

УДК 371.693

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРЕНАЖЕРОВ С ИММЕРСИВНЫМИ ОБУЧАЮЩИМИ СРЕДАМИ

С.Ф. Сергеев

Рассматривается проектирование тренажеров для подготовки операторов сложных эргатических систем, работающих в условиях витального стресса. Предложена методология средоориентированного подхода к проектированию обучающих сред, использующая положения постклассической эргономики. Обучающая среда представлена в виде самоорганизующейся аутопоэтической системы, включающей оператора в качестве активного конструирующего звена.

Ключевые слова: тренажер, оператор, эргатическая система, обучающая среда, аутопоэтические системы, средоориентированный подход.

Введение

В настоящее время наблюдается тенденция усложнения объектов вооружения и военной техники, которые, постепенно видоизменяясь, переходят в область сетевых и высокоавтоматизированных эргатических систем. Деятельность оператора приобретает плохо алгоритмизированный характер, что по-новому ставит задачу профессиональной подготовки операторов, обслуживающих данную технику. Кроме того, необходимо подчеркнуть, что это массовые операторские специальности, и возможности профессионального отбора кандидатов для специализированного обучения на них в значительной мере ограничены. Обучение в реальной деятельности зачастую невозможно в силу ее экстремальности и наличия угрозы жизни курсанту. Кроме того, реальная техника имеет ограниченный технический ресурс, и в ней отсутствуют режимы, моделирующие стрессогенное воздействие условий боевой деятельности.

Метод обучения «делай как я», широко принятый в армейской подготовке, в данной ситуации также имеет серьезные ограничения в силу необходимости выполнения значительного объема алгоритмических операций, непонятных курсанту и вызывающих в силу этого у него «информационный шок». Выходом из сложившегося положения является применение специальных тренажерных средств, формирующих искусственную среду обучения и моделирующих основные элементы реальной боевой обстановки и условия применения изучаемой техники. Тренажер в моделируемых условиях позволяет реализовать деятельность оператора, выполнение которой на реальной технике невозможно по экономическим критериям или сопряжено с угрозой жизни оператора. В ряде случаев тренажерная подготовка является единственным методом обеспечения профессиональной готовности оператора.

Постановка задачи проектирования тренажеров

Традиционно тренажеры понимают как модели реального объекта управления и условий его применения, используемые в целях обучения. Погружение в создаваемую в тренажере искусственную среду и деятельность в ней обеспечивают требуемый уровень обученности. Тренажер в междисциплинарном дискурсе рассматривается в более широком контексте. Это не только технологический объект технических и педагогических наук, но и многоуровневая система, включающая обучаемого, которая описывает и порождает феномен обучения. В соответствии с ГОСТ 26387-84 тренажер оператора СЧМ – это «техническое устройство, предназначенное для профессиональной подготовки операторов СЧМ, отвечающее требованиям методик подготовки, реализующее модель СЧМ и обеспечивающее контроль качества деятельности обучаемого» [1]. Однако данное определение захватывает лишь часть описания тренажера как многоуровневой эргатической системы и дано лишь в техническом, инженерном контексте. Из него не ясно, как создать тренажер, эффективно решающий задачу профессиональной подготовки.

Создание тренажера для сложной эргатической системы специального назначения с сетевой архитектурой построения не сводится только к решению двух, кажущихся относительно независимыми, задач – технологической, заключающейся в создании высокоточной имитации среды обучения при приемлемых затратах на ее изготовление и эксплуатацию и – учебно-методической, рассматривающей вопросы проектирования и применения тренажера. Основная сложность заключается в междисциплинарном характере проектирования. Обе задачи имеют разную целевую функцию и решаются в парадигмах разных наук – гуманитарных и технических. Разделенность технического и методического проектирования тренажерной системы ведет к смещению целей проектирования тренажера. Инженеры воспринимают проектирование тренажера как создание высокоточной имитации реальности и не уделяют внимания вопросам его применения, а проектировщики методического обеспечения плохо понимают возможности техники и вынуждены принимать то, что им предлагают инженеры. В результате в ущерб обучающим свойствам тренажера господствует доктрина высокого реализма как понятная большинству участников проектирования.

