БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

"ОМСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ"

**ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ЗАКУПКИ**

**(ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ)**

|  |
| --- |
| На оказание услуг |
| по разработке компьютерного тренажерного комплекса и тренажера |
| виртуальной реальности с возможностью параллельной, синхронизированной |
| между ними работой в рамках создания образовательно-производственного центра |
| (кластера) на базе бюджетного профессионального образовательного учреждения |
| Омской области «Омский промышленно-экономический колледж» по адресу: г.Омск, |
| ул.Нефтезаводская, д.6, в рамках реализации федерального проекта «Профессионалитет», |
| государственной программы Российской Федерации "Развитие образования" |
| (наименование услуг) |
| КТК «Ректификационная колонна» и VR - тренажер «Ректификационная колонна»; |
| КТК «Поршневой компрессор» и VR - тренажер «Поршневой компрессор» |
| (краткое наименование) |

2025 г.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | Общие сведения. |  |
| 1.1. | Адрес и наименование | Российская Федерация, 644029, Омская область,  г. Омск, ул. Нефтезаводская, д. 6  БПОУ ОО ОПЭК  e-mail: [info@ompec.ru](mailto:info@ompec.ru) ; [post@ompec.omskportal.ru](mailto:post@ompec.omskportal.ru) |
| Заказчика |
| 1.2. | Основание для проектирования | Инфраструктурный лист технической зоны, создаваемого образовательно-производственного центра (кластера) на базе бюджетного профессионального образовательного учреждения Омской области «Омский промышленно-экономический колледж» по адресу: г.Омск, ул.Нефтезаводская, д.6, в рамках реализации федерального проекта «Профессионалитет», государственной программы Российской Федерации "Развитие образования" |
| 1.3. | Наименование Объекта оказания услуг | Оказание услуг по разработке компьютерного тренажерного комплекса «Ректификационная колонна» и VR-тренажера «Ректификационная колонна» комбинированной атмосферно-вакуумной установки первичной переработки нефти АО «Газпромнефть ОНПЗ» с возможностью параллельной, синхронизированной между ними работой» и компьютерного тренажерного комплекса «Поршневой компрессор» и VR-тренажера «Поршневой компрессор» установки каталитического риформинга АО «Газпромнефть ОНПЗ» с возможностью параллельной, синхронизированной между ними работой |
| 1.4. | Стадийность проектирования | Одностадийное |
| 1.5 | Код по ОКДП2 | 62.01.11.000 Услуги по проектированию и разработке информационных технологий для прикладных задач и тестированию программного обеспечения |
| 1.6 | Место  выполнения работ | г. Омск, ул. Нефтезаводская, д. 6. Конкретное место выполнения работ определяется Заказчиком |
| 2. | Цель проекта | Целью внедрения компьютерного тренажерного комплекса (КТК) и тренажера виртуальной реальности (VR-тренажер) является обучение практическим навыкам работы студентов с оборудованием в соответствии с ОПОП-П, контроль освоения ОПОП-П.  Система предназначена для решения следующих задач:   * + обеспечить наглядную визуальную демонстрацию (с возможностью трехмерной навигации внутри и снаружи в режиме реального времени, в том числе с использованием КТК и VR-тренажера);   + обеспечить в условиях идентичных или максимально приближенных к реальной действительности проведения тренингов в целях наработки студентами устойчивых и правильных навыков действий согласно должностным инструкциям операторов и инструкциям по работе с оборудованием;   + обеспечить в условиях идентичных или максимально приближенных к реальной действительности наработку студентам навыков пуска, эксплуатации, контроля нормального функционирования, плановой и аварийной остановки в соответствии с технологическими регламентами (в том числе в режиме КТК и VR-тренажера);   + обеспечить в условиях идентичных или максимально приближенных к реальной действительности наработку студентам навыков ремонтов и обслуживания технологического оборудования в соответствии с инструкциями по работе с оборудованием (в том числе в режиме КТК и VR-тренажера);   + обеспечить возможность проведения занятий в интерактивном режиме;   + увеличение сроков эксплуатации оборудования и снижение вероятности отказов;   + обеспечить возможность проверки знаний после обучения с использованием тренажера.   Основными задачами внедрения КТК и VR-тренажера является:   * + изучение назначения и характеристик используемого технологического оборудования;   + обучение принципам управления технологическим процессом на базе действующей АСУ ТП (имитация);   + развитие навыков студентов по эффективному, надежному и безопасному выполнению стандартных процедур при пуске - остановке технологического оборудования, работе в нормальном режиме и при возникновении типовых и специфических нештатных и аварийных ситуациях;   + формирование навыков оперативного решения задач при обслуживании установки в процессе эксплуатации;   + закрепление студентами навыков правильной эксплуатации и обслуживания, технологического оборудования установки;   + улучшение диагностических навыков студентов по выявлению и предупреждению нештатных ситуаций и действий по их ликвидации |
| 3.1 | Сведения о Ректификационной колонне установки первичной переработки нефти, технико-экономические показатели. | Комбинированная атмосферно вакуумная установка  первичной переработки нефти (АВТ 10) предназначена для первичной перегонки нефти (малосернистой, сернистой, от особо легкой до тяжелой нефти) в смеси с газовым конденсатом.  Проект установки выполнен ВНИПИнефть.  Проектная производительность установки по сырью составляет:  - суточная 18000 т/сут;  - годовая 6 млн т/год.  Установка состоит из следующих блоков:  1. Блок электрообессоливания, предназначен для подготовки нефти к переработке на блоке атмосферной перегонки установки;  2. Блок атмосферной перегонки, предназначен для разделения подготовленной нефти на фракции (газ, бензиновая фракция, фракция топлива ТС-1, фракция дизельного топлива, мазут);  3. Блок вакуумной перегонки, предназначен для получения масляных дистиллятов из мазута (остаточного продукта блока атмосферной перегонки);  4. Блок стабилизации и вторичной перегонки бензинов, предназначен для стабилизации бензина с последующим разделением на узкие бензиновые фракции;  5. Блок утилизации тепла дымовых газов;  6. Блок защиты оборудования от коррозии, предназначен для нейтрализации органических и неорганических соединений, коррозийно-действующих на оборудование.  Количество потоков - один.  Для управления технологическим процессом на установке АВТ-10 используется АСУТП фирмы YOKOGAWA - РСУ «CENTUM-CS3000».  *Примечание: После замены на установке АВТ-10 АСУТП на российскую провести модернизацию КТК*. |
| 3.2 | Сведения о Поршневом компрессоре установки каталитического риформинга, технико-экономические показатели | Установка каталитического риформинга Л-35/11-600 предназначена для получения высокоароматизированного риформата, используемого в качестве высокооктанового компонента, при приготовлении товарных автомобильных бензинов.  Л-35/11-600 состоит из трех блоков:  - Блока гидроочистки бензиновой фракции;  - Блока риформирования гидроочищенной бензиновой фракции;  - Блока разделения стабильного риформата.  Блок гидроочистки бензиновой фракции состоит из:  - реакторного блока гидроочистки, предназначенного для каталитического превращения соединений непредельных (диолефинов) в реакторе 62- R01, содержащих серу, азот, кислород, непредельных (олефинов) в реакторе 62- R02;  - блока стабилизации гидрогенизата — предназначенного для отгонки летучих соединений серы, азота, кислорода и отпарки паров воды из нестабильного гидрогенизата;  - блока разделения стабильного гидрогенизата на легкую гидроочищенную нафту и тяжелую гидроочищенную бензиновую фракцию.  Блок риформирования гидроочищенной бензиновой фракции состоит из:  - реакторного блока риформинга с периодической регенерацией – предназначенного для каталитического риформирования тяжелой гидроочищенной бензиновой фракции;  - блока стабилизации риформата – предназначенного для отгонки низкомолекулярных углеводородов из риформата:  Блок разделения стабильного риформата - предназначенного для разделения стабильного риформата на легкий и тяжелый риформаты, а также получения бензолсодержащего бокового продукта колонны разделения.  Нормальное функционирование секции обеспечивают вспомогательные системы:  - блок оборотного водоснабжения 69-ЛБОВ;  - узел очистки водородсодержащего газа от хлористого водорода;  - узел подготовки топливного газа;  - система подачи промывочной воды;  - блок утилизации тепла парового конденсата;  - система охлаждающей жидкости (фракция 140÷1700С);  - узел защелачивания кислых газов регенерации реакторного блока риформинга;  - факельная система сброса горючих газов;  - система закрытого дренирования нефтепродуктов;  - система воздуха КИП и А;  - система технического воздуха;  - системы азота высокого и низкого давлений;  - система хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения;  - система противопожарного водоснабжения;  - узел дозировочной воды на блок риформинга;  - узел подачи хлорорганики;  - узел подачи ингибитора;  - узел подачи сульфидов. |
