

А.Н. Поддьяков

**Исследовательское
поведение: стратегии
познания,
помощь,
противодействие,
конфликт**

2-е издание, исправленное
и дополненное

Александр Поддьяков

**Исследовательское поведение.
Стратегии познания, помощь,
противодействие, конфликт**

«Когито-Центр»

2006

Поддьяков А. Н.

Исследовательское поведение. Стратегии познания, помощь, противодействие, конфликт / А. Н. Поддьяков — «Когито-Центр», 2006

Монография посвящена психологии исследовательского поведения. Анализируются методология и стратегии исследовательского поведения, а также различные виды взаимодействия и взаимопроникновения исследовательского поведения, интеллекта, творчества и игры. Показана роль самостоятельной исследовательской деятельности в познавательном, социальном и личностном развитии ребенка. Описаны общие подходы и конкретные методы обучения исследовательскому поведению. Особое внимание уделено помощи и противодействию исследовательскому поведению, обучению и развитию учащихся со стороны окружающих в различных ситуациях сотрудничества и конкуренции. Для психологов, педагогов и представителей смежных дисциплин.

ББК 88.835

Содержание

Предисловие	6
Часть 1	8
1.1. Общие представления об исследовательском поведении и его значении	8
1.2. Методология и методы изучения исследовательского поведения	10
1.3. Исследовательское поведение с точки зрения подхода сложных динамических систем	13
Перечень представлений, лежащих в основе решения комплексных исследовательских задач	14
Преодоление «иллюзии универсального»	16
Ограничения познания реальных сложных систем	17
Ограничения идеальных систем	19
Алгоритмическая неразрешимость и ее следствия для психологии и педагогики	20
Средства познания комплексных динамических систем	24
Понятия	25
Образы	27
Метод теоретического восхождения от абстрактного к конкретному	28
Метод проб	31
Постановка целей	35
Мотивационно-эмоциональная основа исследования сложных систем	36
Индивидуальные различия субъектов познавательной деятельности	36
Психологические трудности понимания системно-динамического подхода	39
Следствия для обучения	40
Баланс методов обучения	44
1.4. Овладение многофакторным экспериментированием со сложными системами как направление познавательного развития	46
Конец ознакомительного фрагмента.	47

Александр Поддьяков
Исследовательское поведение.
Стратегии познания, помощь,
противодействие, конфликт

© Поддьяков А. Н., 2006

© ООО «ПЕР СЭ-Пресс», 2006

* * *

Предисловие

Неутолимая любознательность детей своими бесконечно разнообразными проявлениями радует, умиляет, восхищает, а также раздражает, шокирует и возмущает. Родителей, задумывающихся над проблемами воспитания, диапазон этой любознательности ставит в тупик. Ребенок задает вопросы, потрясающие как своими бестактностью и непониманием, так и глубоким интуитивным схватыванием сложных оригинальных проблем. Он боится дотронуться до новой привлекательной игрушки и бесстрашно, с изобретательностью, поистине достойной лучшего применения, находит способы добраться и успешно обследовать собственными руками настолько недоступные и опасные предметы, что это служит предметом семейных обсуждений еще многие годы. На наш взгляд, было бы упрощением объяснять все это тем, что ребенок просто недостаточно понимает, что делает, и действует наобум, или же, например, тем, что для детей вообще характерна некоторая нестабильность достижений в любой области. Одна из принципиальных особенностей любознательности состоит в стремлении ребенка, сломав или обойдя все и всяческие рамки, выйти в новые неизвестные области. Причем используются при этом как можно более новые и разнообразные способы. Новизна и разнообразие способов обследования является необходимым условием открытия нового, а следовательно – условием познавательного развития. С другой стороны, новизна объектов, к которым стремится ребенок, и новизна, нестандартность, «неопробованность» изобретаемых им способов действий таят в себе неизбежную опасность ошибок, в том числе фатальных. Так что же делать с любознательностью ребенка?

Вопрос, казалось бы, другого рода: почему взрослый человек, прекрасно справляющийся с тестами интеллекта, может проявлять поразительную интеллектуальную беспомощность при столкновении с новизной и неопределенностью в реальных условиях? Ведь он замечательно решил все задачи «на интеллект», показал высокую общую осведомленность и владение всем арсеналом универсальных логических методов! Существуют ли эффективные и одновременно универсальные методы исследовательской деятельности, которые можно без опаски, без проб и ошибок применять во всех или хотя бы в большинстве ситуаций при столкновении с новым и неизвестным?

Ответы на эти практические вопросы требуют изучения любознательности и исследовательского поведения. В данной книге мы пытаемся показать, что исследовательское поведение, будучи самостоятельным феноменом, весьма интересным и неоднозначным образом связано с логическим мышлением, практическим и социальным интеллектом, творческими способностями, игрой.

