

УТВЕРЖДАЮ:

Бутенко А.В.

Директор ЛФВЭ ОИЯИ

" 24 " 03 2023 г.



СОГЛАСОВАНО:

Мовчан С.А.

Нач. сектора №1 НЭОМД

" 24 " 03 2023 г.



ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение предпроектное обследование и эскизного проектирования
будущего программного технического комплекса (ПТК)
централизованной автоматизированной системы управления (АСУ)
в части Detector Control System (DCS)
для экспериментальной установки Multi-Purpose Detector (MPD)
на коллайдере Nuclotron-based Ion Collider Facility (NICA)
ЛФВЭ ОИЯИ

РАЗРАБОТАЛ:

Балдин Н.А.

Ведущий инженер ЛФВЭ

" 24 " марта 2023 г.



Дубна 2023 г.

№	Перечень основных данных и требований	Характеристика основных данных и требований
1.	Заказчик (customer)	Лаборатория физики высоких энергий (ЛФВЭ) Объединённого института ядерных исследований (ОИЯИ)
2.	Наименование объекта	Экспериментальная установка MPD на коллайдере NICA
3.	Источник финансирования	Бюджет ОИЯИ, тема 02-0-1065-2007/2023
4.	Цель проектирования (design purpose)	Создание централизованной автоматизированной системы управления технологическими процессами экспериментальной установки MPD (Detector Control System DCS) с целью обеспечения стабильной работы посредством предоставления оперативной информацией о технологических подсистемах и их органами управления эксплуатационному персоналу с единого центрального пульта управления (control room). Целью данной предпроектной проработки является структуризация необходимых исходных данных и разработка базовых проектных решений по всем видам обеспечений АСУ: аппаратное, программное, алгоритмическое, информационное, организационное.
5.	Основание для проектирования (basis for design)	Технический проект NICA (ОИЯИ, Дубна, Россия. http://nica.jinr.ru/); Концептуальный проект экспериментальной установки MPD; MPD Conceptual Design Report of the Multi-Purpose Detector at the NICA (MPD TDR); План закупок на 2023 по проекту NICA.
6.	Состав работ и плановые сроки исполнения	<ul style="list-style-type: none"> • Исследовательские работы (обследование объекта автоматизации); <i>2 календарных месяца</i> • Разработка эскизного проекта (базовых документов). <i>3 календарных месяца</i> Требования к комплектности и содержанию разрабатываемой документации для этапов работ предъявлены в п.15 настоящего ТЗ. Работы выполнить не позднее 31 октября 2023 г.
7.	Исходные данные (source data)	Letter of Intent of the Multi-Purpose Detector at NICA (MPD LOI) http://mpd.jinr.ru/wp-content/uploads/2016/04/MPD_LOI_2.pdf Conceptual Design Report of the Multi-Purpose Detector at the NICA (MPD CDR); http://mpd.jinr.ru/wp-content/uploads/2016/04/MPD_CDR_ru.pdf Technical Design Reports отдельно по подсистемам http://mpd.jinr.ru/doc/mpd-tdr/ Предварительная таблица подсистем Предварительная таблица оборудования входящего в состав подсистем Предварительная таблица сигналов https://docs.google.com/spreadsheets/d/1fjEBkOj7qYct3u1sz7-asItUAho2ZE0xzWbuxqqOl6Q/edit?usp=sharing Предварительная схема комплекса технических средств https://drive.google.com/file/d/1TSLZXf8J4_aD3vaYhM3JNWHANYTSKjKd/view?usp=sharing Дополнительные исходные данные запрашиваются Исполнителем работ у Заказчика отдельно.
8.	Требования к техническим решениям по функциональности (functionality requirements)	Функциональность ПТК должна закладываться в современном всестороннем исчерпывающем объеме, таком как: <ul style="list-style-type: none"> • Опрос, выдача и первичная обработка сигналов ввода / вывода; • Предоставление оперативной информации о протекании тех. процессов всех инженерных подсистем в едином масштабе времени; • Управление исполнительными устройствами и изменение настроек работы оборудования; • Формирование технологической сигнализации; • Технологические функции (ИС, ПС, АС, ТБ, ТЗ, АВР, АСР и т.п.); • Функции автоматического регулирования;

