



ЦИФРОВЫЕ ТРЕНАЖЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ КАК СРЕДСТВО ОПТИМИЗАЦИИ БУРЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН

ГРИБ Петр Сергеевич

Начальник отдела ТСО УТЦ
НГД ИРНИТУ

+7 (964) 356-68-12

+7 (3952) 40-57-33
petr.irk@mail.ru

Разработка нефтяных месторождений требует постоянного мониторинга и анализа разнообразных производственных условий. Современные программные комплексы, или цифровые тренажеры, позволяют оценить эффективность работы глубинно-насосного оборудования (ГНО), учесть влияние осложняющих добываю факторов, проанализировать состояние пласта и отработать возможные нештатные ситуации на производственных объектах нефтедобывающих предприятий. Соответствующим оборудованием располагает Учебно-тренажерный центр нефтегазового дела по подготовке, переподготовке и повышению квалификации специалистов нефтегазовой отрасли Иркутского национального исследовательского технического университета (УТЦ НГД ИРНИТУ). В предлагаемой Вашему вниманию статье рассмотрены шесть из девяти программных комплексов, которые могут быть использованы как для обучения и повышения квалификации специалистов нефтегазовых компаний, так и для подготовки экспертных заключений по различным производственным вопросам.

ТРЕНАЖЕР ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИНЫ, ОБОРУДОВАННОЙ УЭЦН (ТЭС УЭЦН)

Основу данного тренажера составляет мощный программный комплекс, который создает виртуальную модель скважины, оборудованной УЭЦН. Тренажер имитирует реальное оборудование и ситуации, которые возникают при его эксплуатации (рис. 1). Виртуальная система «пласт – скважина – УЭЦН – устье скважины» позволяет овладеть навыками запуска такой установки, вывода ее на режим, эксплуатации в штатных и осложненных ситуациях.

С помощью ТЭС УЭЦН можно оценить изменения параметров работы ЭЦН и ПЭД, а также отработать действия оператора при запуске скважины после ремонта как при нормальной работе установки, так и при наличии различных неисправностей подземного оборудования.

В «меню» программного комплекса можно выбрать различные параметры работы скважины из имеющихся в базе данных или ввести свои показатели (рис. 2-10).

Рис. 1. Полномасштабный тренажер по эксплуатации скважины, оборудованной УЭЦН



Например, можно выбрать профиль скважины, компоновку УЭЦН, возможные осложнения (селеотложение, механический износ, засорение механическими примесями и т.д.), задать параметры пласта и условия его работы, а также параметры перекачивающей жидкости.

Анализ всех введенных данных позволяет программе сделать прогноз работы глубинно-насосного оборудования (ГНО): составить график эффективности, рассчитать КПД насосной установки и потребляемую мощность. Кроме того, программа учитывает изменение условий добычи, например, перепады давления, и может просчитать время прорыва воды от нагнетательной к добывающей нефтяной скважине.

Математическая достоверность виртуальной модели составляет 80%, что позволяет говорить об экспертном уровне анализа производственных условий.

В учебных целях тренажер используется при изучении дисциплин «Обслуживание объектов добычи нефти», «Скважинная добыча нефти», «Эксплуатация скважин в осложненных условиях» и «Методы интенсификации притока скважин».

Рис. 2. Виртуальная модель скважины с добавлением большинства параметров действующей скважины

