

УДК 159.9.62

АДАПТИВНОСТЬ В ТРЕНАЖЕРАХ

С.Ф. Сергеев

Приводится обзор современных подходов к формированию адаптивных режимов в тренажерах операторов эргатических систем. Показаны ограничения классической методологии проектирования адаптивных тренажеров, использующей критерии адаптации по эффективности выполнения учебных задач. Предложены подходы к выбору способов адаптации, учитывающие процессы самоорганизации обучающей среды.

Ключевые слова: адаптация, взаимоадаптация, адаптивные тренажеры, способы адаптации, обучающие среды.

Введение

Технологический прогресс в области сбора, обработки и представления информации позволяет создать тренажерные системы с высокой степенью автоматизации процессов управления обучением, обеспечивающие погружение обучаемого в среду с управляемыми параметрами. Появляется возможность проводить подготовку операторов эргатических систем в реальном времени в соответствии с ходом процесса усвоения и отработки навыков, с учетом объективной сложности учебных заданий для каждого конкретного обучаемого. Возникли предпосылки к созданию адаптивных тренажерных систем, в которых процесс управления обучением автоматизирован [1].

Классические модели адаптивного обучения

В соответствии с ГОСТ 26387-84 адаптивный тренажер – это «тренажер, обеспечивающий автоматическую оптимизацию управления процессом подготовки человека-оператора с учетом скорости и качества выполнения им учебных задач» [2]. Это узкое техническое определение, вводящее критерии адаптации только как функцию поведения ученика в зоне учебных задач. При этом ученик воспринимается как «черный ящик», внутренние параметры которого скрыты от наблюдателя, но изменяются в зависимости от внешнего воздействия среды обучающей системы. Это довольно ограниченное техническое понимание свойств человека, являющегося биологической обучающейся системой, реализующей когнитивные функции. Истоки данных взглядов содержатся в работах по программируемому обучению, проводившихся в рамках методологической схемы бихевиоризма «стимул–реакция» [3]. Обучение в ней рассматривается как функция информационного взаимодействия когнитивной системы ученика и обучающей машины. Большинство обучающих систем в настоящее время активно использует парадигму бихевиоризма, что, однако не исчерпывает проблему адаптивных тренажерных систем. Кроме того, данный подход не позволяет создавать обучающие системы для подготовки операторов, работающих в условиях априорной неопределенности. Любые стандартные задачи, предлагаемые в тренажерах, могут привести к стереотипам, мешающим профессиональной деятельности.

При синтезе адаптивных тренажеров как систем адаптивного информационного взаимодействия решаются следующие основные проблемы:

- исследование закономерностей стохастической детерминации поведения человека;
- регистрация, качественный и количественный анализ факторов и критериев сложности решения мыслительных и перцептивных задач, выбор оптимальных моделей, методов и средств адаптации структуры и средств взаимодействия в нормальных и экстремальных условиях;
- разработка физических, математических, биологических и других моделей адаптивного взаимодействия;
- исследование психологических закономерностей протекания мыслительных, мнемических и перцептивных процессов в условиях интенсивного информационного взаимодействия [4].

Большинство существующих адаптивных тренажеров построено с использованием обратной связи вида «результат – изменение параметров задачи». Накапливая данные об уровне подготовки оператора, адаптивный тренажер данного вида позволяет подобрать метод обучения и способ подачи стандартных учебных ситуаций, обеспечивающие требуемый уровень профессиональной подготовки. Однако этот способ формирования навыков и умений не учитывает внутреннюю активность и избирательность когнитивной системы ученика, его прошлый опыт и свойства личности. Обучение может быть более эффективным при других схемах обучения, использующих в качестве критериев адаптации индивидуальные стили учебной деятельности [5] и когнитивные особенности обучаемых [6].

Психофизиологическая и поведенческая адаптации

Варианты обучающих программ могут различаться по параметрам адаптации (адаптивным переменным), наиболее популярные из которых можно свести в две большие группы: психофизиологические показатели и показатели обучаемости. В тренажерах возможна адаптация по параметрам информационного обмена – темпу, частоте подачи информации, по ее структуре [1, С. 47].

Приведенные способы адаптации являются техническими реализациями метода биологической обратной связи. Такие формы адаптации возможны только для ограниченного класса тренажеров – для подготовки операторов сенсомоторного профиля.