Мы собираемся показать, что исследовательское поведение, приобретение опыта и обучение включены в сложную сеть социальных взаимодействий самого разного уровня. В этой сети закономерно представлены и конкурентные взаимодействия, направленные не только на помощь, но и на активное противодействие развитию и на нанесение ущерба конкуренту именно в процессе обучения.

Разработанная нами концепция исследовательского поведения в условиях высокой новизны, динамики и противоречивости включает анализ трех уровней детерминации исследовательского поведения как саморазвивающейся системы.

Первый уровень – объективное строение сложных и динамично изменяющихся областей. Это строение определяет совокупность возможностей и ограничений, накладываемых на исследовательскую деятельность.

Второй уровень детерминации – это система макро- и микросоциальных условий и взаимодействий, способствующих или же противодействующих приобретению опыта, обучению и развитию как в индивидуально-личностном, так и в цивилизационном масштабе.

Третий уровень – это собственная активность человека, который, обладая своей иерархией мотивов, ценностных ориентаций, моральных норм, фундаментальных и ситуативных целей и вступая в различные социальные взаимодействия, исследует новые и сложные области.

Готовность и способность исследовать новое в окружающем мире путем реального взаимодействия с ним является самостоятельной ценностью. Это чрезвычайно важное качество человека, отражающее уровень его личностного, творческого, познавательного и социального развития. Оно особенно важно сейчас, когда возникают принципиально новые области и виды деятельности, а ранее усвоенные алгоритмы и правила поведения оказываются неприменимыми. От нашего понимания феномена исследовательского поведения и отношения к нему, его стимулирования у ребенка или противодействия, зависит не только больший или меньший успех детей в познавательной и практической деятельности, но в определенной мере и вероятность их физического выживания в условиях новизны и неопределенности.

Часть 1

Структура и функции исследовательского поведения в деятельности человека

1.1. Общие представления об исследовательском поведении и его значении

Исследование, исследовательское поведение (ИП) – это неотъемлемая часть поведения любого живого существа, условие его выживания в изменяющейся среде, условие развития и даже здоровья [Ротенберг, Бондаренко, 1989]. Программы исследовательского поведения начинают разворачиваться практически с момента появления живого существа на свет, наряду с программами пищевого и оборонительного поведения [Шовен, 1972; Хайнд, 1975]. Экспансия поискового поведения – одна из трех главных тенденций в поведении и развитии любой системы, вытекающая из принципа максимума информации, по Г. А. Голицыну [Иванченко, 1999].

Мотивом, мотивацией исследовательского поведения является так называемая любознательность (англ. – *curiosity*). В западной психологии это термин, обозначающий мотивационную направленность на исследование физического и социального окружения, символических структур и т. д. Оно близко к понятию потребности в новых впечатлениях, которую Л. И. Божович [1968] рассматривала как базовую потребность ребенка, и к понятию познавательной активности по М. И. Лисиной [1982].

Мотивация исследовательского поведения может в ряде случаев оказываться более сильной, чем пищевая и оборонительная. (Например, в экспериментах на животных показано, что голодные крысы могут вначале обследовать новый объект в клетке, а уже потом бежать к кормушке, или обследовать незнакомый лабиринт, несмотря на то, что там их бьет ток.)

В деятельности человека исследовательское поведение выступает как универсальная характеристика, пронизывающая все другие виды деятельности. Оно выполняет важнейшие функции в развитии познавательных процессов всех уровней, в научении, в приобретении социального опыта, в социальном развитии и развитии личности. Понятие исследовательского поведения находится в одном ряду с такими фундаментальными понятиями как научение, интеллект, творчество, образуя с ними неразрывную связь (Д. Б. Годовикова, Т. М. Землянухина, М. И. Лисина, С. Л. Новоселова, Н. Н. Поддьяков, А. Н. Поддьяков, В. С. Ротенберг, В. Henderson, Н. Keller).

Как отмечают и отечественные, и зарубежные психологи, история изучения ИП берет начало с исследований И. П. Павлова по ориентировочно-исследовательским реакциям. Однако затем, до 50-х гг. исследования в основном концентрировались на реактивности животных и человека. Ценность собственной активности, одним из проявлений которой является ИП, была осознана позже. С 50-х гг. начались исследования по этой проблеме, в том числе, на детях: в СССР под руководством А. В. Запорожца и на Западе в основном под руководством Д. Берлайна.

