



ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА КОМПЬЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В.М. Дозорцев (Корпорация "Хоневелл"), Э.Л. Ицкович (ИПУ РАН)

Рассматривается задача разработки технических требований на компьютерный тренажер для обучения, тренинга и сертификации операторов технологических процессов. Описывается способ организации и проведения конкурса по выбору компьютерного тренажера для конкретного предприятия.

Ключевые слова: компьютерные тренажеры, тренинг, технические требования, детальная функциональная спецификация, конкурс.

Введение

Компьютерные тренажеры (КТ) для обучения операторов ТП доказали свою эффективность как средство формирования, закрепления и проверки навыков управления ТП в нормальных, нештатных и аварийных ситуациях. Более того, применение КТ все более актуально, на что есть объективные причины. Современное производство усложняется и дорожает, разумеется, увеличиваются и риски, связанные с некачественным управлением ТП¹. В той же мере (если не в большей) усложняются системы управления ТП, а, как почти 30 лет назад прозорливо отмечала английская исследовательница Л. Бэйнбридж, ирония автоматизации состоит именно в том, что, чем сложнее и совершеннее система управления, тем труднее задача использующего ее оператора [1]. В жестких рыночных условиях это превращает уровень подготовки операторов в ключевой фактор конкурентоспособности предприятия. Неудивительно в этой связи, что мировой тренажерный рынок растет с впечатляющей скоростью. Годовой объем тренажеростроения только в отраслях химико-технологического типа (химия, нефтехимия, нефтепереработка, алюминиевая, целлюлозно-бумажная и фармацевтическая промышленность) в 2008 г. достиг 400 млн. долл. США, а к 2014 г. прогнозируется в 750 млн. долл. США со среднегодовым ростом в 11,8% [2].

Еще отчетливее этот бум ощущается в России, и не только как следствие экономического роста, наблюдавшегося до середины 2008 г. Среди причин необходимо, прежде всего, указать на практически разрушившуюся систему профессиональной подготовки операторов, что делает КТ, возможно, единственным действенным инструментом формирования операторских навыков. Здесь также и удручающая статистика аварий на предприятиях, произошедших из-за "человеческого фактора"; и весьма емкий рынок КТ, на котором присутствует

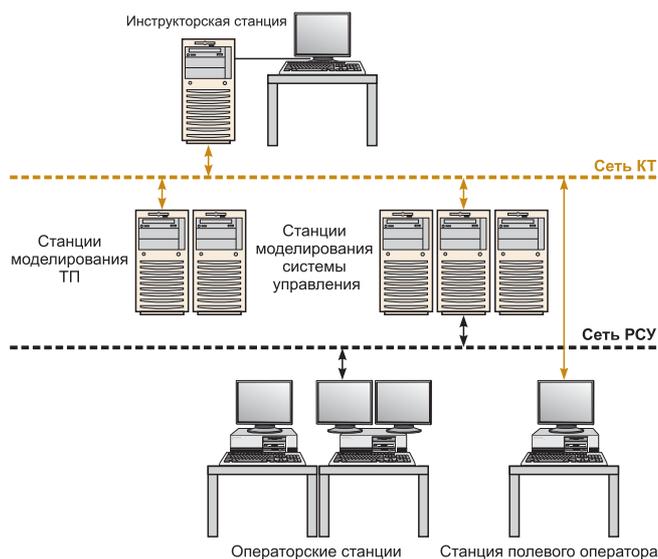
огромная доля еще незатронутых компьютерным тренингом потенциальных ниш; и жесткие нормативные требования к использованию КТ [3].

Все чаще тренажерные проекты разрабатываются под вновь строящиеся технологические установки и/или вновь вводимые микропроцессорные системы управления. При этом современная практика приобретения КТ путем их выбора по результатам конкурса (тендера) позволяет заказчику отобрать тренажерный проект, наиболее удовлетворяющий его конкретным потребностям, но при наличии у него точных технических требований к проекту и при условии правильного проведения конкурса. Однако предметная область КТ настолько разнообразна, сложна и отлична от других систем автоматизации, что наработанного и широко воспроизводимого опыта проведения соответствующих конкурсных процедур в РФ пока нет. Неудивительно, что организаторам конкурсов по КТ трудно: нет принятых подходов ни к определению функциональности тренажеров, ни к реализации тренажерного проекта, ни к оценке качества готовых систем.