| 4. | Срок (периоды) оказания  услуг | 1. С момента заключения Договора и по 28.08.2025 года.    1. Сроки оказания услуг принять согласно Календарному плану Договора.    2. Календарный план разработки программного обеспечения:       1. Стадия «Эскизный проект»   Начало работ по данной стадии: дата заключения настоящего договора  Окончание работ по данной стадии: 30.05.2025 г.  На данной стадии выполнения проекта Исполнителем осуществляется сбор исходных данных на технологическом объекте, необходимых для моделирования: технологический регламент, план локализации и ликвидации аварийных ситуаций, технологические схемы, скриншоты мнемосхем с «нормальными» значениями технологического режима с перечнем ключевых технологических параметров, произведение фото и видео сьемки, лазерного сканирования объекта и т.п. Исполнитель оформляет пропуска на своих специалистов и необходимое для выполнения работ оборудование согласно требований пропускного режима АО «Газпромнефть-ОНПЗ».  Разрабатываются «Общесистемные решения» по КТК и VR-тренажеру (отдельные комплекты), в содержание которых входят:  - структурная схема тренажера, включающая информацию о программных и аппаратных средствах, пользователях;  - информация о функциональности разрабатываемой Системы: объем моделирования ТП и ОСУП, перечень функций инструктора, моделируемые неисправности;  - разработанный принципиальный интерфейс АРМа КТК и VR-тренажера (представляется в виде скриншотов);  - перечень сценариев для отработки основных технологических операций (пуск/останов оборудования, вывод на холодную/горячую циркуляцию, розжиг печи и т.д.) и аварийных ситуаций;  Актуальные наработки существующего КТК АВТ-10 ОНПЗ, выполненного на платформе T-Sim.  Актуальные наработки существующего КТК Л-35/11-600 ОНПЗ, выполненного на платформе T-Sim.  Результаты работ, передаваемые Исполнителем Заказчику на утверждение на стадии «ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ»:  Документ «Общесистемные решения» (согласно требованиям, перечисленным выше, а также в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59793-2021).   * + 1. Стадия «Технорабочий проект»   Окончание работ по данной стадии: 31.07.2025 г.  На данной стадии Заказчику необходимо принять участие в Заводских приёмочных испытаниях на площадке Исполнителя. Исполнителю необходимо предварительно согласовать с Заказчиком программу ЗПИ и продемонстрировать работу КТК, VR-тренажера. После успешного завершения Заводских приемочных испытаний КТК и VR-тренажера необходимо устранить все замечания, выявленные в ходе тестирования.  На данной стадии выполняются следующие работы:   * + разработка документации на КТК и VR-тренажер;   + разработка и создание КТК;   + разработка и создание тренажера с использованием VR технологий;   + настройка сцены;   + разработка трёхмерной модели;   + моделирование;   + построение развертки;   + текстурирование;   + создание анимации;   + создание спецэффектов;   + рефакторинг;   + разработка сценария;   + учебный режим;   + тестовый режим;   + контрольный режим;   + интеграция совместной работы КТК и VR- тренажера;   + настройка синхронизации между КТК и VR-тренажером.   Результаты работ, передаваемые Исполнителем Заказчику на стадии «Технорабочий проект» по КТК и VR-тренажеру (отдельные комплекты):   * + Документ «Программа заводских приемочных испытаний»;   + Документ «Протокол заводских приемочных испытаний»;   + Документ «Руководство пользователя»;   + Документ «Руководство администратора».     1. Стадия «Пуско-наладочные работы и ввод в действие КТК и VR-тренажера»   Окончание работ по данной стадии: 25.08.2025 г.  На данной стадии Исполнителю необходимо подготовить КТК и VR-тренажер к передаче в опытную эксплуатацию Заказчику. Для этого необходимо установить ПО КТК и VR-тренажер на площадке Заказчика и провести обучение для персонала Заказчика по заранее согласованной программе. Цель обучения: ознакомить персонал с функциональными возможностями ПО КТК и VR-тренажера и дать первоначальные навыки работы на нем. Далее КТК и VR-тренажер следует передать Заказчику в опытную эксплуатацию.  По окончанию опытной эксплуатации Заказчик должен сформировать и передать Исполнителю перечень замечаний по работе КТК и VR-тренажера.  Исполнитель обязан устранить замечания, выявленные в ходе опытной эксплуатации и подготовить КТК и VR-тренажер к передаче в промышленную эксплуатацию.  Для определения соответствия КТК и VR-тренажера Техническому заданию, оценки качества эксплуатационной документации и решения вопроса о приеме в промышленную эксплуатацию следует проводить приемочные испытания.  Заказчик обязан организовать приёмочные испытания. Для тестирования внедрённых упражнений в КТК и VR-тренажер и решения вопроса о приемке в промышленную эксплуатацию, приемочные испытания необходимо проводить совместно с представителями технологического объекта (начальник установки/ старшие операторы АВТ-10) (начальник установки/ старшие операторы Л-35/11-600). Минимальная продолжительность испытаний составляет 5 рабочих дней.  Результаты приёмочных испытаний отражаются в протоколе приёмочных испытаний КТК и VR-тренажера с заключением о возможности передачи в промышленную эксплуатацию, к протоколу обязательно прикладывается перечень необходимых доработок и сроки их выполнения. По окончанию приемочных испытаний необходимо оформить Акт передачи в промышленную эксплуатацию.  Исполнителю необходимо для КТК и VR-тренажера:   * + разработать программу приёмочных испытаний;   + принять участие в проведении приёмочных испытаний;   + выполнить сбор и анализ замечаний, подготовить и выполнить мероприятия по доработке согласно полученным замечаниям;   + создать набор упражнений компьютерного тренинга согласно перечню сценариев для отработки штатных и нештатных ситуаций;   + подготовить и согласовать с Заказчиком соглашение об уровне гарантийной технической поддержки.   Результаты работ, передаваемые Исполнителем Заказчику на стадии «ВВОД В ДЕЙСТВИЕ» по КТК и VR-тренажеру (отдельные комплекты):   * + Документ «Акт передачи Системы в опытную эксплуатацию»;   + Документ «Программа обучения пользователей»;   + Документ «Протокол обучения пользователей»;   + ПО КТК VR принятое Заказчиком в опытную эксплуатацию;   + Документ «Программа Приемочных испытаний на объекте заказчика»;   + Документ «Протокол Приемочных испытаний на объекте заказчика»;   + Документ «Акт передачи Системы в промышленную эксплуатацию»;   + Документ «Соглашение об уровне технической поддержки Системы»;   + Документ «Акт приемки Системы в гарантийную техническую поддержку»;   + Документ «Акт передачи физического носителя ПО актуальной версии»;   + ПО принятое Заказчиком в промышленную эксплуатацию. |
| 5 | Задание Исполнителю на выполнение Работ (услуг), с указанием требований к составу, точности, надёжности, обеспеченности, достоверности определения необходимых данных при выполнении работ. | * 1. Разработать тренажер с учётом всех указанных в Приложении №2 требований к системе в соответствии с требованиями настоящего Технического задания.   2. При разработке тренажера предусмотреть следующие условия выполнения работы:   + Ввод в действие разрабатываемой Системы осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59793-2021 «Автоматизированные Системы. Стадии Создания» и ГОСТ Р 59792-2021 «Виды испытаний автоматизированных систем».   + Приемка Системы выполняется поэтапно, к моменту завершения этапа работ. Все запланированные результаты работ по этапу должны быть предоставлены Исполнителем до даты завершения этапа Заказчику, при отсутствии замечаний все результаты работ по этапу должны быть приняты Заказчиком до даты завершения этапа.   + Приемка документов Заказчиком осуществляется путем согласования документов специалистами Заказчика. Все документы, являющиеся результатами Работ, должны быть согласованы с Заказчиком до даты окончания этапа работ.   + Приемка Программного продукта осуществляется путем составления протоколов тестирования Программного продукта с участием Заказчика и Исполнителя.   + Приемка Системы осуществляется путем заводских и приемочных испытаний.   + Приемка результатов работ по стадии «Общесистемные решения» выполняется путем приемки документов, являющимися результатами работ по данной стадии.   + Приемка результатов работ по стадии «Технорабочий проект» выполняется путем приемки документов, являющимися результатами работ по данной стадии.   + Приемка результатов работ по стадии «Ввод в действие» выполняется путем приемки документов и Программного продукта, являющимися результатами работ по данной стадии.   1. Для разрабатываемой Системы обязательно устанавливаются следующие виды испытаний:   + Заводские приемочные испытания;   + Приемочные испытания.   1. Моделирование технологического процесса осуществляется в объеме, позволяющем отрабатывать навыки ликвидации аварийных и внештатных ситуаций в объеме:   а) комбинированной атмосферно-вакуумной установки АВТ-10;  б) установки каталитического риформинга Л-35/11-600.  Объем моделирования включает в себя создание следующего программного обеспечения:   * + математической модели технологического процесса;   + трехмерная модель технологического объекта;   + математической модели ОСУП, СПАЗ и ЛСУ (локалных/вспомогательных систем управления);   + АРМ оператора ОСУП;   + АРМ полевого оператора/машиниста (интерактивные технологические схемы полевого оператора/машиниста);   + АРМ оператора VR.   1. Моделирование технологического объекта в виртуальной реальности предполагает связь VR с математической моделью КТК в едином информационном пространстве с возможностью взаимодействия между интерфейсами в объеме, позволяющем отрабатывать навыки ликвидации аварийных и внештатных ситуаций в объеме:   а) блока атмосферной перегонки; Комбинированной атмосферно-вакуумной установки АВТ-10;  б) блока гидроочистки бензиновой фракции установки каталитического риформинга Л-35/11-600. |