Теоретически адаптивные тренажеры являются наиболее эффективным средством профессиональной подготовки. Они позволяют проводить обучение оператора при высоком уровне его мотивации, в наиболее короткие сроки и в условиях, максимально приближенных к реальным условиям деятельности. Однако в настоящее время адаптивных тренажеров, учитывающих изменение обучающей функции в зависимости от состояния когнитивной системы оператора и его опыта, практически не существует.

Адаптация и взаимоадаптация

Помимо вышеуказанных технико-технологических проблем решение задачи создания адаптивных тренажеров сдерживается отсутствием работ, в концептуальном и методологическом планах, отражающих специфику адаптации и взаимной адаптации биологических и технических систем.

Понятие «адаптация», используемое в технических системах, отличается от понятий адаптации человека и его психофизиологической системы к окружающей среде и среде опыта, принятых в физиологии и психологии.

Некоторые авторы высказывают сомнения в необходимости излишне широкого толкования понятия адаптации применительно к психологии человека, включенного в профессиональную деятельность в составе эргатических и социальных систем [7, 8].

Понятие «взаимоадаптация» широко используется в психологии при описании отношений между людьми и свидетельствует о взаимных изменениях субъектов, учитывающих свойства друг друга для достижения некоторого взаимовыгодного баланса. В техническом плане можно говорить о взаимоадаптации человека и искусственной интеллектуальной среды, рассматриваемых как активных деятелей, включенных во взаимодействие, каждый из которых достигает своих целей.

Очевидно, что взаимоадаптация представляет собой интерактивный циклический процесс, в котором участники, образуя единую систему, являются независимыми друг от друга агентами, в отличие от адаптации, основанной на зависимости адаптирующейся системы от условий, к которым система адаптируется. Адаптация и взаимоадаптация могут сосуществовать одновременно как параллельные процессы.

В.Ф. Венда, рассматривая отличия понятия взаимоадаптации от таких понятий, как адаптация, взаимодействие, взаимовлияние, взаимосвязь и других, выделяет три основные группы различий. По его мнению, взаимоадаптация:

1. акцентирует внимание на изменениях, которые претерпевают объекты, становясь компонентами системы, на закономерностях этих изменений в ходе становления, развития, существования, трансформаций структур системы;
2. отвергает тенденции, ведущие к накоплению непримиримых противоречий;
3. направлена на максимальное раскрытие индивидуальных способностей, компенсацию психофизиологических недостатков, учет интересов и устремлений личности [9, С. 6].

В предложенной В.Ф. Вендой трансформационной теории обучения рассматривается развитие нескольких систем (одна из которых – ученик) и порождение новых их состояний без разрушения предыдущих до состояния хаоса. Существование и развитие живой системы является процессом взаимной опережающей многоуровневой адаптации компонентов системы между собой и системы с внешней средой [9, С. 26].

Психическая адаптация

Результаты исследований в области психологии произвольной сознательной регуляции и адаптации субъекта к различным профессиональным и обучающим средам отражены в понятийном базисе практически всех отраслей психологической науки. Наиболее подробно они представлены в трудах известных советских и российских ученых в области физиологии, психологии труда, общей и инженерной психологии, таких как Б.Г. Ананьев, П.К. Анохин, М.Я. Басов, Ф.Б. Басин, В.А. Бодров, Н.А. Бернштейн, А.В. Брушлинский, Л.М. Веккер, П.Я. Гальперин, Н.Д. Гордеева, Л.Г. Дикая, А.Л. Журавлев, Г.М. Зарковский, В.П. Зинченко, Т.П. Зинченко, О.А. Конопкин, Б.Ф. Ломов, В.И. Медведев, Г.С. Никифоров, А.А. Обознов, Б.В. Овчинников, В.А. Пономаренко, А.А. Смирнов, Г.В. Суходольский.

Следствием и важным результатом их научной деятельности явилось появление широко представленной в отечественной науке формы научного мышления, основанной на физиологических и материа-

листических представлениях о процессах регуляции и адаптации в живых, наделенных психикой, организмах. Это сильно повлияло на практику создания эргатических систем, переведя их проектирование в инженерную плоскость.

Среди исследований на эту тему можно особо выделить работы Ю.А. Александровского [10], В.И. Медведева [11, 12], Г.А. Балла [13], А.А. Налчаджяна [14], Ф.Б. Березина [15], В.А. Бодрова [16], Л.Г. Дикой [17], А.Л. Журавлева [18].