		<ul style="list-style-type: none"> • Паспортизация объектов системы; • Режимы работы технологических узлов, подсистем; • Шаговые программы (ШП), функционально-групповое управление (ФГУ); • Комплексные расчетные задачи; • Ведение архивов данных; • Протоколирование, ведение электронных журналов, формирование отчетности; • Самодиагностика компонентов ПТК; • Функции администрирования системы; • Функции конфигурирования системы. <p>Возможность разнообразной первичной обработки сигналов (фильтрации, сглаживание, компенсации, масштабирование, калибровка, контроль достоверности и т.п.).</p> <p>Возможность визуализация информации о протекании технологических процессов различных видах, таких как: мнемосхемы, сигнальные табло, журналы событий, графики и т.п.</p> <p>Возможность реализации дистанционного управления исполнительными механизмами, изменение настроек КИПиА (field level), переключение алгоритмов режимов работы подсистем, алгоритмов ТФ и т.п.;</p> <p>В части сигнализации возможность категорирования, изменение уставок, настройки гистерезиса, условий ввода/вывода, отправки сообщений по e-mail / в мессенджерах.</p> <p>Подробнее о видах технологических функций (ТФ), режимах работы узлов и требованиям к ним описаны в п.12 данного ТЗ.</p> <p>Исполнительные механизмы, точки измерения, расчетные параметры, технологические функции должны иметь паспортзацию (faceplates).</p> <p>Возможность синхронизация времени узлов системы. В части самодиагностики ПТК необходимо выработать решения по разновидностям отказов (в работе, частичный отказ, отказ) как отдельных узлов, так и самого ПТК в целом.</p> <p>Разработать детализацию неисправностей системы.</p> <p>Должны быть заложены инструменты работы с архивными данными.</p> <p>Графики и отчеты должны иметь возможность печати и экспорта в распространенные графические и файловые форматы.</p>
9.	Требования к техническим решениям по архитектуре / структуре (architecture requirements)	<p>В качестве архитектуры ПТК должна быть выбрана клиент-серверная модель. На <i>нижнем</i> уровне (control level), включающем в себя устройства сопряжения с объектом (УСО) и первичной обработки данных с выдачей управляющих воздействий (ПЛК) должна быть заложена реализация логики работы технологических функций (алгоритмического / математического обеспечения).</p> <p>По возможности, нижний уровень ПТК должен быть спроектирован в распределенном виде.</p> <p>На <i>верхнем</i> уровне (supervision level) включающем в себя серверное оборудование и станции автоматизированных рабочих мест операторов должны быть реализованы функции обмена с ПЛК, ПО СУБД, ПО визуализации, ПО комплексных расчетных задач, генерации отчетов и т.п. Специализированные по функциональному / эксплуатационному назначению серверы, рабочие станции не должны объединяться. Для задач архивирования должны быть предусмотрены отдельные серверы.</p> <p>В основе функционирования централизованной АСУ (DCS) лежит автоматическое управление подсистемами экспериментальной установки с помощью локальных систем автоматики (ЛСА), обеспечивающих выполнение заданного технологического режима работы оборудования, в том числе, безопасное протекание технологического процесса. Для каждой подсистемы должно быть выполнено по узловое сегментирование на верхнем уровне для обеспечения автономной работы как в штатном режиме, так и процессе</p>