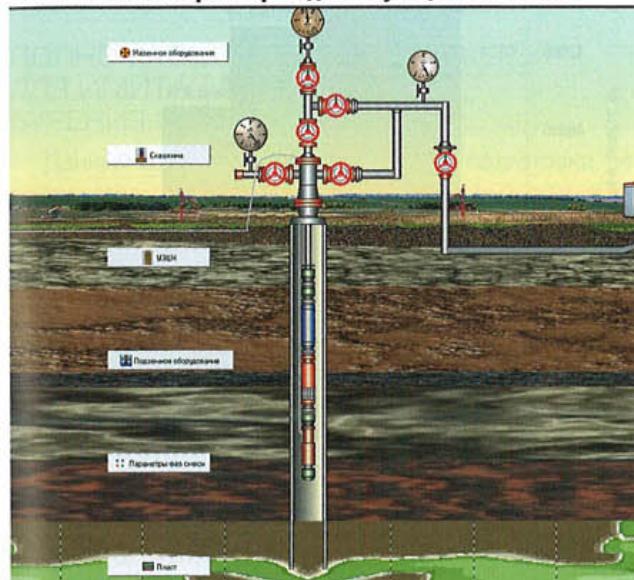


Рис. 3. Выбор профиля скважины

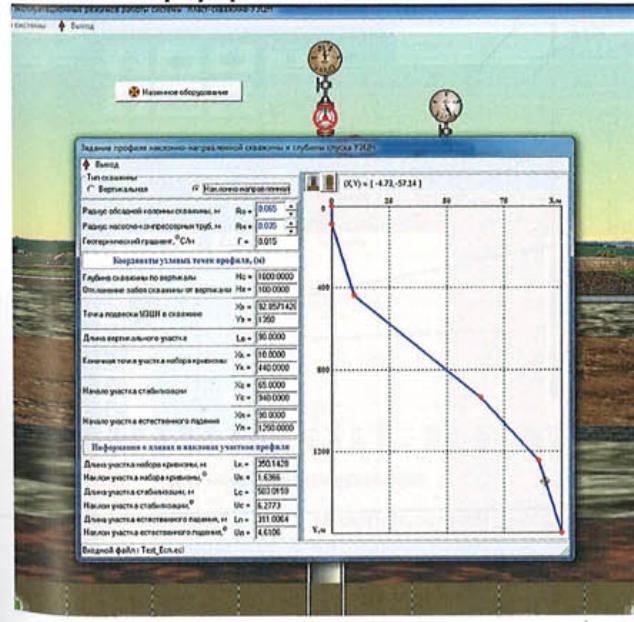


Рис. 4. Параметры УЭЦН

