

## **Тренажер «Автоматизированное рабочее место оператора по управлению системами дожимной насосной станции (АРМ СУ ДНС)». Функциональные характеристики**

### **НАЗНАЧЕНИЕ ТРЕНАЖЕРА «АРМ СУ ДНС»**

Тренажер «АРМ СУ ДНС» предназначен для тренировки, проведения конкурсов профессионального мастерства, обучения операторов и обслуживающего персонала дожимных насосных станций (ДНС) / кустовых насосных станций (КНС), а также обучающихся по специальностям:

- нефтегазовое дело;
- разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений;
- нефтегазовая техника и технологии;
- оператор нефтепереработки;
- машинист технологических насосов и компрессоров;
- мастер по обслуживанию магистральных трубопроводов и другие смежные специальности.

Использование тренажера позволяет отрабатывать навыки и повышать квалификацию персонала в следующих направлениях:

- изучение структуры и расположения технологических сооружений, входящих в состав дожимной насосной станции;
- работа на дожимной насосной станции, отработка навыков по запуску систем сепарации, подогреву нефти, внешней перекачки нефти и подтоварной воды, утилизации попутного газа;
- мониторинг, анализ и управление технологическими процессами на дожимной насосной станции;
- контроль показаний приборов, характеризующих состояние оборудования, инструмента;
- технологическое сопровождение и обслуживание техники и оборудования, обеспечивающего производственный процесс на дожимной насосной станции;
- проведение процесса сбора, сепарации (отделения газа и воды от нефти), учета и транспортировки нефтегазоводяной смеси с кустовой площадки;
- работа на кустовой насосной станции, отработка навыков по запуску и выводу на режим насосов поддержания пластового давления;
- обнаружение неисправностей и проведение мероприятий по их устранению;
- отработка действий в условиях аварийной ситуации.

Тренажер «АРМ СУ ДНС» обеспечивает возможность решения следующих задач:

- получение обучающимися практического опыта, навыков и знаний, необходимых операторам по управлению оборудованием дожимных насосных станций;
- сведение к минимуму риска возникновения неполадок, аварий и инцидентов, обусловленных неправильными действиями технологического персонала;
- обучение и отработка практических навыков ведения технологического процесса, пуска, плановой и аварийной остановки в типовых, и нештатных и аварийных ситуациях;
- повышение способности быстро и правильно действовать в нештатных и аварийных ситуациях, согласно плану ликвидации аварий;
- повышение профессионального уровня и технологической дисциплины эксплуатационно-технологического персонала;
- приобретение практических навыков по предупреждению и минимизация негативного воздействия технологических объектов на окружающую среду;
- приобретение практических навыков по снижению рисков нанесения экономического ущерба предприятию за счет отработки профессиональных навыков и умений работы в различных ситуациях, в первую очередь в нештатных и аварийных;
- приобретение практических навыков по снижению затрат и издержек, возникающих от неэффективного управления установками и простоев, вызванных возможными некомпетентными действиями технологического персонала.

Тренажер «АРМ СУ ДНС» позволяет обучаемым приобретать практические навыки:

- работы с набором средств операторов дожимной насосной станции и кустовой насосной станции, необходимыми для управления технологическими процессами, происходящими при эксплуатации ДНС;
- дегазации флюида на первой ступени сепарации, работы второй ступени сепарации, добавления хим. реагентов в линии;
- подогрева нефти, транспортировки нефти в магистральный трубопровод через насосы внешней откачки и узел учета нефти, отстоя флюида и транспортировке воды на кустовую насосную станцию;
- работы газокompрессорной станции и утилизации попутного газа;
- проведения мероприятий по предупреждению и борьбе с осложнениями и аварийными ситуациями;
- анализа состояния технологических процессов, происходящих на дожимной насосной станции, в процессе эксплуатации по информации, отображаемой на рабочем месте обучаемого;
- обнаружения неисправностей и проведению мероприятий по их устранению;
- отработки действий в условиях аварийной ситуации.

