

О ПРОБЛЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЯМИ ОПЕРАТОРОВ ТП В СВЕТЕ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

В.М. Дозорцев, В.А. Назин (АО «Хоневелл»),

Е.С. Баулин (ООО «Центр цифровых технологий» МФТИ)

Рассматривается место компьютерных тренажеров и автоматизированных систем обучения как средств оценивания практических компетенций операторов в системе профессиональных стандартов. Показывается принципиальное совпадение структуры трудовых функций в профессиональных стандартах и структуры упражнений в компьютерном тренинге операторов ТП. Описывается прототип АСУ компетенциями, построенной с учетом требований профессиональных стандартов.

Ключевые слова: профессиональные стандарты, практические компетенции операторов, средства оценки компетенций, компьютерные тренажеры, автоматизированные системы обучения, виртуальная и дополненная реальность, система управления компетенциями.

Введение

Всё усложняющиеся производственные процессы повышают требования к качеству работников, определяемому уровнем их образования и подготовки, приобретенными ими компетенциями¹, опытом, историей трудовой деятельности. Уровень компетенций в соотношении с профессиональными требованиями к работнику определяет его квалификацию. В развитых экономиках рынок труда быстро превращается в рынок квалификаций. Но этот процесс невозможен без развитых инструментов объективного измерения текущего уровня компетенций работников с целью выявления возможных негативных тенденций, выработки плана укрепления и дальнейшего развития компетенций.

В условиях существенного сокращения трудоспособного населения России и необходимости резкого повышения производительности труда в ведущих отраслях экономики проблема развития компетенций становится ключевой. Ее решение связывается с введением в действие системы профессиональных стандартов (ПС)², что предусмотрено ФЗ № 122 от 02.05.2015 г. и затрагивает ≥40% занятого населения страны (порядка 30 млн. чел.). Правила разработки стандартов (Постановление Правительства РФ от 22.01.2013) предполагают их использование для организации обучения и аттестации работников, разработки эффективных должностных инструкций³, присвоения тарифных разрядов и установления системы оплаты труда. Разрабатывать стандарты предлагается работодателям и их объединениям, профессиональным сообществам, некоммерческим организациям с участием образовательных учреждений. ПС могут иметь несколько уровней (национальный, отраслевой, корпоративный). В то же время с учетом темпов технологических

изменений ведущие корпорации начали формировать собственные стандарты, регламентирующие труд работников. Среди них ЛУКОЙЛ, Роснефть, Газпром, ОАК, РОСНАНО, Росатом, Базовый элемент.

ПС имеют модульную структуру и содержат отдельные элементы деятельности работника — трудовые функции. Каждая функция определяется набором необходимых для ее выполнения компетенций, среди которых выделяют *профессиональные* (связанные именно с профессиональной деятельностью), *надпрофессиональные* или *сквозные* (относящиеся, например, к охране труда и промышленной безопасности, профессиональным коммуникациям и пр.) и так называемые *ключевые*, связанные с индивидуальными когнитивными характеристиками работника [1]⁴. Последние, хоть и представляются чрезвычайно ценными в современных условиях труда, сложно развиваемы в формальных образовательных программах, оставаясь по преимуществу личностной задачей. Таким образом, ПС ориентированы на профессиональные и надпрофессиональные компетенции.

Компетенции разных типов могут аттестоваться различными оценочными средствами — тестовыми заданиями (с выбором ответа или с открытым ответом, на установление соответствия или последовательности), практическими кейсами, наблюдениями за исполнением функций, пр. Так, *знания* (как профессиональные, так и надпрофессиональные) вполне достоверно оцениваются тестами. В то же время *умения* в целом должны оцениваться с помощью практико-ориентированных инструментов, таких как профессиональные испытания, выполнение трудовых функций или действий в реальных и моделируемых условиях⁵ [2].

¹ Компетенция — способность работника самостоятельно применять комплекс знаний и умений в практической работе в соответствии с реальной сложностью выполняемых трудовых функций.

² Профессиональный стандарт — характеристика квалификации, необходимой для осуществления определенного вида профессиональной деятельности, в том числе выполнения определенной трудовой функции.

³ В существующих должностных инструкциях часто происходит подмена трудовой функции работника его обязанностями, что не позволяет четко определить необходимые квалификации и делает требования к работникам неизмеримыми.

⁴ В работе [2] в компетенциях выделяются когнитивный компонент, определяющий научно-теоретическую и практическую готовность к профессиональному труду; *деятельностный* компонент (сформированность практических умений на основе профессиональных знаний и навыков) и *личностный* компонент (мотивы и ценностные установки, проявляющиеся в профессиональной деятельности).

⁵ Отметим, что использование реального технологического оборудования или даже специально выделенных пилотных агрегатов при массовом оценивании соответствия работников требованиям ПС не представляется возможным с точки зрения затрат и техники безопасности.

При этом оцениваться может как сам трудовой процесс (когда значим временной фактор деятельности, а ее результат имеет отсроченный характер), так и результат труда, когда процесс получения продукта не важен или процедуру наблюдения за процессом трудно реализовать.

Упомянутые оценочные средства призваны определять соответствие сотрудника определенному уровню квалификации и спрогнозировать перспективы его профессионального развития. Основные требования к ним изложены в нормативных документах⁶. Оценочные средства позволяют аттестовать и по результатам аттестации подтвердить уровень квалификации работников, что стимулирует непрерывный процесс обучения профессионала в течение всей трудовой деятельности.