В настоящее время ИП изучается на протяжении всего жизненного цикла и в самых разных видах деятельности – начиная с того, как младенец знакомится с новой погремушкой, и кончая тем, как коллектив ученых строит эксперимент. Хотя ИП изучается во всех возрастных группах и на разном предметном материале, больше оно изучается там, где оно наиболее ярко выражено – в формирующихся видах деятельности и новых предметных областях. Наибо-

лее широко проводятся исследования на детях, поскольку у них любая деятельность находится в стадии формирования. ИП и экспериментирование взрослых изучается преимущественно в видах деятельности, связанных с овладением и управлением компьютеризованными системами. Эти виды деятельности играют важную роль в современном обществе, находятся на стадии активного становления, и их удобно анализировать с помощью строгих моделей.

Современные тенденции в изучении ИП включают в себя следующее: анализ развития ИП и любознательности на протяжении жизненного цикла с нарастающим акцентом на исследовании старших возрастов, включая старость; изучение личностных черт и индивидуальных различий; учет социальных факторов (как ситуативных, так и общесредовых); использование компьютеризованных систем и математического моделирования.

Несмотря на широкие исследования в различных областях ИП, единого общепризнанного определения ИП нет. Разные авторы определяют его по-разному. Существуют когнитивные определения ИП, например, как поведения, направленного на поиск информации [Fein, 1978]. Д. Берлайн, один из основоположников изучения ИП, давал физиологически ориентированное определение: это поведение, направленное на уменьшение возбуждения, вызванного неопределенностью [Берлайн, 1966; Хекхаузен, 1986; Berlyne, 1965].

Отсутствие единого определения ИП является одним из проявлений общей проблемы – наличия множества разных определений одного и того же сложного конструкта. Нет единых определений личности, интеллекта, творчества, способностей и т. д. П. Френш и Дж. Функе объясняют это различием целей, теоретических представлений и специфического опыта разных групп исследователей [Frensch, Funke, 1995].

В данной работе мы будем рассматривать такой тип ИП, которому даем следующее рабочее определение: это поведение, направленное на поиск и приобретение новой информации из внешнего окружения. Соответственно, предметом нашего рассмотрения будут являться различные виды деятельности, в которых основную или существенную роль играет поиск и получение информации из внешних источников.

1.2. Методология и методы изучения исследовательского поведения

Подробный и содержательный анализ общих методологических проблем психологии дают В. П. Зинченко и С. Д. Смирнов [1983], Б. Ф. Ломов [1984], А. В. Петровский и М. Г. Ярошевский [1998]. Мы же обсудим здесь важную методологическую проблему, которая, на наш взгляд, получила недостаточное освещение.

Основным требованием к любому методу исследования в любой области является его способность актуализировать, сделать явным, «выпятивать» и «окрасить» именно изучаемое свойство и одновременно проигнорировать, нейтрализовать, «погасить» эффект всех остальных свойств, не являющихся предметом изучения. Поэтому необходимым средством достижения цели любого конкретного психологического исследования является такой метод, который, с одной стороны, «выпячивает» изучаемое психологическое свойство, а с другой – игнорирует все остальные свойства, оставляет их «в спящем режиме» или даже активно подавляет. (Например, в инструкции к личностным тестам нередко дается указание отвечать как можно быстрее, без раздумий – тем самым подавляется рефлексия человека, которую авторы теста считают в данном случае мешающей, вредной). Однако такие, совершенно справедливые, требования, связанные с целью исследования, могут иметь неоднозначные следствия.

Вопрос соотношения между стимуляцией и подавлением способностей человека не только в процессе психодиагностики, но в процессе приобретения опыта, обучения и развития является фундаментальным, и ему посвящена вся вторая часть книги. Мы покажем, что существование института обучения с необходимостью предполагает не только развитие, но и подавление части человеческих способностей.

В основе различия методов психодиагностики, психокоррекции и обучения лежат важные различия представлений о сущности человека и представлений о том, что надо изучать и что развивать в психике человека. Отсюда вытекают различающиеся представления не только о том, какие способности человека следует актуализировать и развивать с помощью диагностических и обучающих процедур, но и о том, какие способности следует игнорировать или даже подавлять (только в данном диагностическом эксперименте – в исследовательских целях или же игнорировать и подавлять эти способности вообще – например, агрессивность, чрезмерный уровень которой считается бедствием для человеческого рода).

Какие именно способности актуализировать и развивать, а какие игнорировать или подавлять – определяется в конечном счете мировоззренческими взглядами того, кто эту помощь или противодействие осуществляет.

В нашей теоретической, диагностической и обучающей работе мы ставили цель увидеть человека с точки зрения его способностей к исследованию высокой неопределенности, новизны, динамики, сложности и противоречивости. Общенаучной теоретической основой нашей работы служит подход сложных динамических систем (в дальнейшем для краткости мы будем называть его системно-динамическим). В нем делается акцент на комплексности изменений и на понятии всеобщей связи, на взаимодействии противоположностей как источнике развития, на принципах неопределенности, дополненности, разнообразия [Глой, 1994; Иванченко, 1999; Лотман, 1992; Рузавин, 1999].

