

Тренажер «Автоматизированное рабочее место оператора системы управления по управлению процессами добычи нефти и газа (АРМ СУ ПДНГ)». Функциональные характеристики

НАЗНАЧЕНИЕ ТРЕНАЖЕРА «АРМ СУ ПДНГ»

Тренажер «АРМ СУ ПДНГ» предназначен для тренировки, проведения конкурсов профессионального мастерства, обучения операторов и обслуживающего персонала нефтяных и газовых месторождений, а также студентов по специальностям:

- нефтегазовое дело;
- технологические машины и оборудование;
- разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений;
- оператор нефтяных и газовых скважин;
- строительство и эксплуатация нефтегазоводов, баз, хранилищ;
- и другие смежные специальности.

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

- технологическое сопровождение и обслуживание техники и оборудования, обеспечивающего процесс добычи (в том числе фонтанная, механизированная и газлифтная добыча), включая:
 - снятие параметров КИПиА;
 - проведение замеров работы скважин;
 - содержание и обслуживание кустовой и скважинных площадок;
 - обслуживание оборудования скважины, трубопроводной арматуры;
- поддержание технологического процесса добычи, включая:
 - обслуживание и поддержание технологических режимов скважин (фонтанных, механизированных, газлифтных), включая запуск, останов, вывод на режим и определение отклонений от технологического режима работы скважины;
 - определение неисправностей подземного оборудования;
 - проведение работ повышенной опасности при осложнениях;
 - подготовку скважин к ремонту;
- отработке навыков по работе на кустовой насосной станции, запуску и выводу на режим насосов поддержания пластового давления;
- обнаружению неисправностей и проведению мероприятий по их устранению;
- отработке действий в условиях аварийной ситуации.

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

- обеспечение получения обучающимися практического опыта, навыков и знаний, необходимых операторам по управлению оборудованием нефтегазовых месторождений;
- 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 минимизации 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 некачественными действиями технологического персонала.

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

- по выводу скважины на режим, проведению гидродинамических исследований, эксплуатации скважин с осложнениями;
- контроля показаний приборов, характеризующих состояние подземного и устьевого оборудования скважины, прочего оборудования обустройства месторождения;
- работы на кустовой насосной станции, запуску и выводу на режим насосов поддержания пластового давления;
- работы с установкой предварительного сброса воды;
- проведения мероприятий по предупреждению и борьбе с осложнениями и аварийными ситуациями при эксплуатации скважин;
- обслуживанию оборудования скважины и кустовой площадки с использованием агрегатов депарафинизации (АДПМ), механизированного удаления АСПО;
- работы на кустовой насосной станции (КНС);
- анализа состояния технологических процессов, происходящих на месторождении, в процессе эксплуатации по информации, отображаемой на рабочем месте оператора;
- обнаружения неисправностей и проведению мероприятий по их устранению;
- отработки действий в условиях аварийной ситуации.

КОНФИГУРАЦИЯ ТРЕНАЖЕРА «АРМ СУ ПДНГ»

Конфигурация тренажера «АРМ СУ ПДНГ» 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;
- 3) подключаемые макеты оборудования: полномасштабные, на основе реального оборудования, настольными;



Рисунок 2 — примеры подключаемых к тренажеру макетов оборудования

- 4) VR-места обучаемых;



Рисунок 3 — примеры VR-мест обучаемых

- 5) учебно-методическое обеспечение тренажера.

РЕЖИМЫ РАБОТЫ ТРЕНАЖЕРА «АРМ СУ ПДНГ»

Тренажер «АРМ СУ ПДНГ» может функционировать в режимах: «Обучение» и «Управление». 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.