| 6. | Особые требования к проектированию. | К видам обеспечения при разработке Системы выносится следующий ряд требований:  6.1 Требования к лингвистическому обеспечению:   * + Система должна использовать современные средства конфигурирования и визуального программирования, ориентированные, прежде всего на специалистов АСУТП и технологов, а не абстрактных программистов.   + Настройка Инструкторских задач осуществляется с помощью средств конфигурирования не требующих знания языков программирования.   + Все прикладное программное обеспечение (АРМ оператора ОСУП, АРМ полевого оператора, АРМ инструктора КТК), АРМ оператора VR-тренажера должно использовать русский язык. Язык отличный от русского может использоваться в том случае, если это обусловлено необходимостью идентичного отображения органов управления, индикации или сигнализации.   6.2 Требования к программному обеспечению:   * + Программное обеспечение КТК должно быть разработано на базе Российского программного комплекса для моделирования технологических процессов, аппаратов и систем управления.  Программное обеспечение VR-тренажера должно быть разработано на базе Российского программного обеспечения реализации тренажеров в трехмерном интерфейсе визуализации технологических объектов и процессов нефтепереработки.   + Модели технологических процессов должны разрабатываться с использованием проверенного и надежного программного обеспечения для моделирования технологических процессов.   + Все компоненты ПО должны предусматривать возможность переноса на более мощные компьютеры по мере их развития в пределах аппаратурного ряда с повышением точности моделирования, передаются все необходимые для переноса дистрибутивы ПО и подробные инструкции по переносу КТК и VR-тренажера на новые более мощные компьютеры.   6.3 Требования по обеспечению информационной безопасности должны включать в себя следующие далее пункты.  6.3.1 Система должна обеспечивать только авторизированный доступ к собственным ресурсам.  6.3.2 Запуск пользовательского интерфейса под каждой из ролей должен осуществляется с использованием соответствующего пароля. Обеспечить соответствующие учетные записи: администратор, пользователь.  6.3.3 Компоненты подсистемы защиты от несанкционированного доступа должны обеспечивать:   * + идентификацию пользователя;   + разграничение доступа пользователей на уровне задач в соответствии с ролевой принадлежностью (инструктор, оператор, полевой оператор, администратор).   6.4 Требования к документированию:  6.4.1 Требования к содержанию документов, разрабатываемых при создании Системы, установлены по ГОСТ Р 59795-2021 «Автоматизированные Системы. Требования к содержанию документов».  6.4.2 Виды и комплектность документов регламентированы ГОСТ 34.201-2020 "Виды, комплектность и обозначение документов при создании Автоматизированных Систем”.  6.5 Требования к гарантийным обязательствам:  6.5.1 Гарантия на программные средства Системы должны составлять не менее 24 месяцев с момента подписания Акта приемки Системы в промышленную эксплуатацию.  6.5.2 В случае возникновения сбоев в работе программного или алгоритмического характера, а также обнаружения недоработок, неточностей документации, несоответствия реальному объекту Исполнитель устраняет их за свой счет в течение 25 (двадцати пяти) рабочих дней.  6.5.3 На период устранения дефекта течение гарантийного срока приостанавливается. После устранения дефекта течение гарантийного срока возобновляется.  6.5.4 После завершения модернизации на установке АВТ-10 и ввода АСУТП российского производства в промышленную эксплуатацию в течении 3 месяцев провести модернизацию КТК в части замены модели АСУТП и перехода на ОС ASTRA LINUX повторить процедуру «Ввода в действие» КТК и VR-тренажера.  6.6 К выполнению работ выдвигаются следующие требования:  6.6.1 Ввод в действие разрабатываемой Системы осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59793-2021 «Автоматизированные Системы. Стадии Создания» и ГОСТ Р 59792-2021 «Виды испытаний автоматизированных систем».  6.6.2 Приемка Системы выполняется поэтапно, к моменту завершения этапа работ. Все запланированные результаты работ по этапу должны быть предоставлены Исполнителем до даты завершения этапа.  6.6.3 Приемка документов Заказчиком осуществляется путем согласования документов специалистами Заказчика. Все документы, являющиеся результатами Работ, должны быть согласованы с Заказчиком до даты окончания этапа работ.  6.6.4 Приемка Программного продукта осуществляется путем составления протоколов тестирования Программного продукта с участием Заказчика и Исполнителя.  6.6.5 Приемка Системы осуществляется путем заводских и приемочных испытаний.  6.6.6 Приемка результатов работ по стадии «Эскизный проект» выполняется путем приемки документов, являющимися результатами работ по данной стадии.  6.6.7 Приемка результатов работ по стадии «Технорабочий проект» выполняется путем приемки документов и Программного продукта, являющимися результатами работ по данной стадии.  6.6.8 Приемка результатов работ по стадии «Ввод в действие» выполняется путем приемки документов и Программного продукта, являющимися результатами работ по данной стадии.  6.6.9 Для разрабатываемой Системы обязательно устанавливаются следующие виды испытаний:   * + Заводские приемочные испытания;   + Приемочные испытания.   6.6.9.1 Заводские приемочные испытания:  6.6.9.1 Приемка результатов работ на стадии «Технорабочий проект» выполняется путем проведения Заводских приемочных испытаний на площадке Исполнителя. Заводские приемочные испытания выполняются по разработанной программе. Заводские приемочные испытания проводятся для демонстрации Заказчику качества моделирования технологического процесса и точности имитации систем РСУ, ПАЗ, ЛСУ.  6.6.9.1.2 Программа предварительных испытаний составляется Исполнителем, утверждается Заказчиком и должна включать в себя следующие проверки:   * + Проверку наличия и факта приемки документации согласно техническому заданию.   + Проверку готовности аппаратных средств Системы.   + Проверку функций Системы.   + Результаты испытаний отражаются в Протоколе испытаний с заключением о возможности проведения приемочных испытаний на площадке Заказчика, а также перечень необходимых доработок и сроки их выполнения. Оформляется Акт завершения предварительных испытаний.   6.6.9.2 Приёмочные испытания:  6.6.9.2.1 Приемка результатов работ по всем этапам выполняется путем проведения приемочных испытаний. Приемочные испытания выполняются по разработанной программе.  6.6.9.2.2 Приёмочные испытания проводят для определения соответствия Системы Техническому Заданию, оценки качества эксплуатационной документации и решения вопроса приемки Системы в промышленную эксплуатацию. Приёмочные испытания организует Заказчик, и проводит их совместно с Исполнителем.  6.6.9.2.3 Программа приемочных испытаний должна включать в себя следующие проверки:   * + Доработку результатов работ, по перечню замечаний, выявленных на предварительных испытаниях.   + Проверку наличия и факта приемки документации согласно техническому заданию.   + Проверку достижения установленных эксплуатационных показателей Системы.   + Проверку достижения ожидаемых производственных показателей Процесса.   + Проверку готовности организации, выполняющей информационно-техническое обслуживание Заказчика, к выполнению базовой и расширенной технической поддержки Системы.   6.6.9.2.4 По результатам Приемочных испытаний составляется Акт приемки Системы в Промышленную эксплуатацию.  6.6.9.2.5 Все протоколы и акты являются двухсторонними: Заказчик и Исполнитель.  6.6.9.2.6 Допускается по решению Приемочной Комиссии доработка технической документации Системы после ее ввода в действие. Сроки доработки указываются в Протоколе Приемочных испытаний. |
| 7. | Требования к передаче материалов. | 7.1 Документы, являющиеся результатом работы по настоящему заданию, должны быть переданы Заказчику в соответствии со следующими требованиями:   * + на бумажном носителе информации - по два экземпляра каждого документа;   + на электронном носителе информации (USB-флеш-накопитель) – по одному файлу (комплекту файлов) каждого документа на накопителе, четыре комплекта накопителей.   + требуемым форматом файлов является ".pdf".   7.2 Требование к содержанию документов, разрабатываемых при создании Системы, установлены по ГОСТ Р 59795-2021 «Автоматизированные Системы. Требования к содержанию документов».  7.3 Виды и комплектность документов регламентированы ГОСТ 34.201-2020 "Виды, комплектность и обозначение документов при создании Автоматизированных Систем”.  7.4 Предоставить на бумажном носителе однократно следующие документы:   * + Эскизный проект;   + Программа Заводских приемочных испытаний;   + Протокол Заводских приёмочных испытаний;   + Руководство пользователя:   + Руководство администратора;   + Акт передачи Системы в опытную эксплуатацию;   + Программа Приёмочных испытаний;   + Протокол Приёмочных испытаний;   + Перечень сценариев для обучения;   + Акт передачи Системы в промышленную эксплуатацию;   + Соглашение об уровне технической поддержки Системы;   + Акт приемки Системы в гарантийную техническую поддержку;   + Акт передачи физического носителя ПО актуальной версии.   Вся документация предоставляется по форме Подрядчика, предварительно согласовав ее с Заказчиком.  7.5 Предоставить на USB-накопителе однократно ПО, включая исходный код объема разработки объекта моделирования. |
| 8. | Особые условия | 8.1 Исполнитель оказывает услуги по Договору своими силами. Привлечение к оказанию услуг по Договору специализированных организаций (субподрядчиков) не допускается.  8.2. Наличие у участника свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ на программное обеспечение платформы моделирования промышленных объектов, оборудования и систем управления технологическими процессами.  8.3. Наличие у участника свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ на программное обеспечение реализации тренажеров в трехмерном интерфейсе визуализации технологических объектов и процессов нефтепереработки. |
| 9. | Приложения к Заданию на проектирование | 9.1 Приложение №1. Перечень технической документации для разработки системы.  9.2 Приложение №2. Общие функциональные требования.  9.3 Приложение №3. Перечень подсистем, их назначение и основные характеристики  9.4 Приложение №4. Требования к характеристикам взаимосвязей создаваемой системы со смежными системами  9.5 Приложение №5 Требования по сохранности информации при авариях  9.6 Приложение №6 Требования к эргономике и технической эстетике  9.7 Приложение №7. Перечень моделируемого оборудования.  9.8 Приложение №8. Автоматизированная система управления технологическим процессом. |

