктивное устройство электрометра.

С целью выявления охраноспособных результатов Работ Исполнитель проводит в процессе выполнения и (или) перед завершением Работ патентные исследования. Патентные исследования проводятся в соответствии с ГОСТ Р 15.011-2024 (Интеллектуальная собственность. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения). Виды патентных исследований (уровень техники, патентоспособность либо патентная чистота) должны быть выбраны Исполнителем исходя из характеристик этапа и стадии жизненного цикла проекта, на котором выполняются такие патентные исследования. Итоги патентных исследований могут оформляться в виде раздела отчета.

5.1.3. Разработка программы и методики приемочных испытаний (предоставляются на согласование Заказчику не позднее, чем за 1 месяц до проведения испытаний).

Программу и методику приемочных испытаний разрабатывают на основе требований настоящего ТЗ с использованием, при необходимости, типовых программ, типовых (стандартизованных) методик испытаний и стандартов в части организации и проведения испытаний.

В программу и методику приемочных испытаний включают перечни конкретных проверок (решаемых задач, оценок), которые следует проводить при испытаниях для подтверждения выполнения требований ТЗ со ссылками на соответствующие методики испытаний.

Программа и методика приемочных испытаний прототипа одноканального электрометра должна, кроме того, содержать проверку конструкторской документации эскизного проекта.

5.1.4 Разработка эксплуатационной документации

В целях возможности ознакомления с прототипом одноканального электрометра и определения правил его эксплуатации разрабатывают эксплуатационные документы (далее – ЭД): руководство по эксплуатации и паспорт.

Руководство по эксплуатации - документ, содержащий сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках (свойствах) прототипа, его составных частях и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации (использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения и транспортирования) и оценок его технического состояния при определении необходимости отправки его в ремонт, а также сведения по утилизации прототипа и его составных частей

Паспорт - документ, содержащий сведения, удостоверяющие гарантии Исполнителя (изготовителя), значения его основных параметров и характеристик (свойств), а также сведения о сертификации и утилизации прототипа одноканального электрометра.

Сведения об изделии, помещаемые в ЭД, должны быть достаточными для обеспечения правильной и безопасной эксплуатации прототипа одноканального электрометра в течение установленного срока службы. При необходимости в ЭД приводят указания о требуемом уровне подготовки обслуживающего персонала.

ЭД, поставляемые с прототипом одноканального электрометра, должны полностью им соответствовать.

ЭД разрабатывают на основе: эскизного проекта; опыта эксплуатации аналогичного оборудования; анализа эксплуатационной технологичности оборудования данного типа и его составных частей; результатов исследования надежности оборудования данного типа и аналогичных систем; результатов работ, выполненных на этапах настоящего ТЗ.

5.1.5 Изготовление прототипа одноканального электрометра

Изготовление прототипа одноканального электрометра осуществляется в соответствии с разработанной конструкторской документацией эскизного проекта.

В процессе изготовления прототипа одноканального электрометра допускается разработка, изготовление и испытания макетов (моделей).

5.1.6 Проведение испытаний.

Для оценки и контроля качества полученных результатов прототип одноканального электрометра по соответствующей программе и методике приемочных испытаний подвергают приемочным испытаниям на оборудовании и территории Заказчика с целью окончательной проверки и подтверждения соответствия прототипа одноканального электрометра требованиям ТЗ и принятия решения о готовности результатов работ в целом.

В процессе испытаний ход и результаты испытаний документируют по форме и в сроки, предусмотренные в программе испытаний.

Заданные и фактические данные, полученные при испытаниях, отражают в протоколе (протоколах).

Положительные результаты всех испытаний, предусмотренных программой приемочных испытаний, являются основанием к предъявлению результатов ОКР приемочной комиссии для их приемки.

Результаты испытаний считаются отрицательными, если полученные фактические данные не соответствуют заданным отрицательные результаты хотя бы по одному пункту из предусмотренных программой испытаний.

5.2. Технические требования к прототипу одноканального электрометра

5.2.1. Состав прототипа одноканального электрометра:

В результате выполнения ОКР должен быть разработан и изготовлен прототип одноканального электрометра, представляющий собой блок электрометра (1 шт.) в следующем в составе:

- блок чтения и оцифровки сигнала — 1 шт.;
- источник постоянного напряжения — 1 шт.;
- блок интерфейса Tango Controls — 1 шт.;
- источник питания — 1 шт.