В психологии одним из первых, кто обратился к рассмотрению психического как сложной динамической системы, был Л. С. Выготский, который в 30-х гг. ввел понятие динамической смысловой системы. Однако интенсивно развиваться в отечественной психологии системный подход стал лишь в 70–80 гг. в работах Б. М. Ломова, А. В. Брушлинского, О. К. Тихомирова, А. Г. Асмолова, З. А. Решетовой и др. (об истории вопроса см. [Психологическая наука в России... 1997]). В настоящее время оригинальную психологическую теорию

человеческой деятельности как сложной динамической системы разрабатывает Д. А. Леонтьев [1999].

Как и всякий другой, системно-динамический подход что-то «выпячивает», а что-то игнорирует, подавляет и отсекает. Как и любой другой подход, он имеет свои возможности и принципиально непреодолимые ограничения, о чем будет сказано ниже. Но на протяжении всей книги мы постараемся показать, почему возможности и ограничения системно-динамического подхода представляются нам предпочтительнее возможностей и ограничений другого подхода – инвариантного, и почему при анализе исследовательского поведения мы придерживаемся все-таки именно системно-динамического подхода.

От общих методологических проблем перейдем к конкретным методам изучения ИП.

При изучении ИП используются примерно те же методы, что и в других областях психологического знания. Их особенности определяются спецификой объекта психологического исследования. В данном случае этим объектом является мотивационная направленность на поиск и получение информации из внешних источников, а также способы реализации данной направленности в познавательной и практической деятельности.

Одной из основных проблем здесь является валидность методов изучения ИП. В частности, требуются четкие критерии разграничения ИП и близких по содержанию или форме видов деятельности, нагруженных в той или иной мере сходными или связанными с ИП конструктами (интеллект, научение, творчество, игра и т. д.). Другой проблемой методов, отчасти вызываемой и требованиями чистоты критериев, является изучение целостной реальной деятельности в единстве ее разнообразных взаимодействующих компонентов, не способных существовать по отдельности, в «чистом виде».

Итак, при изучении ИП используются следующие методы.

1) Наблюдение в естественных условиях (например, съемка скрытой камерой поведения детей в магазине, наблюдение за программистом, осваивающим новую компьютерную программу, и т. д.).

2) Естественный и лабораторный эксперимент.

Естественный эксперимент организуют так, чтобы испытуемый не знал, что его изучают, и не считал ситуацию искусственно созданной. Например, ребенку словно походя оставляют новый для него предмет и предлагают заняться им, «пока взрослые заняты». На самом деле предмет специально подобран или изготовлен, и за ребенком внимательно наблюдают.

Лабораторный эксперимент позволяет более строго контролировать экспериментальные условия, давать испытуемым строго определенную инструкцию и использовать такой стимульный материал и аппаратуру, появление которых испытуемому нельзя объяснить естественными, «сами собой» возникшими причинами. Испытуемый знает, что ситуация создана специально, что его изучают, и это имеет как положительные, так и отрицательные следствия.

3) Стандартизованные тесты ИП с использованием специально разработанных стимульных объектов, например, Cincinnati Autonomy Test Battery [Banta, 1970].

4) Специализированные анкеты, опросники, бланковые тесты: тесты оценки любознательности А. И. Крупнова [Кудинов, 1998], опросник W. H. Maw и E. W. Maw для оценки учителями любознательности младшеклассников, опросник самооценки любознательности Лангевина и др. [Keller et al., 1994].

5) Анализ описаний ИП (научных, биографических, фольклорных и т. д.). Например, Р. М. Ригол анализирует поведение персонажей сказок с точки зрения представленности в них исторического опыта, связанного с ИП различных половозрастных и социальных групп. Она показывает, что с помощью сказки ребенок усваивает каноны человеческого исследовательского поведения. В соответствии с этими канонами дети должны быть любознательными [Rigol, 1994].

б) Компьютерное моделирование ИП. Деятельность реальных испытуемых подвергается анализу и математической обработке, после чего строится компьютерная модель этой деятельности. С ней экспериментируют на ЭВМ, наблюдая за поведением «синтетических» испытуемых, и в случае обнаружения каких-либо интересных феноменов, не наблюдавшихся в реальном эксперименте, анализируют условия их возникновения, степень правдоподобия и пытаются воспроизвести в реальной деятельности [Frensch, Funke, 1995].