## КОНФИГУРАЦИЯ ТРЕНАЖЕРА «АРМ СУ ДНС»

Конфигурация тренажера «АРМ СУ ДНС» может включать в себя:

- 1) место инструктора с подключенной к нему системой визуализации для демонстрации обучаемым в различных вариантах исполнения (проекционная система, видеостена, LED-экран, др.);



Рисунок 1 — примеры исполнения панорамной визуализации класса

- 2) учебный класс с местами обучаемых;



Рисунок 2 — пример исполнения учебного класса

- 3) подключаемые макеты оборудования;
- 4) VR-места обучаемых;



Рисунок 3 — примеры VR-мест обучаемых

- 5) учебно-методическое обеспечение тренажера (Описание систем, Руководство пользователя, Руководство по установке).

## РЕЖИМЫ РАБОТЫ ТРЕНАЖЕРА «АРМ СУ ДНС»

Тренажер «АРМ СУ ДНС» может функционировать в режимах: «Обучение» и «Управление» («Экзамен»). В обоих режимах тренажер отслеживает степень и качество выполнения упражнения, фиксирует ошибки пользователя.

В режиме «Обучения» автоматизированная система контроля квалификации оператора обеспечивает возможность самостоятельного изучения возможностей тренажера и предлагаемых упражнений, вывод подсказок обучаемому по выполнению упражнения и работе моделируемого в тренажере оборудования.

В режиме «Управление» автоматизированная система контроля квалификации оператора протоколирует информацию о действиях обучаемого, накапливает и сохраняет результаты обучения и тестирования, обеспечивает просмотр статистики обучения и тестирования и протоколов инструктора со всеми ошибками, допускаемыми пользователем при выполнении упражнений.



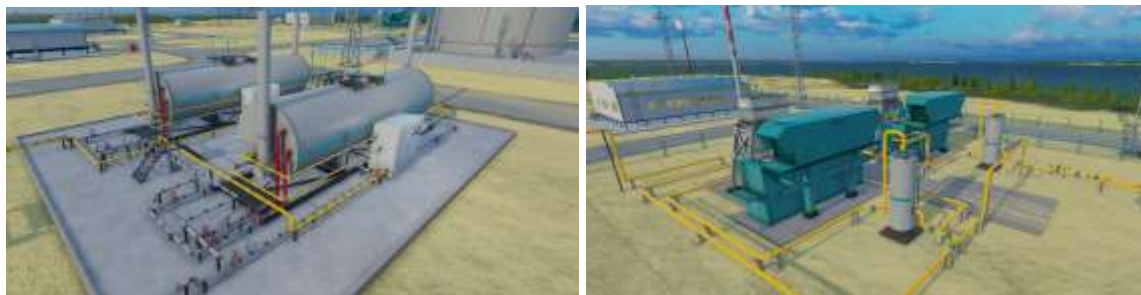
Рисунок 4 — пример работы автоматизированной системы оценки

Тренажер «АРМ СУ ДНС» позволяет осуществлять выполнение упражнений по работе с дожимной насосной станцией на местах обучаемых в учебном классе, VR-местами обучаемых, макетами оборудования как для каждого обучаемого отдельно, так и объединять обучаемых в «бригады» для выполнения учебно-тренировочного задания сообща в рамках единого технологического процесса, выполняя, каждый за своим местом, определенную роль (управление КНС, системами ДНС и т.п.).

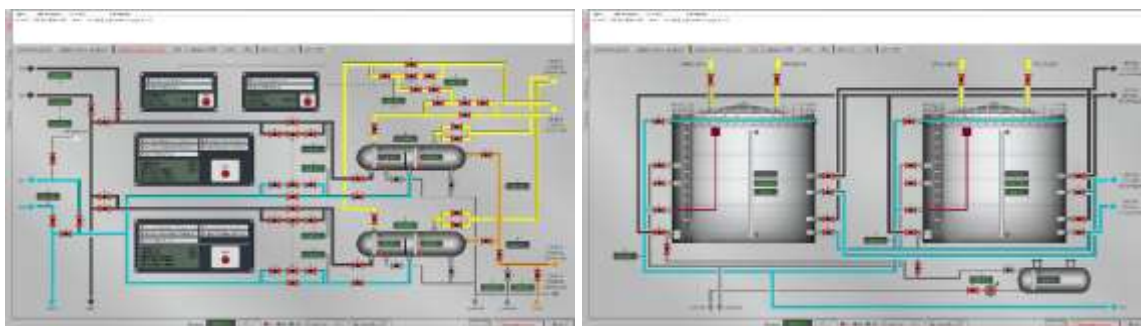
## **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕСТА ОБУЧАЕМОГО ТРЕНАЖЕРА «АРМ СУ ДНС»**