В проводимых конкурсах частую участь получают весьма разные потенциальные поставщики — по опыту, имеющемуся ресурсу, применяемым средствам разработки и, как следствие, по свойствам предлагаемого продукта. Если добавить к этому, что запрашиваемые поставщиками цены могут различаться в разы, конкурсы часто напоминают выбор между мотоциклом и автомобилем². Задача настоящей статьи — проанализировать создавшуюся ситуацию, высветить "болевые" точки и наметить пути рационального выбора компьютерных тренажеров. В ней использован многолетний опыт одного из авторов в организации конкурсов по средствам и системам промышленной автоматизации [4] и не меньший опыт другого автора в разработке тренажерных систем на многих технологических площадках в России и за рубежом [5].

¹ По имеющимся оценкам, каждая тонна перерабатываемой нефти в сегодняшних ценах чревата 50 центами потерь только вследствие аварийности из-за ненадлежащего операторского управления ТП (то есть без учета снижения качества продукции). Для "среднего" нефтеперерабатывающего завода (например, Московский НПЗ) это равносильно 5 млн. долл. США в год [1].

² В этом сравнении важно не то, что автомобиль обязательно лучше мотоцикла, а то, что в рамках четко заданных требований такой выбор не имеет смысла.



Принципиальная схема
компьютерного тренажерного центра

Варианты компьютерных тренажерных проектов

КТ и по своей структуре, и по основному назначению (имитация работы технологического объекта для тренинга оператора, являющегося элементом человеко-машинной системы управления ТП) относятся к системам промышленной автоматизации. Однако необходимо отметить определенную специфику КТ, отличающую их от этих систем. Кратко охарактеризуем эту специфику (за деталями читатель отсылается к работе [5]).

В техническом составе тренажерного комплекса присутствуют три основных функциональные компонента тренинга: модель технической системы (включая модель ТП и модель системы управления), информационная модель (операторский интерфейс) и модель обучения (интерфейс инструктора). Модели ТП и системы управления (СУ) реализуются на соответствующих моделирующих станциях, операторские интерфейсы — на рабочих станциях оператора, а инструкторский интерфейс — на рабочей станции инструктора (рисунк). Для имитации средств управления "по месту" в состав проекта может входить рабочая станция полевого оператора.

Такая "синтетичность" компьютерных тренажеров (а они включают самые разнообразные технологические, функциональные и методические компоненты — от высокоточных имитационных моделей установок до педагогической базы тренинга, учитывающей психологические основы формирования и закрепления операторских навыков) определяет основную трудность выбора правильного тренажерного проекта для конкретных условий.

Следует также отметить особенности компьютерного тренажера, определяемые целью его использования, объемом и точностью моделируемых в нем

³ Этот же тип КТ может использоваться на предприятии при так называемой "горизонтальной ротации" кадров, когда опытные операторы переводятся на установки с принципиально другой технологией (например, с первичной переработки нефти на каталитические процессы).

ТП, способами имитации СУ. Можно говорить о двух принципиально разных типах КТ — типовых и специализированных. В первом случае основная цель тренажерного проекта — обучить вновь принимаемых работников принципам работы ТП³, во втором — подготовить операторов высоких разрядов к работе в специфических нештатных и аварийных ситуациях. Различие в требованиях к КТ разного типа затрагивает, прежде всего, первые два элемента вышеописанной структуры тренажера (модель ТП и информационную модель), в то время как требования к модели обучения, в целом, совпадают. Подчеркнем, что методики обучения принципиально одинаковы для КТ всех типов, поскольку отражают существо общей задачи формирования и закрепления навыков управления динамическими ТП.

Для типового КТ достаточно наличия стандартной тренажерной модели, описывающей работу процесса в типовых режимах и при типовых нарушениях; специализированные КТ снабжаются моделями, обеспечивающими высокую точность статических состояний и динамических реакций объекта. Разница в стоимости стандартной и специализированной моделей — в разы.