Анализ уже многолетней и непростой истории развития системы ПС [3, 4] не входит в цели настоящей статьи. Авторы принимают как данность, что во исполнение требований закона порядка 2 тыс. ПС будет разработано к исходу 2020 г. (большая их часть уже появилась) и их внедрению в практику управления персоналом нет альтернативы. По мере перевода проблемы в практическую область все важнее становится создание надежных оценочных средств различных компетенций. Основные сложности при этом связаны с оценкой практических (деятельностных, или процедуральных) компетенций, требующих особого подхода. К счастью, современные системы моделирования позволяют широко использовать для этих целей компьютерные тренажеры, системы автоматизированного обучения работников, системы виртуальной и дополненной реальности (VR/AR).

В настоящей работе обсуждаются продвинутые средства оценки практических компетенций оперативного персонала ТП, методика их применения к аттестации работников, возможности покрытия ими ключевых практических компетенций в разрезе ПС. Вначале дается обзор методов оценки работы обучаемого на компьютерных тренажерах. Затем на примере содержательной технологической ситуации выявляется и обосновывается принципиальное сходство структуры ПС и структуры тренировочного упражнения в тренажере и в других системах автоматизированного обучения. В завершении описывается прототип АСУ компетенциями персонала, учитывающей требования ПС.

Средства воспроизведения трудовой деятельности как инструмент оценки операторских компетенций

Компьютерные тренажеры для обучения операторов

Компьютерные тренажеры (КТ) уже более 30 лет широко используются как средство формирования и укрепления операторских навыков безопасного и эф-

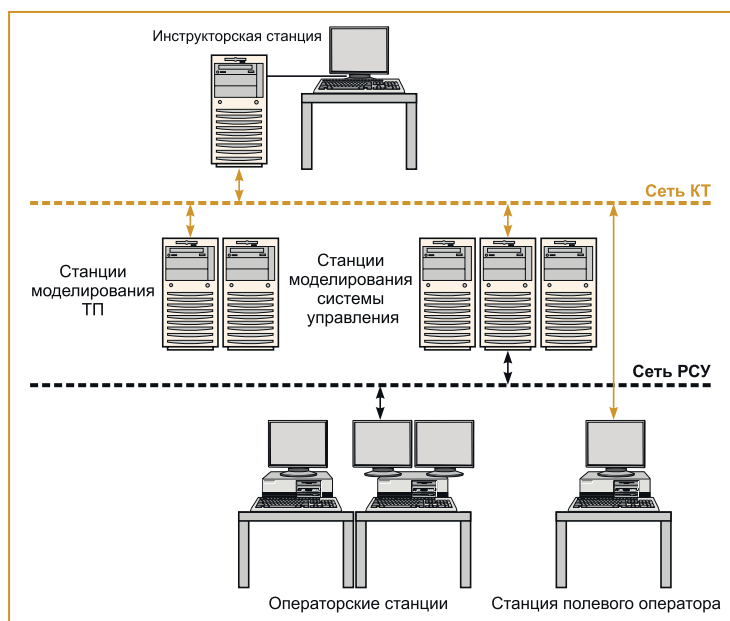


Рис. 1. Типовая архитектура компьютерного тренажера

фективного управления ТП. Для реализации этой своей ключевой функции тренажеры содержат в своем составе математическую модель ТП и эмулированную рабочую операторскую среду (как для консольного, так и для полевого персонала), рабочую станцию инструктора тренинга (рис. 1) [5, 6]. Математическая модель воспроизводит поведение объекта при произвольных вмешательствах операторов и инструктора обучения в ход ТП. В зависимости от целей тренинга модель может быть типовой, отражающей общие закономерности функционирования процессов и аппаратов (рис. 2), или специализированной, обеспечивающей высокий уровень подобию поведению конкретного ТП [7]. В свою очередь рабочая операторская среда может быть выполнена как имитация типовых АСУТП или как высокоточная эмуляция РСУ, управляющей реальным ТП (вплоть до использования реальной SCADA-системы и симуляторов контроллеров) [8, 9]. На рабочих станциях полевых операторов широко применяются интерфейсы на основе средств виртуальной и дополненной реальности, виртуальные туры на базе фото-панорамирования и прочие интерактивные интерфейсы [10, 11].

Ключевым требованием при построении КТ является обеспечение подобию деятельности оператора в тренажере его реальной производственной деятельности [5]. Указанное подобие понимается в инженерно-психологическом смысле: необходимая для управления ТП информация должна поступать, представляться и обрабатываться в ходе тренинга в том же составе, объеме, форме, последовательности и темпе, как на реальном объекте. Такое требование удовлетворяется как за счет точности моделирования физико-химических характеристик ТП, так и путем воспроизведения ключевых особенностей систем управления,

⁶ Положение о разработке оценочных средств для проведения независимой оценки квалификации // Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ № 601н от 01.11.2016. <https://img.rg.ru/pril/135/31/22/45047.pdf>.

