



## ВВЕДЕНИЕ

Любое промышленное предприятие заинтересовано в наличии грамотных специалистов, тем более, если область его деятельности связана с ТП, характеризующимися повышенной опасностью (химическая, атомная промышленность и т.д.). Оперативный персонал технологических установок таких производств должен быть готов к возникновению любой нештатной ситуации, быстро и четко реагировать на сигналы, поступающие от системы автоматизации. Необходимые навыки работы, реакция на аварийные и нештатные события, возникающие в ТП и системе управления, отрабатываются операторами технологических установок на специальных тренажерных комплексах, применение которых во многих отраслях промышленности предписывается нормативными документами.

Статьи, представленные в этом номере журнала, иллюстрируют разнообразие решений, предлагаемых разработчиками тренажерных систем на отечественном рынке. В зависимости от особенностей проблемной области и функциональности систем авторы делают акцент на разных компонентах тренажерных технологий, представляющих собой ключевыми для достижения качественного тренинга операторов.

Большинство работ касается тренажерных систем для обучения операторов непрерывных процессов химико-технологического типа. Такие тренажеры предлагают отечественные разработчики и известные мировые производители, уже давно работающие или вновь проникающие на российский рынок. В статье *В.М. Дозорцев* (Hopeuwell) описываются прототипы новых компонентов методического обеспечения, которые в ближайшие годы будут определять конкурентоспособность компьютерных тренажеров. *В.А. Казанцев* и *П. Ричмонд* (Invensys) подчеркивают важность VR-технологий в компьютерном тренинге операторов. *Д.В. Коцуба* и др. (Nuregion) представляют свой первый на российском рынке тренажерный проект. Комплексное тренажерное решение для потенциально опасных производств (преимущественно в энергетике) представлено в работе *И.В. Глушкова* и др.

Ряд статей свидетельствует об интересе пользователей к решениям, совмещающим функции управления и обучения. *А.В. Сухарев* и др. строят учебно-тренажерные комплексы, позволяющие проводить синтез и анализ систем регулирования по заданным критериям качества переходных процессов, осуществлять инжиниринг технологического объекта и системы управления, обучать операторов. В работе *Т.Б. Чистяковой* и др. функции управления и обучения интегрированы с единой базой знаний и системой поддержки принятия решений. *С.С. Власов* и др. описывают математическое и программное обеспечение для построения имитационных моделей, учитывающее возможность использования моделей не только для инжиниринга, но и для обучения операторов.

Другие предметные области компьютерного тренинга представлены двумя статьями. *А.С. Кремез* и *В.В. Бонч-Бруевич* концентрируются на оценке и тренировке профессионально важных психологических качеств операторов на железнодорожном и автомобильном транспорте, где необходим высокий уровень готовности и удержания внимания, точности реагирования, психологической совместимости с другими членами бригады. *П.А. Иосифов* и *А.С. Перванюк* применяют основанные на Web-технологиях учебно-тренировочные средства для изучения устройства и приобретения навыков эксплуатации существующих и строящихся объектов ракетно-космической отрасли, где натурные прототипы принципиально недоступны.

Редакция благодарит авторов раздела, предполагает продолжить обсуждение ключевых проблем построения и внедрения тренажерных систем и ожидает отзывов и предложений от читателей по тематике будущих номеров журнала, связанных с компьютерным моделированием.

*Редакция выражает благодарность за помощь в подготовке номера В.М. Дозорцеву, д-ру техн. наук, проф., члену редакционной коллегии журнала "Автоматизация в промышленности".*

## МЕТОДИКИ КОМПЬЮТЕРНОГО ТРЕНИНГА ОПЕРАТОРОВ – КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ТРЕНАЖЕРНЫХ СИСТЕМ (СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ)

**В.М. Дозорцев (ЗАО "Хоневелл")**

*Обсуждаются новые направления в методическом обеспечении компьютерного тренинга операторов – автоматизированные средства предтренажерной подготовки, системы обучения полевых операторов, системы оценивания действий обучаемых. Описываются прототипы указанных методических средств.*

*Ключевые слова: компьютерный тренинг операторов, предтренажерная подготовка, полевой оператор, оценка действий обучаемых.*

### Введение

Успехи компьютерного тренажеростроения для обучения операторов ТП<sup>1</sup> в последние годы чрезвычайно впечатляют: преодолев мировую экономическую рецессию, рынок тренажеров показывает годовой рост на 12% и готов к 2014 г. достичь оборота в 1 млрд. долл. США. В России эта производная еще

заметнее, что объясняется меньшей насыщенностью промышленности компьютерными тренажерами (КТ), практически разрушенной системой профессиональной подготовки операторов и одним из самых строгих (если не самым строгим) законодательством в данной области<sup>2</sup>. Общемировая проблема – как передавать новичкам знания опытных операторов – оп-

1 К этому направлению принято относить непрерывные процессы нефтепереработки, химии, нефтехимии, фармакологии, целлюлозно-бумажной, цементной и пищевой промышленности, а также некоторые непрерывные процессы в металлургии и энергетике (исключая объемный рынок тренажеров атомных энергетических объектов).