Проблема валидности методов изучения ИП связана со спецификой этого поведения – оно актуализируется в условиях высокой неопределенности и новизны. Соответственно, методы изучения ИП должны создавать испытуемому условия, неопределенные и новые настолько, чтобы инициировать, «запустить» ИП и дать ему развернуться. Но неопределенность условий приводит к неопределенности того набора способностей, который тот или иной испытуемый может попытаться актуализировать в своей деятельности. Эта высокая неопределенность и новизна создает испытуемым свободу и богатство выбора. Это достоинство, но это и недостаток, поскольку критерии оценки деятельности испытуемых тоже неизбежно становятся не вполне определенными и постоянно требуют новых интерпретаций. (Например, если при обследовании виртуального компьютерного мира один испытуемый сел в виртуальный самолет, второй – в виртуальную подводную лодку, а третий вначале принялся за химический анализ окружения, то как сравнивать их результаты? И это только одна из проблем, возникающих при изучении ИП).

Таким образом, при изучении ИП приходится проходить между Сциллой определенности и Харибдой неопределенности, пытаясь определить, какой объем или набор способностей будет актуализирован и исследован в конкретном эксперименте, а какой – «притушен» или отсечен. И траекторию этого прохождения приходится постоянно пересматривать, поскольку у испытуемых свои представления о том, что и как надо исследовать в предлагаемой ситуации, а парадигма изучения ИП требует не перечить им, а предоставлять полную свободу хотя бы в заданном экспериментатором диапазоне. Может ли быть полная свобода в заданном диапазоне? В дальнейшем мы еще не раз остановимся на этом и других парадоксах, связанных с диагностикой, обучением и развитием ИП.

1.3. Исследовательское поведение с точки зрения подхода сложных динамических систем

Для того, чтобы полнее объяснить роль исследовательского поведения, мы считаем необходимым обратиться к его наиболее развитым, «взрослым» уровням, к которым оно движется, начиная с младенчества.

В своем наиболее развитом и дифференцированном виде исследовательское поведение представлено в деятельности людей по решению комплексных исследовательских задач – задач по изучению сложных динамических систем и по управлению ими.

С психологической точки зрения, решение комплексных задач характеризуется следующим [Дернер, 1997; Функе, Френш, 1995; Frensch, Funke, 1995]. Эти задачи являются новыми для решающего и не содержат четко сформулированных условий и целей. Объектом деятельности решающего являются динамически изменяющиеся среды, содержащие большое число компонентов с неизвестными и неочевидными, «непрозрачными» структурами множественных связей. Эти связи организованы по принципу причинных сетей, а не отдельных цепей. Соответственно, процесс решения комплексной задачи – это многоступенчатая практическая и познавательная деятельность, направленная на преодоление большого числа заранее неизвестных препятствий между множественными, нечеткими, динамически изменяющимися целями и условиями. Эта деятельность осуществляется путем разнообразных исследовательских воздействий на систему с целью выявления скрытых причинно-следственных сетей и путем анализа и интеграции получаемой в ходе этого исследования информации. Решение комплексных задач включает когнитивные (познавательные), эмоциональные, личностные и социальные способности и знания решающего.

Обращение психологов к этой проблематике обусловлено тем, что в настоящее время развитие общества характеризуется все возрастающей динамичностью и неопределенностью, и тем, что человечество создает и вовлекает себя во все новые, более широкие и сложные сети различных взаимодействий (экологических, технологических, информационных, социальных, политических и т. д.). Во всех науках, а не только в психологии сейчас интенсивно развиваются представления о множественной, многоуровневой, «сетевой», полисистемной детерминации. На философском уровне эти представления имеют мощную основу в виде фундаментального понятия всеобщей связи, являющейся результатом и проявлением универсального взаимодействия всех предметов и явлений между собой. Всеобщая связь характеризуется как наиболее общая закономерность существования мира [Философский словарь, 1980, с. 59]. В качестве иллюстрации, поясняющей суть рассмотрения мира с позиции всеобщей связи, можно привести высказывание Эрвина Ласло – представителя синергетического подхода: «Не отдельные вещи и независимые события, а, скорее, зыбь, находящая на зыбь, и волны, находящие на волны, существуют во Вселенной, распространяясь в океане, где нет места границам и швам» (цит. по [Комбс, в печати]). Более прозаическая метафора всеобщей связи – это «переплетение зависимостей по типу пружинного матраса... если потянуть в одном месте, в движение приводится практически все, если надавить в другой точке, произойдет то же самое» [Дернер, 1997, с. 106].

Примеров деятельности по решению комплексных исследовательских задач в современном обществе очень много – начиная с того, как дети осваивают компьютерные среды, и кончая тем, как большие коллективы высококвалифицированных специалистов пытаются реализовать новейшие – космические, ядерные и т. п. – проекты.