Программное обеспечение тренажера на рабочем месте обучаемого включает в себя следующие модули:

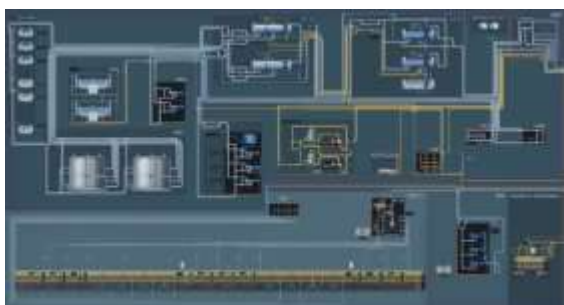
- консоль, отображающая трехмерную визуализацию дожимной насосной станции, максимально приближенную к реальной. Подробно детализированная трехмерная сцена позволяет рассматривать под любым углом и из любой точки конструкцию объектов ДНС, трубопровода, клапанов, оборудование систем управления и т.д. Трехмерная консоль предоставляет возможности управления технологическим процессом и обеспечивает работу с основным оборудованием ДНС. Визуальное восприятие трехмерной консоли позволяет производить детальный анализ с целью облегчения понимания сложных пространственных структур и динамики физических и технологических процессов. Консоль имеет удобные средства навигации, включающие: иконки ключевых объектов на сцене, иконки манометров, задвижек, расходомеров, штуцеров, отображающие статус объекта и индикацию неисправности. Консоль может быть запущена как на экране компьютера в классе, так и в VR. В VR-версии обучаемому дополнительно доступно:
  - взаимодействие с объектами путем визуализации движений рук оператора;
  - контроль тренажерного времени путем размещения на руке обучаемого часов;
  - извлечение инструментов из ящика;
  - отображение крепления предметов к поясной сумке;
  - возврат ключа/инструмента оператору при потере;
  - отображение текущих задач на планшете оператора.
  
- консоль, отображающая двухмерную технологическую схему, позволяющая контролировать весь технологический процесс ДНС в целом. Консоль представляет всю гидравлическую сеть с объектами в разрезе, имеет анимированный графический интерфейс и отображает направление потоков, вид жидкости в трубопроводе, анимацию работы оборудования ДНС.
  
- SCADA-консоль, имитирующая реальную АСУ (автоматизированная система управления). Интерфейс консоли позволяет производить контроль текущих параметров систем ДНС, включая отображение индикаторов аварийно-предупредительной сигнализации, журнал действий обучаемого. Пользователю предоставляются удобные средства навигации по консоли – в верхней части окна располагаются кнопки переключения между отдельными участками мнемосхемы. В тренажере предусмотрена версия интерфейса, который имитирует интерфейс реальной системы управления. Для решения учебных задач используются показания приборов контроля, характеризующих состояние технологического оборудования, вывод графиков контролируемых параметров.
  
- математическая модель, рассчитывающая параметры моделируемых систем при их работе в штатном и аварийном режиме в реальном и ускоренном времени. Математическая модель, отвечающая за имитацию работы систем, представленных в тренажере, построена на основе одной из распространенных технологических схем дожимной насосной станции.



**Рисунок 5 — пример 3D-консоли**



**Рисунок 6 — пример видеокadres системы управления**



**Рисунок 7 — пример анимированной 2D-мнемосхемы**

Тренажер имеет интерфейс для подключения различных макетов оборудования.

## **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕСТА ИНСТРУКТОРА ТРЕНАЖЕРА «АРМ СУ ДНС»**

Программное обеспечение тренажера на рабочем месте инструктора включает в себя следующие модули:

- приложение конфигурирования сетевого класса;
- приложение для создания и редактирования упражнений, назначения их обучаемым и контроля их выполнения;
- автоматизированную настраиваемую систему оценки выполненных упражнений.

Приложение конфигурирования сетевого класса предоставляет следующие возможности:

- создание виртуального сетевого класса обучаемых в соответствии с их количеством и расположением в реальной аудитории;
- назначение обучаемым работы с макетами оборудования;
- конфигурирование работы обучаемых как по отдельности, так и совместно «бригадой» на одном месторождении, с возможностью использования в рамках «бригады» рабочих мест обучаемых в классе, на макетах оборудования, VR-обучаемых;
- мониторинг действий обучаемых для просмотра выполняемых им действий.