2 Согласно Общим правилам взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств (ПБ 09-540-03), периодический компьютерный тренинг должны проходить все операторы объектов I и II категорий взрывобезопасности не реже 1 раза в квартал.

*Решение вопроса есть путь к знанию.*

Ханс Георг Гадамер

ределяется "быстротечностью" операторской профессии: эта категория работников рано уходит на пенсию, а часть из них быстро растет по служебной лестнице, унося с собой уникальный опыт управления сложными технологическими установками.

КТ в своем современном понимании оформились 30 лет назад, когда на достаточно высоком уровне стало возможным исполнение следующих трех ключевых компонентов тренажерной технологии:

- *тренажерная модель* – "заменитель" реального ТП. Все эти годы данная составляющая интенсивно развивалась и сегодня представлена современными библиотеками технологических модулей, высокоточными пакетами термодинамических и гидравлических расчетов, богатыми БД физико-химических свойств веществ и соединений, надежными численными решателями систем дифференциальных и конечных уравнений. Сразу несколько мировых производителей, среди которых Aspen Tech., Invensys, Honeywell и др., предлагают системы моделирования, обладающие указанными составляющими. Например, система имитационного моделирования UniSim Design корпорации Honeywell помимо перечисленного позволяет моделировать смешанные среды, подгружать специальные моделирующие пакеты от лицензиаров ТП, моделировать побочные процессы (например, коррозионные);

- *информационная модель* – воспроизведение операторской среды управления. Уже в 90-х годах XX века основные производители PCY предоставляли возможность использовать в КТ элементы программно-математического обеспечения своих систем. Такой метод воспроизведения операторской среды, называемый стимуляцией, сегодня стал базовым в полномасштабных тренажерных решениях; он обеспечивает практически полное совпадение системы управления и операторского интерфейса в тренажере и на реальном рабочем месте<sup>3</sup>;

- *модель обучения* – автоматизированные средства, предоставляющие инструктору компьютерного тренинга опции, необходимые для полноценного обучения операторов. Уже первые КТ позволяли инструкторам выбирать и инициализировать тренажерные модели; изменять скорость моделирования; создавать, запоминать и загружать начальные состояния модели; создавать, редактировать и инициализировать сценарии инструкторских вмешательств; фор-

мировать, просматривать, фильтровать и запоминать протоколы сессий тренинга.

Эти и другие инструкторские функции постоянно развивались и совершенствовались, однако, в отличие от первых двух компонентов КТ, модель компьютерного обучения все еще нельзя считать завершенной<sup>4</sup>. Во многом методики обучения в современных КТ всего лишь повторяют "докомпьютерные" аналоги, реализованные средствами современных информационных технологий. Эти методики, как правило, не затрагивают "предтренажерную" подготовку и в должной степени не обеспечивают оценку действий оператора. Наконец, они сфокусированы на обучении консольных операторов (операторов PCY или SCADA-систем) и мало предназначены для подготовки полевых операторов.

Настоящая статья анализирует отмеченные "болевые" моменты КТ, возможные способы их преодоления и ключевые направления будущего развития методологии компьютерного тренинга.

**Методология КТ: особенности компьютерной реализации**

Известный парадокс тренажеростроения состоит в невозможности свести качество КТ к совокупности требований к его отдельным компонентам: отлично выполненные тренажерная модель, информационная модель и модель обучения сами по себе еще не гарантируют получения хорошего тренажера. Качество последнего лежит за пределами технических характеристик его составляющих; оно определяется достижимостью целей тренинга, которыми общепризнанно являются формирование, закрепление и совершенствование операторских знаний и навыков управления ТП в разнообразных нормальных, предаварийных и аварийных ситуациях, то есть выработка совокупного умения эффективного и безопасного управления процессом.

Достичь указанных целей удается за счет высококого уровня подобия деятельности оператора в компьютерном тренинге его реальной деятельности на технологическом объекте [1]. Другими словами, лучший тренинг – по сути, есть моделирование с максимальным подобием трудовой деятельности оператора. (Разумеется, имеется в виду не физическое, а информационно-функциональное подобие, обеспечивающее передачу операторских воздействий на объект и получение оператором информационных стимулов от объекта в полном соответствии с реальностью – по содержанию, объему, последовательности и темпу.)

Именно компьютерный тренажер дает уникальную возможность резко повысить уровень подобия в

<sup>3</sup> Если реальная установка не снабжена современной PCY, а также для типовых тренажеров система управления и интерфейс оператора могут быть выполнены с помощью универсальных SCADA-пакетов или собственными графическими средствами тренажера.