Приложение 1

**Перечень технической документации для разработки**

Нормативные документы, на основании которых создается КТК и VR-тренажер:

• «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» утв. приказом Ростехнадзора от 15 декабря 2020 г. N 533, п. 13;

* ГОСТ 34.602-2020, ГОСТ Р 59793-2021, ГОСТ 34.201-2020;

Перечень документов/материалов, предоставляемых со стороны Заказчика по предварительному запросу от Исполнителя работ на этапе «Общесистемные решения»:

* Согласованные сценарии по отработке аварийных и нештатных ситуаций, для реализации в Системе (предоставляется со стороны Заказчика в срок не позднее начала работ по этапу «Технорабочий проект»);
* Чертежи, схемы узлов и исполнительных механизмов Комбинированной атмосферно вакуумной установки (АВТ-10);
* Чертежи, схемы узлов и исполнительных механизмов установки каталитического риформинга Л-35/11-600;
* Режимные листы (за определенные сутки, по предварительному согласованию с технологами установки);
* Техническая документация на систему управления Комбинированной атмосферно вакуумной установки (АВТ-10);
* Техническая документация на систему управления установки каталитического риформинга Л-35/11-600;
* Актуальный проект АСУТП, СБиПАЗ, ЛСУ.

Перечень проектной и эксплуатационной документации Комбинированной атмосферно вакуумной установки (АВТ-10), учитываемой при создании КТК приведен в [приложении](#bookmark35).

Перечень проектной и эксплуатационной документации установки каталитического риформинга Л-35/11-600, учитываемой при создании КТК приведен в [приложении](#bookmark35).

Материалы Рабочей документации на Систему разрабатываются в соответствии с этапами Календарного плана Договора на разработку и внедрение Системы и предъявляются Заказчику для приемки в составе, соответствующем:

* ГОСТ 34.201-2020 “Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем”.
* ГОСТ Р 59793-2021 «Автоматизированные Системы. Стадии создания».

Разработанная система внедряется и сдается Заказчику в соответствии с:

* ГОСТ 24.104-2023 ЕСС АСУ «Автоматизированные Системы Управления. Общие требования».
* ГОСТ Р 59792-2021 «Виды испытаний Автоматизированных Систем».
* Изменения к данному Техническому Заданию оформляются в виде Протокола или Дополнения к техническому заданию.
* ФСТЭК приказ №31 «Защита информации в АСУТП».

Приложение 2

**Общие функциональные требования**

От компьютерного тренажера требуется высокоточное воспроизведение хода технологического процесса, работы системы управления и среды операторского управления, а также правильное отражение реакции ТП на изменения качества сырья, загрузки, внешних условий (температура, влажность и давление окружающего воздуха); комплексный подход к обучению, обеспечивающий выработку надежных навыков управления в нормальных, нештатных и аварийных ситуациях.

Тренажер должен предполагать реализацию следующих возможностей:

* визуальный осмотр модели со всех сторон с возможностью вращать во всех плоскостях;
* включение/отключение разрезов на 3D модели (работа во всех режимах по 2 разреза на каждую плоскость);
* анализ потенциальной опасности на установках, например, по методике «Что произойдет, если»;
* разработка сценариев технологического режима, аварий и инцидентов и обработка действий по их компенсации; демонстрация возможных последствий аварий;
* воспроизведение аварий, имевших место на конкретной установке или аналогичных ей;
* использование компьютерного тренажера в режиме реального времени для отработки действий по локализации и ликвидации аварийных ситуаций;
* связь интерфейса компьютерного тренажера и VR тренажера для отработки действий технологического персонала в приближенных к реальности условиях;
* возможность использования отдельно компьютерного тренажера и VR тренажера;
* возможность запуска VR тренажера и компьютерно-тренажерного комплекса в единой системе;
* отображение виртуальной среды на VR устройстве с высоким качеством графики и анимации;
* интерактивное взаимодействие пользователя с виртуальной средой через VR устройство;
* синхронизация действий пользователя в виртуальной среде с реагированием компьютерно-тренажерного комплекса;
* возможность проведения различных тренировочных сценариев, имитирующих реальные условия работы бригады;
* реализация системы обратной связи для анализа результатов тренировок и оценки производительности персонала;
* поддержка множества пользователей, работающих одновременно с тренажером и компьютерно-тренажерным комплексом (не менее чем 11 пользователей на каждый интерфейс одновременно);
* возможность обновления и модификации программного обеспечения для улучшения функциональности тренажера.

**Требования к структуре и функционированию системы**

Программный продукт должен быть установлен на существующие рабочие места (АРМ), находящиеся в распоряжении Заказчика, которые объединены в локальную вычислительную сеть на базе интерфейса Ethernet и протокола TCP/IP и обеспечивать:

* возможность запуска VR-тренажера и компьютерного тренажерного комплекса в единой системе;
* отображение виртуальной среды на VR-устройстве с высоким качеством графики и анимации;
* интерактивное взаимодействие пользователя с виртуальной средой через VR-устройство;
* синхронизацию действий пользователя в виртуальной среде с реагированием компьютерного тренажерного комплекса;
* возможность проведения различных тренировочных сценариев, имитирующих реальные условия работы бригады, включая отдельную работу КТК и VR-тренажера;
* реализацию системы обратной связи для анализа результатов тренировок и оценки производительности персонала;
* одновременное использование системы (поддержка множества пользователей), работающих одновременно с VR-тренажера и компьютерным тренажерным комплексом (не менее чем 11 пользователей на каждый интерфейс одновременно);
* возможность обновления и модификации программного обеспечения для улучшения функциональности тренажера.