Основные методологические схемы проектирования тренажеров

Можно выделить ряд подходов к проектированию тренажеров:

- *системотехнический (инженерный)* – добиваются обеспечения максимального подобия модели, реализованной в тренажере, реальным условиям деятельности;
- *антропоцентрический (психолого-педагогический)* – оператор является пассивным объектом педагогического воздействия, осуществляемого системами тренажера в соответствии с реализуемой методикой обучения;
- *конструирующей активности (средоориентированный, постклассический)* – оператор является активным деятелем в порождаемой тренажером специально организованной искусственной среде. Активность субъекта формирует его когнитивные и операциональные структуры, помогающие выполнению профессиональной деятельности.

Классические психолого-педагогические подходы к проектированию тренажеров

Первые две методологические схемы широко применяются в инженерных и психолого-педагогических вариантах проектирования тренажеров. Необходимо отличать тренажеры от имитаторов и наглядных пособий, основная задача которых состоит в воспроизведении отдельных свойств элементов технической системы, их внешнего вида, не связанного с операциональным составом деятельности оператора. Основным критерием выделения действий, выполняемых на тренажере из целостной профессиональной деятельности, по мнению К.К. Платонова, является критерий их соответствия действиям по своей психологической структуре, одинаково выполняемым в реальной деятельности [2]. В психологическую структуру действия входят его цель, особенности восприятия, внимания, мышления, особенности движений, которыми реализуется это действие, и т.д. Сложную деятельность можно раздробить на отдельные действия и их группы для раздельной тренировки, но дробить деятельность дальше, на отдельные акты, не имеющие самостоятельной цели, нельзя.

Это справедливо только для простых, повторяющихся видов деятельности, не требующих решения задач выбора и принятия интеллектуальных решений. В противном случае индивидуальные стратегии, стихийно возникающие в обучаемом, могут быть очень далеки от совершенства. Традиционный подход, заключающийся в отработке элементов деятельности путем их многократного повторения при подготовке для работы в сложных военных эргатических системах, работает плохо, так как требуется описание всего поля возможных решений, что зачастую невозможно.

А.И. Нафтульев, рассматривая тренажеры для принятия решения [3], выдвинул гипотезу о том, что физическое подобие не является значимым для данного класса устройств. Важно ориентировать субъекта на существенные отношения, присущие данному классу задач. Ситуация обучения не обязательно должна соответствовать физической сущности объекта [3]. Отметим, что оператор в процессе обучения порождает психологический конструкт профессионального знания, включающий элементы интерфейса системы как часть среды управления.

Попытки уйти от диктата инженерного проектирования в процессе тематического синтеза структуры тренажеров неоднократно предпринимались в рамках педагогики и инженерной психологии. Так, например, А.Н. Печниковым предложен психолого-педагогический подход к проектированию и созданию автоматизированных обучающих систем (АОС). Под этим подходом понимается «превалирование психолого-педагогического проектирования над другими видами системного проектирования (системотехнического, эргономического, инженерно-психологического и т.д.) в решении принципиальных вопросов определения основных технических характеристик, структурных и функциональных схем, схем информационных потоков, моделей и алгоритмов функционирования проектируемых АОС» [4].

Данный подход представляет собой форму инженерно-психологического проектирования со всеми вытекающими из этого достоинствами и недостатками, дополненную педагогическими интерпретациями. Проектирование при этом заключается в интерпретации – научном обосновании технологии обучения, представленной в виде совокупности обучающих процедур, осуществляемых в основном в терминах и методами педагогических наук. Целью разработки методологии психолого-педагогического проектирования является «органическое сочетание в процессе проектирования АОС двух начал – кибернетического и психолого-педагогического – такого сочетания, которое на основе взаимосвязанного решения проблем информатики, вычислительной техники, эргономики, дидактики, педагогической и инженерной психологии способно обеспечить заданную дидактическую эффективность разрабатываемой АОС».

Психолого-педагогический подход, несмотря на его несомненную пользу в военной педагогике, при изучении сложных эргатических систем имеет ряд ограничений, связанных с информационно-кибернетическим базисом, лежащим в основе его методологии. В первую очередь, в нем не учитываются эффекты самоорганизации, возникающие в замкнутых и аутопоэтических системах, к которым относятся обучающие организации и курсанты. Во-вторых, его использование требует высокого уровня инженерной подготовки у преподавательского состава, формирующего и использующего методику обучения на трена-

жере. Кроме того, педагогические интерпретации в значительной мере субъективны и индивидуальны, что мешает передаче педагогического опыта в процессе совершенствования системы обучения. Особенно сильно это проявляется в том случае, если тренажер экспортируется в зарубежные страны, где культурные среды отличаются от российской среды обучения и прямой перенос методик обучения часто невозможен. Попытки перевода методического обеспечения на другой язык требуют учета культурного контекста, что возможно лишь при участии специалистов-переводчиков, хорошо понимающих предметную область.