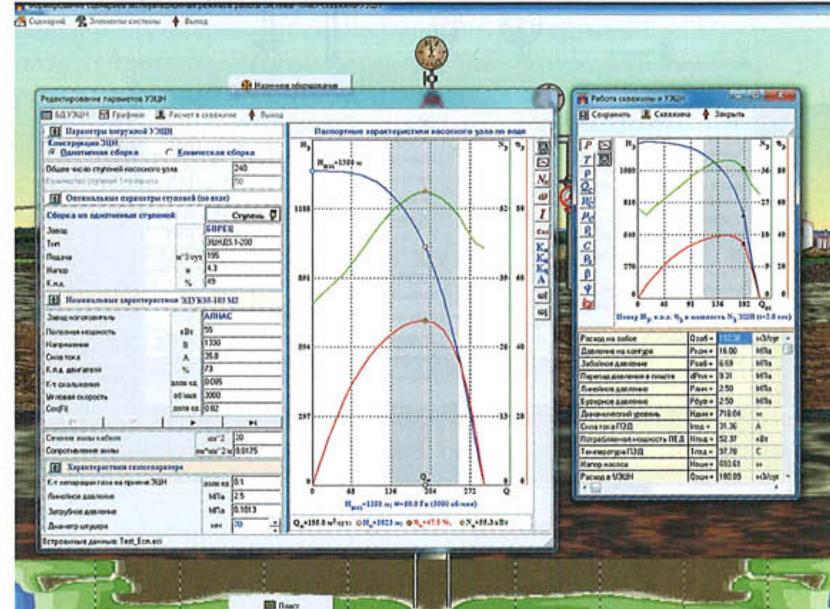


Рис. 5. Возможные осложнения

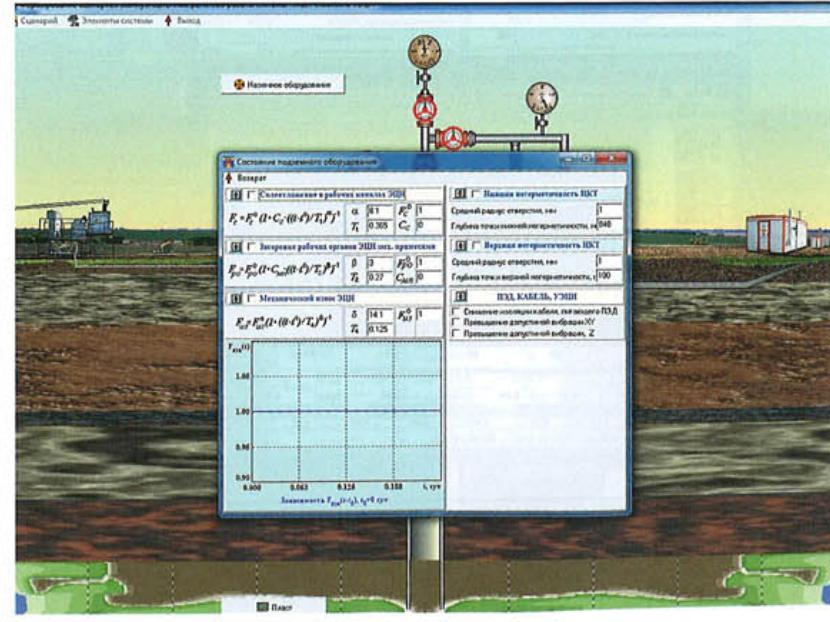


Рис. 6. Параметры фаз смеси

