



## МИРОВОЙ РЫНОК КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ: ТЕНДЕНЦИИ, ВЫЗОВЫ, ПРОГНОЗЫ

В.М. Дозорцев (ЗАО «Хоневелл»)

*Приводится детальная статистика мирового рынка компьютерных тренажеров для обучения операторов ТП (по географическим регионам, отраслям промышленности, типам тренажерных систем). Анализируются ключевые тенденции рынка, определяющие спрос на тренажеры. Дается прогноз рынка до 2017 г.*

*Ключевые слова: компьютерный тренинг операторов, высокоточные и типовые тренажеры, виртуализация, 3D-интерфейсы операторов, виртуальная реальность.*

Компьютерные тренажеры (КТ) — испытанная технология обучения операторов сложных ТП, с большой эффективностью используемая уже 40 лет. За эти годы тренажеры претерпели радикальные изменения, следуя развитию составляющих их технологий — математического моделирования, ИТ и систем управления ТП. В свою очередь менялись требования заказчиков и представления разработчиков о задачах и критериях оценки компьютерного тренинга. На сегодня компьютерный тренинг стал повсеместной практикой оперирующих компаний; годовой объем тренажерного рынка приблизился к 0,5 млрд. долл. США; но он остается высококонкурентным. Россия и республики бывшего СССР всерьез присоединились к тренажерному движению более 20 лет назад, но сейчас, находясь в зоне активного технологического перевооружения, показывают впечатляющий рост применения КТ. Тем важнее информировать существующих и потенциальных пользователей тренажеров о новейших мировых тенденциях в разработке и использовании КТ.

Настоящая работа сфокусирована на анализе таких тенденций, опираясь на последний отчет авторитетнейшей консалтинговой группы ARC [1].

### Актуальность КТ — новые вызовы и тренды

Можно говорить о следующих основных мотивах использования тренажеров оперирующими компаниями.

**Потеря возрастных операторов.** Основная доля операторов ТП по всему миру принадлежит к возрастной группе 50...59 лет. Еще недавно считалось, что половина операторов в Западной Европе готова выйти на пенсию в течение ближайших 5 лет. И хотя, по последним оценкам, многие из них отложили это решение из-за рецессии, задача подготовки операторской смены остается острой.

Иная ситуация, например, в Китае, где операторы меняют работу в среднем каждые 2 года. Рынок труда в стране огромен, и люди ищут для себя лучшие воз-

можности. Спрос на подготовленных операторов колоссален.

Новое «цифровое» поколение операторов требует от работодателей нетрадиционного подхода; оно привыкло к современной визуализации, продвинутым гаджетам, интуитивным интерфейсам. Считается, что без них молодых специалистов к операторской работе не привлечь, хотя здесь необходима известная осторожность [2].

Многие компании в таких демографических условиях ускоряют программы подготовки операторов; другие игнорируют этот вызов. Но от решения проблемы сохранения операторского «ноу-хау» им не уйти.

**Требования законодательства.** Во всех странах, использующих атомную энергетику, компьютерный тренинг операторов АЭС обязателен. Для, как считается, менее опасных отраслей (нефтепереработка, нефтехимия, химия, ЦБП и пр.) тренинг либо рекомендован авторитетными организациями (в США — Американским нефтяным институтом) или явно предусмотрен законом как минимум для вновь поступающих операторов (например, в Шотландии).

В России и многих бывших советских республиках такой тренинг строго предписан надзорными организациями (Ростехнадзор требует обязательный первоначальный тренинг для всех вновь поступающих и ежеквартальный периодический тренинг для операторов установок I- и II-ой категории взрывоопасности). Сегодня ни одно крупное строительство или модернизация на российских НПЗ не обходится без тренажерного проекта.