Приложение 3

**Перечень подсистем, их назначение и основные характеристики**

Система состоит из Компьютерного тренажерного комплекса и VR тренажера, связанных между собой программно, через общую математическую модель.

В состав компьютерного тренажерного комплекса входят следующие компоненты:

* Сервер моделирования ТП, РСУ И СПАЗ, ЛСУ;
* АРМ оператора ОСУП;
* АРМ инструктора КТК;
* АРМ полевого оператора;

**Сервер моделирования ТП, РСУ И СПАЗ, ЛСУ**

Сервер моделирования ТП, ОСУП И СПАЗ, ЛСУ предназначен для моделирования ТП, ОСУП и СПАЗ, ЛСУ.

Моделирование ТП – это представление химических, физических, технических процессов и операций, происходящих на объекте с помощью математических формул и алгоритмов программного обеспечения. Моделирование ТП должно осуществляться в объеме технологической схемы установки, согласно переданным исходным данным. Модель ТП должна соответствовать структуре установки и включать необходимое технологическое оборудование. Допустимое отклонение параметров модели от показателей материально-теплового баланса согласно технологическому регламенту не должно превышать 5% для параметров при нормальном технологическом режиме.

Моделирование ОСУП и СПАЗ, ЛСУ – это представление логики управления и защиты технологического процесса путем математического моделирования алгоритмов СУ и СПАЗ, ОСУП, ЛСУ. При моделировании ОСУП, СПАЗ и СППЗ, ЛСУ должны использоваться конфигурационные файлы действующей установки. Должна быть предусмотрена возможность внесения изменений в ОСУП, СПАЗ и СППЗ, ЛСУ посредством автоматизированного обновления в КТК конфигурационных файлов с действующей системы управления установки.

Математическое моделирование технологического процесса должно осуществляется на основе решения динамических систем нелинейных дифференциальных уравнений химической кинетики, уравнений состояния для описания фазовых переходов, уравнений тепло- и массообменных процессов, уравнений теплового и материального баланса компонентов продуктов, лучистого теплообмена, как внутри аппаратов, так и с учётом возникновения горения на территории установки, а также систем уравнений гидродинамики и гидравлики.

Выбор математического аппарата моделирования процессов и аппаратов должен осуществляться с учетом необходимой для целей обучения точности и степени детализации параметров процессов применительно к режимам нормального функционирования и аварийным ситуациям. Модели должны обеспечить расчет всех измеряемых на установке дистанционно и по месту параметров и составов всех отбираемых проб во всех режимах функционирования агрегата, включая аварийные ситуации и пусковые операции. Для имитации пожара и аварийных ситуаций не допускается использование математических моделей, полученных в результате обработки статистической информации, отражающей штатную эксплуатацию агрегата.

Модели должны быть адаптированы к конкретным условиям установки по режимным парамет-рам, обозначениям и описаниям позиций, обвязке КИПиА, шкалам приборов, границам сигнализаций и т.п.

Тренажерная модель должна обеспечивать:

* нормальное технологическое состояние технологического процесса;
* адекватную работу технологического процесса вблизи нормальных технологических условий;
* адекватное отражение реакции технологического процесса на изменения качества сырья, загрузки, внешних условий (температура окружающего воздуха и пр.);
* пуск технологического процесса из холодного состояния;
* ведение технологического процесса из промежуточных состояний;
* плановый и аварийный остановы;
* работу в нештатных, предаварийных и аварийных условиях (в объеме утвержденного Заказчиком списка тренировочных упражнений);
* отработку ситуаций по выходу из строя оборудования (перечень поломок перечислен в требованиях к АРМ Инструктора);
* возможность отработки действий оператора с отключенными блокировками;
* внесение управляющих воздействий на отдельном оборудовании, блоках, модулях, установке.

Отсечные и регулирующие клапана, байпасы оборудования, резервные насосы, подрывные клапана должны моделироваться в объеме, необходимом для полноценного обучения.

Временные характеристики полевых приборов (например, скорость открытия/закрытия задвижек) должны программироваться с учетом паспортных данных соответствующего оборудования КИП.

В моделях необходимо учитывать теплообмен с окружающей средой, приводящий к остыванию аппаратов и трубопроводов при их отключении и прекращении подачи продуктов.

Динамические характеристики моделей аппаратов должны отражать реальную (или максимально приближенную к реальной) реакцию объекта на возмущения и управляющие воздействия. В качестве таких возмущений следует рассматривать расходы (загрузка по сырью, расход пара, топлива, теплоносителя, орошения и т.п.), давления, состав и температуру потоков, изменения температуры окружающей среды.

Графические 3D модели должны представлять собой совокупность объемных и плоских графических элементов, позволяющих наиболее точно передать отображение реального объекта.

Виртуальные 3D модели визуально должны быть точной копией (полное соответствие реальному оборудованию и фотореалистичные текстуры) оборудования, установленного на АО «Газпромнефть-ОНПЗ» .

Виртуальные 3D модели должны реалистично визуализировать реакции оборудования на воздействия персонала, создавать среду, максимально приближенную к реальной, в которой ежедневно работает персонал.

3D модели должны отображать текущее состояние оборудования (положение органов управления, световой и механической индикации, исполнительных механизмов и т.д.), в том числе отображать числовые параметры, характеризующие режим работы оборудования, различную визуальную индикацию (световые и механические индикаторы, показывающие приборы и т.д.) .

Оборудование, должно иметь все необходимые интерактивные элементы (органы управления, индикация, исполнительные механизмы и отдельные узлы агрегатов), с которыми обучающийся сможет производить манипуляции, имитируя выполнение тех же действий, которые выполняются при проведении соответствующих операций в реальности.

3D модели активного оборудования должны быть выполнены с высоким графическим уровнем детализации для максимальной визуальной схожести виртуальных и реальных объектов.

При создании 3D моделей, должны применяться высококачественные PBR материалы, обеспечивающие высокое качество визуализации и соответствия реальному объекту, включая затенение, видимую фактуру материалов и т.д. .

Габаритные и геометрические параметры 3D моделей должны соответствовать техническим данным реального оборудования, которое будет задействовано в тренировках.

Цветовая гамма моделей должна быть максимально приближенна к реальному оборудованию.

Размеры текстур для 3D моделей, используемых в тренажере, должны быть оптимально подобраны с учетом требований обеспечения надлежащей производительности ПО и визуального качества моделей (отсутствие видимой «пиксельности» объектов (особенно в отношении всех надписей, отдельных текстур приборов, инструментов и прочих объектов, с которыми взаимодействует пользователь в ходе выполнения тренировочных заданий). Все надписи, воспроизводимые на 3D моделях должны легко читаться, для облегчения чтения надписей на оборудовании необходимо предусмотреть специальный инструмент.

На 3D моделях должны быть нанесены все основные надписи, условные обозначения, маркировки и указатели, соответствующие реальным.

При разработке 3D моделей и при их использовании должны применяться соответствующие методы оптимизации, направленные на обеспечение надлежащей производительности и требуемого уровня fps при выполнении тренировок с учетом фактических характеристик аппаратной части ПО.

Виртуальные сцены должны строиться с учетом реальных условий освещения, а также с применением звукового фона, схожего с реальным.

Изменение состояний отдельных элементов/агрегатов, положений исполнительных механизмов и/или органов управления должно быть анимировано в достаточной мере, для обеспечения схожести с выполнением таких действий в реальном мире, при этом должно использоваться соответствующее звуковое сопровождение, связанное с выполнением таких действий в реальности.

**АРМ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ КТК**

АРМ Преподавателя КТК должно иметь средства для создания и редактирования упражнений, оперативного управления тренировочным процессом, анализа и оценки результатов тренинга на основе автоматизированного контроля действий обучаемых с выводом результатов тренировок на печать.

Сценарий автоматизированного контроля действий – это формализованная и записанная определенным образом последовательность правильных действий в той или иной аварийной ситуации. Сценарий также может включать в себя параметрический контроль, когда результатом правильных действий обучаемых является сохранение нужных технологических параметров в определенном коридоре значений в заданный промежуток времени.

На рабочем месте преподавателя должна быть предусмотрена возможность мониторинга и управления процессом, включая ОСУП и объекты, расположенные "по месту".

