

Представлен 30-летний опыт ООО «ЗАО АМТ» в области создания тренажерных платформ для подготовки операторов технологических процессов добычи углеводородного сырья. Приведены примеры реализованных тренажерных комплексов.

Ключевые слова: тренажер, добыча углеводородного сырья, моделирование, оператор, обучение.

В 2003 г. в журнале «Автоматизация в промышленности» была опубликована статья [1] о семействе тренажеров АМТ. По прошествии 19 лет ООО «ЗАО АМТ» (так с 2016 г. стала называться компания) готово поделиться своими достижениями.

Во-первых, это сам факт продолжения существования компании и популярности ее продукции. На момент публикации статьи в 2003 г. число поставленных заказчику тренажеров АМТ было меньше 50 ед., а сейчас у компании свыше 250 реализованных проектов. Тренажеры ООО «ЗАО АМТ» установлены в 65 городах России, а также в республиках Беларусь, Казахстан и Узбекистан.

Во-вторых, удалось найти решения многих актуальных вопросов методического характера: автоматизации оценивания результата обучения, автоматизации организации учебного курса, бригадной работы в рамках многопользовательского компьютерного класса и других аспектов, с которыми пользователи тренажеров сталкивались при эксплуатации и делились с разработчиками.

В-третьих, увеличилось число выпускаемых тренажеров и их модификаций. Помимо тренажера бурения на сегодняшний день выпускается тренажер капитального ремонта скважин и тренажер освоения и эксплуатации скважин.

Всего этого компании удалось достичь благодаря концептуальным решениям, которые путем проб и ошибок сформировались за годы работы. Отметим, что используемый опыт и достижения ограничивались разработкой тренажеров для добычи углеводородного сырья.

В термине «тренажер-имитатор» основной упор традиционно делается на второй части – имитации. Это важно, но, с ориентировкой на многолетнее существование разработчика и учетом потребительской базы его тренажеров, неправильно.

Конечно, реализуемые математические модели по результатам использования должны приближаться к реальным процессам, а макетируемое оборудование напоминать настоящее. Отметим, что аппаратно-программные комплексы тренажеров АМТ состоят из пультов и постов управления оборудованием для различных ТП добычи углеводородного сырья (макетируемое оборудование), персонального компьютера и программного обеспечения.

Но насколько приближаться и насколько напоминать? Ответ на эти вопросы требует ясного понимания целей создания конкретного аппаратно-программного продукта – тренажера, то есть средства подготовки профессиональных кадров. С акцентом на понятие «тренажер» - *техническое средство "профессиональной подготовки человека-оператора, предназначенное для формирования*

и совершенствования у обучаемых профессиональных навыков и умений, необходимых им для управления материальным объектом, путем многократного повторения действий, свойственных управлению реальным объектом" [2]

Перечислим цели, необходимость учета которых влияет на проектирование тренажеров. Это цели заказчика, обучаемого и разработчика [2].

Цели заказчика тренажеров. Их несколько, и носителями этих целей являются разные люди. В тренажере заинтересованы, прежде всего, те, кто занимаются непосредственной подготовкой кадров: преподаватель профильного учебного заведения или инструктор учебных курсов предприятия. Их интересуют следующие вопросы:

- наличие тренажера, способного максимально полно обеспечить теоретическую поддержку, обучение практическим навыкам и отраслевым регламентам;
- высокая пропускная способность учебного процесса;
- работоспособность тренажера: отсутствие специальных требований к используемой технике (компьютерам и пр.), надежность, средства восстановления, поддержка производителя;
- простота (удобство) использования тренажера: наличие интуитивно понятного интерфейса, отсутствие вспомогательных действий, не связанных с процессом обучения (например, навыки администрирования баз данных, работа со средствами защиты информации).
- методическая поддержка учебного процесса, заложенная в тренажер:
 - большое число учебно-тренировочных задач;
 - индивидуальное и групповое обучение;
 - тренировка коллективных действий обучаемых (работа в бригаде);
 - автоматизация проведения занятий и оценивания результатов;
 - удаленное (дистанционное) обучение.
 - обучение различным специальностям на одной тренажерной платформе.

Другим интересантом со стороны заказчика тренажеров является руководство организации. Именно оно принимает решение о покупке и несет ответственность перед владельцем (частным лицом или государством) за разумность траты средств. Оно заинтересовано в «низкой» (это понятие относительно и зависит от сферы деятельности, имитируемой тренажером) стоимости тренажера и в его работоспособности. Оно заинтересовано в покупке тренажера у «заслуживающей доверие» организации, то есть той, которая уже поставила потребителям много тренажеров и/или имеет положительные отзывы.