Операторский интерфейс в типовом КТ, как правило, не требуется "привязывать" к конкретному типу СУ, и можно использовать в тренажере недорогую типовую модель СУ. Напротив, для специализированного КТ необходимо обеспечить высокий уровень совпадения с реальной операторской средой управления. При этом можно ограничиться эмуляцией функциональности конкретной СУ, а можно использовать реальную конфигурацию систем управления и противоаварийной защиты. Второй вариант дороже за счет необходимости использовать дополнительное техническое и программное обеспечение, но зато дает возможность легко подстраивать тренажер под изменения, происходящие в реальной СУ. Возможны и многообразные "промежуточные" решения, различные по стоимости и достигаемому уровню подобия с реальной средой управления.

В статье рассматривается случай выбора специализированного тренажера для подготовки операторов высоких разрядов к работе в специфических нештатных и аварийных ситуациях. Для случая типового КТ технические условия легко модифицируются за счет соответствующего ослабления требований к тренажерной модели и СУ, в то время как требования к организации и проведению конкурса остаются неизменными.

Технические требования на компьютерный тренажер

Первым этапом работы по выбору КТ является создание конкурсной документации для организации и проведения конкурса. Ее качество полностью определяет результат конкурса. Конкурсная документа-

ция состоит из трех самостоятельных частей, две из которых по составу не зависят от темы конкурса:

- общая часть, состоящая из исходных данных о проводимом конкурсе, проекта договора для победителя конкурса, перечня требуемых от участника конкурса финансовых и юридических документов;

- коммерческая часть, состоящая из запросов и требований по общей стоимости тренажерного проекта; по разбивке ее на отдельные программные и технические разделы, работы и услуги; по размерам и срокам аванса и отдельных платежей.

Третья, техническая часть конкурсной документации является специфической, поскольку определяет конкретные характеристики и условия работы КТ. Следует остановиться на способах формулирования этих характеристик и условий.

Все перечисляемые в технической части конкурсной документации характеристики должны формулироваться в виде либо обязательных требований (невыполнение которых ведет к безусловному отклонению конкурсной заявки), либо рекомендательных требований (последние могут в свою очередь подразделяться на весьма желательные, желательные и возможные), либо запросов по отдельным характеристикам предлагаемой продукции и условиям выполнения работ и услуг.

Комплект требований должен быть полным: содержать все необходимые для составления конкурсной заявки указания. Если, например, в них упущены требования к некоторым функциям КТ, будет достаточно трудно обосновать выбор в конкурсе разработчика, предлагающего более полную функциональность проекта при его более высокой стоимости, либо (если "усеченный" функциональный вариант будет у всех соискателей) настоять на полной функциональности тренажера на стадии заключения договора с победителем конкурса и утверждения детальной функциональной спецификации.

Каждое требование должно быть конкретным (не иметь положений, на которые нельзя точно ответить) и однозначно понимаемым участниками конкурса. Не подходят формулировки типа "математические модели должны быть максимально приближены к реальному процессу". Где мера такого приближения? Мировой опыт предполагает 2...5% точности для критически важных параметров в статических режимах; можно встретить и указания на 10% — в динамических режимах. Заметим, однако, что и это недостаточно четко: следует определить перечень критически важных параметров (например, регулируемые материальные потоки, температуры, уровни, давления), указать от какого диапазона отсчитывается точность (от шкалы измерения, от допустимых технологических границ и пр.), описать, как фиксируется точность в динамических режимах (часто говорят, например, о принадлежно-

сти к "трубке" вокруг номинальной переходной траектории)⁴.

Предварять требования должны основные, необходимые для составления конкурсной заявки сведения о моделируемых в КТ технологических процессах и их СУ. Эти сведения, совместно с нижеперечисленными требованиями, должны дать возможность участникам конкурса однозначно определить объем работ по моделированию. Обычно бывает достаточно раздела технологического регламента, содержащего перечень и краткую характеристику моделируемых ТП и оборудования, а также кратких описаний СУ и ПАЗ (производители СУ и ПАЗ, релизы систем, их конфигурация, реализуемые функции).