**Необходимость предотвращения аварий и аварийных инцидентов.** Согласно [3], на каждую тонну перерабатываемой нефти приходится в среднем 0,505 долл. США потерь из-за ошибок оператора. Свежий анализ на базе 40-летней статистики аварийности в нефтепереработке подтверждает этот результат — 0,52 долл. на тонну по ценам 2013 г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Средний ущерб от одной аварии из списка 100 крупнейших за период 1973–2013 гг. составляет 130 млн. долл. США в ценах 2013 г. (<https://uk.marsh.com>).

Потери из-за ошибок оператора действительно огромны и помимо собственно аварий приводят к снижению качества продукции, незапланированным простоям оборудования, экологическому ущербу и другим потерям, которые как минимум сравнимы по масштабу с потерями от аварий. В то же время стоимость тренажерных систем в сравнении только с аварийными потерями окупается при снижении числа аварий и аварийных инцидентов на 6...9% [3]. В современных экономических условиях, когда стоимость тренажеров по всему миру (и особенно российских тренажеров в долларовом исчислении) снижается, их окупаемость существенно ускоряется. Таким образом, КТ в экономическом плане — чрезвычайно выгодный инструмент снижения аварийности.

**Конкуренция.** Глобализация экономики, снижение цен и прибыли заставляют бизнес интеллектуализировать производство. Тренажеры — важный элемент такой интеллектуализации.

Сегодняшний тренажерный рынок сильно диверсифицирован, крайне конкурентен и динамичен. Прогнозы дают на ближайшее будущее ежегодный рост тренажерного рынка в 9,4 сложных процента<sup>2</sup>. Вместе с тем цены на КТ в последнюю декаду существенно упали. Так, полномасштабный тренажер для среднего по сложности ТП (высокоточная модель, воспроизведение системы управления специальными эмуляторами «родного» программного обеспечения РСУ, продвинутое управление автоматизированного инструктирования) стоит сегодня от 300 тыс. долл. США. Оснастить тренажерами завод из 20 установок можно за 4...6 млн. долл. (Напомним, что только потери от аварий НПЗ с годовой переработкой в 10 млн. тонн превышают 5 млн. долл. в год.) Это значительно дешевле, чем еще 10 лет назад, в то время как функциональность современных КТ существенно возросла, причем не только для целей собственно обучения операторов<sup>3</sup>. Также снижается и цена владения и поддержки систем.

Критерий выбора поставщиков КТ — комплексная эксплуатационная пригодность (в собственно обучении, в использовании пользовательских интерфейсов, в анализе результатов тренинга и пр.). Многие компании предпочитают выбирать КТ от поставщиков своих РСУ, что дает дополнительные преимущества. Но, конечно, в расчет принимается и соответствие предлагаемого КТ целям обучения, квалификация разработчика в исполнении и сопровождении систем, цена.

Помимо все более совершенствующихся средств моделирования ТП [4] в качестве прорывных технологических стратегий успеха разработчиков КТ можно выделить следующее:

— *упрощение доступа*: удаленный многопользовательский доступ, доступ с мобильных устройств, внедрение Web-browser технологий [2];

— *виртуализация КТ и уход в облака*. Это упростит развертывание тренажера (копирование виртуальных машин), устранил стороннее ПО, облегчит восстановление системы при поломке, упростит администрирование и переключение с модели на модель. Облачные технологии позволят размещать виртуальные машины в дата-центре заказчика и добавят возможность удаленного управления КТ заказчиком. Можно будет также размещать виртуальные машины на стороне разработчика и использовать дистанционное обучение, предоставлять типовые модели по подписке, дистанционно анализировать результаты тренинга [2];

— *интуитивный интерфейс*, как уже отмечалось, важен для новой генерации операторов, выросшей на компьютерных играх. Все более востребованы 3D-интерфейсы<sup>4</sup>, в том числе для не тренажерных целей;

— *методики обучения*. Именно методики тренинга становятся важнейшим дифференциатором тренажерных продуктов от разных производителей [6...8]. Можно ожидать дальнейшее развитие средств анализа статистики ключевых показателей обучения (таких как полученные баллы, критические ошибки, участки ТП, вызывающие больше всего трудностей при тренинге, и пр.) на основе детальных протоколов тренингов. Появятся надежные средства автоматизированной оценки операторского прогресса.