Тренажер как средство формирования обучающей среды

Третья методологическая схема реализуется в средоориентированных технологиях [5]. Тренажер в них можно определить как организационно-техническую систему, создающую в обучаемом искусственную обучающую среду, деятельность в которой приводит к формированию у обучаемого требуемого уровня профессиональной компетенции. Это техническая система, моделирующая с определенным уровнем подобия (вплоть до полного) элементы и условия применения реальной СЧМ, порождающая обучающую среду, деятельность в которой приводит к формированию и поддержанию у оператора требуемого уровня профессиональной готовности [6]. Отметим в данных определениях новое для нас содержание понятия «обучающая среда». Это, в первую очередь, психологическое понятие, а не физическая реальность и техническое окружение, в котором работает оператор. Обучающая среда не является простой имитацией окружающей обстановки или алгоритмов работы человеко-машинной системы. Она содержит в своей основе психологический конструкт, возникающий в операторе в специально организованных (с учетом психологии обучения и поведения человека) условиях. В формировании данного конструкта значительную роль играет опыт обучающегося и контент, в котором происходит обучение. Деятельность в обучающих средах активно формирует качества профессионала, которые могут быть перенесены на реальную деятельность [7].

Постклассическая эргономика тренажеростроения основана на следующих взглядах на понятия «среда», «обучающая среда».

1. Среда эргатической обучающей системы является продуктом конструирующей деятельности психики человека-оператора и не может быть рассмотрена вне ее психического содержания.
2. Среда отражает феномен динамической целостности циклически формирующихся цепей отношений человека с физической и социальной реальностью в процессе обеспечения его жизнедеятельности. Среда выступает перед субъектом одновременно в виде субъективной реальности и как внешняя предметная, объективная структура мира, в которой действует субъект.
3. Обучающая среда в содержательном плане возникает всегда как динамический процесс формирования сети отношений в субъекте обучения, в который им лично (не всегда осознанно) избирательно вовлекаются самые разнообразные элементы внешнего и (или) внутреннего окружения с целью обеспечения: аутопоззиса организма, стабильности личности и непрерывности ее истории.

Понятие «знание» в постклассической интерпретации также имеет смысл, отличный от понятий «знание», принятых в традиционных инструменталистских теориях:

- знание, в отличие от информации, не может быть извлечено из человека, в котором оно существует;
- знание нельзя передать непосредственно от человека к человеку, оно может быть построено только самим учеником, выращено в нем;
- знание зарождается и развивается вместе с человеком, совершенствуется в процессе жизни, приобретает свойства, учитывающие опыт субъекта;
- знание не обладает материальной формой, к нему не применимы операции, аналогичные операциям с физическими, материальными объектами;
- знание связано с работой механизма понимания;
- знание носит черты социального конструкта, отражающего интерпретации, порождаемые и разделяемые членами общества;
- язык выступает в качестве средства конструирования знаний, которые являются социальным продуктом, возникающим в процессе языковой деятельности в процессе коммуникаций [7].

На базе постклассической эргономики сформулирована теория обучения в иммерсивных средах, которая включает следующие базовые принципы: самоорганизации, селективности, погружения, присутствия, конструирующей активности обучаемого, взаимной ориентации (человек–машина, человек–человек) в процессе обучающей коммуникации, физической непосредственности и субъектной (сознательной) опосредованности – интерпретативности, историчности [5].

Применение постулатов данной теории в практике тематического проектирования тренажеров и обучающих систем ведет к новым взглядам на компоненты обучающих сред, меняет логику разработки структуры и элементов обучающей системы на всех этапах формирования проектных решений (табл. 1).

Иммерсивная обучающая среда является динамическим, системным, самоорганизующимся психологическим конструктом, обладающим следующими свойствами: иммерсивность; присутствие; интерактивность; внесубъектная пространственная локализация; избыточность; наблюдаемость; доступность

когнитивному опыту (конструируемость); насыщенность; пластичность; целостность; мотивогенность, проявляющимися в форме активного обучения [5].