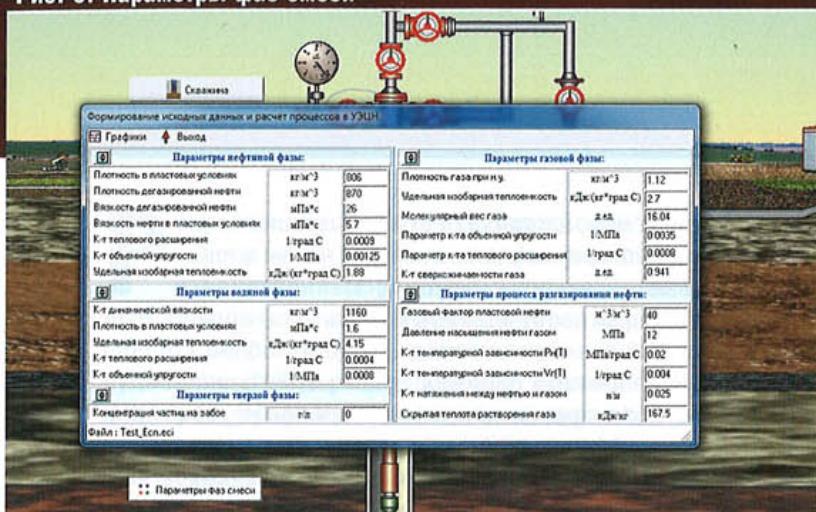


Рис. 7. Параметры пласта и условия его работы

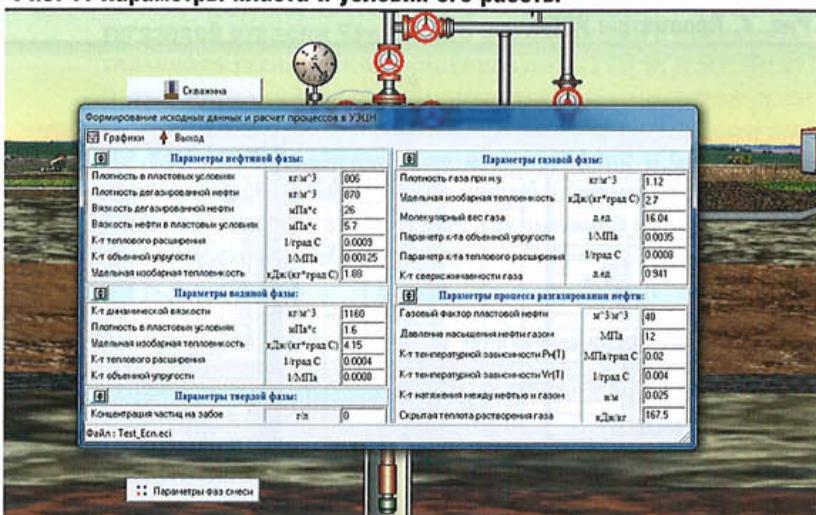
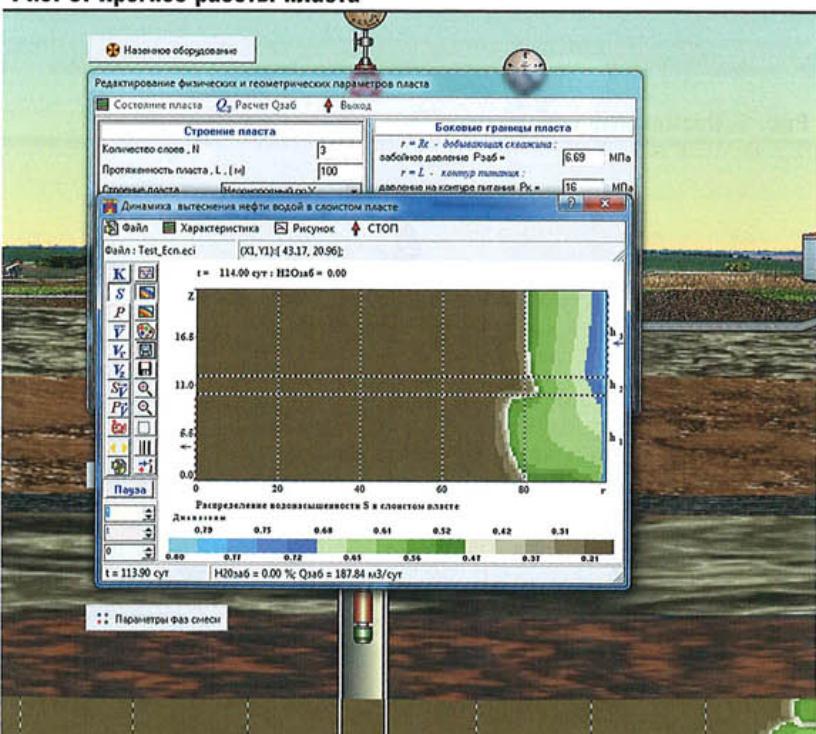