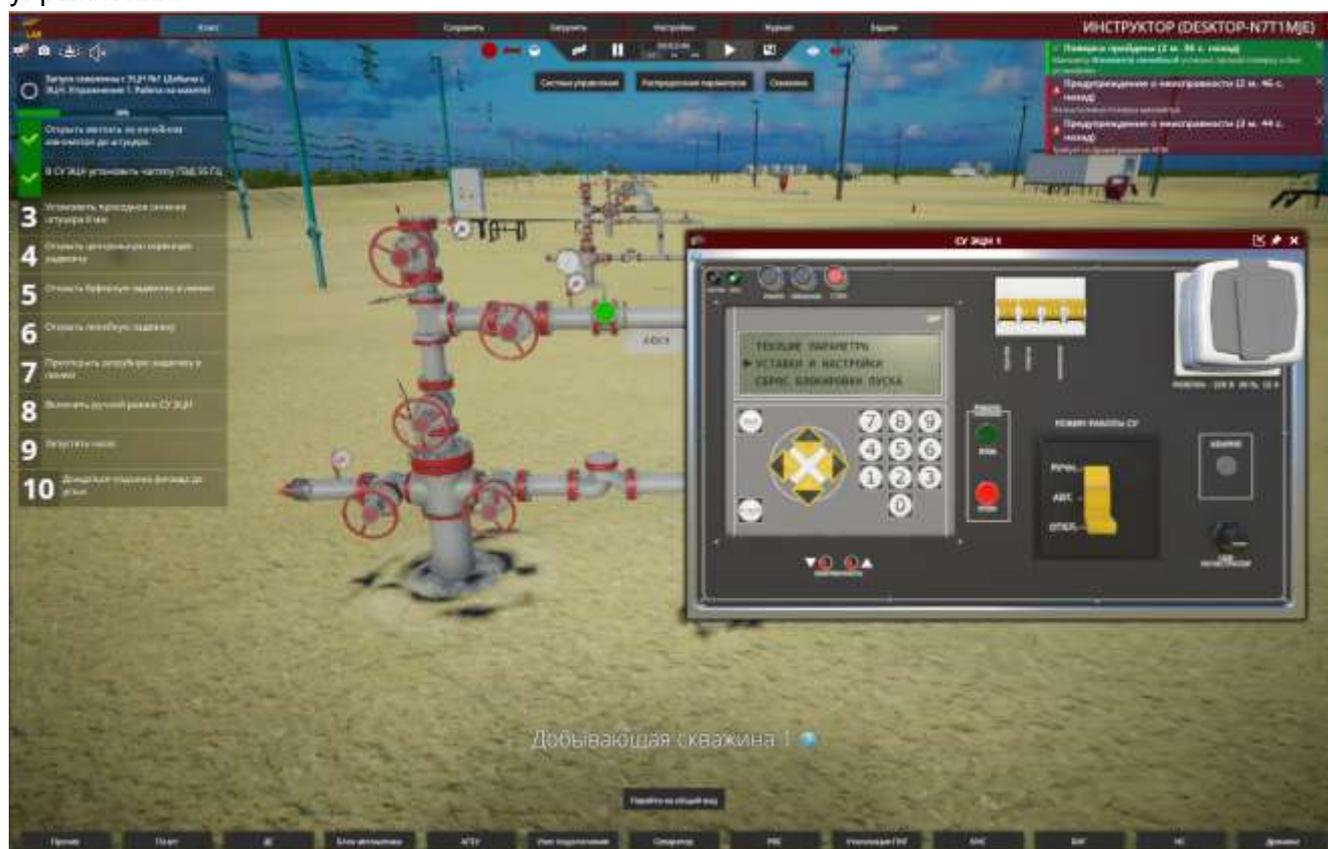


Рисунок 4 — пример работы автоматизированной системы оценки

Тренажер «АРМ СУ ПДНГ» позволяет осуществлять как выполнение упражнений по работе с кустом скважин 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 скважиной, АГЗУ, системой ППД, системами ДНС и т.п.).

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕСТА ОБУЧАЕМОГО ТРЕНАЖЕРА «АРМ СУ ПДНГ»

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

- консоль, отображающая 3D-модель месторождения — трехмерная визуализация виртуального куста добывающих и нагнетательных скважин, предоставляющая возможности по управлению технологическим процессом добычи нефти и газа и предварительной подготовки нефти;
- консоль, отображающая 2D-мнемосхему технологического процесса — учебную анимированную схему виртуального куста добывающих и нагнетательных скважин и прочего оборудования месторождения, с наглядным отображением движения флюида, подъема жидкости в НКТ, работы оборудования;
- консоль с видеокдрами системы управления, включая отображение индикаторов аварийно-предупредительной сигнализации, журнал действий обучаемого;
- имитационную модель с настраиваемым ускорением времени, обеспечивающую расчет всех параметров моделируемых систем при их работе в штатном и аварийном режиме в реальном и ускоренном времени.