Инструктор может при редактировании упражнений задавать параметры автоматизированной оценки выполнения упражнения обучаемыми:

- задавать параметры задач, их очередность и значимость,
- критерии остановки выполнения упражнения при грубых ошибках обучаемых.

Инструктор может управлять вводом неисправностей и блокировок с целью отработки навыков по предупреждению и борьбе с осложнениями и аварийными ситуациями, в том числе:

- поломка насосов КНС, как мгновенно, так и по таймеру;
- поломка насосов пластовой воды (НПВ), как мгновенно, так и по таймеру;
- поломка насосов внешней откачки (НВО), как мгновенно, так и по таймеру;
- поломка дренажных насосов, как мгновенно, так и по таймеру;
- поломка/блокировка задвижек, как мгновенно, так и по таймеру;
- поломка/блокировка манометров, как мгновенно, так и по таймеру;
- поломка/блокировка штуцера, как мгновенно, так и по таймеру;
- поломка расходомера, как мгновенно, так и по таймеру;
- другие неисправности.

Автоматизированная настраиваемая система оценки выполненных упражнений обеспечивает учет и архивирование выполнения сценариев с учетом ошибок, допущенных обучаемым при выполнении сценария.

## **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРЕНАЖЕРА «АРМ СУ ДНС»**

Имитационная модель обеспечивает расчет всех параметров моделируемых систем при их работе в штатном и аварийном режиме в реальном и ускоренном времени, ускорение времени настраиваемое.

Математическое обеспечение тренажера «АРМ СУ ДНС» производит одновременное моделирование систем дожимной насосной станции, трубопроводной сети, включающую устройства сбора, и первичной подготовки продукта.

Имитируются следующие системы:

- узел подключения, включающий задвижки и трубопровод для подачи флюида с нескольких кустов;
- сепараторы первой ступени с запорной и предохранительной арматурой, трубопроводом, позволяющим включать сепараторы по последовательной или параллельной схеме;
- система подачи реагентов на вход сепараторов первой ступени;
- система путевых подогревателей нефти;
- сепараторы второй ступени со сбросом воды, включающие в себя запорную и предохранительную арматуру, трубопровод;
- блок насосов внешней откачки нефти для подачи в напорный трубопровод;
- узел учета нефти;
- резервуары-отстойники, для непрерывного налива жидкости, отстаивания и слива флюида;
- система насосов пластовой воды;
- узел учета воды;
- система сепарации попутного нефтяного газа и факельная установка;
- система дренажных емкостей и линий.

Имитируется движение флюида по трубопроводным системам месторождения, при этом выполняются следующие требования:

- модель течения флюида в трубах построена на основе законов сохранения энергии массы (концентрации) для всех типов операций; каждое загруженное упражнение (начальное состояние) должно позволять выполнять произвольную последовательность операций со всеми системами;
- модель течения флюида отражает поведение стационарного одномерного потока вязкой, несжимаемой, многокомпонентной жидкости, характерное ее физическому аналогу в установленном диапазоне параметров;
- модель течения флюида отражает возможность: течения жидкости и газа по одной и той же трубе; течения по кольцу без четко заданных граничных условий; нагрев и охлаждение жидкости при течении по трубам в зависимости от теплообмена с окружающей средой;
- модель течения флюида обеспечивает расчет параметров в реальном и ускоренном (с настраиваемым ускорением) режимах времени;
- суммарная масса всех сред в рамках замкнутой модулируемой системы остается постоянной.

## **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ТРЕНАЖЕРОМ ДОБЫЧИ НЕФТИ**

Тренажер «АРМ СУ ДНС» может работать совместно с тренажером добычи нефти и газа «АРМ СУ ПДНГ», составляя единую гидравлическую сеть месторождения.

Использование тренажеров «АРМ СУ ПДНГ» и «АРМ СУ ДНС» совместно позволяет осуществлять групповое обучение, показывая взаимосвязь работы всех систем.

При конфигурировании класса совместно работающих тренажеров «АРМ СУ ПДНГ» и «АРМ СУ ДНС» инструктор имеет возможность назначать обучаемым как работу с отдельными компонентами виртуального месторождения, первичной подготовки нефти, так и управление всей системой в целом.