5.2.2. Требования назначения

На ЭС источника СИ 4 поколения «СИЛА» прототип электрометра будет использован для решения ряда задач, связанных с мониторингом пучка СИ, таких как обработка сигналов ионизационных камер и детекторов на основе рентгеновских фотодиодов.

Изготавливаемое устройство будет использовано на следующих ЭС первой очереди источника синхротронного излучения 4 поколения «СИЛА»:

1. Спектроскопия поглощения. Управление ионизационными камерами.
2. Нанодифракция. Управление детектором на основе лавинного фотодиода.
3. Магнитное рассеяние. Управление ионизационными камерами.
4. Времяразрешающая диагностика. Управление ионизационными камерами.

Разрабатываемый прототип одноканального электрометра будет использован для отработки технологического процесса производства и всестороннего изучения для последующего проектирования совместимых моделей ионизационных камер и детекторов пучка СИ на основе рентгеновских фотодиодов

5.2.3. Основные технические характеристики прототипа одноканального электрометра.

Технические параметры прототипа одноканального электрометра:

- должно быть обеспечено наличие следующих диапазонов измерений токов (Таблица 1):

Таблица 1. Требуемые диапазоны измерения тока.

№	Диапазон тока, А	Минимальное время интегрирования, с
1	10 – 1000 пА	0,1
2	1 – 100 нА	0,01
3	0,1 – 10 мкА	0,01
4	10 – 1000 мкА	0,01

- в каждом из режимов должна быть предусмотрена возможность перед измерением задавать время интегрирования от минимального значения согласно таблице 1 для выбранного диапазона до 1000 с. Интегрирование может производиться путём программного экспоненциального сглаживания сигнала;