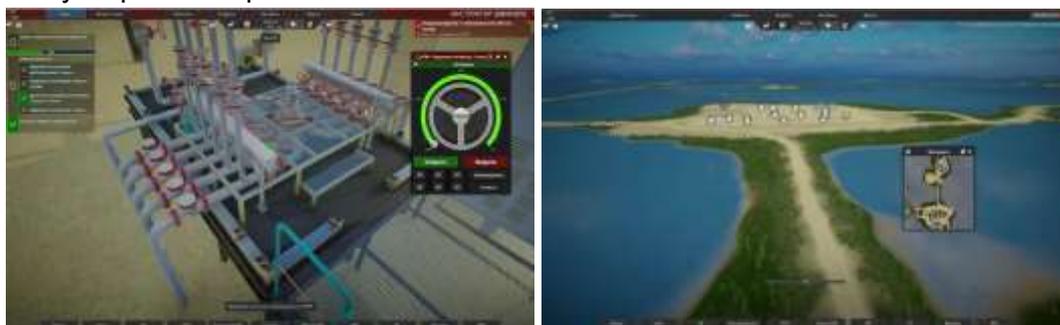


Рисунок 5 — привет 3D-консоли

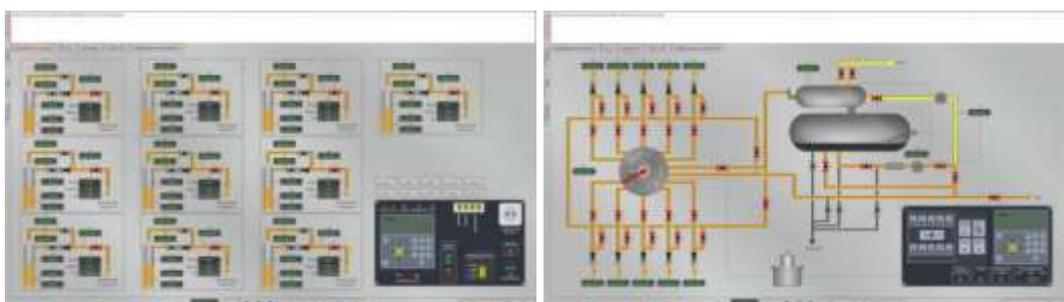


Рисунок 6 — пример видеок кадров системы управления

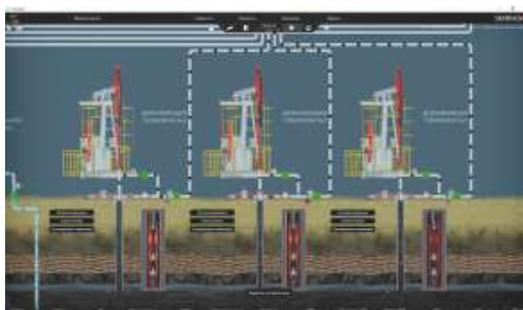


Рисунок 7 — пример анимированной 2D-мнемосхемы

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕСТА ИНСТРУКТОРА ТРЕНАЖЕРА «АРМ СУ ПДНГ»

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

- приложение конфигурирования сетевого класса;
- приложение для 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 операторов, в соответствии с их количеством и расположением в реальной аудитории;
- определение типа обустройства скважин (фонтанная, ШСНУ, УЭЦН, газлифт) для обучаемых;
- определение типа используемого АГЗУ для обучаемых (с / без замерной емкости);
- 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.

Инструктор может настраивать параметры моделируемого месторождения, включая:

- характеристики продуктивного горизонта, физико-химические характеристики флюида;
- параметры скважин: тип, глубина скважины и глубина спуска НКТ, параметры обсадных колонн и НКТ, выбор производственного оборудования.

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

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

Инструктор может управлять вводом или отключением различных осложнений, в том числе:

- утечки, парафиновые отложения в НКТ,
- заклинивание, слом вала насоса,
- недостаточное качество напряжения, низкое сопротивление изоляции кабеля, перегрев ПЭД,
- неисправность обратного клапана,
- утечки во всасывающей и нагнетательной части насоса, засорение во всасывающей и нагнетательной части насоса, прихват плунжера, заедание плунжера в верхней части цилиндра, выход плунжера из цилиндра, прорыв сальника на штоке,
- неисправности гидропривода и системы управления АГЗУ,
- др.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРЕНАЖЕРА «АРМ СУ ПДНГ»

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 ПДНГ» включает следующие математические модели: математическую модель пласта; математическую модель скважин; математическую модель трубопроводной сети, включающую устройства сбора, и первичной подготовки продукта.