Цели обучаемого как непосредственного пользователя следующие: практическая полезность, правдоподобность и реалистичность интерфейса, понятность процесса обучения, интерес к процессу обучения на тренажёре, получение качественных знаний.

Цели разработчика:

- унификация разработки: наличие технологии, многофункциональность решений; устойчивость при описании и сопровождении предметной среды тренажера, расширении функциональности;
- удобство сопровождения: надёжность, простота организации программно-аппаратных средств, средства восстановления;
- масштабируемость;
- привлекательность для рынка: широкий круг потребителей, оперативная переориентация на новые ТП в исследуемой предметные области.

Описанная выше дифференциация целей позволяет заметить их взаимовлияние и учесть потребности всех групп пользователей на стадии формирования концептуальных свойств продукта.

Ниже приведены примеры, иллюстрирующие реализацию данного подхода.

Сочетание целей заказчика и разработчика – низкой цены и рыночной привлекательности – накладывает ограничение на степень детализации при макетировании аппаратуры. При наличии широкого спектра оборудования точное копирование сужает рынок и повышает цену разработки. Макеты оборудования должны быть узнаваемой, но не полной копией оборудования конкретного производителя. К сожалению, есть оборудование, принципы и навыки работы с которым требуют детального повторения. На это приходится идти, но рекомендуется соблюдать меру. Мэру также рекомендуется применять при решении вопроса о точности математического моделирования [3]. Высокоточные тренажеры требуют значительных вычислительных ресурсов, что связано с дополнительными затратами. В этом случае без увеличения затрат на компьютерную технику тренажер сможет обслужить меньше обучаемых в единицу времени (пропускная способность учебного процесса). Повышение затрат уменьшает потребительскую базу тренажерной продукции.

Цель преподавателя и обучаемого – обеспечение одновременного прохождения тренинга большим числом обучаемых – возможна только при функционировании тренажера в формате компьютерного класса на базе локальных сетей, а реализация дистанционного обучения определяет выбор в пользу IP-технологий. Простота организации аппаратного и программного обеспечения, а также снижение стоимости разработки определяют использование этих технологий и в части тренажера, включающего в себя макет изучаемого оборудования. Таким образом единый подход применим к организации компьютерного класса и к созданию макетов оборудования.

Простота разработки как цель разработчика достигается большим объемом повторно используемого кода (желательно даже не перестраиваемого), что влечет

требование повышения уровня абстракции программных средств. Эта цель осуществима путём реализации функций тренажера в виде отдельных программных модулей, каждый из которых возможно модифицировать отдельно. При этом области действия модулей не должны пересекаться между собой.

Цели обучаемого достижимы на уровне реализации интерфейса пользователя и макетов оборудования. Это означает создание полномасштабных макетов, имитирующих реальное оборудование, или качественной анимации процесса работы с оборудованием на экране компьютера с простым для освоения интерфейсом. Не следует забывать и об игровом моменте – именно на его базе формируется интерес обучаемого к работе с тренажёром. Таким образом, потребность во множестве различных вариантов отображения информации с учетом дальнейшего развития программно-технических средств тренажера диктуют необходимость создания полиморфного интерфейса пользователя, самонастраивающегося на отображение конкретных экранных форм и их элементов.

Значительный опыт работы в области тренажеростроения (компания создана в 1992 г.) позволил специалистам ООО «ЗАО АМТ» создать в 2005 г. новый подход к проектированию и реализации всех современных версий тренажеров АМТ.

Приведем основные этапы этого подхода:

- переход на клиент-серверную архитектуру на базе IP-сетей;
- создание независимой объектно-ориентированной среды описания изучаемых предметных областей, их информационных настроек и учебно-тренировочных заданий;
- создание независимой многопользовательской моделирующей среды, абстрагируемой от предметной области и аппаратного состава оборудования тренажера, обеспечивающей его функциональность на основе результатов работы подгружаемой математической модели и переменных ввода-вывода;
- создание платформенно-независимого полиморфного клиента на Java, внешний вид и возможности интерфейса которого определяются в момент выбора учебно-тренировочного задания;
- разработка программного интерфейса, поддерживающего необходимый уровень абстракции в рамках задач конкретного задания на обучение.

Реализация этой концепции позволила ООО «ЗАО АМТ» расширить линейку своих тренажеров и их функциональных возможностей малыми силами и с доказанной временем эффективностью.

Переход на IP позволил унифицировать все средства обмена информацией, упростить аппаратную часть, стереть организационную разницу между компьютерными тренажерными комплексами и тренажерами, оснащенными макетами изучаемого оборудования, повысить пропускную способность учебного процесса и удешевить сопровождение тренажеров. На рис. 1 представлена структурная схема тренажерной платформы семейства АМТ.