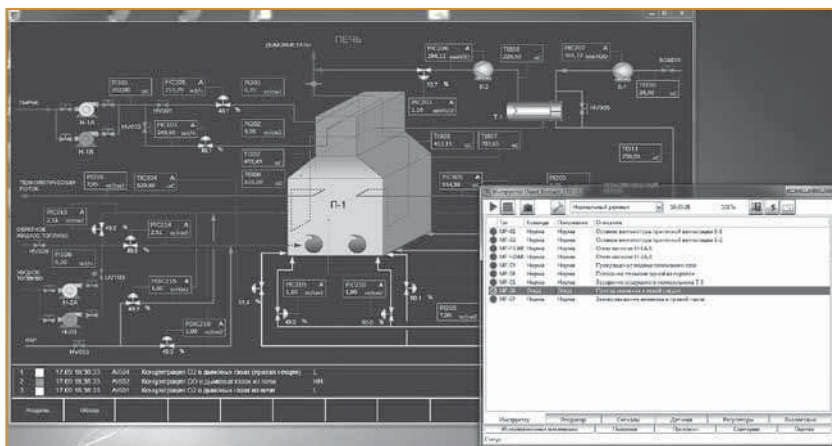


Рис. 2. Типовой тренажер печи-нагревателя на двойном топливе (интерфейс оператора и выбор тренировочных упражнений)

в том числе операторской среды полевого персонала, эмерсивными средствами⁷ (рис. 3). В этой связи важно, что современные инструменты VR/AR позволяют воссоздавать эти элементы «поля», в разной доле присутствующие в деятельности всех операторов, с точностью, необходимой как для формирования и надежного оценивания операторских навыков в КТ, так и для оценивания практических компетенций в ПС.

В лучших тренажерных практиках реализуется функция оценки работы оператора в форме отслежи-

вания и оценивания действий обучаемого при выполнении специальных тренировочных упражнений. Существуют разные формы упражнений [12–14].

1) Перевод технологических параметров ТП в требуемое состояние. Обучаемый должен добиться заданного значения параметра путем манипулирования нужными управляющими воздействиями. Возможна оценка по *точности достижения* требуемого значения, по *времени перехода*, по *близости переходного процесса* к заданной траектории (нахождение в «трубке»). Как правило, соответствующие тестовые функции встроены в тренажер, и инструктор просто выбирает управляемый параметр и форму оценки. Результаты оценивания появляются в автоматическом отчете по результатам тренинга.

2) Наиболее распространенная форма тренажерного упражнения — компенсация негативных последствий изменений/нарушений хода ТП, таких как отказы контрольно-измерительных устройств (искажение измерений, «залипание» датчиков, отказы клапанов в различных положениях, пр.), повреждения

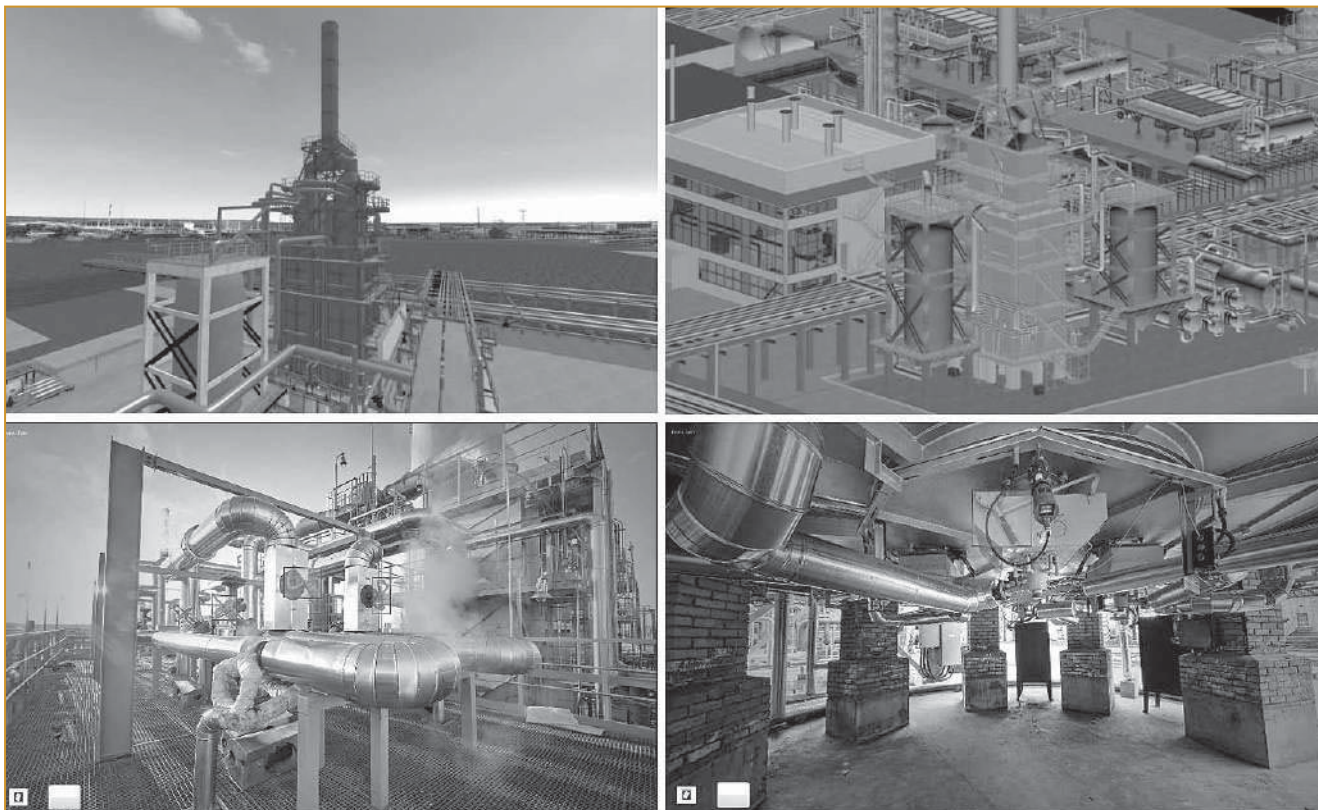


Рис. 3. Типовой тренажер печи-нагревателя на двойном топливе (интерфейс полевого оператора в среде виртуальной реальности – сверху, в среде виртуального тура - снизу)

⁷ Отметим, что по отдельности сформулированные выше точностные условия являются необходимыми, но не достаточными для достижения цели тренинга — высокоразвитого навыка управления ТП; необходимо именно достижение комплексного инженерно-психологического подобия.