АРМ Преподавателя должен иметь возможность регистрации преподавателя, с выводом ФИО в протокол по результатам обучения.

На АРМ Преподавателя обеспечивается реализация следующего минимального набора вкладок, которые должны иметь следующие функции (наименование вкладок на предлагаемом Исполнителем работ КТК может отличаться от предложенного в настоящем ТЗ, но с сохранением описанных функций):

Таблица 2 – Минимальный набор вкладок на АРМ Преподавателя с описанием функций

| **Вкладка** | **Функция** | |
| --- | --- | --- |
| «Упражнения» | выбор тренажерной модели | |
| выбор начальных условий моделирования, таких как «холодный старт» и нормальная работа, а также начальных условий, созданных с помощью записи текущего состояния | |
| возможность записи текущего состояния и возврата к любому из записанных состояний | |
| имитация штатных, нештатных и аварийных ситуаций | |
| редактирование, запись и активизация тренировочных упражнений | |
| поддержание режимов «Приостановка»/«Запуск моделирования» и изменение скорости моделирования процесса (минимум в два раза) | |
| «Отказы» | Комплексные нарушения  широкого действия | прекращение подачи электроэнергии к силовым приводам оборудования |
| прекращение подачи сжатого воздуха к приводам регулирующих клапанов |
| нарушение подачи пара |
| прекращение подачи воды или отказ элементов системы водоподготовки |
| прекращение подачи сырья |
| разгерметизация трубопроводов |
| срабатывание предохранительных клапанов |
| пожар на установке или в отдельных помещениях (с последующим моделированием работы системы пожаротушения в объеме, представленном на ОСУП) |
| загазованность помещений и выброс в атмосферу взрывоопасных продуктов |
| другие аварийные ситуации в рамках ПЛА моделируемой установки |
| Отказы насосного  оборудования | отказ электродвигателя насоса |
| выход из строя торцевых уплотнений; |
| падение мощности насоса |
| останов насоса |
| сброс насоса |
| разгерметизация насоса |
| загазованность |
| Отказы регулирующих  клапанов | отказ регулирующего клапана в положении "Открыт" |
| отказ регулирующего клапана в положении "Закрыт" |
| ограничение поворотного механизма |
| осмоление |
| нарушение герметичности |
| повреждение запорного устройства |
| отказ электродвигателя |
| заклинивание |
| загазованность |
| Отказы задвижек | несанкционированное открытие |
| несанкционированное закрытие |
| заклинивание поворотного механизма |
| осмоление |
| нарушение герметичности |
| падение клина |
| повреждение запорного седла |
| повреждение затворного шара. |
| Отказы емкостей | опустошение |
| переполнение |
| разгерметизация верха |
| разгерметизация низа |
| загазованность |
| Отказы теплообменного  оборудования | изменение температуры |
| ухудшение теплообмена |
| засорение труб |
| внутренняя разгерметизация |
| загазованность |
| Отказы АВО | ухудшение теплообмена |
| засорение труб |
| внутренняя разгерметизация |
| загазованность |
| отказ пусковой аппаратуры |
| отказ электродвигателя |
| отказ привода |
| разгерметизация холодильника |
| отказ регулятора. |
| Отказы колонн | разгерметизация верха |
| разгерметизация низа |
| Отказы печей | погасание горелок |
| пропуск змеевиков печи |
| засорение (закоксовывание) змеевиков |
| выход из строя воздуходувки |
| Отказ аналогового датчика КИП | искажение показаний в сторону увеличения или уменьшения (дрейф нуля) |
| смещение показания до заданного значения за указанное время с последующей фиксацией |
| шум датчика относительно измеренного или заданного значения |
| Отказ дискретного датчика КИП | фиксация значения в любом положении |
| дребезг контакта датчика относительно измеренного или заданного значения с указанной периодичностью |
| Прочие ситуации | изменение качества топлива |
| изменение состава сырья |
| изменение реагентов |
| ливневые осадки |
| изменение температуры окружающего воздуха |
| «Сценарии обучения» | создание, редактирование, запись и активизация сценариев обучения | |
| возможность осуществлять контроль выполняемых действий операторов по регулированию запорной, отсечной и регулирующей арматуры, включения и выключения динамического оборудования, контроль по приборам КИП, использованию щитов управления (установленных в операторной и по месту) и т.д., т.е. всех действий, которые могут производится на станции ОСУП (например, включение и отключение блокировок, перевод клапанов в режим «авто» и наоборот и т.д.), и на станции полевого оператора | |
| возможность выставлять оценки действиям студента | |
| «Журнал событий» | ведение, сохранение и печать протокола практического занятия | |
| ведение, сохранение и печать журнала событий, происходящих на КТК в процессе моделирования: действия операторов, действия инструктора, действия ОСУП, СПАЗ, ЛСУ, отметка о входе обучаемого в соответствующий АРМ (включая его ФИО, закладываемые во вкладке «Регистрация обучаемых»), время моделирования и т.д. | |
| реализация автоматического сохранения протокола сеанса обучения и журнала событий по окончании тренинга | |
| активизация режима автоматизированного контроля и оценки действий обучаемых | |
| печать результатов тренинга | |
| ведение, сохранение и печать протокола сеанса обучения, включая все вмешательства инструктора и оператора в ход моделируемого процесса, а также сообщения о срабатываниях сигнализации о нарушении технологического процесса | |
| «Регистрация обучаемых» | Регистрация обучаемых с присвоением им ФИО, индивидуального пароля, используемый ими при в входе в АРМ оператора ОСУП, АРМ полевого оператора | |
| «Список персонала» | Редактирование базы данных обучаемого персонала | |
| «Отчет» | Формирование отчетности за заданный период времени:  - по обучаемому;  - по группе;  - по количеству занятий;  - по сценариям;  - и др. | |

АРМ инструктора должен позволять проводить занятия в нескольких режимах:

* Режим обучения. В данном режиме, обучаемому должны быть доступны подсказки, отображающие правильные действия. Подсказки должны поддерживать следующие типы сообщений: текстовые и мультимедийные (видеоролики, фотографии, аудиофайлы).
* Режим контроля. В данном режиме все необходимые действия, предусмотренные сценарием автоматизированного контроля, выполняются обучаемым самостоятельно, без каких-либо подсказок.

**АРМ ОПЕРАТОРА ОСУП**

АРМ оператора ОСУП должен обеспечивать:

* регистрацию обучаемого;
* соответствие интерфейса оператора ОСУП, СПАЗ и ЛСУ на тренажере используемой на производстве системе управления, включая мнемосхемы, блоки управления, тренды и другие элементы мониторинга и управления процессом. У операторов не должно возникать трудностей при переходе с реальной системы управления к тренажеру и наоборот;
* работу всех функций управления, ПАЗ, ППЗ, формирование и визуализация сигнализаций, используемые при управлении должны быть полностью воссозданы на имитаторе ОСУП;
* использование при моделировании ОСУП, СПАЗ и СППЗ, ЛСУ конфигурационных файлов действующей установки. Должна быть предусмотрена возможность внесения изменений в ОСУП, СПАЗ и СППЗ, ЛСУ посредством автоматизированного обновления в КТК конфигурационных файлов (одновременно) с (модернизацией) действующей системы управления установки.

**АРМ ПОЛЕВОГО ОПЕРАТОРА**

Имитатор систем и оборудования, расположенного в операторной на щите и за пределами операторной – Интерактивная технологическая схема (ИТС).

Имитатор «поля» – «интерактивная технологическая схема»:

* обеспечивает регистрацию обучаемого;
* содержит все органы управления и местные контрольно-измерительные приборы в объёме технологических схем, предоставленных Заказчиком на стадии "Эскизный проект";
* визуально отображает текущее состояние запорно-регулирующей арматуры (открыто/частично закрыто/закрыто), а также динамического оборудования (включен/выключен);
* понятная и удобная навигация по интерактивной технологической схеме, включающая масштабирование и поиск объектов;
* позволяет осуществить доступ ко всем объектам управления и «полевым» датчикам КИП (просмотр их показаний), моделируемым в тренажере и расположенным в операторной на щите или за пределами операторной (щиты управления, ручная арматура, горелки печей, органы управления компрессоров, насосов, дымососов и т.д.), осуществляемый с каждой подсистемы интерактивной технологической схемы;

органы управления представляются средствами графики, их внешний вид приближен к реальному объекту, а логика управления и реакция на управляющие воздействия соответствует реальным.