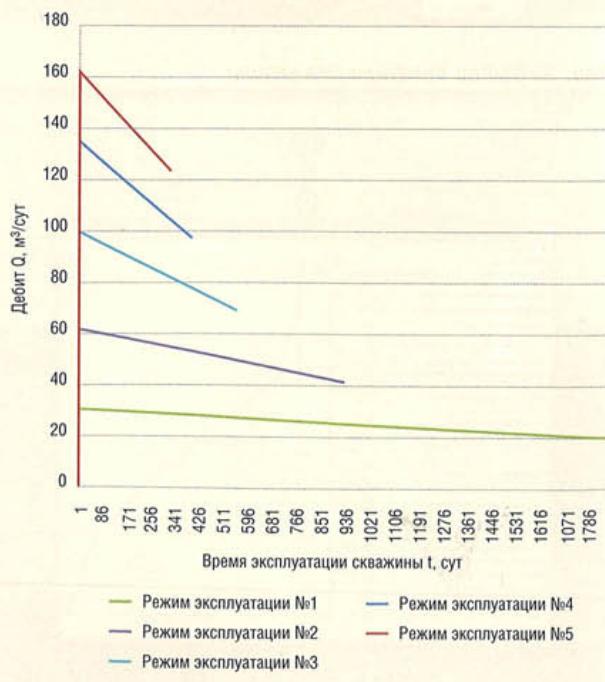
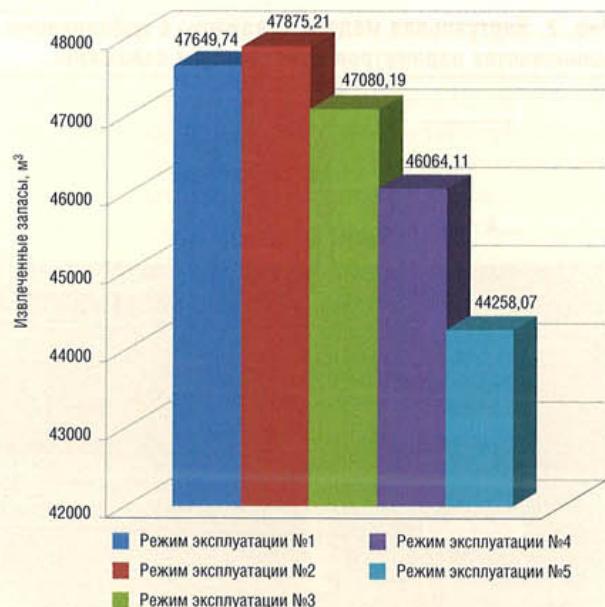
Рис. 8. Прогноз работы пласта



КОМПЛЕКСНЫЙ ИНТЕРАКТИВНЫЙ ТРЕНАЖЕР ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОВОЙ СКВАЖИНЫ

Тренажер предназначен для обучения и повышения квалификации специалистов по эксплуатации газовых скважин. Это уникальное оборудование, разработанное совместно с Российской академией наук (РАН). Аналогов ему в мире пока нет.

Рис. 9. Анализ эффективности УЭЦН при разных режимах работы



Макеты (стенды), входящие в тренажер, имитируют реальное наземное промысловое оборудование (НПО) (рис. 11) и дают возможность моделировать и отслеживать процессы, происходящие в виртуальной системе «пласт – скважина – НПО».

Тренажер позволяет изучить процесс запуска газовой скважины и вывода ее на режим (в том числе при осложнениях), провести анализ режимов работы газовой скважины (рис. 12) и спланировать их оптимизацию, а также отработать действия персонала при нештатных ситуациях и ситуациях, опасных для отработки в реальных условиях. Кроме того, с помощью данного тренажера можно изучить процесс глушения газовой скважины.

ПОЛНОМАСШТАБНЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ИМИТАЦИИ ПРОЦЕССОВ БУРЕНИЯ DRILLSIM-5000

Данный комплекс предназначен для подготовки, переподготовки и повышения квалификации сотрудников нефтегазовых компаний, занимающихся бурением вертикальных и наклонно-направленных скважин, а

также студентов, обучающихся по направлению «Нефтегазовое дело» (профиль: «Бурение нефтяных и газовых скважин») (рис. 13).

Тренажер объединяет более десяти разделов, посвященных различным этапам бурения. Начиная от планирования скважины и классификации бурового оборудования до демонтажа бурового инструмента. Программный комплекс позволяет отработать процесс управления талевой, роторной, циркуляционной системами, противовыбросовым оборудованием, а также научиться выбирать режимы бурения и спускоподъемных операций (СПО). Обучение на данном тренажере предполагает изучение процессов спуска, цементирования и опрессовки обсадной колонны. Отдельный раздел посвящен осложнениям при бурении и неисправностям скважинного оборудования. Особое место в осложнениях, моделируемых на данном тренажере, занимают прихваты – механизмы их формирования и способы ликвидации.