<sup>4</sup> Конечно, и тренажерные, и информационные модели постоянно совершенствуются. Для первых актуальна разработка алгоритмов высокоточного моделирования многокомпонентных равновесных и неравновесных процессов, эффективных методов численного расчета гидравлики, процедур обеспечения и проверки адекватности моделей; для вторых – все более глубокое стимулирование программных компонентов PCY и средств противоаварийной защиты и пожарно-газовой сигнализации. Но это проблематика выходит за рамки настоящего изложения.

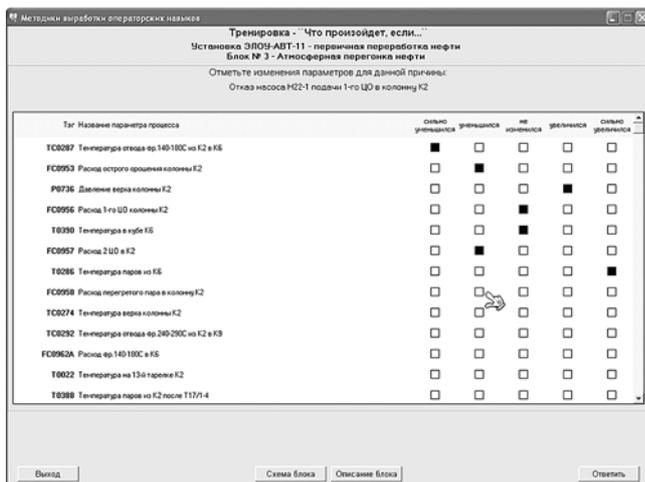


Рис. 1. Рабочий кадр АСО базовым навыкам управления. Методика "Что произойдет, если..."

тренинге. В методическом плане это определяется следующими его эксклюзивными характеристиками:

- повторяемость начальных состояний тренажерной модели (КТ позволяет с абсолютной точностью восстановить состояние процесса, включая состояние системы управления);
- возможность вернуться к любому предыдущему состоянию ТП (помимо прочего это позволяет проверить альтернативный способ управления и сравнить его последствия с базовым вариантом);
- стандартизированная имитация нарушений хода процесса и работы оборудования (за счет реализации вмешательств в ход процесса в форме заранее создаваемых сценариев).

Согласно современным представлениям, деятельность оператора — многоэтапный процесс, разнообразный по необходимым оператору навыкам и психическим процессам, задействованным в реализации разных этапов [1]. Среди таких этапов выделяют обнаружение отклонений от нормы, диагностику их причин, планирование и реализацию компенсирующих действий. Каждый этап, характеризуясь особым типом операторского навыка, требует специального тренинга. Причем на всех этапах кроме последнего (реализация компенсирующих действий) навыки должны вырабатываться в так называемом "предтренажерном" обучении. Ведь очевидно, что оператора, у которого не сформированы представления о причинно-следственные связях ТП, нет навыков диагностирования неисправностей и планирования корректирующих действий, бесполезно (и очень не безопасно!) допускать к реальной работе. Но от чего-то считается, что такого оператора можно обучать на тренажере, хотя толка от такого обучения немного (разве что нет прямой угрозы технологической установке).

В последние годы в ответ на запрос пользователей производители тренажеров предлагают различные системы предтренажерного обучения операторов. Так, российское подразделение корпорации Honeywell разработало целую линейку предтренажерных продуктов [2]: автоматизированную систему обучения (АСО) обнару-

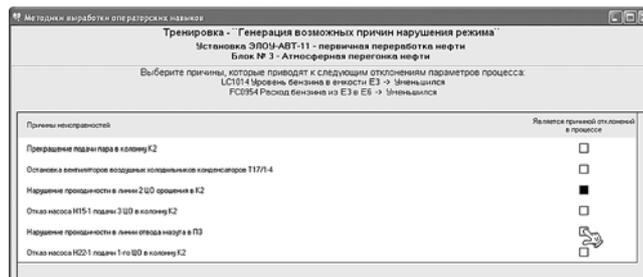


Рис. 2. Рабочий кадр АСО базовым навыкам управления. Методика "Генерация возможных причин"

жения отклонений от нормы; АСО базовым навыкам управления (методики "Что произойдет, если..." и "Генерация возможных причин нарушений"); АСО "Диагност" (выработка навыка эффективной и надежной диагностики причин нарушений); АСО "Стратег" (обучение планированию процедур).

На рис. 1 представлен основной кадр АСО базовым навыкам управления по методике "Что произойдет, если...". Система генерирует отказ (случайным образом), сообщает о нем обучаемому и отображает перечень некоторых параметров ТП (расходы, температуры, давления, уровни, составы и т.п.).