		<p>пусконаладки и проведении технического обслуживания. Небольшие подсистемы допускается объединять по согласованию с Заказчиком.</p> <p>Резервирование и дублирование узлов системы и ее линий связи не предусматривать.</p> <p>Сетевые линии по возможности оптические. Сеть АСУ ТП не должна быть напрямую связана с локальной сетью ЛФВЭ, только через межсетевой экран с организацией демилитаризованной зоны.</p> <p>Проектируемая система должна производить фиксацию информационных сигналов с необходимой точностью тех. процессов (порядка 100 мс, уточняется при проектировании). Заложить систему синхронизации времени с астрономическим временем посредством антенны Глонасс/GPS промышленного исполнения. Метка времени обрабатываемым сигналам должна присваиваться на нижнем уровне.</p> <p>Расчетное свободное процессорное время закладываемых узлов проекта должно быть не менее 50%.</p> <p>Архитектурные решения средств ПТК должны обеспечивать возможность создания АСУ ТП, открытых для модернизации и развития, в том числе и с использованием ПТК других производителей, отвечающих настоящим требованиям без необходимости изменения реализованных технических решений.</p> <p>Срок службы ПТК не менее 15 лет.</p>
10.	Требования к техническим решениям по аппаратному обеспечению (hardware requirements)	<p>Аппаратное обеспечение ПТК должно быть промышленного исполнения, с применением современных микропроцессорных устройств серийного производства.</p> <p>Контроллеры и УСО должны иметь модульную архитектуру. Номенклатура УСО должна покрывать основные разновидности входных выходных сигналов: таких как: 4-20 мА, 0-10В, 24В DC, 220 АС/DC, ТС, ТП и т.п.</p> <p>Модули ввода-вывода (УСО) должны иметь возможность горячей замены без прекращения функционирования остальных модулей (без снятия напряжения питания ПЛК, без останова тех. программы).</p> <p>Измерительные каналы УСО должны иметь гальваническую развязку.</p> <p>Контроллеры должны обладать программно-аппаратной самодиагностикой. В контроллере должны быть реализованы функции самодиагностики всех модулей и целостности ПО.</p> <p>В ПЛК должна функционировать операционная система реального времени.</p> <p>При подаче или восстановлении питания ПЛК должен производиться автоматический их запуск в работу без выдачи ложных команд и информации.</p> <p>При проектировании учесть резерв входных/выходных каналов 10% для каждого типа.</p> <p>Закладываемое оборудование должно иметь возможность замены в процессе эксплуатации всех элементов ПТК. Необходимо использовать оборудование со сроком гарантийного обслуживания не менее 3 лет.</p>
11.	Требования к техническим решениям по программному обеспечению (software requirements)	<p>Программное обеспечение должно подбираться всех разновидностей, т.е.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Общесистемное программное обеспечение (ОПО); • Прикладное программное обеспечение (ППО); • Инструментальное программное обеспечение (ИПО). <p>В части ОПО должны быть подобраны операционные системы и сервисные программы для каждого из узлов проекта. На всех узлах системы должно закладываться использование серийных программных продуктов.</p> <p>Закладываемое ППО системы должно быть разработано на современной SCADA. SCADA должна позволять реализовать ППО в едином информационном пространстве, т.е. разработка всех компонентов системы должна выполняться в</p>

		<p>интегрированной среде разработки, обеспечивающей сквозное конфигурирование от уровня ПЛК до видеокладов экранов операторов. ППО должно предполагаться объектно-ориентированным и иметь модульную структуру, т.е. подразумевать возможность внесения коррекции функциональных возможностей в будущем, в том числе добавлять модули, разработанные с использованием стандартных языков программирования IEC 61131-3. SCADA должна поддерживать основные стандартные протоколы связи, такие как OPC UA, Modbus, SNMP и т.д. Среда разработки SCADA должна давать возможность многопользовательской разработки.</p> <p>Обмен информацией между узлами должен осуществляться с использованием высокоскоростной сети Ethernet на базе сетевого протокола TCP/IP (UDP/IP), стандартных промышленных протоколов, преимущественно OPC UA. Применяемые протоколы сетевого обмена должны обеспечивать гарантию доставки и исключать потерю информационных пакетов.</p> <p>Закладываемых программных средств должно быть достаточно для конфигурирование всех компонентов системы, включая ПЛК и модули УСО.</p> <p>Функционал SCADA должен обеспечивать обновление ППО узлов системы в автоматическом режиме.</p> <p>Функционал SCADA должен позволять настраивать ролевую модель управления пользователями. Администрирование системы должно позволять добавлять / удалять пользователей, также разграничивать и контролировать доступ к информации и функциям системы.</p> <p>Функционал SCADA должен в себя включать функции web-server и web-client для GUI / HMI.</p> <p>Функционал SCADA должен давать возможность отладки алгоритмов в онлайн режиме и на программных симуляторах.</p> <p>Для хранения исторических данных заложить использование open source баз данных, к примеру таких как: PostgreSQL, FireBird.</p> <p>В состав ИПО должны входить как средства разработки и отладки ППО, так и утилиты по конфигурированию аппаратных составляющих нижнего и полевого уровней.</p> <p>При проектировании системы необходимо предусмотреть запас тэгов не менее 20%.</p> <p>Период работы обновления информации на экранах рабочих станций не хуже 1 с.</p> <p>Период работы серверов верхнего уровня не должен превышать 1 с.</p> <p>Закладываемое ПО для всех узлов должно обеспечивать возможность архивировать данные с частотой работы ПЛК.</p> <p>Все используемое программное обеспечение должно соответствовать патентному законодательству.</p>
12.	Требования к техническим решения по алгоритмическому / математическому обеспечению (algorithmic requirements)	<p>В рамках проработки проектных решений по алгоритмическому обеспечению должны быть проработаны следующие типовые решения для нижнего уровня:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Первичная обработка; • технологических блокировок (ТБ); • технологических защит (ТЗ); • автоматических систем регулирования (АСР); • технологическая карта режимов работы технологических узлов; <p>для верхнего уровня:</p> <ul style="list-style-type: none"> • формирование сигнализации; • расчетных параметров (РП); • шаговых программ (ШП); • идентификацию текущих режимов работы подсистемы; • формирование отчетов; • работа с оперативным журналом.