#### Показатели тренажерного рынка

Ниже приводятся ключевые показатели мирового тренажерного рынка по состоянию на 2012 г. (последний доступный по статистике год) и прогноз развития тренажеростроения до 2017 г.

Общий объем рынка в 2012 г. составил 485.8 млн. долл. США. В расчет принимались КТ для нефтепереработки, нефтехимии, нефтегазовой промышленности, химии, ЦБП, металлургии, фармацевтики, цементной промышленности, а также энергетики (но не атомной!). Лидеры рынка в алфавитном порядке: GSE Systems, Honeywell, Invensys, Yokogawa. Детальная информация о долях рынка, принадлежащих отдельным производителям (в целом, по регионам, по отраслям, по типу тренажеров и пользовательских интерфейсов), содержится в работе [1].

Большие компании-вендоры традиционно делят свой бизнес по четырем географическим регионам. Объемы тренажерного бизнеса в этих регионах приведены в табл. 1 (лидируют Европа и Северная Америка).

Цена тренажерного проекта складывается из цены ПО и инжиниринга (включая цену сервисной под-

<sup>2</sup> Это означает, что каждый год ожидается рост в 9,4% по сравнению с предыдущим.

<sup>3</sup> Тренажеры все больше востребованы для изучения технологии, технологического инжиниринга и инжиниринга систем управления. Особенно модны 3D курсы по технологии, широкое распространение которых пока сдерживается ценой. Возможно, все встанет на свои места, когда РСУ на реальном производстве станут включать 3D-интерфейсы. Эффективно использование тренажеров для исследования ТП на базе мощных систем имитационного моделирования [4] и поддержки систем управления, включая системы усовершенствованного управления ТП [5].

<sup>4</sup> Об эффективной российской альтернативе дорогим 3D-интерфейсам (панорамном интерфейсе полевого оператора) см. работу [2].

Табл. 1. Прогноз рынка тренажеров в 2017 г. и доли рынка по регионам

	2012,	2012, %	2017,	2017, %	CAGR, %
	172,7	35,6	254,0	33,4	8,0
	163,3	33,6	242,3	31,9	8,2
	124,8	25,7	227,1	29,9	12,7
	24,9	5,1	36,4	4,8	7,8
	<b>458,8</b>	<b>100</b>	<b>759,8</b>	<b>100</b>	<b>9,4</b>

Табл. 2. Прогноз рынка тренажеров в 2017 г. по составляющим компонентам

	2012,	2012, %	2017,	2017, %	CAGR, %
	109,0	22,4	172,0	22,6	9,5
	376,8	77,6	587,8	77,4	9,3
	315,8		496,9		9,5
	61,0		90,9		8,3
	<b>458,8</b>	<b>100</b>	<b>759,8</b>	<b>100</b>	<b>9,4</b>

Табл. 3. Прогноз рынка тренажеров в 2017 г. по отраслям промышленности

	2012,	2012, %	2017,	2017, %	CAGR, %
	166,2	32,4	265,7	35	9,8
	89,5	18,4	143,0	18,8	9,8
	83,4	17,2	132,8	17,5	9,7
	68,5	13,7	101,9	13,4	8,8
	39,6	8,2	63,2	8,3	9,8
	12,4	2,6	14,9	2,0	3,7
	5,8	1,2	8,4	1,1	7,5

Табл. 4. Прогноз рынка тренажеров в 2017 г. по типам систем

	2012,	2012, %	2017,	2017, %	CAGR, %
	301,9	62,1	503,1	66,2	10,8
	103,0	21,2	157,5	20,8	8,9
	80,9	16,7	99,0	13,0	4,1
	<b>485,8</b>	<b>100</b>	<b>759,8</b>	<b>100</b>	<b>9,4</b>

держки и сопровождения). Соотношение этих компонентов — 22,4% к 77,6% (табл. 2).