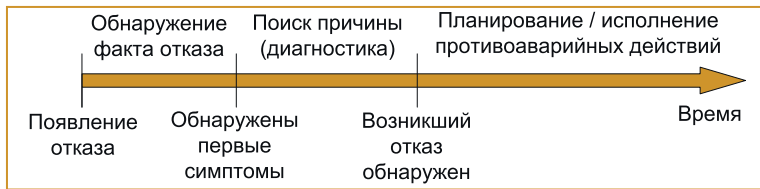


Рис. 4а. Состав операторских действий по компенсации последствий отказов

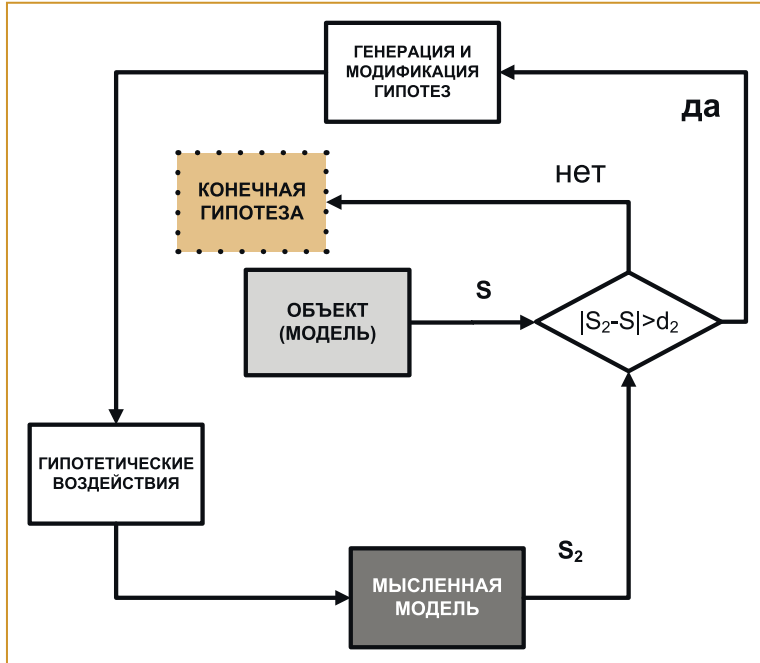


Рис. 4б. Когнитивная модель формирования навыка проверки гипотез

Таблица 1. Состав тренировочного упражнения на примере упражнения «Прогар змеевика печи»

Раздел упражнения	Содержание раздела на примере конкретного упражнения
Название (соответствует формулировке нарушения нормального хода ТП)	Прогар змеевика печи (левая секция)
Цель упражнения	Распознавание указного отказа по его последствиям и изучение правильных действий в такой ситуации
Описание ситуации (наблюдаемая симптоматика)	Установка функционирует в нормальном режиме, когда срабатывает сигнализация – высокая выходная температура нагреваемого потока. Признаки: 1. Давление нагреваемого потока сырья – левая секция (PIR-201A) уменьшится. 2. Температура нагреваемого потока на выходе из радиантной камеры – левая секция (TIRC-302A) увеличится. 3. Расход топливного газа (FIR-120) уменьшится. При достижении температуры нагреваемого потока 420°C или падении давления топливного газа на горелках (PIR-222A) ниже 0,1 кг/см ² сработает система ПАЗ, что приведет к закрытию отсекаелей UV-002 и UV-003. 4. Как следствие, температура нагреваемого потока сырья (TIR-301A,В и TIRC-302A,В) уменьшится. 5. Температура дымовых газов печи (TIR-303A,В и TIR-304) уменьшится. 6. Давление дымовых газов (PIRC-202) уменьшится и затем вернется в норму. 7. Концентрация кислорода в дымовых газах (AIRC-500A,В и AIR-501) резко увеличится и затем уменьшится.
Требуемые действия (принципиальный план компенсации нарушения)	Необходимо, чтобы поток через змеевики был прекращен как можно быстрее. При этом необходимо подать пар в змеевики для предотвращения дальнейших разрушений
Процедура (детальная последовательность необходимых действий, а при необходимости - отсылка к стандартным процедурам)	Когда оператор распознал поломку, он должен аварийно остановить установку. Если змеевик отремонтирован, и печь готова к работе, можно приступать к процедуре холодного старта (аварийный останов и холодный старт – специальные упражнения в КТ)

оборудования (протечки, засорение фильтров и поверхностей теплообменников, пр.), изменения внешних условий (свойства топлива и сырья, температура окружающей среды, внешнее давление, снижение активности/отравление катализатора, пр.). Эти изменения выбираются и инициализируются инструктором; соответствующие последствия воспроизводятся имитационной тренажерной моделью и представляются оператору. Его задача — компенсировать негативные последствия путем выбора соответствующих управляющих воздействий. В соответствии с моделью операторской деятельности [5] реализовать эту задачу (как и в реальной работе) оператор может, пройдя по цепочке необходимых действий: обнаружение отклонения, диагностирование его причин, планирование и реализация компенсирующих действий (рис. 4а).

Пример когнитивной модели формирования операторских навыков приведен на рис. 4б. Так, навык проверки гипотез о причинах отказа (часть диагностики нарушений хода ТП) включает генерацию возможных гипотез отказа, сличение предполагаемых результатов его проявления (S₂) с симптомами отказа (S), полученными на реальном объекте или на его тренажерной модели, и модификацию гипотезы до тех пор, пока рассогласование симптомов остается достаточно существенным.