Ниже приведен перечень возможных разделов требований и дано их примерное содержание.

Требования к составу моделируемых ТП, реализуемых в них режимов и нештатных ситуаций

Основная доля затрат разработчика при создании КТ — построение и настройка тренажерной модели, поэтому границы моделирования установки должны быть представлены достаточно ясно. Обычно для этого достаточно перечислить технологические блоки, подлежащие моделированию. Но возможно также и дать перечень технологического оборудования, которое должно быть представлено в тренажере. Часто при наличии в ТП нескольких параллельных технологических ниток можно ограничиться одной, обозначив остальные как граничные условия моделирования. Иногда, однако, требуется детально моделировать все нитки. В любом случае, окончательный состав тренажерной модели будет определен позже, на стадии разработки детальной функциональной спецификации (ДФС).

Требования к точности моделирования отдельных стационарных и динамических режимов и различных нештатных ситуаций

В дополнении к указанным в начале данного раздела точностным соображениям отметим следующее. В статике близость модели к реальным режимам, действительно, может быть задана относительно известных нормальных значений технологических параметров (эти значения либо определены в технологическом регламенте, либо берутся из опыта управления установкой). В динамике же приходится прибегать к экспертным оценкам специалистов, особенно при формулировании требований к поведению моделируемого объекта в неуставившихся на практике нештатных и аварийных ситуациях.

С нашей точки зрения, о задании точностной трубки относительно "номинальной" траектории говорить приходится очень редко, поскольку такие траектории определены только для ничтожно малого числа возможных динамических переходов. Получить эти траектории из реального опыта управления ТП также невозможно, как из-за их огромного числа,

⁴ Заметим, что проблемы определения точности модели очень непросты, и излишняя детализация точностных требований на стадии конкурса может быть непродуктивной.

так и вследствие их принципиальной невоспроизводимости на практике⁵. В этой ситуации остается единственный выход – опереться на представления экспертов (опытных операторов, технологов) о том, какими должны быть динамические реакции моделируемого ТП на различные изменения внутренних и внешних переменных процесса.

Представляется, что в динамическом случае речь должна идти, скорее не о точности, а о правильности (разумности) реакций ТП, поскольку именно в таких терминах рассуждает эксперт. Вместе с тем корректное поведение модели в разнообразных динамических условиях – важнейшее требование к КТ, и уже на стадии проведения конкурса претенденты должны исчерпывающе объяснить, как они собираются доказать правильность своей модели. Заказчик должен потребовать, чтобы в конкурсной заявке была раскрыта структура процедуры приемных испытаний КТ, то есть должно быть указано, какие тесты на проверку поведения модели будут проведены (статические режимы; стандартные процедуры управления, такие как пуск, плановый и аварийный останов; нарушения режима; отказы оборудования; изменение внешних условий и пр.), и как заказчик сможет убедиться в правильности модели.

Требования к воспроизведению в тренажере режимов ТП, наблюдаемых в прошлый или текущий интервал времени

Для пояснения необходимой конкретизации этого требования приведем пример его неверного формулирования. Заказчик требовал обеспечить "перенос данных с действующей установки с помощью переносных носителей". При ближайшем рассмотрении такая формулировка не обязывает равным счетом ни к чему, поскольку диапазон возможных решений, удовлетворяющих приведенному условию, практически неограничен. Достаточно, например, "снять" с реального объекта технологическую уставку на один регулируемый параметр и с помощью "флэшки" перенести ее в тренажерный класс, где оператор вручную заведет ее в тренажер. А можно реализовать синхронизацию тренажера с реальным технологическим режимом, что при помощи специального ПО вполне возможно [6]. Разброс в цене решения – 0...50 тыс. долл. США.

Требования к моделированию систем управления и воспроизведению операторских интерфейсов

Заказчик может потребовать использование в тренажере ПО реальных СУ – в части функций управления и противоаварийной защиты и/или операторского интерфейса. В этом более дорогом случае функциональность соответствующих элементов тренажера гарантирована. Но и при полной или частичной эмуляции СУ должен быть обеспечен необходимый для це-

лей тренинга уровень подобию среды управления на реальном рабочем месте и в тренажере. Для этого в тренажере должны быть воспроизведены технологические экраны, панели управления, исторические тренды, списки тревожных и аварийных сообщений, функциональные клавиатуры и другие компоненты СУ.