Отраслевая структура тренажерного рынка приведена в табл. 3. В лидерах — энергетика (без учета атомной), нефтегазовая промышленность, нефтепереработка (32,4%, 18,4% и 17,2% соответственно).

Выделяют два типа КТ — высокоточные тренажеры и типовые тренажеры; их соотношение на сегодня три к одному (табл. 4). Тренажеры разделяются также

по типу пользовательского интерфейса — традиционные (2D), 3D-интерфейсы и интерфейсы с использованием виртуальной реальности. Пока на долю традиционных систем приходится почти 80% (табл. 5).

Подавляющее большинство тренажеров (91% рынка) продается по прямым каналам (остальное — через системных интеграторов и дистрибьюторов) (табл. 6).

Кратко отметим особенности рынка в странах БРИК.

Рынок Бразилии показывает умеренный рост благодаря реконструкции и строительству новых мощностей. Китай — огромный рынок тренажеров; многие производители предпочитают работать в связке с локальными совместными предприятиями. При этом китайское правительство существенно ограничивает открытую конкуренцию на рынке. В Индии много локальных производителей тренажеров, в то время как в России их доля снижается.

Ситуацию на российском рынке не так просто оценить из-за отсутствия надежных статистических данных. Очевидно, в то же время, что в странах бывшего СССР наблюдается устойчивый рост тренажеростроения<sup>5</sup>, что помимо строгих требований по промышленной безопасности объясняется дополнительными факторами. Среди них — все еще сравнительно невысокая оснащенность тренажерами, масштабные программы технологической модернизации крупнейших компаний топливно-энергетического комплекса, серьезные демографические проблемы, почти полное разрушение системы профессиональной подготовки операторов [2].

#### Прогноз мирового тренажерного рынка

Прогнозируемый объем рынка и его региональные доли в 2017 г. в сравнении с 2012 г. представлены в табл. 1. Основной рост ожидается в Азии (прежде всего за счет Китая). Среднегодовой темп роста с учетом сложного процента ожидается на уровне 9,4%.

В табл. 2 показан ожидаемый рост объема продаж по компонентам: соотношение ПО и услуг к 2017 г. останется на существующем уровне.

В табл. 3 приведены данные роста по основным отраслям промышленности. Быстрыми темпами будет расти рынок тренажеров для энергетике, металлургии, нефтегазовой промышленности; определенный застой ожидается в целлюлозно-бумажной и некоторых других отраслях.

Из табл. 4 видно, что высокоточные тренажеры увеличат свою долю за счет типовых и других систем.

<sup>5</sup> Даже в условиях резкого изменившегося курса доллара годовой объем тренажерного рынка в России и странах СНГ можно оценить в 25...30 млн. долл. США (исключая тренажеры для атомной энергетики).

Табл. 5. Прогноз рынка тренажеров в 2017 г. по типам используемого интерфейса

	2012,	2012, %	2017,	2017, %	CAGR, %
2D-	382,4	78,7	548,7	78,3	7,5
3D-	31,0	6,4	52,8	7,5	11,2
	25,6	5,3	42,5	6,1	10,7
	46,8	9,6	56,9	8,1	4

Табл. 6. Прогноз рынка тренажеров в 2017 г. по каналам продаж

	2012,	2012, %	2017,	2017, %	CAGR, %
	442,3	91,0	698,1	91,9	9,6
/	15,4	3,2	22,8	3,0	8,2
/	28,1	5,8	38,9	5,1	6,7

Прогноз роста по типам интерфейса виден из табл. 5. Очевидно, что доля систем с 3D-визуализацией и использованием виртуальной реальности существенно вырастет за счет тренажеров с традиционным интерфейсом.