Форма и состав инструкции по описанным тренажерным упражнениям соответствуют модели формирования операторских навыков и содержат следующие разделы (на примере упражнения «Прогар змеевика печи»), табл. 1.

Оценка исполнения оператором требуемых в упражнении действий возможна в нескольких формах:

- по конечному результату (точность достижения желаемого состояния), в том числе при необходимости с учетом качества продуктов и экономической эффективности процесса;

- дополнительно к этому с отслеживанием ключевых действий, предпринятых оператором (выполнение/пропуск критически необходимых, добавление необязательных);

- дополнительно к этому отслеживание выполнения задаваемых условий в промежуточных точках переходного процесса (по состоянию арматуры и значениям ключевых технологических параметров), вплоть до невозможности продолжить упражнение при несоблюдении условий в промежуточных точках [12].

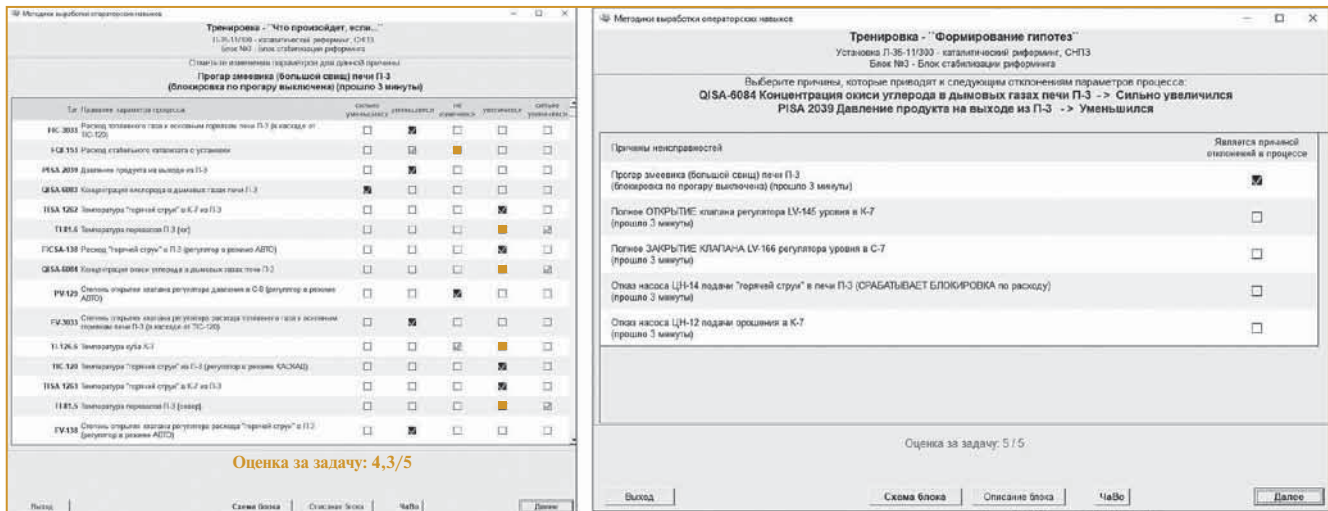


Рис. 5. АСО для печи-нагревателя на примере упражнения «Прогар змеевика» (методики «Что произойдет, если?» и «Проверка гипотез»)

3) Специальный случай тренажерного упражнения — отработка стандартных технологических процедур в соответствии с заданной схемой действий (шаблоном). Оценка в этом случае строится на отклонении предпринимаемых обучаемым действий от заданных. Также учитывается и состояние объекта в промежуточных и конечной точках переходного процесса, поскольку в динамических системах такой сложности одно лишь (пусть и скрупулезное) выполнение предписанных действий не гарантирует требуемого результата (перевода технологического объекта в желаемое состояние). Автоматическая оценка действий оператора по заданному шаблону — одна из сложнейших проблем построения КТ, но в том или ином виде она все более востребована и распространена в практике обучения операторов, поскольку в наиболее полном виде характеризует сложные практические компетенции оператора. Это обстоятельство особенно важно в свете проблемы ПС.

Автоматизированные системы обучения операторов

Все шире используются в тренинге и автоматизированные системы обучения (АСО) на основе баз знаний функционирования реального ТП, экспертных оценок работы процессов и пр. Не требуя высоких затрат на точное моделирование технологии, указанные системы показывают высокую эффективность при выработке базовых навыков управления (обнаружение отклонений от нормы, изучение причинно-следственных связей ТП, диагностика причин нарушений, планирование компенсирующих действий, тренинг работы по плану локализации аварийных ситуаций) [15].

Так, лежащие в основе большинства трудовых функций навыка прогнозирования последствий воздействий на ТП, проверки гипотез о причинах нарушения хода ТП и в целом навык диагностики могут быть эффективно выработаны с помощью компьютерных версий известных методик «Что произойдет, если?» и «Проверка гипотез» (рис. 5).

В методиках «Что произойдет, если?» и «Проверка гипотез» обучаемый оператор оценивает соответственно:

- как меняются значения параметров процесса (симптомы) при различных воздействиях (причинах) в качественной шкале «сильно уменьшилось», «уменьшилось», «не изменилось», «увеличилось», «сильно увеличилось»;
- какие причины могут вызвать наступление предъявляемых симптомов.

Решая указанные задачи, оператор действует согласно соответствующим разделам общей модели формирования операторских навыков [5] (рис. 4б).