В данных работах дается предельно широкое толкование понятия психической адаптации. Видимо, это связано с тем, что термин «адаптация» хорошо сопрягается с множеством психологических и бытовых понятий, легко образуя различные смысловые конструкции («функциональная система психической адаптации», «целостная индивидуальная система адаптационной активности», «адаптационный потенциал личности», «адаптирующаяся личность» и т.д.).

Адаптация отражает отношения и связи между организмом и средой. Среда рассматривается в широком смысле, включая внутреннюю среду организма. Отличие регуляторных процессов от процессов адаптации с точки зрения системного подхода заключается в межсистемном интегральном характере последних. Л.Г. Дикая считает, что «содержательно процесс адаптации представляет собой активное формирование (осознанное или неосознаваемое) субъектом своей стратегии и способов овладения ситуацией на разных уровнях регуляции поведения, деятельности, состояния» [17, С. 39]. В.А. Бодров рассматривает адаптацию как «системный ответ организма и психики на длительное и многократное воздействие факторов среды, связанное с перестройкой механизмов гомеостатической регуляции, формированием функционального обеспечения жизни и деятельности в соответствии с новыми, измененными условиями среды» [16, С. 43]. Подчеркивается представление об адаптации как морфофункциональном динамическом процессе системной регуляции организма при воздействии измененных условий внешней и внутренней среды.

Адаптацию определяют как состояние и как процесс. В состоянии адаптации потребности индивида и требования среды полностью удовлетворены. Это состояние гармонии между индивидом и средой. Однако адаптация понимается не только как процесс и состояние. А.Л. Журавлев считает, что «...адаптация – базовый процесс, состояние и свойство психики» [18]. Многие специалисты описывают адаптационную систему личности как многоуровневую [19].

Ф.Б. Березин выделял три уровня: психофизиологический, собственно психический, социально-психологический [15]. Условно процессы адаптации можно отнести к психофизиологическому уровню, состояния адаптации – к собственно психическому уровню, адаптивные свойства личности – к социально-психологическому уровню.

Регуляция психических состояний при обучении может рассматриваться как адаптация. Для объяснения многообразия поведения человека в обучении адаптационной модели недостаточно. Особенно это касается взаимодействия человека с культурной средой.

Понятие психической адаптации – это перспективный ресурс для создания адаптивных алгоритмов обучения, хотя его достаточно сложно использовать при создании адаптивных тренажеров в силу высокой неопределенности и качественного характера процедур измерения и интерпретации. Однако некоторые опросные методы для оценки уровня психической адаптации могут быть использованы в адаптивных контурах тренажеров, отражающих изменение психического состояния в процессе обучения.

Биологическая адаптация

В широком смысле биологическая адаптация – это любое структурное, функциональное или поведенческое изменение в организме, повышающее его жизнеспособность. Организм живого существа адаптирован по определению. Его взаимодействие с окружающей средой состоит в большей или меньшей активности адаптационных систем (нервной, эндокринной, опорно-двигательной, сердечно-сосудистой, иммунной), которые обеспечивают удержание гомеостатических констант внутренней среды (газов, ионов и глюкозы в крови) в пределах, совместимых с жизнью.

Человеку свойственны четыре типа обучения: неассоциативное, ассоциативное, когнитивное и рассудочное [20]. На их основе формируется система поведенческих стереотипов, обеспечивающая реализацию задачи поддержания жизнедеятельности. Каждая из форм может служить основой для обучающих алгоритмов, реализуемых в обучающей среде, возникающей при обучении на тренажере.

Средовая адаптация

Все многообразие поведенческой активности человека представлено в виде следующих четырех типов «эволюционно стабильной стратегии поведения» [21]:

1. агонистическое поведение, связанное с конфликтами; оно может проявиться и в виде аутоагрессии;
2. кооперативное поведение, направленное на объединение усилий к достижению целей с наименьшими потерями;

3. альтруистическое поведение, связанное с добровольной утратой индивидом некоторых жизненных преимуществ ради повышения общей приспособленности всего сообщества;
4. эгоистическое поведение, связанное с односторонним накоплением жизненных преимуществ; иначе говоря, «поведение выживания».

Вполне вероятно, что адаптация к социуму среды обучения представляет в общем случае компромисс этих четырех принципиальных стратегий. Сценарий среды обучения адаптивного тренажера может использовать поведенческие особенности обучаемого, формируя требуемую историю жизни в среде.