Нам представляется целесообразным вначале перечислить основные отличительные черты, характерные для решения комплексных исследовательских задач, а затем раскрыть эти положения более подробно и содержательно. Заметим, что подходы к изучению решения ком-

плексных, полисистемных задач формировались в определенной мере под влиянием противостояния с анализом решения задач другого, моносистемного типа. Моносистемные задачи удовлетворительно описываются в рамках какой-либо, пусть весьма сложной, но одной системы. Прежде всего, сюда относятся задачи четко сформулированные, корректно поставленные, не только максимально удобные для алгоритмического представления, но при этом и алгоритмически разрешимые. Из-за этого противостояния подходов некоторые принципы решения комплексных задач формулируются как отрицания того, что при решении моносистемных задач допускается, и как разрешения на то, что при решении моносистемных задач запрещается. Однако эта противопоставленность объясняется не только влиянием «опponentного круга» (термин М. Г. Ярошевского), накладывающим неизбежный отпечаток на любую теорию. Если способность к решению комплексных задач является одним из проявлений универсальной познавательной способности человека, то для нее справедливо положение А. Н. Кричевца о том, что универсальная способность только и может быть понята в противопоставленности к четким, явным, однозначным описаниям, к «компьютероподобной необходимости эксплицитных оснований» [Кричевец, 1999(а), с. 37].

Перечень особенностей решения комплексных исследовательских задач составлен нами в виде резюме, обобщающего положения различных авторов, работающих в этой области. Он также включает наши собственные положения. При этом мы претендуем на авторство построения этого перечня как иерархической упорядоченной системы, представляющей возможный общий подход к целостному анализу решения комплексных задач. (Указания на авторство того или иного положения или термина будет дано в следующем за перечнем развернутом разъяснении, чтобы облегчить чтение самого резюме).

Перечень представлений, лежащих в основе решения комплексных исследовательских задач

1. Структура связей и зависимостей в комплексной динамической системе представляет собой изменяющуюся сеть, охватывающую все ее компоненты. Определенная, весьма существенная часть законов реагирования, функционирования и развития такой системы не может быть установлена в принципе – из-за объективного строения области, к которой относится система, а также из-за принципиальных ограничений познавательных возможностей. В поведении и развитии комплексной динамической системы всегда есть доля неопределенности и непредсказуемости. Иначе говоря, комплексная динамическая система – это такой «черный ящик», который в принципе нельзя сделать достаточно прозрачным для его однозначного описания; она требует множества разнообразных описаний, отличающихся друг от друга и дополняющих друг друга.

2. Комплексная система характеризуется внутренней динамикой существенного – изменениями собственных системообразующих свойств и зависимостей, то есть изменениями не только на уровне конкретных проявлений, но и на уровне своей сущности. В силу этого невозможно выявить исчерпывающий и надежный инвариант системы – общую модель ее устойчивых неизменных характеристик, позволяющую исследовать и контролировать все конкретные ситуации. Использование инвариантов возможно, но лишь в ограниченных пределах, причем описать эти пределы точным и полным, исчерпывающим образом нельзя.

Принцип динамики существенного относится не только к самой системе, но и к деятельности с ней человека: характеристики этой деятельности также обладают варьирующей существенностью и подчиняются принципу потенциальной существенности любого компонента. В сложных системах в принципе не может существовать инвариант структуры эффективной деятельности (неизменная общая схема, план, алгоритм, применимые к любым ситуациям и позволяющие либо безошибочно решать любую задачу, либо доказывать ее неразрешимую).

мость). Необходимо рассмотрение множества возможных разнообразных и разнотипных структур деятельности, которые в принципе не могут быть содержательно объединены в каком-либо одном общем универсальном виде. Из вышеизложенного вытекает следующее.

3. Не существует общих универсальных правил исследования сложных систем и управления ими. Эффективные правила могут быть выделены, но они будут с неизбежностью достаточно локальны и принципиально зависимы от контекста.

4. Эффективным орудием познания сложных систем, характеризующихся комплексностью, динамичностью, неопределенностью, непредсказуемостью, являются не только знания, зафиксированные в виде теоретических понятий разной степени абстрактности, строгости и точности. Не менее эффективными орудиями являются понятия нестрогие и нечеткие, построенные на основе эмпирических, а не теоретических обобщений, а также динамические образные представления, которые трудно, невозможно, а также и нецелесообразно фиксировать в виде строгих и точных понятий и устойчивых классификаций.

5. Рассуждения по принципу восхождения от абстрактного к конкретному, выведения частного из универсального общего (дедуктивные выводные рассуждения) имеют ограниченную применимость. Не меньшее значение имеет хорошо известная индукция, а также менее известная абдукция (гибкие рассуждения, направленные на последовательное осмысление и интеграцию поступающих данных в такую модель ситуации, которая дает наилучшее на текущий момент объяснение).