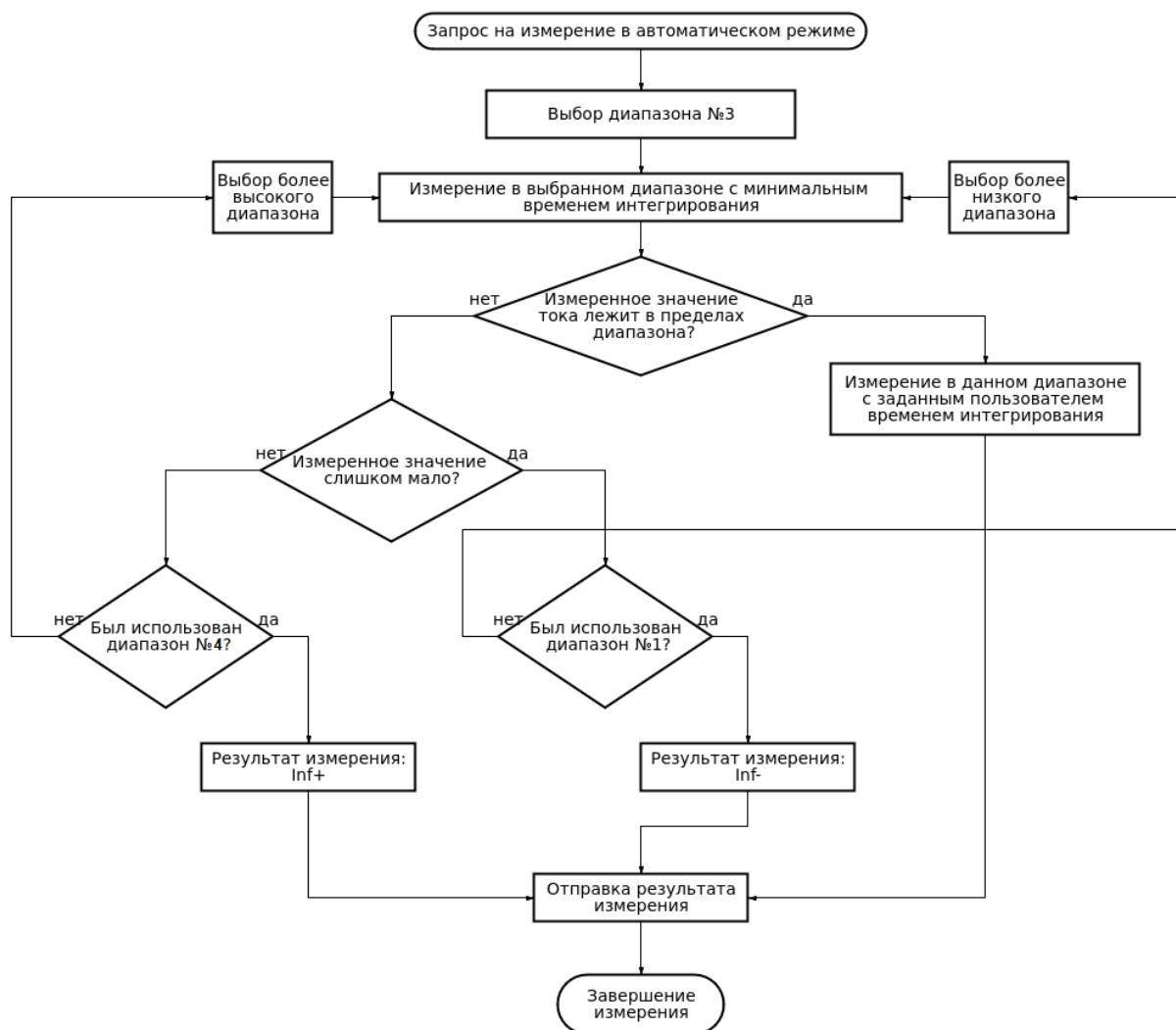


Рисунок 1. Алгоритм измерения в автоматическом режиме.

- должен быть 1 канал измерения тока.
- тип разъема измерительного канала и разъема подачи напряжения смещения должны быть одинаковыми. Ими могут быть BNC, триаксиальный BNC или SHV, конкретный тип разъема определяется в процессе разработки.
- встроенный источник постоянного напряжения должен обеспечивать следующий диапазон выставляемых напряжений:
 - от 0 до 1000 В;
 - шаг установки выставленного напряжения:
 - в диапазоне от 0 до 50 В с шагом не более 0,1 В;
 - в диапазоне от 50 В до 1000 В с шагом не более 1 В;
- на корпусе измерителя должна присутствовать индикация состояния выхода источника напряжения (напряжение подано / напряжения нет). Допускается наличие индикации других состояний устройства;

- на корпусе измерителя должен присутствовать переключатель питания устройства (вкл. / выкл.);
- на корпусе измерителя должно присутствовать место подключение заземления;
- размер корпуса не должен превышать 185x195x75 мм (ШхДхВ);
- масса прототипа одноканального устройства не должна превышать 3 кг;
- коммуникационный интерфейс работы измерителя должен быть Ethernet;
- должна быть предусмотрена возможность интеграции в систему диспетчерского управления и сбора данных научно-исследовательских установок Tango Controls версии не ниже 9;
- должен поддерживать выполнение набора команд и чтение-запись атрибутов среды Tango Controls (список команд и атрибутов будет определен на этапе проектирования);
- сетевые настройки (IP-адрес, маска сети, порт), настройки Tango Controls, а также выставленное напряжение должны храниться в энергонезависимой памяти;
- должен быть предусмотрен способ сброса прототипа к настройкам по умолчанию (Таблица 2).

Таблица 2. Значения параметров по умолчанию.

Параметр	Значение
IP-адрес	192.168.0.100
Маска подсети	255.255.255.0
Напряжение, В	0

- должна быть реализована возможность управления прототипом одноканального электрометра по локальной сети через веб-интерфейс;
- должна быть возможность программного вычитания темнового тока (программное смещение нуля шкалы измерений тока);
- возможность осуществить питание устройства как через разъем Ethernet согласно стандарту PoE++ (IEEE 802.3bt-2018), а так и через разъем DC 5.5 мм (напряжение от 12 В до 60 В - уточняется Исполнителем в процессе разработки).

5.3. Электромагнитная совместимость

Требования по электромагнитной совместимости не предъявляются.

5.4. Требования надёжности

Требования надежности к прототипу одноканального электрометра со смещением не предъявляются.

5.5. Конструктивные требования

Габаритные размеры и конструкция прототипа одноканального электрометра должны позволять проводить оптимальную компоновку экспериментальных станций комплекса исследовательской установки «СИЛА».

Размер одноканального электрометра не должен превышать 185x195x75 мм.

Масса прототипа одноканального устройства не должна превышать 3 кг.

Должна быть предусмотрена возможность крепления устройства к плоской поверхности с помощью четырёх винтов (расположение монтажных отверстий уточняется в процессе разработки).

5.6. Требования к эксплуатации, хранению, удобству технического обслуживания и ремонта.