Для каждого параметра обучаемый должен указать один из пяти вариантов поведения ("сильно уменьшился", "уменьшился", "не изменился", "увеличился" или "сильно увеличился") при наступлении заданного системой отказа.

В методике "Генерация возможных причин нарушения режима" ситуация обучения "переворачивается": система предъявляет один или несколько (до трех) симптомов, а обучаемый должен указать в перечне возможных отказов те, которые приводят к заданному набору симптомов (рис. 2).

Оценка действий обучаемого устроена так. В первой методике каждый указанный обучаемым симптом оценивается в зависимости от его "удаленности" от правильного ответа. Общая оценка за упражнение получается как среднее оценок по отдельным симптомам. Во второй методике суммируются штрафы за пропущенные и ошибочно выбранные отказы. Разумеется, настройки системы оценивания могут корректироваться.

В АСО "Диагност" обучаемый ведет с системой некоторую пошаговую "игру", имитирующую принятие диагностических решений в реальной практике. Игра реализуется на так называемом "симптомо-комплексе", то есть заранее определенном подмножестве отказов и параметров процесса (таких игр можно сформировать сколько угодно).

На основном кадре АСО "Диагност" (рис. 3) представлены перечни отказов и параметров, составляющих единичную игру.

Выбрав случайным образом один из отказов, система держит его в секрете от обучаемого (в отличие от того, как это делается на рис. 1), но информирует его об одном из симптомов выбранного отказа. Задача обучаемого — определить, какой именно отказ "загадан" системой.

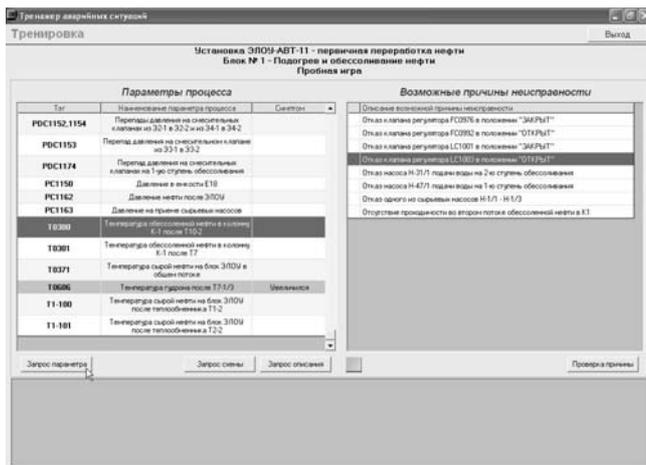


Рис. 3. Рабочий кадр АСО "Диагност"

У обучаемого есть возможность либо выбрать один из отказов (в правом перечне) и проверить, действительно ли он был загадан (такое действие стоит "дорого"), либо проверить поведение какого-либо нового параметра (в левом перечне) — это действие "дешевле". Обучаемый стремится определить загаданный отказ, получив при этом минимальное число штрафных баллов.

Ясно, что поначалу текущей симптоматике соответствует не один, а несколько отказов. В такой ситуации обучаемому "выгоднее" запросить дополнительную симптоматику. Ключевой вопрос — какой параметр лучше запросить? Согласно известной минимаксной стратегии, лучшим будет запрос, который при любом возможном исходе ("сильно уменьшился", "уменьшился", и т.д.) заметнее других снижает неопределенность в симптомо-комплексе. По мере уменьшения неопределенности (и, следовательно, появления более-менее вероятных гипотез) обучаемый может перейти к стратегии проверки истинности гипотез.

На каждом шаге обучаемый получает справку — насколько его запрос уменьшил неопределенность и какие запросы являются лучшими на данной стадии игры. Эта поддержка обеспечивает обратную связь от системы к обучаемому, чрезвычайно важную при обучении.

Оценка за всю игру получается из сопоставления набранных штрафных баллов с теми баллами, которые обучаемый набрал бы, действуя оптимально (по разным стратегиям). Заметим, что реальное время, затраченное на игру, не влияет на оценку; его дефицит подменяется дефицитом информации, необходимой для решения.

Эти и другие АСО чрезвычайно эффективны в связке с КТ, но активно закупаются и используются и отдельно от тренажеров. Счет таких систем, выполненных ЗАО "Хоневелл" для различных технологических установок, идет на сотни.