И, наконец, еще один важный показатель — по каким каналам продаются тренажеры (табл. 6). Объемные доли каналов не претерпят серьезных изменений, но сектор прямых продаж будет развиваться активнее других.

#### Краткие выводы

Оцениваемая маркетологами перспектива мирового тренажерного рынка свидетельствует о следующем:

— с учетом демографических проблем КТ как средству повышения промышленной безопасности нет альтернативы;

— безопасность будет оставаться актуальным вызовом, экономить на ней не будут;

— ужесточающееся законодательство в сфере промышленной безопасности подталкивает предприятия к приобретению тренажеров;

— конкуренция заставляет промышленность интеллектуализировать управление ТП. КТ превращаются в ключевой компонент высокотехнологичной автоматизации на предприятии, а содержащиеся в них технологии позволяют решить многие важные задачи автоматизации.

Аналитики прогнозируют значительный рост тренажерных продаж в ближайшие годы. Наибольший рост ожидается в азиатско-тихоокеанском регионе

и в странах с растущей экономикой. Ведущими станут энергетика, нефтепереработка и нефтегазовый сектор. КТ будут и далее совершенствоваться; предсказывается тренд в сторону высокоточных тренажеров и систем с продвинутыми интерфейсами (3D и виртуальная реальность).

Что касается наиболее интересного нам российского и постсоветского рынка, то в современных экономических реалиях КТ становятся еще актуальней: многие технологические активы стареют; нагрузка на операторов повышается; экстенсивные факторы повышения прибыли истощаются, и спрос на качественное управление увеличивается; технологические и человеческие риски нарастают.

Несмотря на кризис, признаков сокращения инвестиций в подготовку ответственного персонала не наблюдается. Можно вполне обосновано ожидать, что спрос на КТ, как и все последние годы, останется высоким. Отметим, что детальный анализ ситуации на российском рынке не входил в задачи настоящей статьи.

#### Список литературы

1. Operator Training Simulation Global Market Research Study. Market Analysis and Forecast through 2017. ARC Advisory Group. 2012.
2. Дозорцев В.М. и др. Компьютерный тренинг операторов: непреходящая актуальность, новые возможности, человеческий фактор // Автоматизация в промышленности. 2015. № 7. С. 8-20.
3. Дозорцев В.М. Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов. М. Синтег. 2009. 372 с.
4. Dozortsev V.M., Kreidlin E.Yu. State-of-the-art automated process simulation systems // Automation and Remote Control. 2010. Vol. 71. № 9. P. 1955-1963.
5. Дозорцев В.М., Ицкович Э.Л., Кнеллер Д.В. Усовершенствованное управление технологическими процессами (АРС): 10 лет в России // Автоматизация в промышленности. 2013. № 1. С. 12-19.
6. Дозорцев В.М. Обучение операторов технологических процессов на базе компьютерных тренажеров // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 1999. №8. 31-40.
7. Kluge A. et al. Designing training for process control simulators: a review of empirical findings and current practices // Theoretical issues in ergonomics science. 2009. Vol. 10. No. 6. P. 489-509.
8. Дозорцев В.М. Методики компьютерного тренинга операторов — ключевой элемент тренажерных систем (современные тенденции) // Автоматизация в промышленности. 2011. № 7. С. 3-9.

Дозорцев Виктор Михайлович — д-р техн. наук, директор департамента высокотехнологичных решений и консалтинга» ЗАО «Хоневелл». Контактный телефон (985) 761-02-09.

Оформить подписку на журнал "Автоматизация в промышленности" вы можете:

через каталоги "Роспечать" 81874 и "Пресса России" 39206 • сайт журнала <http://www.avtprom.ru> • Редакцию

Адрес редакции: 117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65, офис 360 Тел.: (495) 334-91-30, (926)212-60-97 E-mail: info@avtprom.ru