УТВЕРЖДАЮ:

Бутенко А.В.

Директор ЛФВЭ ОИЯИ

"\_\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Мовчан С.А.

Нач. сектора №1 НЭОМД

"\_\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

на выполнение предпроектного обследования и эскизного проектирования

будущего программного технического комплекса (ПТК)

централизированной 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

"\_\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 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 технологическим 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 | * Исследовательские работы (обследование объекта автоматизации);   *2 календарных месяца*   * Разработка эскизного проекта (базовых документов).   *3 календарных месяца*  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/1TLSZXf8J4_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 исчерпывающим объеме, таком как:   * 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; * 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.   Возможность разнообразной первичной обработки сигналов (фильтрации, сглаживание, компенсации, масштабирование, калибровка, контроль достоверности и т.п.).  Возможность визуализация информации о протекании технологических процессов различных видах, таких как: мнемосхемы, сигнальные табло, журналы событий, графики и т.п.  Возможность реализации дистанционного управления исполнительными механизмами, изменение настроек КИПиА (field level), переключение алгоритмов режимов работы подсистем, алгоритмов ТФ и т.п.;  В части сигнализации возможность категорирования, изменение уставок, настройки гистерезиса, условий ввода/вывода, отправки сообщений по e-mail / в мессенджерах.  Подробнее о видах технологических функций (ТФ), режимах работы узлов и требованиям к ним описаны в п.12 данного ТЗ.  Исполнительные механизмы, точки измерения, расчетные параметры, технологические функции должны иметь паспортизацию (faceplates).  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. Разработать детализацию неисправностей системы.  Должны быть заложены инструменты работы с архивными данными.  Графики и отчеты должны иметь возможность печати и экспорта в распространенные графические и файловые форматы. |
| 9. | Требования к техническим решениям по архитектуре / структуре  (architecture requirements) | В качестве архитектуры ПТК должна быть выбрана клиент-серверная модель.  На *нижнем* 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). По возможности, нижний уровень ПТК должен быть спроектирован в распределенном виде.  На *верхнем* уровне (supervision level) включающем в себя серверное оборудования 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 предназначению серверы, рабочие станции не должны объединяться. Для задач архивирования должны быть предусмотрены отдельные серверы.  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 пусконаладки и проведении технического обслуживания. Небольшие подсистемы допускается объединять по согласованию с Заказчиком.  Резервирование и дублирование узлов системы и ее линий связи не предусматривать.  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.  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.  Расчетное свободное процессорное время закладываемых узлов проекта должно быть не менее 50%.  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.  Срок службы ПТК не менее 15 лет. |
| 10. | Требования к техническим решениям по аппаратному обеспечению  (hardware requirements) | Аппаратное обеспечение ПТК должно быть промышленного исполнения, с применением современных микропроцессорных устройств серийного производства.  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 AC/DC, ТС, ТП и т.п.  Модули ввода-вывода (УСО) должны иметь возможность горячей замены без прекращения функционирования остальных модулей (без снятия напряжения питания ПЛК, без останова тех. программы).  Измерительные каналы УСО должны иметь гальваническую развязку.  Контроллеры должны обладать программно-аппаратной самодиагностикой. В контроллере должны быть реализованы функции самодиагностики всех модулей и целостности ПО.  В ПЛК должна функционировать операционная система реального времени.  При подаче или восстановлении питания ПЛК должен производиться автоматический их запуск в работу без выдачи ложных команд и информации.  При проектировании учесть резерв входных/выходных каналов 10% для каждого типа.  Закладываемое оборудование должно иметь возможность замены в процессе эксплуатации всех элементов ПТК. Необходимо использовать оборудование со сроком гарантийного обслуживания не менее 3 лет. |
| 11. | Требования к техническим решениям по программному обеспечению  (software requirements) | Программное обеспечение должно подбираться всех разновидностей, т.е.:   * Общесистемное программное обеспечение (ОПО); * Прикладное программное обеспечение (ППО); * Инструментальное программное обеспечение (ИПО).   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.  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 интегрированной среде разработки, обеспечивающей сквозное конфигурирование от уровня ПЛК до видеокадров 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.  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.  Закладываемых программных средств должно быть достаточно для конфигурирование всех компонентов системы, включая ПЛК и модули УСО.  Функционал SCADA должен обеспечивать обновление ППО узлов системы в автоматическом режиме.  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.  Функционал SCADA должен в себя включать функции web-server и web-client для GUI / HMI.  Функционал SCADA должен давать возможность отладки алгоритмов в онлайн режиме и на программных симуляторах.  Для хранение исторических данных заложить использование open source баз данных, к примеру таких как: PostgreSQL, FireBird.  В состав ИПО должны входить как средства разработки и отладки ППО, так и утилиты по конфигурированию аппаратных составляющих нижнего и полевого уровней.  При проектировании системы необходимо предусмотреть запас тэгов не менее 20%.  Период работы обновления информации на экранах рабочих станций не хуже 1 с.  Период работы серверов верхнего уровня не должен превышать 1 с.  Закладываемое ПО для всех узлов должно обеспечивать возможность архивировать данные с частотой работы ПЛК.  Все используемое программное обеспечение должно соответствовать патентному законодательству. |