Требования к автоматической оценке эффективности действий обучаемого оператора при его работе на тренажере

Автоматическая оценка может быть двух типов:

- количественная оценка действий оператора при наступлении непредвиденных возмущений или при переводе моделируемого ТП из одного состояния в другое. При этом в тренажере может быть выделена группа переменных процесса и состояний оборудования, каждому из которых присваивается индивидуальная оценка, составляющая часть общей оценки за исполнение задачи. Как правило, используются методы оценки по отклонению (по способности удерживать процесс в рабочих пределах в различных технологических обстоятельствах), 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 в форме текущих и интегрированных на заданном интервале времени значений экономического критерия (например, себестоимости продукции или производительности установки с учетом технологических ограничений).

Требования к различным вариантам проведения тренинга и функциям инструктора

Возможности инструктора, определяющие широту методического обеспечения тренинга, оставляют большой простор для выбора. Конечно, некоторый (и немалый!) "джентльменский" набор инструкторских опций должен быть обеспечен. Среди них в требованиях обязательно должно быть отмечено:

- напоминание динамических состояний ("моментальных снимков") ТП и инициализация их в произвольный момент в качестве нового начального состояния тренажерной модели;
- реализация разнообразных вмешательств инструктора в ход моделируемого ТП (одномоментных и организованных в виде запоминаемых и редактируемых сценариев);
- протоколирование всех событий тренинга (действий оператора, вмешательств инструктора, сообщений системы тревожных сообщений и пр.)⁶;
- приостановка/запуск/ускорение/замедление моделирования и др.

⁵ Каждый оператор знает, что в точности повторить конкретный динамический режим невозможно из-за действия большого числа ненаблюдаемых возмущений, изменяющих поведение ТП.

⁶ Протокол тренинга – важный инструмент анализа действий оператора в нештатных и аварийных ситуациях ("разбора полетов"), а также основа для оценки прогресса обучаемого и принятия решений об уровне его квалификации (в процессе сертификации).

Вместе с тем такие дополнительные функции, как "бэк-трекинг" (повтор событий тренинга из произвольной точки в прошлом), синхронизация тренажера с реальным режимом ТП, возможность проведения технологического инжиниринга [7] и др., могут включаться в требования заказчика, если он обладает четким видением задач, которые стремится решить с помощью тренажера.

Отметим иногда встречающееся задание в технических требованиях побочных функций КТ, никак не связанных с задачами компьютерного тренинга. Так, один заказчик потребовал обеспечить в тренажере психологическое тестирование операторов на предмет их профессиональной и ситуативной готовности к работе. Ясно, что помимо отсутствия всяких организационных и правовых основ проведения и использования результатов такого тестирования непонятно, как обеспечить качественную и достоверную обработку и интерпретацию результатов теста. Заметим, что вред от такого требования снижается только невозможностью его выполнения.

Требования к технической и программной структуре КТ, возможностям ее модификации и расширения

Следует указать желаемый вариант технической структуры КТ (обычно, клиент-серверная структура). Технические требования должны также содержать желаемое число инструкторских и операторских рабочих мест (включая рабочие места операторов-обходчиков), а также элементов периферийного оборудования. Целесообразен запрос возможности реализации операторских станций в виде тонких клиентов. Естественно, что число и характеристики серверов не могут быть определены в технических требованиях, поскольку они могут быть оценены разработчиком только на основе заданного объема моделирования. Отдельно может быть сформулировано требование о включении в тренажерный комплекс ПО конкретной СУ вместо ее эмуляции.

Требования к установочной, эксплуатационной, методической, инструкторской документации, прилагаемой к тренажерному комплексу

Заказчик может определить перечень необходимой документации уже в технических требованиях. Как правило, требуются: детальная функциональная спецификация; руководство инструктора; руководство оператора; руководство по сопровождению тренажера; процедура приемных испытаний. Дополнительная документация может быть определена на стадии разработки ДФС.