Особую роль играет тренинг умения эффективного поиска причины неисправности, реализуемый в отдельной методике «Диагност». С когнитивной точки зрения это умение базируется на навыках прогнозирования и формирования гипотез, а также владении эффективными стратегиями поиска, на выработку которых и делается методический упор в АСО «Диагност».

Упражнения в АСО генерируются с элементами рандомизации на основе полной базы причинно-следственных связей объекта. В отличие от КТ оценка в АСО легко настраивается в связи с простой структурой упражнений [15] (на рис. 5 видно, как в АСО помечаются правильные и неправильные ответы).

В какой мере представленные инструменты оценки действий операторов в КТ и АСО применимы к исследуемой в работе оценке практических компетенций оперативного персонала?

Сопоставление структуры ПС и структуры тренировочных упражнений в КТ и АСО

Рассмотрим фрагмент ПС оператора технологических установок нефтегазовой отрасли (регистрационный номер 487), включающий две обобщенные трудовые функции.

А). Обслуживание и обеспечение работы технологического оборудования на установках по переработке нефти, нефтепродуктов.

Таблица 2. Трудовая функция «Выявление и устранение отклонений ТП от заданного режима»

Элементы трудовой функции	Содержание трудовой функции
1. Трудовые действия	1.1 Ведение технологического режима в соответствии с нормами технологического регламента, по показаниям КИП и результатам анализов. 1.2 Контроль показаний КИП, исправности обслуживаемого оборудования. 1.3 Ведение записи в режимных листах 1.4 Осуществление пуска и остановки оборудования.
2. Необходимые знания	2.1 Технологическая схема обслуживаемой установки (участка), технологический регламент. 2.2 Устройство технологического оборудования. 2.3 Назначение, устройство, принцип действия и правила эксплуатации обслуживаемого оборудования, КИПиА. 2.4 Факторы, влияющие на ход ТП и качество продукции. 2.5 Современные безопасные методы и приемы обслуживания и нормальной эксплуатации оборудования. 2.6 Инструкции и правила промышленной безопасности, требования охраны труда и пожаробезопасности.
3. Необходимые умения	3.1 Обслуживать и эксплуатировать оборудование. 3.2 Пользоваться производственно-технологической и нормативной документацией. 3.3 Переходить (переключать регуляторы) с ручного на автоматический режим управления ТП и наоборот. 3.4 Выявлять неисправности или отклонения от нормы в работе оборудования, причины этих неисправностей, способы их предупреждения и устранения.

В). Обеспечение режимов ТП на установках по переработке нефти, нефтепродуктов.

Для четвертого уровня квалификации обобщенная трудовая функция В состоит из следующих трудовых функций:

- ведение ТП и контроль исправного состояния рабочего и резервного оборудования на технологических установках;
- регулирование производительности блока (отделения) установки;
- выявление и устранение отклонений ТП от заданного режима;
- контроль выхода и качества продукции, расхода реагентов и энергоресурсов и качества поступающего сырья;
- контроль исправности и работоспособности АСУТП, приборов контроля и автоматики;
- остановка и пуск единичного оборудования, блока (отделения) установки и установки в целом;
- контроль работ повышенной опасности, выполняемых персоналом организации и работниками подрядных организаций.

Трудовая функция выявления и устранения отклонений (В/03.4) — показательный пример процедуральной (деятельностной) компетенции, оцениваемой с помощью КТ и АСО. При этом навыки выявления и распознавания причин отклонений эффективно оцениваются в методиках АСО, а навык устранения отклонений (на основе двух предыдущих навыков) — в тренировочных упражнениях на КТ.

Рассмотрим трудовую функцию В/03.4 подробнее (табл. 2) применительно к упражнению «Прогар змеевика в печи».

Трудовые действия 1.1 и 1.2 (ведение режима и контроль показаний и исправности) — основа практической деятельности оператора, вполне выявляемая

в упражнениях на КТ. Действие 1.3 может быть оценено декларативно, а под важнейшее действие 1.4 (пуск и останов оборудования) существуют специальные тренажерные упражнения, относящиеся к числу обязательных при подготовке операторов. В разделе 2 (необходимые знания) пп. 2.1–2.3, 2.5 и 2.6 (технологические схемы и регламент, устройство оборудования, правила эксплуатации, методы обслуживания/эксплуатации, инструкции и правила промышленной безопасности) — показательный пример декларативных знаний. А вот раздел 2.4 (факторы, влияющие на ход процесса) тесно связан с причинно-следственной структурой технологического объекта и хорошо оценивается с помощью АСО [15]. В разделе 3 (умения) пп. 3.1, 3.3. и 3.4 эффективно проверяются на КТ.

Ключевое умение 3.4 (выявление неисправностей/отклонений, определение вызвавших их причин, предупреждение и устранение их последствий) вообще невозможно полноценно оценить без воссоздания практической деятельности на КТ. (Оценку этих умений на реальном или пилотном объекте невозможно обосновать экономически.) В частном упражнении «Прогар змеевика печи» (табл. 1) можно на высоком уровне подобия реальной ситуации оценить умение оператора определять причину отклонения и в соответствии с регламентом компенсировать негативные последствия нарушения. В части выявления причин нарушения по наблюдаемым симптомам крайне полезны тренировки и экзамены на АСО. Указанные системы помимо методик «Что произойдет, если?» и «Проверка гипотез» содержат специальный модуль «Диагност», позволяющий оценить умение оператора диагностировать единственную (из широкого ряда предлагаемых) верную причину нарушения на основе расширяющейся по запросу экзаменуемого выборке симптомов [15].

