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 подсистемПредварительная таблица оборудования входящего в состав подсистемПредварительная 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 управленияПроектирование 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%3A%5CUsers%5Cbaldi%5CDocuments%5C%D0%94%D1%83%D0%B1%D0%BD%D0%B0%5CMPD%5Cindico.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). |