**VR-Тренажер**

VR-тренажер должен:

* обеспечивать свободное перемещение технологического персонала в виртуальной среде с адекватным отображением изменения пространственной ориентации (прыжки, подъемы по лестницам, приседания и т.д.);
* обеспечивать сопровождение навигации технологического персонала всплывающими окнами с текстом и изображениями, соответствующих ситуации (интерактивные подсказки, вывод справочной информации по выбранному объекту, интерактивное меню с вариантами ответов и т.д.);
* обеспечивать адекватное изменение состояния активными объектами и имитацию физических эффектов, соответствующих их состоянию (задвижку открыли – поднялся шток).
* Обеспечивать сопровождение навигации технологического персонала всплывающими окнами с текстом и изображениями, соответствующих ситуации (например: интерактивные подсказки, вывод справочной информации по выбранному объекту, интерактивное меню с вариантами ответов и т.д.).
* Обеспечивать адекватное изменение состояния активными объектами и имитацию физических эффектов, соответствующих их состоянию (например: выключили свет – погас свет, нажали клавишу на пульте управлением крана – кран переехал и т.д.).
* Обеспечивать звуковое сопровождение навигации, адекватно воспроизводящее динамику стереозвуков (например: ветер, скрип метала, гул мотора и т.д.), помогающее ориентироваться технологическому персоналу в виртуальной среде.

Требования к графическому интерфейсу: аппараты, оборудование, трубопроводы должны полностью соответствовать реальным объектам по конструкции и геометрии, реальному расположению и конструктивным особенностям (пример приведен на рисунке 1).

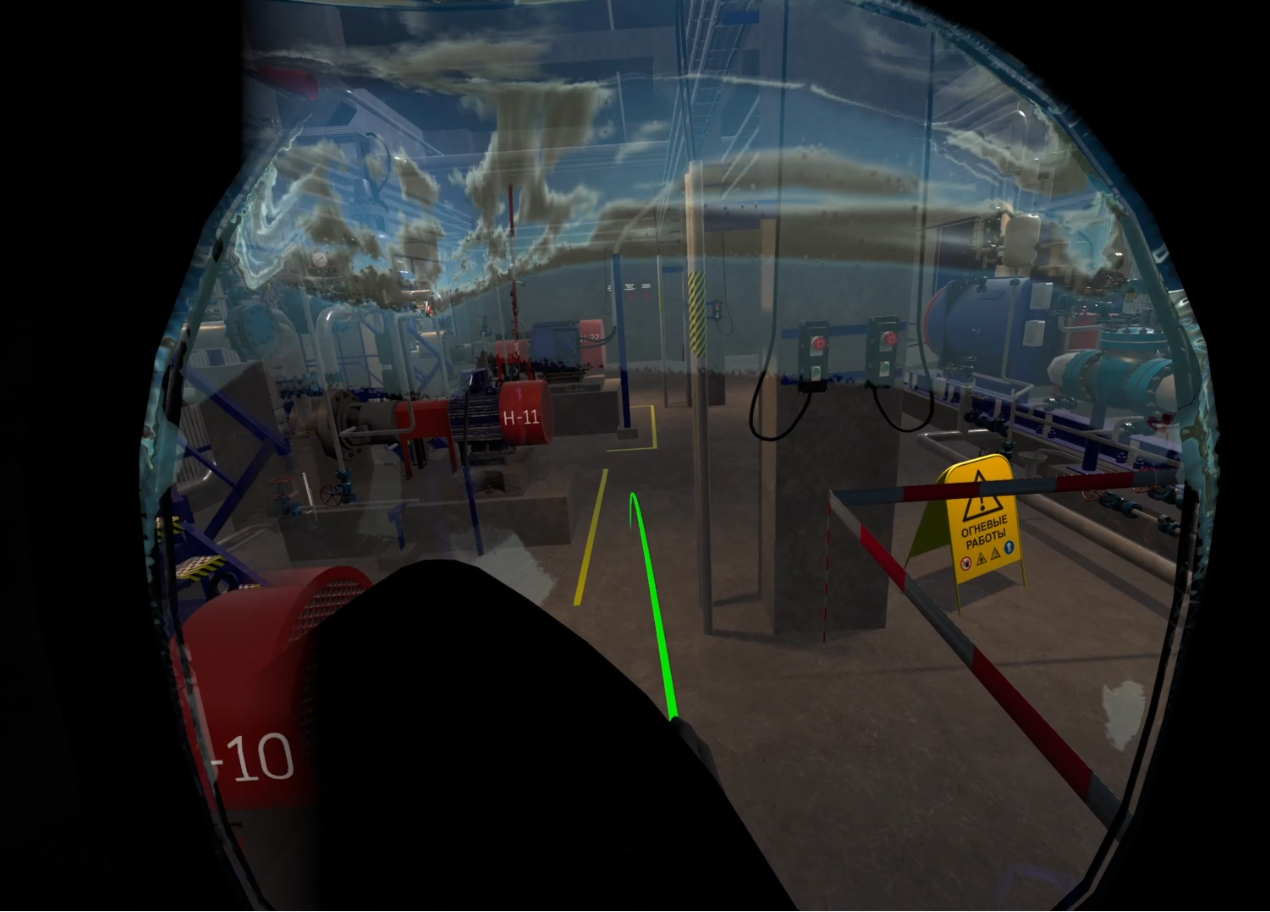


Рисунок №1. Графический интерфейс

Для перемещения внутри виртуального пространства должны использоваться специализированные джойстики на контроллере-манипуляторе HTC VIVE Focus 3, внешний вид которых представлен на рисунке 2.



Рисунок 2. Манипуляторы

При использовании VR-устройства управление обзором должно и происходит естественным анатомическим движение головы.

При использовании VR-устройства вращение объектов должно происходить подносом правой виртуальной руки к объекту и зажатию указанной клавиши и вращением руки (пример взаимодействия приведен на рисунке 3).



Рисунок №3. Пример взаимодействия с объектом

В тренажере должен быть реализован набор оборудования и локаций:

* запорно-регулирующая арматура;
* местные приборы КИПа;
* местные щиты управления;
* инструменты;
* аппаратный двор;
* аппараты;
* система освещения;
* местные пульты управления.

Моделируемые и используемые в тренажере аппараты, оборудование, инструменты должны соответствовать реальным объектам по конструкции и геометрии, реальному расположению, внешнему виду и конструктивным особенностям.

Для управления технологическим процессом в 3D среде должны быть реализованы интерактивные элементы управления (например: нажатие кнопок, повороты задвижек, открытие дверей, интерактивные пульты управления оборудованием и т.д.) с содержанием имен, конфигурации, показаний.

Необходимыми допущениями (для создания баланса между скоростью обработки данных аппаратными средствами и визуальной составляющей) могут являться:

Ограничение числа треугольников в геометрии. Отсутствие у 3D объектов мелких деталей, которые не влияют на определение типа и функции 3D объекта, и сопоставления его с реальным (крепежные элементы, болты, гайки, провода, изоляция на трубопроводах и т.д.).

Использование унифицированных 3D объектов по типу и функциональной принадлежности.

Объединение близко расположенных объектов для уменьшения вызовов отрисовки, соблюдение требований по количеству материалов сцены, в зависимости от использования процессорного времени в различных частях сцены.

Использование унифицированных текстур с прозрачностью, для отображения различных массивных конструкций и уменьшения таким образом общего полигонажа сцены.

Соразмерность детализации (плотность сетки в зависимости от габаритов объекта и его назначения в сцене (активный, не активный).

Источники света, тени и прочие элементы глобального освещения должны быть интегрированы в текстуры моделей.

Ограничение по количеству единовременно отображаемых треугольников в сцене, не должна превышать порог в 7.000.000.

Приложение 4

**ТРЕБОВАНИЯ К ХАРАКТЕРИСТИКАМ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ СОЗДАВАЕМОЙ СИСТЕМЫ СО СМЕЖНЫМИ СИСТЕМАМИ**

КТК и VR-тренажер должны быть совместимы и протестированы Исполнителем на работоспособность в операционных системах Microsoft Windows 10 RUS 32/64-bit на этапе работы КТК с моделью АСУТП фирмы YOKOGAWA - РСУ «CENTUM-CS3000» и, после замены на установке АВТ-10 АСУТП на российскую, модернизированы в части замены модели АСУТП и перехода на ОС ASTRA LINUX.