Компоненты обучающих систем и сред обучения	Роль в обучающих системах и средах обучения	
	Классический подход	Средоориентированный подход
Обучаемый	Пассивен, является объектом педагогического воздействия. Исполнитель инструкции	Активен, является действующим в динамической среде агентом, включенным в процесс обучающей коммуникации
Инструктор	Непосредственно действует на ученика, формирует его поведение, дает учебную информацию, реализует дидактические процедуры	Является наблюдателем и активным участником коммуникации, использующим свой опыт и авторитет для ориентации ученика в зоне учебных смыслов, изменения наблюдаемых параметров среды обучения
Роль средств обучения и моделирования среды обучения	Моделирование с максимальной возможной степенью подобия содержания и условий реальной профессиональной деятельности	Реализация профессиональных средовых ниш для развертывания деятельности обучаемого
Содержание обучения	Выполнение учебных задач	Учебная деятельность в среде обучения. Жизнь в среде обучения
Коммуникации в системе	Передача информации от инструктора к ученику	Координация смыслов участников общения в общей зоне коммуникации
Системы оценок	Объективный контроль показателей деятельности, парциальные оценки. Количественные показатели	Фиксация траектории получения профессионального опыта. Интегральные оценки. Качественные оценки
Роль оценок	Объективная, свидетельствующая об уровне сформированности профессиональных качеств	Двойственный характер: мотивационно-стимулирующая, организующая и координирующая деятельность в системе «среда обучения–обучаемый»
Цель системы подготовки	Сформировать знания, умения и навыки	Создать условия для получения опыта в среде обучения и переноса полученного опыта на деятельность в профессиональной среде
Организация системы подготовки	Жестко детерминирована	С гибко изменяющейся структурой, учитывающей аутопоэтический характер организации субъекта и его свойств
Принципы организации системы подготовки	Фиксированная структура, жестко определяющая функции системы. Описания однозначны	Системная дифференциация. Редукция сложности. Операционная замкнутость. Самореферентность

Таблица 1. Различие взглядов на ключевые компоненты обучающих систем и сред в классическом и средоориентированном подходах

Обучение в иммерсивной среде сопровождается субъективным чувством присутствия в среде, в том числе, отличающимся от среды непосредственного чувственного опыта. Присутствие в иммерсивной обучающей среде – это динамический процесс включения человека (его психологической и психофизиологической систем) в среды человеческого опыта в процессе их конструирования и освоения. Чаще всего рассматривают физическое и социальное присутствия. Физическое присутствие относится к чувству человека «физически находится в каком-нибудь месте». Социальное присутствие отражает чувство «быть вместе (и связываться) с кем-то».

Эффективная деятельность в искусственной среде обучения обеспечивается интерактивностью среды – мерой предоставляемых человеку возможностей для свободных действий с контентом среды. Интерактивность включает в себя многообразие взаимодействий, возникающих в среде на различных уровнях ее представления – физическом, межличностном, групповом, институциональном. Она структурируется в сферах обмена (информацией, объектами, чувствами); интерпретаций; производства впечатлений и типизации сообщений. Интерактивность обеспечивает диалоговый характер отношений ученика с содержанием среды.

Иммерсивные тренажеры

В тренажере, созданном на базе теории обучающих иммерсивных сред, имитируется искусственная среда в форме виртуальной реальности и элементы ее взаимодействия с оператором. При этом, в соответствии со сценарием и этапами обучения, избирательно моделируются только те элементы реальной деятельности, которые необходимы для порождения обучающей среды в соответствии с требуемой на том или ином этапе профессиональной подготовки логикой обучения, что достигается с помощью тех-

нологий виртуальной реальности [8]. Выбор парадигмы проектирования определяет логику проектирования и влияет на выбор и содержание проектного решения (табл. 2).