Требования к эргономике тренажерного комплекса

В зависимости от желаемого расположения (в учебном классе или на технологической установке) заказчик должен определить условия развертывания тренажера — характеристики помещения (размер, цветовое решение, освещение, температурный и воздушный режим, ограничения по шуму, вибрации и статическому электричеству), рабочих мест операторов и инструкторов (параметры дисплеев, пространства для письма, стульев), наличие демонстрацион-

ного и коммуникационного оборудования (проекторов, LCD-панелей, телефона, и пр.).

Требования к проектированию, установке, тестированию, опытной эксплуатации, приемным испытаниям тренажера и времени выполнения работ и услуг

Внедрение тренажера — не только разработка продукта, но и проект. Заказчиком должны быть указаны требования к отдельным стадиям разработки тренажерного проекта: к установочному совещанию, к ДФС, к установке тренажерного комплекса, к созданию методического обеспечения. Отдельно должны быть выделены требования к стадиям приемки тренажера: к утверждению ДФС, к тестированию модели, к заводским приемным испытаниям, к опытной эксплуатации, к приемным испытаниям у заказчика. Целесообразно ограничить не только максимально возможный срок реализации всего тренажерного проекта, но и запросить график его реализации по отдельным стадиям разработки и внедрения.

Требования к обучению инструкторов компьютерного тренинга

Необходимо определить продолжительность, принципиальный состав и максимально возможное число участников инструкторских курсов (как и курсов сопровождения КТ). Как правило, 3...5 дней при 2...4 участниках достаточно для проведения полноценного обучения пользователей.

Требования к гарантийному и послегарантийному обслуживанию и к сопровождению внедренного тренажера

Следует отметить минимально требуемый срок гарантии, условия гарантийного и послегарантийного обслуживания и сопровождения тренажера. Целесообразно запросить возможности модификации и расширения моделей ТП и СУ, расширения функций инструктора, увеличения числа операторских мест в тренажерном комплексе.

Требования к квалификации разработчика КТ и его опыту работы

Для общей оценки возможностей и квалификации разработчика КТ следует запросить следующие сведения: состав и квалификация персонала участника конкурса, число и места КТ, внедренных им за последние 5 лет (в целом и отдельно в данном классе производств), отзывы заказчиков о качестве работы внедренных КТ и координаты авторов отзывов.

Анализ действительно существенных и избыточных технических требований (последние могут быть вызваны как недопониманием заказчика, так и желанием обеспечить преимущества конкретному решению) имеется в работе [6].

В завершении данного раздела отметим некоторые принципиальные положения относительно технических требований в конкурсе на создание КТ.

1. Технические требования — не документ, по которому КТ будет приниматься в эксплуатацию, а документ, позволяющий участникам конкурса сформировать конкурсную заявку.

Обучение - это напоминание другим, что они знают все так же хорошо, как и ты.

Ричард Бах

Сформулировать технические требования так, чтобы по ним можно было принимать КТ в эксплуатацию, невозможно: на этой стадии не собрана вся необходимая информация и не определен точный объем моделирования; не всегда возможна передача (без соответствующего соглашения) имеющейся конфиденциальной информации всем участникам конкурса и т.д. Документ, исчерпывающе определяющий состав и функции КТ, — это детальная функциональная спецификация; он разрабатывается на начальном этапе реализации проекта⁷. Содержание выбранной для реализации конкурсной заявки, отвечающей предъявленным техническим требованиям, должно позволить победителю конкурса составить такую ДФС, которая, с одной стороны, соответствует пожеланиям заказчика, а, с другой, — "останется" в пределах стоимости и сроков работ, уже зафиксированных в договоре. Этот конфликт между ожиданиями заказчика и затратами разработчика и определяет мотивацию участников конкурса при составлении заявки и оценке стоимости тренажера.

2. Технические требования не должны ориентировать участников конкурса на исполнение устаревших ГОСТов.