Перспективная методологическая схема обучения реализуется в средоориентированных технологиях [22]. 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 [23]. В данном определении используется постклассическое 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 контекст, в котором происходит обучение. Все средоориентированные тренажеры являются адаптивными тренажерами, так как они используют адаптацию обучаемого к среде обучения.

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 котором 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: аутопоэзиса организма, стабильности личности и непрерывности ее истории.

Средоориентированный подход эффективен при использовании технологии виртуальной реальности, позволяющей менять любые параметры среды обучения в реальном времени [24], что позволяет реализовать любые схемы адаптации, в том числе полимодальную взаимоадаптацию к среде обучения.

Техническая адаптация в тренажерных системах

Понятие адаптации в техническом (инженерном) смысле связано с изменением параметров регуляторов и средств представления информации в зависимости от текущей ситуации и влияния среды. Это способность системы сохранять эксплуатационные показатели в заданных пределах при изменениях условий функционирования. Тренажер как адаптивная система может быть самонастраивающимся и самоорганизующимся. В первом случае изменение внешней среды (вида и содержания деятельности обучаемого) ведет к изменению параметров и способа функционирования тренажера, во втором случае изменяется структура тренажера.

Заметим, что в тренажере, как обучающей системе, различают два типа адаптивности. Это адаптивность структуры тренажера как технического устройства (режимная или конструктивная адаптивность) и дидактическая адаптивность. В первом случае технические устройства тренажера адаптируются под внешние сигналы, изменяя режимы функционирования или математическую модель тренажера, а во втором, подразумевается «автоматическое изменение учебно-методического обеспечения тренажера в зависимости от предшествующего опыта обучения, уровня обученности или этапа обучения» [25, С. 45]. Авторы дают следующее определение адаптивного тренажера: это «программно-техническое средство профессиональной подготовки персонала, обеспечивающее автоматическую оптимизацию управления процессом обучения при изменении свойств объекта управления и уровня обученности оператора» [25, С. 46].

Адаптивными свойствами могут обладать не только тренажерные системы в целом, но и их отдельные узлы. Так, например, используются адаптивные системы визуальной обстановки, которые формируют и перераспределяют визуальную информацию для оператора в соответствии с его возможностями и потребностями воспринимать эту информацию (от положения головы, зрачков глаз, размещения сюжетно-важных участков изображения и т.д.) [26]. В работе И.В. Курочкина с соавторами для оценки и контроля обученности человека оператора используется экспериментальная оценка параметров его адаптивной модели [27].

Следует заметить, что проблемы технической адаптации в обучающих тренажерных комплексах постепенно уходят в прошлое. Современные технологии проектирования, основанные на компьютерном управлении и моделировании, переходят в область программного проектирования, для которого технологические ограничения несущественны. Важно создать искусственный мир, обладающий обучающими свойствами, жизнедеятельность в котором формировала бы требуемые комплексы профессионально-важных качеств. Эта задача отличается от классического подхода формирования методик обучения и требует дополнительной, серьезной научной проработки.

Заключение

Проблема адаптивности является центральной при создании технических средств профессиональной подготовки операторов эргатических систем. Она отражает общее свойство живого к приспособлению путем выработки новых когнитивных и исполнительных структур, и лежит в основе всех методов обучения. Практически все параметры учебной задачи могут быть использованы для включения и совершенствования тех или иных профессионально важных функций, знаний и умений и навыков человека.

Рекурсивный характер обучения связан с циклическими процессами самовоспроизведения, действующими в организме человека, что позволяет выделить повторение в качестве одного из основных методов и методологических принципов обучения в искусственных средах.

Искусственная среда обучения в тренажере, представленная ученику в виде мира деятельности, должна включать все типы обучения, ведущие к появлению эффективного профессионального поведения.

При создании среды обучения в тренажере необходимо учитывать эффекты самоорганизации, возникающие в системе «среда обучения – ученик». Важно обеспечить активность ученика в процессах включения в среду обучения, что обеспечивает в дальнейшем деятельность в профессиональной среде.