Приложение 5

**ТРЕБОВАНИЯ ПО СОХРАННОСТИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ АВАРИЯХ**

Программное обеспечение должно восстанавливать свое функционирование при корректном перезапуске аппаратных средств.

Для сохранения информации, размещаемой в Системе, в случае нарушения работы сервера должен быть реализован механизм резервного копирования баз данных. Резервное копирование должно предусматриваться как в автоматическом режиме (средствами СУБД), так и иметь возможность резервного копирования базы непосредственно на рабочем месте администратора баз данных.

Приложение 6

**ТРЕБОВАНИЯ К ЭРГОНОМИКЕ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭСТЕТИКЕ**

Взаимодействие пользователей с прикладным программным обеспечением, входящим в состав Системы должно осуществляться посредством визуального графического интерфейса. Интерфейс системы должен быть понятным и удобным, не должен быть перегружен графическими элементами и должен обеспечивать быстрое отображение экранных форм. Навигационные элементы должны быть выполнены в удобной для пользователя форме. Ввод-вывод данных системы, прием управляющих команд и отображение результатов их исполнения должны выполняться в интерактивном режиме. Интерфейс должен соответствовать современным эргономическим требованиям и обеспечивать удобный доступ к основным функциям и операциям системы.

Все надписи экранных форм, а также сообщения, выдаваемые пользователю (кроме системных сообщений) должны быть на русском языке.

Система должна обеспечивать корректную обработку аварийных ситуаций, вызванных неверными действиями пользователей, неверным форматом или недопустимыми значениями входных данных. В указанных случаях система должна выдавать пользователю соответствующие сообщения, после чего возвращаться в рабочее состояние, предшествовавшее неверной (недопустимой) команде или некорректному вводу данных.

Экранные формы должны проектироваться с учетом требований унификации:

* все экранные формы пользовательского интерфейса должны быть выполнены в едином графическом дизайне, с одинаковым расположением основных элементов управления и навигации;
* для обозначения сходных операций должны использоваться сходные графические значки, кнопки и другие управляющие (навигационные) элементы;
* термины, используемые для обозначения типовых операций (добавление информационной сущности, редактирование поля данных), а также последовательности действий пользователя при их выполнении, должны быть унифицированы;
* внешнее поведение сходных элементов интерфейса должны реализовываться одинаково для однотипных элементов.

Минимальные требования к техническому обеспечению VR-устройства и периферии  
(HTC VIVE Focus 3 и контроллеры HTC VIVE Focus 3):

* разрешение: 2448 x 2448 пикселей на каждый глаз;
* частота обновления: 90 Гц, 75 Гц, 72 Гц, 60 Гц;
* угол обзора номинальный: 120°;
* время отклика: 3 мс, full;
* частота обновления, встроенного трекера: 1000 Гц (1000 раз в секунду);
* датчики: гироскоп, акселерометр, магнитометр, инфракрасные датчики;
* частота обновления трекера, встроенного в камеру: 60 Гц;
* вес: 435 г без кабеля.

**Максимальные требования к аппаратному обеспечению КТК**

АРМ рекомендуется устанавливать на компьютеры с характеристиками не хуже:

процессор Intel Core i7-12700; DDR4 2 х 16 GB UDIMM; 1TB SSD M.2 2280 NVMe TLC OP; RTX4060 3DP+HDMI; монитор 27'' 16:9 FHD (1920x1080) IPS; Ethernet 1 Gbit; Traditional USB Keyboard/USB Calliope Mouse Black.

Требования к операционной системе:

- Операционная система Microsoft Windows 10 Professional 32-bit/64-bit, RUS;

- Операционная система ASTRA LINUX.

Приложение 7

**Перечень моделируемого оборудования**

Комбинированная атмосферно вакуумная установка (АВТ 10)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование оборудования | Позиция |
| 1 | Предварительный испаритель | К-1 |
| 2 | Сборник орошения колонны К‑1 | Е-1 |
| 3 | Теплообменник нагрева нефти | Т-7/2 |
| 4 | Теплообменник нагрева нефти | Т-10/2 |
| 5 | Конденсатор воздушного охлаждения паров К-1 | Т-15/1-4 |
| 6 | Конденсатор воздушного охлаждения паров К-1 | Т-15/5,6 |
| 7 | Теплообменник нагрева нефти | Т-201 |
| 8 | Печь подогрева «горячей струи»  колонны К-1 | П-101 |
| 9 | Насос загрузки отбензиненной нефти в печи П 1/1,2,3 | Н-3/3А/3Б |
| 10 | Насос откачки бензина Е-3 | Н-4А |
| 11 | Насос подачи орошения из Е 1 в  колонну К-1 | Н-5/5А |
| 12 | Насос подачи "горячей струи" в К-1  через печь П-101 | Н-7/7А |
| 13 | Насос для подачи ингибитора «Геркулес 30617» | Н-41 |
| 14 | Насос для подачи нейтрализатора «Геркулес 54505» в шлемовые трубопроводы К-1, К-2 | Н-60 |
| 15 | Ручная арматура | \* |
| 16 | Регулирующие и отсекающие клапана | \* |
| 17 | Предохранительные клапана | \* |

\* Перечень определяется Исполнителем и согласовывается с Заказчиком на этапе сбора исходных данных, исходя из фактического наличия на технологическом объекте.

Установка каталитического риформинга Л35/11-600

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование оборудования | Позиция |
| 1 | Отбойная емкость циркулирующего ВСГ | 62-V004 |
| 2 | Емкость на приеме первой ступени компрессора 62-С001А/В | 62-V005 |
| 3 | Емкость на приеме второй ступени компрессора 62-С001А/В | 62-V006 |
| 4 | Эжектор | 62-J001 |
| 5 | Пульсационный демпфер/сепаратор 1-й ступени привода | 62-DAMP-01A/B |
| 6 | Пульсационный демпфер/сепаратор 3-й ступени разряда | 62-DAMP-02A/B |
| 7 | Пульсационный демпфер/сепаратор 2-й ступени привода | 62-DAMP-03A/B |
| 8 | Пульсационный демпфер/сепаратор 2-й ступени разряда | 62-DAMP-02A/B |
| 9 | Пульсационный демпфер/сепаратор 3-й ступени привода | 62-DAMP-05A/B |
| 10 | Пульсационный демпфер/сепаратор 3-й ступени разряда | 62-DAMP-06A/B |
| 11 | Газосепаратор утечки | 62-SEP001A/B |
| 12 | Газосепаратор утечки | 62-SEP002A/B |
| 13 | Холодильник на нагнетании I ступени компрессора 62-С001А/В | 62-Е005 |
| 14 | Ручная арматура | \* |
| 15 | Регулирующие и отсекающие клапана | \* |
| 16 | Предохранительные клапана | \* |

\* Перечень определяется Исполнителем и согласовывается с Заказчиком на этапе «Эскизный проект», исходя из фактического наличия на технологическом объекте.

Приложение 8

**Автоматизированная система управления технологическим процессом**

Комбинированная атмосферно вакуумная установка (АВТ 10)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование подсистемы АСУТП | Установка | Вендор | [[1]](#footnote-1)Информационная емкость системы АСУТП, физический ввод-вывод (теги шт.) | | | | | |
| AI | DI | AO | DO | FF | Итого |
| VR КТК АВТ-10 | | | | | | | | | |
| 1.1 | АСУТП | АСУТП Установки АВТ-10 | Yokogawa | 1120 | 512 | 256 | 448 |  | 2336 |

Установка каталитического риформинга Л35/11-600

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование подсистемы АСУТП | Установка | Вендор | [[2]](#footnote-2)Информационная емкость системы АСУТП, физический ввод-вывод (теги шт.) | | | | | |
| AI | DI | AO | DO | FF | Итого |
| VR КТК Л 35-11/600 | | | | | | | | | |
| 1.1 | РСУ Установки.  CENTUM VP | АСУТП Установки Л35/11-600 | Yokogawa | 1024 | 768 | 368 | 320 | 34 | 2514 |
| 1.2 | ПАЗ Установки. ProSafe-RS | Yokogawa | 992 | 2144 | 16 | 960 |  | 4112 |
| 1.3 | АСКУЗ  Компрессоров  63-ПК2…4 | ЭлеСи | 240 | 192 | 24 | 96 |  | 552 |
| 1.4 | ЛСУ  Компрессоров  Burckhardt  62-C001A, 62-C001B | Burckhardt | 96 | 160 | 0 | 160 |  | 416 |

1. [↑](#footnote-ref-1)
2. [↑](#footnote-ref-2)