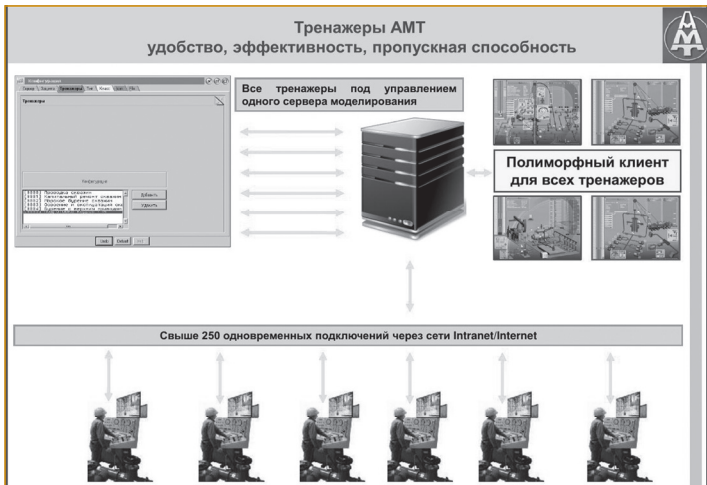


Рис. 1. Структурная схема тренажерной платформы семейства АМТ

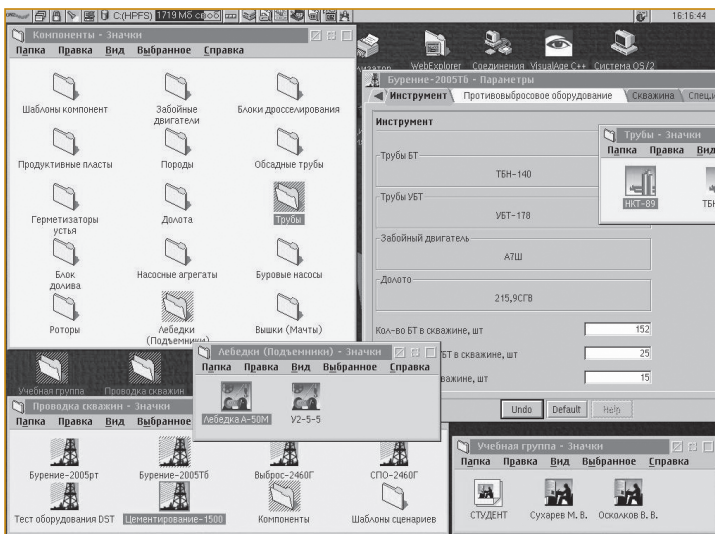


Рис. 2. Представление элементов предметной среды тренажера АМТ-231



Рис. 3. Журнал индивидуального учета занятий и печатный отчет о выполнении выделенного учебно-тренировочного задания

В рамках тренажерной платформы АМТ разработана система описания сложных информационных объектов, интегрированная в оболочку рабочего стола

операционной системы, поддерживающая основные типы данных и ссылки, компоновку из них составных объектов, наследование, клонирование и самопредставление в виде редактируемых многостраничных экранных и печатных форм, кода HTML, а также хранение в текстовом и бинарном виде. Это позволило решить не только задачу описания предметной области (рис. 2), но и снизить потребность разработки нового программного кода в случаях изменений описаний объектов и добавления новых. Та же система описаний поддерживает:

- организацию ведения журнала выполнения учебно-тренировочных заданий;
- автоматизированную систему оценивания результатов, которая базируется на эвристическом алгоритме приведения штрафного времени каждой допущенной нештатной ситуации (с учетом придаваемого ей веса) к доле, вычитаемой из 100-балльной шкалы общей оценки обучаемого;
- автоматический контроль выполнения плана учебного процесса для каждого обучаемого;
- печать отчетов. На рис. 3. слева показан индивидуальный журнал успеваемости (прохождения учебно-тренировочного задания) обучаемого. В левом диалоговом окне приведен список всех выполненных учебно-тренировочных заданий, в правом верхнем дано краткое описание задания: тренажер, сценарий, дата и время выполнения, оценка в баллах и качественная (выполнено/не выполнено). В нижнем правом диалоговом окне приведен список всех допущенных во время выполнения задания нештатных ситуаций. Внизу слева диалога находится кнопка доступа к просмотру сохраняемых графиков параметров имитируемого процесса для анализа действий обучаемого. На правой половине рис. 3 показана распечатка этих графиков, которая может быть представлена как отчетный документ.