Литература

1. Соколов В.Н. Адаптивные тренажерные системы: проектирование и оценка. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 160 с.
2. ГОСТ 26387-84. Система «человек–машина». Термины и определения. – М.: Стандартиформ, 2006. – 6 с.
3. Крэм Д. Программированное обучение и обучающие машины. – М.: Мир, 1965. – 274 с.
4. Инженерная психология / Под ред. Б.Ф. Ломова, В.Ф. Рубахина, В.Ф. Венды. – М.: Наука, 1977. – 302 с.
5. Сергеев С.Ф. Инструменты обучающей среды: стили обучения // Школьные технологии. – 2010. – № 5. – С. 19–27.
6. Сергеев С.Ф. Инструменты обучающей среды: интеллект и когнитивные стили // Школьные технологии. – 2010. – № 4. – С. 43–51.
7. Журавлев А.Л., Купрейченко А.Б. Самоопределение, адаптация и социализация: соотношение и место в системе социально-психологических понятий // Психология адаптации и социальная среда: современные подходы, проблемы, перспективы. – М.: Институт психологии РАН, 2007. – С. 62–95.
8. Реан А.А., Кудашев А.Р., Баранов А.А. Психология адаптации личности. – М.: Прайм-Евразия, 2008. – 479 с.
9. Венда В.Ф. Системы гибридного интеллекта: Эволюция, психология, информатика. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
10. Александровский Ю.А. Состояния психической дезадаптации и их компенсация. – М.: Наука, 1976. – 272 с.
11. Медведев В.И. О проблеме адаптации // Компоненты адаптационного процесса. – Л.: Наука, 1984. – С. 3–16.
12. Медведев В.И. Адаптация человека. – СПб: Институт мозга человека РАН, 2003. – 584 с.
13. Балл Г.А. Понятие адаптации и его значение для психологии личности // Вопросы психологии. – 1986. – № 1. – С. 92–100.
14. Налчаджян А.А. Социально-психическая адаптация личности (формы, механизмы и стратегии). – Ереван: АН Арм. ССР, 1988. – 263 с.
15. Березин Ф.Б. Психическая и психофизиологическая адаптация человека. – Л.: Наука, 1988. – 295 с.
16. Бодров В.А. Психологические механизмы адаптации человека // Психологическая адаптация и социальная среда: современные подходы, проблемы, перспективы. – М.: Институт психологии РАН, 2007. – С. 42–61.
17. Дикая Л.Г. Адаптация: методологические проблемы и основные направления исследований // Психологическая адаптация и социальная среда: современные подходы, проблемы, перспективы. – М.: Институт психологии РАН, 2007. – С. 17–41.

18. Журавлев А.Л., Купрейченко А.Б. Самоопределение, адаптация и социализация: соотношение и место в системе социально-психологических понятий // Психология адаптации и социальная среда: современные подходы, проблемы, перспективы. – М.: Институт психологии РАН, 2007. – С. 62–95.
19. Вассерман Л.И., Беребин М.А., Косенков Н.И. О системном подходе в оценке психической адаптации // Обозрение психиатрии и медицинской психологии им. В.М. Бехтерева. – 1994. – № 3. – С. 16–25.
20. Батуев А.С. Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: Учебник для вузов. – 3-е изд. – СПб: Питер, 2008. – 318 с.
21. Эрман Л., Парсонс П. Генетика поведения и эволюция: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 566 с.
22. Сергеев С.Ф. Обучающие и профессиональные иммерсивные среды. – М.: Народное образование, 2009. – 432 с.
23. Сергеев С.Ф. Методология проектирования тренажеров с иммерсивными обучающими средами // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2011. – № 1(71). – С. 109–114.
24. Сергеев С.Ф. Эргономическое проектирование виртуальных тренажеров // ЧФ: Проблемы психологии и эргономики. – 2011. – № 3 (58). – С. 99–105.
25. Магид С.И., Загретдинов И.Ш., Архипова Е.Н., Музыка Л.П. Проблемы современного энергетического тренажеростроения через призму терминологии // Оперативное управление в электроэнергетике. Подготовка персонала и поддержание его квалификации. – 2007. – № 1. – С. 35–51.
26. Белоусов Б.И., Пустыльников В.С. Адаптивные системы имитации визуальной обстановки (ИВО) тренажеров транспортных средств // Психологические аспекты тренажеростроения. Ч. 1. – Ереван, 1984. – С. 72–74.
27. Курочкин И.В., Царьков А.С., Шляхтин Г.С. Тренажер для оценки параметров адаптивной модели оператора как показателей уровня его обученности // Психологические аспекты тренажеростроения. Ч. II. – Ереван, 1984. – С. 30–33.

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