		<p>Классифицировать и формализовать требования к технологическим функциям. Необходимо разработать общую технологическую карту режимов работы всех подсистем, что в дальнейшем будет являться требованиями к работе локальных АСУ этих подсистем.</p> <p>Предпочтением Заказчика является реализованные технические решения на аналогичных экспериментах в CERN. Работы по изучению существующий открыт материалов (презентации, статьи) CERN заложить в обследование объекта автоматизации.</p> <p>Составить требования к формированию обобщенных сигналов аварии от каждой ЛСА технологической подсистемы, и приема ими внешних команд о смене режимов.</p> <p>Алгоритмы работы должны включать в себя контроль исполнения команд. Должно быть обеспечено протоколирование как аварийных ситуаций, так и управляющих воздействий.</p> <p>Возможность самодиагностики системы по всем ключевым аппаратным и программным компонентам системы, диагностику каналов связи, используемых в системе.</p> <p>Классификацию и кодирование выполнить в соответствии с ISO 81346.</p>
13.	Требования к техническим решениям по информационному обеспечению (infoware requirements)	<p>Необходимо разработать общие проектные решения по интерфейсным решениям (GUI), включающее в себя:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Концепт основного экран; • Концепт навигации по интерфейсу пользователя; • Концепт иерархии мнемосхем; • Концепт разновидностей faceplates; • Концепт мнемосимволов (в рамках основных систем и подсистем, не углубляясь в каждую подсистему); • Концепт табло сигнализации; <p>Формализовать стандарты унифицированных форм выходных входных документов, общие требования к проектированию GUI HMI. Т.е., результатом работ, фактически должно являться задание на проектирование альбомов мнемосхем, мнемосимволов, faceplates для подсистем. Отображение элементов на мнемосхемах должно быть стандартизовано.</p> <p>Разработать концепцию отображения и переключения алгоритмов режимов работы инфраструктурных, ресурсоснабжающих и детекторных подсистем экспериментальной установки.</p> <p>Должно предполагаться возможность фиксирования в архиве всех действий пользователей системы с указанием имени пользователя и рабочего места.</p> <p>Возможность формирования отчетных документов по заданным шаблонам по расписанию и по запросу. Возможность ввода дополнительной информации в отчеты. Возможность рассылки отчетов по e-mail.</p> <p>Классификацию и кодирование выполнить в соответствии с ISO 81346.</p>
14.	Требования к техническим решениям по организационному обеспечению (organization requirements)	<p>Необходимо разработать схему организационной структуры будущей эксплуатации. Запроектировать количественный и качественный состав эксплуатационного персонала.</p> <p>Для каждого типа персонала должны быть сформулированы: поставленные цели, предъявляемые требования, должностные обязанности, решаемые задачи, исполняемые функции, права, зона ответственности.</p> <p>организацию работы эксплуатационного персонала в соответствии с заданным технологическим процессом управления</p> <p>Проектирование смен должно распространяться на смежные автоматизированные подсистем такие как: DCS, DSS, DAQ, ECS, составляющих базис будущего пульта управления. В рамках исследовательских работ изучить опыт уже реализованных проектов в CERN.</p>