Большинство существующих ГОСТов безнадежно устарело. Например, принципиальный для данной тематики действующий сегодня "тренажерный" ГОСТ 26387-84 определяет только терминологию и эргономические требования к тренажерам (причем, обязательно — компьютерным), но никак не регламентирует их функциональность, процедуру разработки, отчетные документы и правила ввода в эксплуатацию. С другой стороны, имеющиеся нормативы создания автоматизированных систем в полной мере не переносятся на КТ, поскольку последние, хотя и тесно связаны с АСУТП, не автоматизируют действующие на предприятии процедуры обучения персонала, а представляют собой принципиально новый процесс обучения, существующий только в автоматизированной форме. Следует также подчеркнуть, что с правовой точки зрения применение ГОСТов сегодня необязательно.

3. Технические требования должны определять функции КТ, но не навязывать участникам конкурса техническую реализацию этих функций.

Так, вполне оправдано требовать воспроизведения в КТ всех основных функций операторского интерфейса СУ и определенных форм и видов связи оператора с воспроизводимой СУ, но некорректно настаивать на использовании для этого ПО реальной СУ. Нельзя навязывать конкретную техническую структуру КТ, если требуемая функциональность может быть

обеспечена другими техническими решениями. Попытки делать это очень похожи на желание "протасить" продукт, принадлежащий одному из участников конкурса, и должны решительно пресекаться.

Организация и проведение конкурса

Существует три варианта организации и проведения конкурса:

- технические требования и сам конкурс реализует предприятие-заказчик. Для этого у него должны быть специалисты, способные проводить данные работы; если таких нет, надо их развивать, это потом даст заказчику большую пользу [8]. Это относительно недорогой вариант;

- все работы по выбору компьютерного тренажерного проекта заказчик поручает независимой консалтинговой организации. Предприятие участвует только в разработке технических требований и в утверждении результатов конкурса. Дорого, но в идеале наиболее объективно;

- промежуточный вариант, заключающийся в совместном проведении работы: руководство предприятия-заказчика формирует из своих специалистов конкурсную комиссию и приглашает консалтинговую организацию, которые совместно проводят все работы. Данный вариант является объективным и средним по стоимости.

В любом из указанных вариантов процесс организации и проведения конкурса, реализуемый его исполнителями, подразделяется на следующие этапы:

- разработка конкурсной документации, распространение информации о проведении конкурса и рассылка конкурсной документации организациям, выразившим желание участвовать в конкурсе;

- выбор критериев для экспертной оценки конкурсных заявок, их ранжирование (установление весов их важности для заказчика) и интерпретация содержания каждого критерия, позволяющая как заказчику, так и оценивающим заявки экспертам, одинаково понимать его смысл;

- анализ присланных на конкурс заявок и подразделение их на две группы: допущенные к конкурсу и отклоненные по причинам неполного представления требуемых сведений и/или невыполнения хотя бы одного из обязательных требований;

- формирование экспертной группы и проведение ею оценки каждой допущенной на конкурс заявки по каждому заданному заказчиком критерию;

- решение задачи многокритериального выбора по установленным экспертами оценкам заявок по всем критериям и по заданным весам отдельных критериев. Результатом решения является общее ранжирование всех заявок и выделение заявки, занявшей первое место, то есть победителя проведенного конкурса.

⁷ В крупных проектах выполняют два документа — сначала функциональную спецификацию (ФС), а затем ДФС. Так же поступают, если проект растянут во времени и идет параллельно строительству объекта или разработке СУ. В этом случае к моменту завершения ФС еще нет окончательной информации, необходимой для создания тренажера.

Отдельно остановимся на специфическом для данной тематики конкурсе вопросе выбора критериев для оценки заявок. Естественно, что для каждого конкретного предприятия, его текущих потребностей, его финансового состояния набор и содержание критериев будут разными, но во многих случаях в такой набор войдут следующие отдельные критерии:

- функциональные свойства заявки, превосходящие по составу заданные в конкурсной документации требования;

- нижняя граница точности моделирования статических режимов ТП, реализуемая в КТ, и предлагаемый способ ее оценки;

- предлагаемая процедура приемных испытаний по оценке правильности реализации в КТ динамических режимов (в том числе нештатных и аварийных), определение понятия правильности динамических режимов, способ и нижние границы ее оценки, достигаемые в КТ;