6. Алгоритмы деятельности (строгие однозначные предписания по ее выполнению) рассматриваются как самый частный вид исследовательских стратегий. Более общее значение имеют эвристики разной степени неопределенности.

7. Теоретические модели сколь угодно высокого уровня принципиально ограничены. Для эффективного исследования сложных динамических систем необходимы разнообразные поисковые пробы – реальные взаимодействия с системой, а не только теоретическая деятельность с ее абстрактными моделями. Результат этого поиска не может быть известен заранее.

Часть проб должна осуществляться в виде поиска, не подчиняющегося строгой системе, в том числе случайного поиска внутри системы, а также в виде разнообразных выходов в интрасистемное. Это необходимо не менее чем поиск последовательный, упорядоченный, осуществляемый в соответствии с выбранной системой любой степени общности.

8. При исследовании сложной системы необходимо множественное целеполагание – постановка разнообразных, разнотипных и разноуровневых целей, которые могут конкурировать между собой. Постановка одной цели принципиально недостаточна, сколь бы конкретной или, наоборот, общей она ни была.

9. Мотивационной основой успешного исследования сложных систем человеком является его любознательность и познавательная активность, в том числе активность бескорыстно познавательная.

Одним из основных эмоциональных состояний человека при исследовании сложных систем является неуверенность, сомнение, готовность принять двоякие (прогнозировавшиеся и непрогнозировавшиеся) результаты действий, и т. д. Эти эмоциональные состояния отражают принципиальную невозможность нахождения единственного обоснованного, «самого правильного со всех точек зрения» выбора: выбора единственного общего подхода, единственной цели, единственной гипотезы, единственного метода, единственного критерия оценки результата и т. д.

10. Результаты деятельности человека со сложной системой, результаты взаимодействия с ней не могут быть предсказаны полностью, исчерпывающим образом. Для этого взаимодействия характерна множественность результатов. Получение продуктов с заранее заданными свойствами, и только их одних, невозможно. Наряду с прямыми, прогнозируемыми результатами образуются разнообразные побочные, непредсказуемые продукты. Так, следствием

непредсказуемости результатов поисковых проб являются: а) неожиданные открытия ранее не известного и не предполагавшегося; б) ошибки разной степени тяжести (в ряде случаев – фатальные).

В ходе взаимодействия с комплексными динамическими системами изменяется и сам субъект, причем также в значительной мере непредсказуемым и комплексным образом: развиваясь (или, наоборот, деградируя) в анатомо-физиологическом, социальном, познавательном, эмоциональном и личностном отношении.

Раскроем эти положения содержательно. (Читатель, считающий их обоснование очевидным или не склонный к чтению философски «нагруженных» методологических текстов, может пропустить этот раздел.)

Сразу заметим, что мы не имеем возможности останавливаться здесь на тех достижениях и открытиях в самых разных областях науки (в физике, химии, биологии, нейронауках и др.), которые послужили стимулами формирования современных представлений о функционировании и развитии сложных динамических систем – представлений, разрабатываемых в системном подходе, синергетике, теории хаоса и др. (Целостный и доступный анализ этих вопросов дан Г. И. Рузавиным [1999].) Однако необходимо остановиться на предмете, имеющем непосредственное отношение к психологии, в том числе к психологии обучения и воспитания. Это изменение научных представлений о возможностях и ограничениях человеческого познания и практической деятельности, из чего вытекает обоснование важнейшей, принципиально незаменимой роли исследовательского поведения как средства познания и обучения. На протяжении XX века стало ясно, что реальное взаимодействие с миром как метод его познания никогда не сможет быть вытеснено теоретической работой с абстрактными моделями сколь угодно высокого уровня.

Преодоление «иллюзии универсального»

До XX века в науке имелись объективные предпосылки массового психологического явления, которое лауреат Нобелевской премии И. Пригожин называет господством «иллюзии универсального». Это иллюзия возможности существования единой, «божественной», точки зрения, «с которой открывается вид на всю реальность», и иллюзия возможности существования единого, универсального, самого совершенного метода познания, применимого к любым областям и объектам [Пригожин, Стенгерс, 1986, с. 289]. Идеалом для всех наук до середины XIX века служила механика Ньютона. «Имя Ньютона стало нарицательным для обозначения всего образцового... стратегия Ньютона состояла в вычленении некоторого центрального твердо установленного и надлежаще сформулированного факта и в последующем использовании его как основы дедуктивных построений относительно данного круга явлений» [Пригожин, Стенгерс, 1986, с. 70]. Таким образом, «иллюзия универсального» основывалась на механистическом детерминизме [Рузавин, 1999].