Основные решения	Классический подход	Средоориентированный подход
Формы взаимодействий в системе «среда - обучаемый»	Реализация монолога обучающей системы с учеником	Обеспечение диалога (полной интерактивности) ученика со средой обучения
Форма представления учебного материала	Материал заранее определен, выстроен в логике и терминах процесса обучения	Материал частично недетерминирован, задан в избыточности и динамике среды обучения
Алгоритм поведения ученика	В терминах учебной задачи. Реализация заранее заданного алгоритма в виде последовательности операций и действий ученика с материалом	Не определен заранее, зависит от конкретной учебной ситуации и отражает личный опыт ученика, стратегии и тактики его поведения и деятельности в среде обучения
Способ описания учебного материала	Задан в явной форме в виде описания учебной задачи и условий, обеспечивающих ее решение	В форме сценария, описывающего свойства среды обучения
Цели обучения	Заданы в конкретных, часто количественных показателях, отражающих критерии достижения учебной задачи	Цели заранее не определены. Отражены в форме общей стратегии, миссии, определяющей направление деятельности ученика в среде обучения
Обеспечение мотивации деятельности	Внешне заданная система бонусов и поощрений. Оценки и критерии для их получения. Содержит формы принуждения и наказания для включения мотивов избегания неудачи	Использование внутренней мотивации, порождаемой миссией
Цель проектирования	Реализация учебных задач	Реализация системы, порождающей эффективную обучающую среду

Таблица 2. Содержание проектных решений в рамках традиционного и средоориентированного подходов

Вводится понятие «иммерсивность» как степень погружения, включения курсанта в обучающую среду. Чем выше иммерсивность среды, тем теснее связи погруженного в нее субъекта с содержанием среды, тем выше обучающий эффект по отношению к данному учебному содержанию. Обучаемый является активным деятелем в среде. Он наделяет смыслами содержание своей деятельности, создает интерпретацию, определяющую историю его личности.

Тренажер, формирующий обучающую среду, в которую погружается субъект обучения, назовем *погружающим* или *иммерсивным тренажером*. Практика создания тренажеров данного класса показывает их перспективность при решении задач массовой подготовки операторов сложных эргатических систем. Использование иммерсивных тренажеров для подготовки операторов систем слежения за динамическими объектами, созданных в ЦКБ аппаратостроения (г. Тула), позволило в 2–3 раза сократить сроки обучения курсантов, повысило качество реальной профессиональной деятельности [9].

Заключение

Предложена и обоснована методология проектирования тренажеров с иммерсивными средами для операторов сложных эргатических систем различного, в том числе и специального, назначения, позволяющая учитывать активность оператора в процессе профессиональной подготовки. На базе постклассических представлений эргономики и инженерной психологии введены понятия «обучающая среда», «знание», «иммерсивная среда», объединяющие в междисциплинарном плане дискурсы разработчиков систем подготовки, что позволяет вести проектирование тренажеров с учетом самоорганизующегося характера учебной деятельности человека.

Для решения задач, возникающих в процессе разработки учебно-тренировочных средств для подготовки операторов сложных эргатических систем, требуются изменения и дополнения в методологический и понятийный базисы проектирования, учитывающие синергетический характер взаимодействий в системе «оператор – среда».

Литература

- ГОСТ 26387-84. Система «человек–машина». Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2006. – 6 с.
- Платонов К.К. Психологические вопросы теории тренажеров // Вопросы психологии. – 1961. – № 4. – С. 77–86.

3. Нафтульев А.И. О выборе уровня подобия тренажера реальному объекту управления // Проблемы общей и инженерной психологии. Экспериментальная и прикладная психология. Вып. 7. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. – С. 129–133.
4. Печников А.Н. Теоретические основы психолого-педагогического проектирования автоматизированных обучающих систем. – Петродворец: ВВМУРЭ им. А.С. Попова, 1995. – 341 с.
5. Сергеев С.Ф. Обучающие и профессиональные иммерсивные среды. – М.: Народное образование, 2008. – 434 с.
6. Сергеев С.Ф. Эргономика объектов вооружения: Курс инженерной психологии для конструкторов управляемого оружия. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 174 с.
7. Сергеев С.Ф. Инженерно-психологическое проектирование сложных эрготехнических сред: методология и технологии // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики / Под ред. В.А. Бодрова, А.Л. Журавлева. Вып.1. – Изд-во «Институт психологии РАН», 2009. – С. 429–449.
8. Сергеев С.Ф. Методология проектирования иммерсивных тренажеров операторов систем слежения / С.Ф. Сергеев, Г.Л. Коротеев, В.Н. Соколов // Передовые технологии в авиаприборостроении. Материалы V Всероссийской научно-технической конференции Национальной Ассоциации авиаприборостроителей (НААП). – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – С. 96–101.
9. Сергеев С.Ф. Виртуальные тренажеры: проблемы теории и методологии проектирования // Биотехносфера. – 2010. – № 2(8). – С. 15–20.

Сергеев Сергей Федорович – Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кандидат психологических наук, зав. лабораторией, ssfpost@mail.ru