Использование объектного подхода к сопровождению информации в противовес часто используемым для этого системам управления базами данных не только не уменьшает функциональность, но и снимает требование знакомства преподавателя (инструктора) с подобными системами, с их администрированием и восстановлением данных. Вся работа обеспечивается привычным drag'n'drop.

Переход на клиент-серверную архитектуру и создание платформенно-независимого клиента тренажера, помимо снижения требований к технической базе заказчика (учебный класс можно запустить на уже имеющихся у того компьютерах), позволили реализовать еще одну очень интересную и полезную для тренажеров концепцию – ведущего и ведомого.

Ведущим называется клиент сервера тренажеров, который назначает для себя учебно-тренировочную задачу. Для него сервер резервирует ресурсы, строит структуры



Рис. 4. Участок компьютерного класса тренажера бурения в Самарском государственном техническом университете с трехмониторными рабочими местами, обеспечиваемыми работой трех независимых ведомых клиентов, два из которых демонстрируют реализацию полиморфности



Рис. 5. Комплекс из двух тренажеров бурения – АМТ-231 и АМТ-231КБ (кресло бурильщика), которые могут работать как один тренажер и как два разных

данных, подгружает исполнительные библиотеки ввода/вывода, чтения конкретной предметной среды, математического моделирования и т.д.

Ведомый – это клиент, который самостоятельно подключается ко всем ресурсам, уже созданным для ведущего. Его функции: интерфейс с аппаратурой, специфическое отображение результатов и пр.

Эта концепция позволяет создавать для одной учебно-тренировочной задачи множество различных интерфейсов (полиморфность) на базе одного и того же программного кода (рис. 4).

Также реализация этой концепции позволяет объединять несколько компьютеров в бригады по принципу разделения управления для выполнения общего учебно-тренировочного задания.

Та же возможность позволяет развивать средства визуализации тренажера при расширении его функциональности. Такие работы можно отдавать на аутсорсинг в те компании, которые специализируются на качественных современных системах визуализации, что улучшает потребительские свойства тренажера без затрат на поддержку подобной разработки своими силами.

Использование IP-обмена упростило работу оборудования, повысило его простоту и надежность и открыло

новые возможности для коммутации в тренажерных комплексах (рис. 5).

Важным вопросом при разработке и поставках тренажера является уровень предоставляемой поддержки. При ориентации на «массовый» рынок с предложением относительно недорогих изделий, поставщик может поставить тренажер в организацию, у которой нет средств для его поддержки или выделение таких средств сильно ограничено. В этом случае после окончания периода гарантийного обслуживания тренажер рискует превратиться в груду металлолома.

Поскольку линейка тренажеров АМТ сразу ориентировалась на низкобюджетного пользователя, то политика фирмы в части сопровождения продукции учла этот аспект и предложила пользователям бесплатную поддержку программного обеспечения. Это потребовало использования простой организации программного обеспечения и средств резервирования, что позволило по телефону, мессенджеру или электронной почте быстро понимать причину заявляемой неработоспособности и понятно объяснять методы восстановления. Простота организации аппаратных средств также позволяет проводить быструю удаленную диагностику и определять нуждающийся в замене элемент.

Подход ООО «ЗАО АМТ» к разработке и поддержке своих тренажеров сделал их очень популярными в нашей стране. Потенциальные пользователи в основном хотят приобрести не просто тренажеры, а тренажеры линейки АМТ. Это позволило компании длительное время существовать на рынке и компенсировать невысокую стоимость своей продукции.

Есть еще один очень важный аспект наличия такой популярности – обратная связь с потребителем. Чем больше пользователей, тем больше обратная связь с разработчиком. Открывается возможность исправить, доработать, добавить новое и, тем самым, оставить конкурентов далеко позади.

Список литературы

1. Смирнов М.В., Шibaев А.А., Шраго И.Л., Шраго Л.Г. Семейство тренажеров АМТ для обучения специалистов нефте-газодобывающей отрасли // Автоматизация в промышленности. 2003. №7.
2. Николаев И.А., Смирнов М.В., Сухарев М.В., Шраго И.Л. Вопросы целеполагания при разработке тренажеров ЗАО «АМТ» // V научно-практической конф. "Современные тренажерно-обучающие технологии, комплексы и системы". 2009. Ялта. <http://amt-s.spb.ru/articles.html>
3. Шраго И.Л. Тренажеры для обучения управлению промышленными объектами // Промышленные ведомости. 2009. №9-10.

Шраго Иосиф Леонидович – заместитель генерального директора ООО «ЗАО АМТ» (до 2016 г. ЗАО «АМТ»).