Часто практические операторские умения предполагают исполнение функций полевого оператора, реализуемых непосредственно на технологической площадке. Их оценка предполагает использование воссозданной среды управления подобной реальной. В КТ это реализуется в специальном интерфейсе полевого оператора средствами VR/AR или путем фотопанорамирования [10, 11].

Разумеется, частное упражнение оценивает лишь отдельную реализацию трудовых действий и, следовательно, трудовых функций. Вопрос построения комплекса упражнений и экзаменов, достаточно полно покрывающих требуемые стандартом трудовые функции, чрезвычайно важен с методической точки зрения. Впрочем, оценка компетенций по ПС в этом смысле не отличается от любого другого экзамена. Экзаменационный билет, содержащий несколько вопросов, по возможности, из разных разделов предметной области, — это всегда лотерея. Все проверить невозможно: элемент экзаменационного везения будет сохраняться всегда.

Важная методическая задача — определить «объем» билета, то есть понять, сколько упражнений должно предлагаться и сколько должно быть успешно выпол-

нено экзаменуемым, чтобы считать экзамен (оценку компетенций) пройденной. При этом подбираемые упражнения должны быть представительными (отражать проверяемые с их помощью компетенции), обладать достаточной общностью (быть применимыми к работе больших групп операторов) и вариабельными (содержать изменяемые начальные условия, чтобы исключить привыкание операторов).

Резюмируя результаты данного раздела, подчеркнем принципиальное сходство структуры ПС и тренировочных упражнений в КТ. Стандарты накладывают требования к выполнению трудовых действий/функций/обобщенных функций на основе операторских компетенций и определяющих их умений. В КТ необходимо выполнять тренировочные действия на основе тех же компетенций, то есть умений, состоящих из знаний и навыков. Суть этих феноменов едина и соответствует общей модели операторской деятельности. Таким образом, проверяя действия операторов на КТ (при условии высокой степени подобия тренажера реальному объекту), мы проверяем уровень их компетенций, требуемый стандартами.

О прототипе АСУ компетенциями персонала

Оценка компетенций оператора — требование законодательства в рамках перехода на ПС. В идеале, не продемонстрировав необходимого сочетания знаний, навыков и умений, оператор не может быть допущен к управлению установкой. Но не менее важной представляется задача формирования, а шире — управления компетенциями.

Как и в любой задаче управления, для управления компетенциями работников необходима модель, включающая роли, обязанности и соответствующие им компетенции. На этапе обучения такая модель может быть использована для разработки учебных планов подготовки операторов к определенной роли. Технически описываемая модель реализуется в так называемой библиотеке компетенций. Ее прототип содержит базовую конфигурацию (порядка 30 компетенций) и может быть при необходимости изменен пользователем. Фрагмент библиотеки компетенций приведен в табл. 3. Каждая компетенция состоит из нескольких базовых умений, имеющих несколько уровней — от новичка (ознакомлен с трудовой функ-

цией) до мастера (может проактивно изменять процедуру управления с целью более эффективной работы).

Структура модели (выделение компетенций, базовых умений и их уровней) определяется в ходе анализа трудовых функций с учетом особенностей конкретного производства и сложившихся у работодателя политик. В то же время сама разработка модели компетенций — хороший повод критически осмыслить и усовершенствовать организацию труда на предприятии. Одной из основ такого критического пересмотра, безусловно, должны стать ПС.

Когда модель создана, необходимо построить механизм оценки умений, определяющих уровень компетенций. По сути это задача сводится к привязке всей доступной оценочной информации об активности оператора к соответствующим элементам модели компетенций (базовым умениям). Прежде всего, здесь имеются в виду объективные оценки, получаемые оператором в разнообразных тренингах и курсах подготовки. В той же мере это относится к любым тестам, пройденным курсам переподготовки, формальным поощрениям и санкциям, оценкам, даваемым руководителями. Таким образом, в систему управления компетенциями вовлекаются как профессиональные, так и надпрофессиональные, и ключевые (мягкие) компетенции [1].

Указанная привязка должна проходить с заранее определенными весами: результат каждого релевантного данному умению тренажерного упражнения или упражнения в АСО должен вносить свой вклад в общую оценку указанного умения. Более того, текущее значение совокупной оценки каждого базового умения определяет (также по заданному правилу) один из четырех уровней мастерства.

Сконфигурированная по этим принципам система позволяет отслеживать прогресс конкретных операторов по требуемым компетенциям, распознавать негативные тенденции и определять необходимые шаги для ускорения роста компетенций (за счет упражнений определенного типа, курсов повышения квалификации и т. п.). Если предприятие готово строить модель компетенций на основе профессиональных стандартов (федеральных, отраслевых, корпоративных), описанная система может служить и для формальной оценки компетенций в рамках аттестации по ПС.

Таблица 3. Пример библиотеки компетенций

Компетенции	Базовые умения	Уровни умений
Компетенция 1: управление сигнализациями	Базовое умение 1: Умеет объяснить, как работает сигнализация, умеет ее использовать	Уровень “ОЗНАКОМЛЕН”: оператор осведомлен о наличии инструментов управления сигнализациями и принципах их работы
		Уровень “ОБЛАДАЕТ ЗНАНИЯМИ”: оператор понимает устройство и умеет пользоваться инструментами управления сигнализациями
		Уровень “ОБЛАДАЕТ НАВЫКАМИ”: оператор умеет следить за сигнализациями и распознавать возможные отклонения в ходе ТП
		Уровень “МАСТЕР”: оператор проактивно предлагает улучшения в системе управления сигнализациями
Компетенция 2: умение управлять установкой с помощью системы управления	Базовое умение 1: умеет объяснить принципы управления установкой, знает контуры регулирования Базовое умение 2: умеет объяснить физико-химические принципы работы установки Базовое умение 3: умеет управлять оборудованием, знает процедуры пуска и остановки	4 уровня умений

Каждый служащий стремится достичь своего уровня компетенции, а вся полезная работа совершается теми, кто ещё не достиг этого уровня.