Перечисленные математические модели производят одновременное моделирование: пласта, скважин (добывающих и нагнетательных), трубопроводной сети включающую устройства сбора, и первичной подготовки продукта.

Тренажер имитирует гидродинамические процессы, протекающие в пластовой системе при одновременной эксплуатации добывающих и нагнетательных скважин, при этом выполняются следующие требования:

- все скважины размещены в зоне единого нефтегазоводоносного пласта;
- гидродинамические процессы имитируются в реальном и ускоренном (с настраиваемым ускорением) режимах времени как в призабойной зоне, так и на всей протяженности пласта с учетом взаимного влияния скважин в процессе их эксплуатации;
- при имитации гидродинамических процессов учитываются относительные фазовые проницаемости, нефте- и газонасыщенность пласта;
- при имитации процессов, протекающих в призабойной зоне скважины, учитываются гидродинамическое несовершенство скважины и тип забоя;
- при имитации процессов, протекающих в пласте, учитываются заранее задаваемые параметры, включающие: начальное пластовое давление, пластовую температуру, насыщенность, проницаемость, количество механических примесей, газовый фактор, давление насыщения нефти газом, объемные коэффициенты расширения, вязкости и концентрации компонентов смеси.

Имитируются следующие способы добычи нефти и газа:

- фонтанная добыча нефти: добывающих (не менее 10 шт.) и нагнетательных (не менее 8 шт.) скважин;
- добыча нефти посредством скважин, оборудованных установками погружных электроцентробежных насосов: добывающих (не менее 10 шт.) и нагнетательных (не менее 8 шт.) скважин;
- добыча нефти посредством скважин, оборудованных штанговыми скважинными насосными установками: добывающих (не менее 10 шт.) и нагнетательных (не менее 8 шт.) скважин;
- добыча нефти посредством скважин, оборудованных газлифтом: добывающих (не менее 10 шт.), нагнетательных (не менее 8 шт.) и газовых (не менее 2 шт.) скважин.

Имитируется процесс подъема флюида по насосно-компрессорным трубам, при этом выполняются следующие требования:

- время подъема зависит состава флюида, от наклона и глубины скважины, диаметра труб, параметров выбранного насосного оборудования и давления на забое;

- параметры смеси, такие как плотность, вязкость и температура, пересчитываются по всей длине НКТ и учитывают текущий эксплуатационный режим работы скважины (отображение параметров представлено в виде анимированных графиков с отображением уровня, соответствующего давлению насыщения).

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 целях обучения 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.

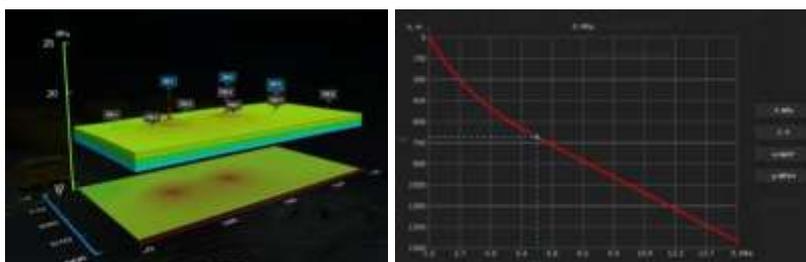


Рисунок 8 — пример отображения карты давлений в пласте и расчета параметров по высоте скважины

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ ТРЕНАЖЕРА «АРМ СУ ПДНГ»

Тренажер «АРМ СУ ПДНГ» может включать в себя следующие дополнительные модули:

Модуль депарафинизации скважин (АДПМ): позволяет выполнять операции по депарафинизации скважин горячей нефтью под давлением. Модуль позволяет:

- управлять автоцистерной и машиной АДПМ;
- осуществлять сборку нагнетательной линии;
- работать с пультом управления АДПМ и приборной панелью автомобиля АДПМ.



Рисунок 9 — пример работы в тренажере с оборудованием АДПМ

Модуль механического удаления АСПО:

- операции по механическому удалению отложений с внутренней поверхности НКТ скребком;
- операции по механическому удалению отложений с внутренней поверхности труб месторождения скребком.



Рисунок 10 — пример работы в тренажере с оборудованием АСПО