- модульность прикладного ПО тренажерного комплекса, позволяющая обеспечить точное соблюдение заданных требований и простую расширяемость тренажера;

- предлагаемые варианты тренинга, экзамена и оценки работы обучаемого оператора;

- современность технической структуры ТК, совершенство его эргономических свойств;

- полнота и совершенство методической и эксплуатационной документации, прилагаемой к тренажеру;

- предложения разработчика по сопровождению, модификации и расширению тренажера;

- стоимость тренажерного проекта, формы и сроки оплаты;

- сроки разработки и внедрения тренажерного проекта, предлагаемый срок гарантии;

- имидж и опыт разработчика тренажерного проекта в целом и в моделировании данного типа технологических процессов.

Число критериев в отдельном конкурсе обычно находится в диапазоне 5...15 ед.

Заключение

Будущее КТ в России вдохновляет. В стране появились профессиональные команды разработчиков, внедряются современные мировые технологии, нарастает опыт, вырабатываются критерии, растет уровень тренажерных продуктов. Но есть и опасности, грозящие отечественному тренажеростроению:

- все еще много недорогих продуктов низкого качества, у которых в отсутствие четких процедур выбора тренажера имеются шансы "быть купленными". Это чревато дискредитацией тренажерной идеи как на отдельном предприятии, так и в отрасли. Это же

мешает внедрению современных, полных и точных по реализуемым функциям КТ. Аналогия: как развить качественное виноделие при засилии дешевой "бормотухи"?

- "бездумный" перенос зарубежных решений. Любой самый передовой зарубежный тренажер должен быть "собран" здесь, для чего нужна российская команда грамотных "сборщиков". Иначе он не будет работать – слишком много местной специфики: комплектность исходной информации, принятая система обучения, российские требования промышленной безопасности, русский язык и пр. Аналогия: если западный "бренд" разливают непрофессионально, без учета местной специфики, будет дорого и плохо.

Где выход? С нашей точки зрения, на рынке должны быть как качественные КТ российской разработки, так и современная эффективная западная продукция. Следует вырабатывать свои правила обучения операторов, профессиональные требования к их тренингу – как на уровне крупных предприятий и корпораций, вертикально-интегрированных компаний, так и в масштабе отдельных отраслей. Целесообразны государственные рекомендации по условиям обучения и сертификации операторов. Но здесь, как в виноделии: государство должно назначать акциз, устанавливать стандарты, но не решать, кому поставлять и кому не поставлять вино в данную губернию. Иначе будет только дешевая (или – не очень) бурда и подпольный самогон, а хороших вин не увидеть!

Список литературы

1. *Bainbridge, L.* Ironies of Automation // *Automatica*. 1983. Vol. 19, № 6.
2. *Real-time Process Optimization and Training Outlook. Five Year Market Analysis and Technology Forecast through 2013 – ARC Advisory Group*, 2009.
3. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств (ПБ 09-540-03). М.: Металлургия. 2003.
4. *Ицкович Э.Л.* Методы рациональной автоматизации производства. М.: Инфра-Инженерия. 2009.
5. *Дозорцев В.М.* Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов. М.: Синтег. 2009.
6. *Дозорцев В.М.* Компьютерный тренинг операторов технологических процессов: десять "мифов"... и еще пять // Датчики и системы. 2009. № 6.
7. *Стефенсон Г. и др.* За пределами тренинга операторов: другие области применения имитационного моделирования технологических процессов // Промышленные АСУ и контроллеры. 2009. № 6.
8. *Дозорцев В.М.* Разработка тренажера для обучения операторов технологических процессов: основные участники, их роли и взаимодействия // Автоматизация в промышленности. 2009. № 5.

Дозорцев Виктор Михайлович – д-р техн. наук, руководитель отдела ЗАО "Хоневелл",

Ицкович Эммануил Львович – д-р техн. наук, проф.,

заведующий лабораторией ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН.

Контактный телефон (495) 334-87-71, 334-90-21.

E-mail: victor.dozortsev@honeywell.com / itskov@ipu.ru