Лоренс Питер

Отметим дополнительные полезные функции системы: мониторинг профайлов компетенции оперативного персонала; единое окно оценивания работников; создание отчетности по развитию персонала (как по отдельным работникам, так и по их различным группам).

Заключение

Настоящая работа преследует две цели. Первая — обосновать использование КТ и АСО как оценочных средств текущего уровня практических компетенций операторов. Эта возможность определяется как принципиальной схожестью структуры трудовых функций в ПС и структуры действий обучаемого в КТ, так и высоким уровнем подобия тренинга реальной работе операторов.

Другая цель — дать краткое введение в АСУ, позволяющую отслеживать и оценивать компетенции оперативного персонала и на основе полученных оценок принимать обоснованные решения по укреплению существующих и развитию новых компетенций. Прототипы таких систем известны в зарубежной практике; некоторые элементы сходной функциональности реализованы в корпоративных системах управления персоналом крупных отечественных компаний. Очевидно, что прямой перенос западных аналогов в российские условия не будет продуктивен — слишком велики особенности отечественного производства. В то же время наработанные решения могут пригодиться для качественного улучшения управления компетенциями. Представляется, что выходом может стать пилотный проект с глубоким участием потенциального заказчика — носителя корпоративных представлений о целях и практиках развития компетенций. Обладая необходимой экспертизой и принадлежа к смешанной команде специалистов мирового лидера в области автоматизации и цифровизации управления производством и ведущего российского университета, авторы готовы принять участие в таком знаковом пилотном проекте, надеются на реакцию практиков и рассчитывают оправдать их ожидания в потенциальной совместной работе.

Список литературы

1. Федотова В.В. и др. Профессиональные стандарты в России: современное состояние вопроса, возможно-

сти применения. Под общ. ред. В.В. Федотовой. Екатеринбург, УрФУ, 2013. 51 с.

2. Данилова Н.В. и др. Алгоритм и принципы внедрения профессиональных стандартов в систему управления персоналом организации. Екатеринбург: УрФУ, 2016. 76 с.
3. Спивак В.А. Профессиональные стандарты: новая реальность на рынке труда, проблемы и перспективы // Российское предпринимательство. 2017. Т. 18. № 1. С. 67-76.
4. Сочнева Е.Н., Аргасанов Ю.О. Некоторые проблемы внедрения профессиональных стандартов в деятельность предприятий (организаций) // Экономика труда. 2018. Т. 5. № 3. С. 860-868.
5. Дозорцев В.М. Компьютерные тренажеры для обучения операторов ТП. М. Синтег. 2009. 372 с.
6. Дозорцев В.М. Современные компьютерные тренажеры для обучения операторов ТП: состояние и направления ближайшего развития // Автоматизация в промышленности. 2007. № 7. С. 30-36.
7. Дозорцев В.М., Крейдлин Е.Ю. Современные автоматизированные системы моделирования ТП // Автоматизация в промышленности. 2009. № 6. С. 11-16.
8. Дозорцев В.М. Мировой рынок компьютерных тренажеров для обучения операторов: тенденции, вызовы, прогнозы // Автоматизация в промышленности. 2016. № 2. С. 35-38.
9. Погорелов В.П., Баулин Е.С., Фролов А.И., Локшин А.В., Новичков А.Ю. О проблеме эмуляции среды управления в компьютерных тренажерных комплексах для обучения операторов технологических процессов // Автоматизация в промышленности. 2019. № 4. С. 41-46.
10. Новичков А.Ю., Фролов А.И., Погорелов В.П., Дозорцев В.М. Интерфейс полевого оператора в компьютерном тренажере: 3D погружение или 2D панорама? // II междунар. научно-практическая конф. «Человеческий фактор в сложных технических системах и средах» (Эрго-2016). С.-Петербург. 2016. 268-276.
11. Nazir S. et al. Can Immersive Virtual Environments Make the Difference in Training Industrial Operators? // In D. de Waard et al. (Eds.). 2014. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter 2013 Annual Conference. ISSN 2333-4959. URL: <http://www.hfes-europe.org/wp-content/uploads/2014/06/Nazir.pdf>.
12. Кулида Е.Л. Метод реализации тренировочных упражнений в компьютерном тренажерном комплексе // Проблемы управления. 2007. № 5. С. 65-68.
13. Dozortsev V.M. Methods for Computer-based Operator Training as a Key Element of Training systems (present-day trends) // Automation and Remote Control. 2013. Т. 74. № 7. С. 1191-1200.
14. Папилина Т.М., Барашкин Р.Л., Василюк Н.С. Система автоматической оценки действий обучаемых в компьютерных тренажерных комплексах // Тр. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 2019. № 3 (296). С. 150-164.
15. Назин В.А. Автоматизированные системы обучения персонала технологических установок // Автоматизация в промышленности. 2006. № 6. С. 10-14.

Дозорцев Виктор Михайлович — д-р техн. наук, директор по стратегии и развитию бизнеса высокотехнологичных решений,

*Назин Владимир Александрович — вед. инженер АО «Хоневелл»,
Баулин Евгений Сергеевич — канд. техн. наук, генеральный директор*

ООО «Центр цифровых технологий» МФТИ.

Контактный телефон +7 (495) 761-02-09.