В 2018 году УТЦ НГД получил международную сертификацию Международного объединенного форума пожарной и промышленной безопасности нефтяной

Рис. 10. Вывод скважины на режим и ее дальнейшая эксплуатация с заданными параметрами

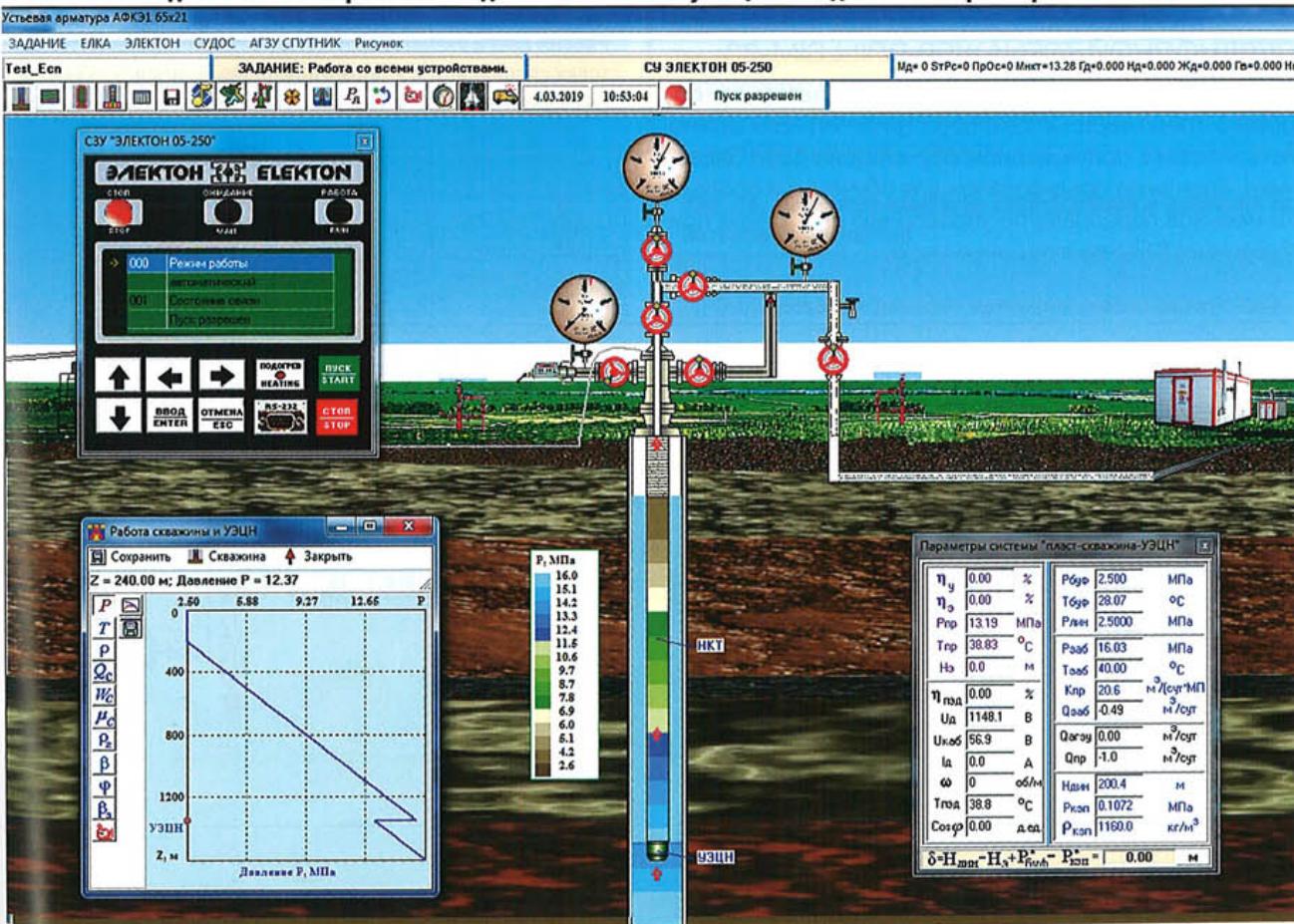


Рис. 11. Комплексный интерактивный тренажер по эксплуатации газовой скважины



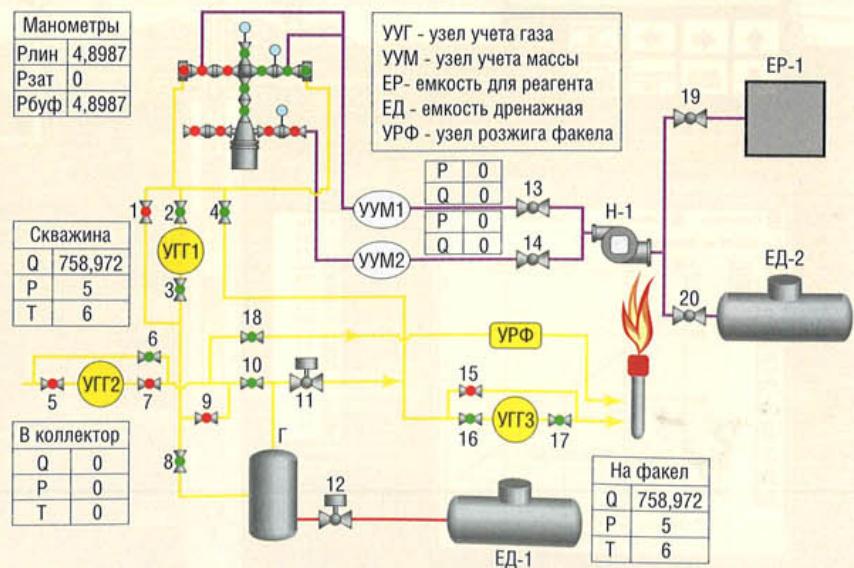
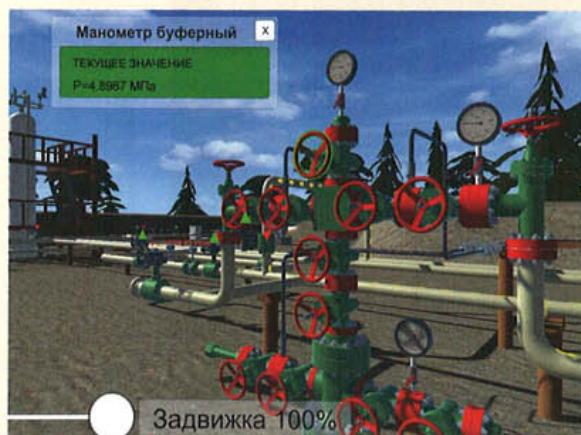
промышленности (JOIFF) по прихватам, которая дает право проводить обучение и выдавать сертификаты международного образца.

Математическая модель тренажера позволяет моделировать геологические условия месторождений и строить виртуальную модель скважины с высокой точностью. Созданная виртуальная модель при условии точности введенных данных может в дальнейшем служить для проведения экспериментальных работ в скважине с изменением условий ее работы, поэтому тренажер может использоваться в качестве экспертной системы.

ПЕРЕНОСНОЙ ТРЕНАЖЕР DRILLSIM-20

Это малогабаритный аналог полномасштабного бурового тренажера DrillSIM-5000 (рис. 14). Его можно использовать при выездном обучении на базе Заказчика. Тренажер предназначен для обучения и проверки навыков персонала по управлению скважиной при бурении и СПО на суше и на море.

Рис. 12. Анализ эксплуатационных режимов газовой скважины



ВЫДЕРЖКИ ИЗ ОБСУЖДЕНИЯ

Вопрос: Петр Сергеевич, представленные тренажеры – собственная разработка Иркутского национального исследовательского технического университета?