### Компьютерный тренинг: не только для консольных операторов

Не секрет, что современные КТ сфокусированы на консольном операторе (операторе РСУ). Более того, полевым операторам в них отводится роль статистов,

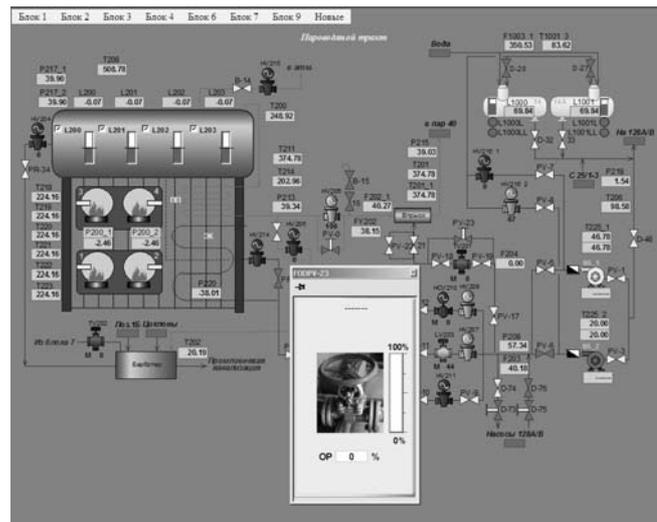


Рис. 4. Пример экрана полевого оператора

подающих реплики главным актерам. Серьезные производители выделяют в КТ отдельную станцию полевого оператора, с которой последние осуществляют действия "по месту". Методически это очень правильно, поскольку у консольного оператора должно сформироваться верное понимание того, чего он не может сделать сам, где и каким образом он зависит от действий своего коллеги в поле.

Но полевому оператору КТ дают не так много. Обычно интерфейс полевого оператора в тренажере строится по типу операторского интерфейса РСУ, может быть, "оживленному" элементами 3D или анимации (рис. 4). В то же время, ущерб, который может быть принесен некачественной работой полевого оператора, зачастую, не меньше, чем у консольного оператора. Ясно, что при обучении полевого оператора должен работать описанный выше принцип подобия, но его деятельность разительно отличается от рассмотренной выше деятельности консольного оператора.

К таким особенностям могут быть отнесены:

- большая конкретность и меньшая отчужденность полевого оператора от реальной трудовой среды. Если консольный оператор почти на 100% пользуется инструментальной информацией, поступающей на его мониторы, то полевым оператор "живет" непосредственно на установке и за смену делает помногу верст по всем трем измерениям установки. Отсюда особые требования по навигации, времени достижения целей, отклику исполнительных механизмов и пр.;

- значительное разнообразие среды управления и, следовательно, необходимость ее отражения в разных модальностях (графика, видео, аудио, элементы анимации);

- больший вес опыта других операторов, уже хорошо изучивших технологический объект. Проблема передачи опыта, острая, как отмечалось в начале статьи, для всего персонала, особенно актуальна для полевых операторов в силу конкретности их деятельности;

- большая зависимость полевого оператора от консольного (чем оборот). Действительно, управляет установкой все же консольный оператор. Отсюда необходимость тренинга полевых операторов именно в компьютерном тренажере, в котором поведение объекта определяется операторами РСУ.

Последняя особенность, тем не менее, не отменяет возможности и необходимости предтренажерного тренинга полевых операторов. Наоборот, он должен быть очень хорошо подготовлен к работе на КТ, чтобы своими неправильными действиями не мешать полноценному тренингу консольных операторов.

В последние годы производители КТ предпринимают попытки эмулировать среду управления полевого оператора средствами виртуальной реальности. На наш взгляд, сами по себе, без соответствующей методики обучения эти попытки мало что дадут, принимая во внимание их значительную стоимость (иногда сопоставимую со стоимостью тренажера). Что же касается методологии такого обучения, следует отметить работы отечественных исследователей [3], в которых разрабатываются подходы к капитализации опыта эффективных полевых операторов; выявлению составляющих, обеспечивающих качественную и надежную работу полевых операторов; передаче профессионального опыта лучших операторов. Указанные разработки были успешно опробованы на нескольких крупнейших предприятиях Европы. Корпорация Honeywell предполагает использование этих результатов в своих тренажерных разработках.

#### А судьи кто:

##### к проблеме автоматической оценки работы операторов

Идея автоматического оценивания операторской деятельности в компьютерном тренинге не нова и традиционно привлекательна для заказчиков. Действительно, как просто и удобно, когда каждая сессия тренинга завершается оценкой, занесенной в электронный журнал успеваемости. Потом ее можно будет использовать для оценивания всего пройденного курса и допуска к работе.

Всякий, кто всерьез сталкивался с тренажеростроением, знает, что в произвольном случае (т.е. когда оператор выполняет некоторые операции в заранее не оговоренном начальном состоянии) автоматическая оценка невозможна. Слишком подвижны нормальные условия функционирования ТП, слишком разнообразны допустимые варианты управления. Вместе с тем ответственность разработчика очень высока — автоматическая оценка, "зарубившая" правильные, но формально неочевидные действия оператора, легко может опрокинуть доверие обучаемого к тренажеру в целом.