Прототип одноканального электрометра должен сохранять работоспособность в следующих условиях:

- температура воздуха должна находиться в диапазоне от 12 до 35°C;
- относительная влажность воздуха в диапазоне от 0 до 70%;
- атмосферное давление в диапазоне от $8.6 \cdot 10^4$ до $10.6 \cdot 10^4$ Па (в диапазоне от 645 до 795 мм рт. ст.);
- прототип одноканального электрометра должен сохранять эксплуатационные характеристики при хранении в отапливаемых складских помещениях [не менее одного года] при температуре в диапазоне от 12°C до 35°C и относительной влажности воздуха [до 70 %] (за исключением стандартных изделий и расходных материалов, срок хранения которых определяется по их паспортным данным).

5.8. Требования по транспортированию

Транспортирование прототипа одноканального электрометра в таре должно допускаться всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от минус 20 °C до плюс 40 °C, относительной влажности воздуха до 98 % и атмосферном давлении от 75 до 115 кПа.

5.9. Требования безопасности

Конструкция прототипа одноканального электрометра должна обеспечивать безопасность обслуживающего персонала при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов. Общие требования электробезопасности должны соответствовать ГОСТ Р 12.1.019-2017 (Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.)

В отношении пожаробезопасности и взрывобезопасности – в соответствии с ГОСТ 12.1.033-81 Государственный стандарт Союза ССР. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Термины и определения, ГОСТ 12.1.004-91 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования и ГОСТ 12.1.010-76 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования.

6. Техничко-экономические требования

В ходе выполнения ОКР Исполнителем разрабатывается «Ведомость покупных изделий, комплектующих, материалов, спецоборудования для выполнения ОКР», содержащая полную информацию о приобретаемых изделиях, комплектующих, материалах и спецоборудовании, включая их технические характеристики, обоснование стоимости и предполагаемых поставщиках. Данная «Ведомость покупных изделий, комплектующих, материалов, спецоборудования для выполнения ОКР» может корректироваться по согласованию Заказчика и Исполнителя.

7. Требования к документации

7.1 Требования к нормативно-техническому обеспечению

- конструкторская и эксплуатационная документации должны разрабатываться в соответствии с требованиями ЕСКД:

ГОСТ Р 2.610-2019. Национальный стандарт Российской Федерации Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы;

ГОСТ Р 2.001-2023. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Общие положения.

ГОСТ 2.105-19 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

Требования к конструкторским документам, которые разрабатываются и применяются в электронном виде - согласно стандартам ЕСКД.

7.2. Эскизный проект

Эскизный проект разрабатывается в соответствии с ГОСТ 2.119 2013. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Эскизный проект, ГОСТ 2.102-2023 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов, ГОСТ 2.103-2013 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки.

Состав эскизного проекта прототипа одноканального электрометра:

- конструкторская документация эскизного проекта;
- чертеж общего вида (электронная модель сборочной единицы);
- ведомость эскизного проекта;
- пояснительная записка;
- схемы;
- спецификация;
- таблицы;
- расчеты.

7.3 Эксплуатационная документация

Эксплуатационная документация разрабатывается в соответствии с ГОСТ 2.610-2019. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов.

Состав эксплуатационной документации:

- паспорт
- руководство по эксплуатации

7.4 Требования к метрологическому обеспечению

- Требования к метрологическому обеспечению прототипа одноканального электрометра не предъявляются.

7.5 Требования к диагностическому обеспечению

- контроль параметров и технического состояния прототипа одноканального электрометра должен быть автоматизированным и непрерывным в процессе его эксплуатации;
- разработка программы диагностического обеспечения не требуется.

8. Требования к материалам

8.1. Количество и ассортимент материалов, используемых для производства прототипа одноканального электрометра, подлежит разработке в процессе проектирования.

8.2. Номенклатура изделий межотраслевого применения, используемых в системах, должны быть предельно унифицированной.

8.3. Изделия межотраслевого применения должны быть изготовлены, в первую очередь, на предприятиях Российской Федерации.

9. Требования к упаковке, маркировке и транспортировке

9.1. Требования к упаковке и маркировке - согласно ГОСТ 23216-78. Государственный стандарт Союза ССР. Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний.

9.2. Упаковка должна обеспечивать транспортирование прототипа одноканального электрометра без повреждений всеми видами транспорта в соответствии с п. 5.8 настоящего ТЗ.

9.3. Требования по маркировке не предъявляются.

10. Специальные требования

Специальные требования не предъявляются.

11. Требования защиты государственной тайны при выполнении ОКР

Требования по обеспечению защиты государственной тайны при выполнении ОКР не предъявляются.

12. Требования к наличию лицензии

Требования к наличию лицензий не предъявляются.