Петр Гриб: Нет, часть из них – это готовые модели, произведенные Центром современных технологий разработки месторождений (г. Казань). Самая сложная составляющая этих тренажеров – математическая модель, на ее разработку специалисты из Казани потратили более десяти лет. Тренажер по эксплуатации газовых скважин – это уже совместная разработка ФГБОУ ВО ИРНИТУ и Центра современных технологий разработки месторождений, а тренажер для обучения процессам бурения произведен в Великобритании.

Вопрос: Ведется ли сейчас обучение операторов?

П.Г.: Да, постоянно. Обучаются студенты, которые после второго курса отправляются на практику в нефтегазодобывающие компании. Перед практикой они в течение двух недель обучаются с помощью тренажеров. Кроме того, обучение проходят и частные лица.

Вопрос: То есть вы выдаете какой-то документ о прохождении курса?

П.Г.: Да, в том числе и сертификаты международного образца. Учебный центр готовит специалистов по 37 направлениям, продолжительность курса варьирует от одного дня до трех месяцев. Наш центр занимает четвертое место в России среди учебных заведений, осуществляющих подготовку специалистов в области бурения нефтяных скважин.

С помощью данного тренажера можно отработать действия персонала в аварийных ситуациях, связанных, например, с незапланированным поступлением пластового флюида в ствол скважины (ГНВП). Трена-

жер позволяет отработать ликвидацию ГНВП различными способами, а также обучает персонал герметизировать скважину жестким и мягким способом. Переносной комплекс DrillSIM-20 прошел сертификацию по международному стандарту IWCF (Международного форума по управлению скважинами).

ПЕРЕНОСНОЙ ОРИГИНАЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЕР ГЕОС-К11+

Еще один портативный тренажер предназначен для обучения и проверки навыков персонала по управлению скважиной при бурении и СПО на суше. Благодаря компактному исполнению его можно использовать для обучения сотрудников на рабочих местах, без выезда в центр подготовки.

В комплекте с тренажером ГЕОС-К11+ поставляется программа «Пульт инструктора». Она устанавливается на ноутбук и позволяет преподавателю создавать задания на тренировку, вводить нештатные ситуации, а также распечатывать на принтере протокол тренировки и графики основных показателей процессов бурения и ликвидации газонефтеводопроявлений (ГНВП).

Тренажер ГЕОС-К11+ полностью удовлетворяет требованиям IWCF по распознаванию и ликвидации ГНВП.

Рис. 13. Полномасштабный тренажер для имитации процессов бурения DrillSIM-5000



Рис. 14. Переносной тренажер DrillSIM-20



ТРЕНАЖЕР АМТ-601

Данный тренажер предназначен для инженерного персонала добывающих подразделений нефтегазодобывающих предприятий, а также студентов, проходящих обучение по направлению «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти» (рис. 15).

Заниматься на тренажере можно как индивидуально, так и в группе. Одновременно могут проходить обучение несколько десятков человек. Контролирует их действия инструктор со своего рабочего места.

Тренажер обучает различным способам добычи нефти: с помощью ЭЦН, ШГН, фонтанным и газлифтным методом, а также развивает навыки эксплуатации газовых и нагнетательных скважин.

С помощью данного оборудования можно имитировать следующие технологические операции:

- освоение и вывод скважин на режим;
- исследования на установившемся и неустановившемся режимах эксплуатации;
- добыча в осложненных условиях эксплуатации.

ОБУЧЕНИЕ РАБОЧИМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ

На базе УТЦ НГД ИРНИТУ работает направление обучения рабочим специальностям. Здесь проходят подготовку специалисты по строительству скважин, текущему и капитальному ремонту скважин (ТКРС), управлению скважиной при ГНВП, машинисты насосных и компрессорных установок, операторы по добыче и обслуживанию скважин и другие специалисты. ♦

Рис. 15. Тренажер-имитатор эксплуатации и освоения скважин АМТ-601. Интерфейс оператора