| ДЕБИТ                     | СТОИМОСТЬ | ТЕК. ПОТРЕБЛЕНИЕ | СУМ. ПОТРЕБЛЕНИЕ | ТЕК. РАСХОД | СУМ. РАСХОД |
|---------------------------|-----------|------------------|------------------|-------------|-------------|
| Сырье                     | 0.01      | 22.00            | 15.25            | 0.22        | 0.15        |
| Газ сдувки                | 0.01      | 0.00             | 0.00             | 0.00        | 0.00        |
| Пар в рибойлер            | 0.01      | 33.85            | 23.47            | 0.34        | 0.23        |
| Охлаждающая вода          | 0.01      | 200.00           | 138.67           | 2.00        | 1.39        |
| Время                     | 0.10      | 50.00            | 41.00            | 0.00        | 0.00        |
| Снижение кач. куб. прод.  | 0.01      | -----            | -----            | 0.00        | 0.00        |
| Снижение кач. дистил.     | 0.01      | -----            | -----            | 0.00        | 0.00        |
| <b>КРЕДИТ</b>             |           |                  |                  |             |             |
| Кубовый продукт           | 0.10      | 8.37             | 5.80             | 0.84        | 0.58        |
| Дистиллят                 | 0.50      | 13.63            | 9.45             | 6.81        | 4.72        |
| Повышение кач. куб. прод. | 1.00      | -----            | -----            | 0.00        | 0.00        |
| Повышение кач. дистил.    | 1.00      | -----            | -----            | 0.00        | 0.00        |
| Состав куб. прод.         |           | 6.73             | 6.73             | -----       | -----       |
| Состав дистил.            |           | 92.73            | 92.73            | -----       | -----       |
| <b>ИТОГО</b>              |           | -----            | -----            | 5.09        | 3.53        |

Рис. 5. Пример расчета экономической эффективности процесса ректификации

Будучи средством, основанном на эксклюзивных знаниях опытных профессионалов (инструкторов), КТ предполагают, что и оценка операторской работы — функция тех же инструкторов. Они снабжены для этого богатым набором инструментов: прежде всего, автоматическим протоколом сессии тренинга и функцией запоминания промежуточных состояний, что позволяет отследить все изменения в моделируемом процессе, действия участников тренинга, проанализировать состояния процесса в любой временной точке сессии тренинга.

Это не значит, однако, что автоматическая оценка вовсе невозможна. Так, современные КТ уже позволяют такую оценку двух типов:

- количественная оценка действий оператора в переходных режимах. При этом в модели выделяется группа технологических переменных и состояний оборудования, каждому из которых присваивается индивидуальная оценка, составляющая часть общей оценки за исполнение задачи. Может быть проведена оценка *по отклонению* (по способности удерживать процесс в рабочих пределах), *по цели* (по способности привести переменную к определенному целевому значению за указанный период времени) и *по траектории* (по способности поддерживать заданную идеальную траекторию, не выходя за пределы допустимого диапазона);

- оценка экономического эффекта операторского управления по значениям экономического критерия (например, себестоимости продукции или производительности установки с учетом технологических ограничений). Критерий может быть как текущим, так и интегрированным на заданном интервале времени. Пример оценки экономического эффекта для тренажера установки ректификации разработки ЗАО "Хоневелл" приведен на рис. 5 (эффект рассчитывается как разница цены продуктов ректификации и стоимости их получения с учетом стоимости сырья и энергетики, штрафов и премий за качество продуктов).

В то же время все активнее становятся попытки реализовать автоматическую оценку выполнения действий в заранее оговоренных тренировочных уп-

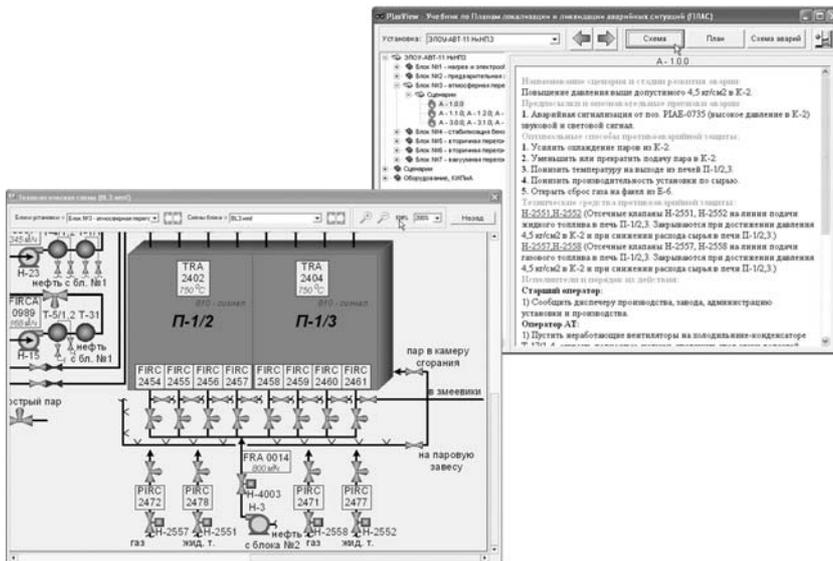


Рис. 6. Рабочие кадры подсистемы PlasView: оперативный сценарий и окно просмотра схем

ражнении, когда начальные условия точно определены, известна цель упражнения, требуемое конечное состояние (и, может быть, некоторые промежуточные состояния), а также ограничения на управления и технологические переменные (например, [4]). Такая задача может быть решена, если качество моделей высоко, а требуемые состояния и необходимые ограничения корректно определены. Последнее, опять-таки возможно только на основании экспертной оценки инструкторов-технологов.