		<p>Схема организационной структуры должна нести в себе образовательную составляющую для technical student, PhD student. Заложить в схему shadow shifter, on-call shifter.</p> <p>Отразить организацию ремонтного, технического и оперативного обслуживания.</p>
15.	Требования к результатам этапов работ (results requirements)	<p>В части обследования объекта автоматизации:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Конкретизированные перечни подсистем, узлов, агрегатов (объектов) по подсистемам; • Уточненный перечень контролируемых параметров (примитивных сигналов / тегов) по подсистемам; • Концепция построения MPD Detector Control System в качестве отчета об обследовании; <p>Перечни подсистем, узлов, параметров и т.п. заполняются в электронном виде, либо в уже созданной google таблице Заказчика, либо в предложенных Исполнителем.</p> <p>В результате обследования должно быть выявлены ЛСА каких подсистем уже включены в комплексную поставку с технологическим оборудованием и могут быть интегрированы в проектируемую DCS, для каких подсистем необходимо доукомплектование средств автоматизации ЛСА, и каким требуется реализации отдельного субпроекта ЛСА. В том числе, произвести анализ достаточности существующей проектной и эксплуатационной документации по подсистемам. Классификацию и кодирование объектов, сигналов произвести в соответствии с ISO 81346.</p> <p>Документ «концепция построения MPD DCS» должен отразить в себе:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выявленная структура подсистем MPD, взаимосвязи ЛСА подсистем; • Цели и задачи решаемые DCS, критерии и характеристики ограничений DCS; • Функции и их характеристики закладываемые в DCS, основные требования к DCS; • Выявленные перечни типовых ТФ по подсистемам; • Предлагаемая архитектура построения DCS; • Концептуальные решения по видам обеспечений АСУ; • Предполагаемые процедуры испытаний; • Предлагаемый порядок разработки и внедрения. <p>В части эскизного проекта, разработать следующую документацию:</p> <ul style="list-style-type: none"> • С1 – Схема структурная комплекса технических средств; • С2 – Схема функциональной структуры; • СО – Схема организационной структуры; • П1 – Пояснительная записка к эскизному проекту; • Блок-схема основных режимов работы всех подсистем MPD; • Схема иерархии мнемосхем (карты НМИ). <p>Содержание документов оформить в соответствии с ГОСТ Р 59795-2021.</p> <p>Схема КТС должна отражать как аппаратные средства, так и компоненты ОПО, ППО на всех узлах системы, в том числе протоколы связи между ними.</p> <p>Эскиз пульта управления должен содержать в себе автоматизированные рабочие места оперативного эксплуатационного персонала и быть согласованным с организационным обеспечением. При проектировании пульта управления использовать международные стандарты по эргономике ISO 11064, ISO 9241.</p> <p>Разработанную и согласованную документацию представить Заказчику в 1 экз. в переплетенном виде, а также на электронном носителе в PDF и исходных форматах.</p>
16.	Требования к оформлению технического предложения (ТП)	<p>Предоставить шаблоны опросных листов.</p> <p>Представить предлагаемую структуру таблиц объектов, элементов, сигналов системы (количество и качество таблиц, их полей).</p> <p>Предложить методику по структуризации данных по алгоритмическому обеспечению (режимы работы подсистем, виды ТФ).</p> <p>Указать в каких документах, в каком виде и в каком объеме будут оформлены концептуальные решения в части GUI (п.13).</p>

		<p>Конкретизировать содержание (главы, параграфы) документа «концепция построения MPD DCS».</p> <p>К ТП приложить основные характеристики выбранных аппаратных и программных средств автоматизации. Дать обоснование.</p> <p>Указать видимых для вас основных конкурентов на российском рынке предлагаемых вами решений средств автоматизации в части hardware и software.</p> <p>Уточнить как будет производиться проектная оценка цикла узлов системы.</p> <p>Опционально представить несколько вариантов предложений композиции аппаратной и программных средств автоматизации разных вендоров. По возможности, дать оценку возрастания трудозатрат при реализации данного проекта на open source SCADA Tango взамен предлагаемой.</p> <p>Дать оценку объема автоматизации в теггах/контроллерах/серверах по результатам ознакомления с представленными исходными данными.</p> <p>Дать количественную оценку по необходимым объемам закупки аппаратных и программных средств, как базы, на 1.000.000 примитивных сигналов.</p> <p>План график работ. Представить оценку трудозатрат в человеко-часах по этапам работ (декомпозиция п.6).</p> <p>В ТП возможно дополнение, исключение или объединение выпускаемых проектных документов, заявленных в п.15 настоящего ТЗ, с обоснованием своей позиции.</p> <p>Приветствуются встречные предложения по использованию международных стандартов как в части формализации исходных данных, так и по оформлению проектных решений.</p>
17.	Требования к организации работ	<p>В течение недели после заключения договора Исполнителю необходимо предоставить Заказчику приказ по предприятию о назначении руководителя проекта по данному договору. Заказчик также должен быть уведомлен в случае возможных кадровых изменений у Исполнителя.</p> <p>Руководителю проекта необходимо предоставлять Заказчику отчетность о ходе выполнения работ не реже, чем раз в неделю.</p> <p>Отчетность должна содержать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Диаграмму Ганта с детальным план-графиком работ в MS Project или на другой платформе; • Презентацию, представляющую проблематику и вопросы по текущему производству работ; • Протоколы совещаний. <p>Документы отчетности подгружать на платформу для workshop & meeting ОИЯИ – indico.jinr.ru.</p>
18.	Требования к исполнителю (requirements for the contractor)	<p>Исполнитель должен располагать опытом проектирования многоуровневых полномасштабных систем автоматизации технологическими процессами. В том числе, располагать опытом комплектования, полигонных испытаний, поставки, пуска наладки АСУ ТП.</p> <p>Исполнитель должен являться членом проектной саморегулируемой организации (СРО).</p>