| 12. | Требования к техническим решения по алгоритмическому / математическому обеспечению  (algorithmic requirements) | В рамках проработки проектных решений по алгоритмическому обеспечению должны быть проработаны следующие типовые решения для нижнего уровня:   * Первичная обработка; * технологических блокировок (ТБ); * технологических защит (ТЗ); * автоматических систем регулирования (АСР); * технологическая карта режимов работы технологических узлов;   для верхнего уровня:   * формирование сигнализации; * расчетных параметров (РП); * шаговых программ (ШП); * идентификацию текущих режимов работы подсистемы; * формирование отчетов; * работа с оперативным журналом.   Классифицировать и формализовать требования к технологических функциям.  Необходимо разработать общую технологическую карту режимов работы всех подсистем, что в дальнейшем будет является требованиями к работе локальных АСУ этих подсистем.  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.  Составить требования к формированию обобщенных сигналов аварии от каждой ЛСА технологической подсистемы, и приема ими внешних команд о смене режимов.  Алгоритмы работы должны включать в себя контроль исполнения команд.  Должно быть обеспечено протоколирование как аварийных ситуаций, так и управляющих воздействий.  Возможность самодиагностики системы по всем ключевым аппаратным и программным компонентам системы, диагностику каналов связи, используемых в системе.  Классификацию и кодирование выполнить в соответствии с ISO 81346. |
| 13. | Требования к техническим решениям по информационному обеспечению  (infoware requirements) | Необходимо разработать общие проектные решение по интерфейсным решениям (GUI), включающее в себя:   * 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;   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.  Разработать концепцию отображения и переключения алгоритмов режимов работы инфраструктурных, ресурсоснабжающих и детекторных подсистем экспериментальной установки.  Должно предполагаться возможность фиксирования в архиве всех действий пользователей системы с указанием имени пользователя и рабочего места.  Возможность формирования отчетных документов по заданным шаблонам по расписанию и по запросу. Возможность ввода дополнительной информации в отчеты. Возможность рассылки отчетов по e-mail.  Классификацию и кодирование выполнить в соответствии с ISO 81346. |
| 14. | Требования к техническим решениям по организационному обеспечению  (organization requirements) | Необходимо разработать схему организационной структуру будущей эксплуатации. Запроектировать количественный и качественный состав эксплуатационного персонала.  Для каждого типа персонала должны быть сформулированы: поставленные цели, предъявляемые требования, должностные обязанности, решаемые задачи, исполняемые функции, права, зона ответственности.  организацию работы эксплуатационного персонала в соответствии с заданным технологическим процессом управления  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.  Схема организационной структуры должна нести в себе образовательную составляющую для technical student, PhD student. Заложить в схему shadow shifter, on-call shifter.  Отразить организацию ремонтного, технического и оперативного обслуживания. |
| 15. | Требования к результатам этапов работ  (results requirements) | В части обследования объекта автоматизации:   * 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;   Перечни подсистем, узлов, параметров и т.п. заполняются в электронном виде, либо в уже созданной google таблице Заказчика, либо в предложенных Исполнителем.  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.  Документ «концепция построения MPD DCS» должен отразить в себе:   * 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.   В части эскизного проекта, разработать следующую документацию:   * C1 – 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 HMI).   Содержание документов оформить в соответствии с ГОСТ Р 59795-2021.  Схема КТС должна отражать как аппаратные средства, так и компоненты ОПО, ППО на всех узлах системы, в том числе протоколы связи между ними.  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.  Разработанную и согласованную документацию представить Заказчику в 1 экз. в переплетенном виде, а также на электронном носителе в PDF и исходных форматах. |
| 16. | Требования к оформлению технического предложения (ТП) | Предоставить шаблоны опросных листов.  Представить предлагаемую структуру таблиц объектов, элементов, сигналов системы (количество и качество таблиц, их полей).  Предложить методику по структуризации данных по алгоритмическому обеспечению (режимы работы подсистем, виды ТФ).  Указать в каких документах, в каком виде и в каком объеме будут оформлены концептуальные решения в части GUI (п.13).  Конкретизировать содержание (главы, параграфы) документа «концепция построения MPD DCS».  К ТП приложить основные характеристики выбранных аппаратных и программных средств автоматизации. Дать обоснование.  Указать видимых для вас основных конкурентов на российском рынке предлагаемых вами решений средств автоматизации в части hardware и software.  Уточнить как будет производиться проектная оценка цикла узлов системы.  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.  Дать оценку объема автоматизации в тегах/контроллерах/серверах по результатам ознакомления с представленными исходными данными.  Дать количественную оценку по необходимым объемам закупки аппаратных и программных средств, как базы, на 1.000.000 примитивных сигналов.  План график работ. Представить оценку трудозатрат в человеко-часах по этапам работ (декомпозиция п.6).  В ТП возможно дополнение, исключение или объединение выпускаемых проектных документов, заявленных в п.15 настоящего ТЗ, с обоснованием своей позиции.  Приветствуются встречные предложения по использованию международных стандартов как в части формализации исходных данных, так и по оформлению проектных решений. |
| 17. | Требования к организации работ | 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.  Руководителю проекта необходимо предоставлять Заказчику отчетность о ходе выполнения работ не реже, чем раз в неделю.  Отчетность должна содержать:   * 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.   Документы отчетности подгружать на платформу для  workshop & meeting ОИЯИ – [indico.jinr.ru](file:///C:\Users\baldi\Documents\Дубна\MPD\indico.jinr.ru). |
| 18. | Требования к исполнителю  (requirements for the contractor) | Исполнитель должен располагать опытом проектирования многоуровневых полномасштабных систем автоматизации технологическими процессами. В том числе, располагать опытом комплектования, полигонных испытаний, поставки, пусконаладки АСУ ТП.  Исполнитель должен являться членом проектной саморегулируемой организации (СРО). |