### ПЛАС: тренинг операторских действий в аварийных ситуациях

Планы локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) занимают совершенно особое место в подготовке операторов. Согласно законодательству РФ, все потенциально опасные промышленные установки должны быть снабжены ПЛАС, основывающимися на сценариях возникновения аварийных ситуаций, поэтапном анализе их развития и анализе дей-

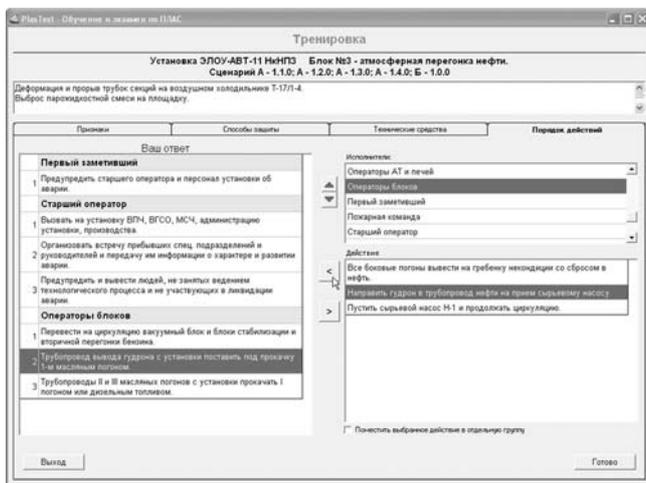


Рис. 7. Рабочий кадр подсистемы PlasTest

ствий производственного персонала по локализации и ликвидации аварийных ситуаций. Все операторы вовлечены в изучение, тренировки и экзамены по ПЛАС.

Центральный компонент ПЛАС – его оперативная часть, содержащая сценарии аварийных ситуаций с описанием их предпосылок и опознавательных признаков, способов и средств противоаварийной защиты и требуемых действий персонала.

Тренировать действия по ПЛАС консольных и полевых операторов можно непосредственно на тренажере; более того, в силу жесткой регламентации таких действий, они вполне поддаются под оценивание, описанное в предыдущем разделе. Но это не снимает необходимости предтренирующей подготовки по ПЛАС. Такая подготовка реализуется, например, в АСО "ПЛАС+", разработанной в ЗАО "Хоневелл" [2].

Система ПЛАС+ состоит из нескольких подсистем, главные из которых: PlasView – электронный учебник ПЛАС, PlasTest – модуль обучения и тестирования знаний оперативной части.

Модуль PlasView позволяет в структурированном виде просматривать тексты ПЛАС (краткое описание установки, процедуры нормального и аварийного останова, характеристики опасности и сценарии аварийных ситуаций) и необходимый иллюстративный материал (технологические схемы, планы размещения оборудования, блок-схемы развития аварий). На рис. 6 представлен пример рабочих кадров со сценарием аварийной ситуации и окном просмотра технологических схем.

Модуль PlasTest предназначен для самопроверки (в режиме тренировки) и проверки (в режиме экзамена) знаний оперативной части ПЛАС. Задача обучаемого оператора (консольного или полевого) – сформировать сценарий, выбранный им на тренировке или предложенный ему на экзамене. Для этого он должен собрать элементы составляющих оперативного сценария, то есть признаки аварии, способы противоаварийной защиты, технические средства и требуемые действия. Указанные элементы выбираются из предлагаемых перечней, содержащих как все правильные, так и некоторые неправильные элементы (в том числе специально созданные с целью затруднить обучаемому задачу выбора.) На рис. 7 представлен рабочий кадр подсистемы PlasTest, из которого видно, как обучаемый "набирает" в левую часть экрана нужные действия из вариантов, предлагаемых для различных исполнителей в правой части экрана.

Оценка за экзамен рассчитывается на основании общего числа штрафных баллов, полученных экзаменуе-

мым за неверные ответы, пропущенные правильные ответы и (если такая последовательность требуется) за нарушение правильной последовательности действий. В ПЛАС+ задаются штрафы за каждый из этих трех "промахов", а также определяется итоговая пятибалльная оценка за экзамен. Причем учитывается, что не все обучаемые обязаны знать полный перечень действий. (Например, от консольного оператора не требуется знать все действия полевого оператора и, наоборот). В системе есть возможность выбрать, действия каких исполнителей требуется знать конкретному обучаемому в зависимости от его должностных обязанностей.

Пользователи системы ПЛАС+ на 25 российских предприятиях оценили преимущества предложенного подхода в сравнении с традиционным заучиванием сценариев наизусть.

### Заключение

Особенность российского тренажерного рынка — присутствие продуктов разного уровня; тренажеры предлагают многие поставщики — от мировых разработчиков до небольших отечественных фирм. Сильно варьируют технические характеристики и ценовые параметры систем. Это затрудняет сравнение предлагаемых КТ, но некоторые тенденции могут быть отмечены (они, кстати, совпадают с мировыми).

1. Крупные производители (а на отечественном рынке уже действуют и все активнее появляются основные мировые игроки) используют сравнимые по мощности средства моделирования — коммерческие системы имитационного моделирования. При всех различиях они обеспечивают достаточное для тренинга качество тренажерных моделей.

*Дозорцев Виктор Михайлович — д-р техн. наук, руководитель отдела ЗАО "Хоневелл".  
Контактный телефон (495) 761- 02-09. E-mail: victor.dozortsev@honeywell.com*

### Инновационный теплоизоляционный термостат: frostTHERM-Ats

Высокий класс защиты, новейшая технология соединений, а также и контроль теплоизоляции по всей площади поверхности являются самыми значимыми характеристиками оборудования нового frostTHERM-Ats компании JUMO. Чтобы предотвратить ущерб, вызванный замерзанием, прибор контролирует температуру воздушного потока, поступающего в водно-воздушный нагреватель систем вентиляции и кондиционирования.

Корпус может монтироваться на стене или на трубопроводах. Доступен дополнительный вариант для установки на DIN-рейке. Технология выводов Push-In®, подтвержденная JUMO, облегчает электрическое подключение. Соединительные провода просто вставляются в колодку с зажимами и продвигаются вверх, пока не остановятся.

Для подключения провода или оплетки с соединительной муфтой не требуется никаких инструментов, а монтаж надежен. Таким образом, затраты и время, требующиеся для подключения, значительно снижаются по сравнению с использованием обычного зажимного контакта.

2. Для объектов, снабженных компьютерными системами управления<sup>5</sup>, рабочее место консольного оператора практически всегда воспроизводится путем связи тренажера с программным обеспечением РСУ. Следовательно, и по этому компоненту разница между производителями невелика.

3. В таких условиях качество, живучесть и конкурентоспособность тренажерного решения во все большей степени определяются третьим компонентом тренажерной технологии — методикой обучения операторов. Это касается, прежде всего, затронутых в настоящей статье элементов — систем предтренажерной подготовки (особенно, систем обучения действиям в аварийных ситуациях), методов обучения полевых операторов, методов автоматизированного инструктирования (включая, функции оценивания действий операторов).

Можно предположить, что в ближайшей перспективе именно на этом будет сосредоточено внимание разработчиков, и результаты не заставят себя ждать. В течение нескольких лет методическая составляющая компьютерного тренинга должна существенно укрепиться.

### Список литературы

1. Дозорцев В.М. Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов. М.: Синтег. 2009.
2. Назин В.А. Автоматизированные системы обучения персонала технологических установок // Автоматизация в промышленности. 2006. № 6.
3. Лалу С., Носуленко В.Н., Самойленко Е.С. SUBCAM как инструмент психологического исследования // Экспериментальная психология. 2009. Т. 2. № 1.
4. Кулида Е.Л. Метод реализации тренировочных упражнений в компьютерном тренажерном комплексе // Проблемы управления. 2007. № 5.

Технология выводов Push-In® обеспечивает прямое переключение нагрузок до 16 А при напряжении 230 В переменного тока. Снижаются затраты на установку, так как при этом не требуется замыкатель нагрузки.

frostTHERM поступает в двух вариантах схем: с вариантом "контроля безопасной температуры", который имеет автоматический сброс температуры, тогда как вариант "ограничителя безопасной температуры" требует ручного сброса.

Доступны следующие варианты frostTHERM-Ats компании JUMO: когереры длиной 3000, 6000 и 12000 мм. Вариант с когерером длиной 12000 мм обеспечивает защиту крупных вентиляционных поперечных сечений с помощью всего лишь одного теплоизоляционного термостата.

Высокий класс защиты корпуса вплоть до IP65 обеспечивает наружное применение. Технология выводов Push-In® является запатентованной технологией соединения от Weidmüller Interface GmbH & Co. KG, Detmold.

[Http://www.jumo.ru](http://www.jumo.ru)

<sup>5</sup> Именно такие установки являются "тренажероёмкими"; более того — строительство и/или оснащение установок РСУ чаще всего и инициируют тренажерный проект.