По аналогии с механикой Ньютона и геометрией Эвклида, в соответствии с правилами формальной логики строились понятийные классификации других наук – биологии, химии и т. д. В их теоретических системах отражались представления о существовании инвариантных (неизменных и общих) свойств, связей и отношений изучаемой реальности, позволяющих овладеть всем ее разнообразием. Строение этих систем инвариантного, статического типа было жестким пирамидным. Они строились следующим образом. В изучаемой области постулировалось существование одного, первичного, (генетически исходного, самого общего) объекта, отношения, понятия. Затем из него выстраивали путем последовательного выведения другие, все более конкретные и частные, объекты, отношения, понятия [Глой, 1994]. Высшей целью науки представлялось нахождение последнего, самого общего инварианта – такой Общей Теории Всего, из которой выводятся абсолютно все более частные инварианты и, наконец, абсо-

лютно все единичные явления и действия, существующие в мире. Эту точку зрения наиболее ясно сформулировал около 200 лет назад выдающийся ученый П. С. Лаплас: ум, которому были бы известны для какого либо данного момента все силы природы и при этом достаточно мощный, чтобы учесть все эти силы в анализе, «обнял бы в одной формуле движения величайших тел Вселенной наравне с движениями легчайших атомов; не осталось бы ничего, что было бы для него недостоверно, и будущее, так же как и прошедшее предстало бы перед его взором» (цит. по [Рузавин, 1999, с. 44]).

Как показывает К. Глой, этот статический, инвариантный тип систем, стремящийся свести все разнообразие мира к одной единственной неизменной формуле, отвечает потребности человека в обзорности, порядке и постоянстве. Но принципиальной слабостью инвариантных систем является непреодолимый разрыв между бесконечным богатством изменяющейся реальности и идеализирующим понятийным единством, простотой и точностью. Как попытка преодоления недостатков систем статического типа возникла теория динамических систем. Аппарат теории динамических систем способен конструктивно работать с понятиями неопределенности, нестабильности, непредсказуемости и т. д. Однако решающее обоснование преимуществ подхода динамических систем тоже невозможно, поскольку упирается в свой парадокс: совокупное множество всех динамических структур есть одновременно и структура, и неструктурированная предпосылка структуры. Таким образом, проблема решающего преимущества того или иного из этих подходов, берущих свое начало еще с трудов древнегреческих философов, не имеет решения. Оба подхода отражают определенные аспекты реального мира и являются взаимодополнительными по отношению друг к другу [Глой, 1994].

В XX веке в рамках интенсивно развивающегося системно-динамического подхода были сделаны следующие научные открытия, качественно изменившие представления о мире и возможностях и ограничениях его познания.

Ограничения познания реальных сложных систем

При работе со сложными системами были выявлены принципиальные ограничения возможностей описания их актуального состояния, реконструкции их прошлого и предсказания будущего. Первые утверждения подобного рода были доказаны в термодинамике и квантовой механике. В термодинамике была показана необратимость времени и невозможность восстановить предшествующую траекторию движения системы в пространстве состояний (невозможность однозначно восстановить ее «историю»). В квантовой механике В. Гейзенберг сформулировал принцип неопределенности: невозможно определить и координаты, и импульс микрочастицы. Измеряя что-то одно, мы теряем возможность измерить другое. Н. Бор сформулировал принцип дополнительности, отражающий дуализм (двойственность) «волна – частица»: описание поведения микрочастиц как корпускул является недостаточным, оно должно быть дополнено альтернативным волновым. В течение XX века эти принципы были осмыслены философией, а также обобщены в новых и интенсивно развивающихся так называемых нелинейных науках, науках о сложном, науке о самоорганизации сложных динамических систем (синергетике).

В этих науках также было показано, что принципиальные ограничения касаются не только возможностей познания настоящего и прошлого системы. Аналогично, «существует горизонт прогноза. Это такое же серьезное препятствие в исполнении наших желаний, как скорость передачи сигналов или невозможность создания вечного двигателя» [Малинецкий, Потапов, 1998, с. 23]. В чем причины этого ограничения прогностических возможностей?

Когда система по внутренним или внешним причинам приходит в состояние неустойчивости, она становится чрезвычайно чувствительной к малейшим, ранее несущественным воздействиям. Эти системы так и называются – чувствительные [Глой, 1994]. В математических

моделях этих систем бесконечно малые воздействия в точках бифуркации (точках неустойчивости и выбора дальнейшего пути) приводят к бесконечно большим отклонениям траектории движения в пространстве состояний. Так, две системы-близнецы, двигаясь по одной и той же траектории до точки бифуркации, после нее под влиянием двух бесконечно мало различающихся друг от друга воздействий отправляются по разным траекториям и расходятся на бесконечно большое расстояние.

В реальности неустойчивость и чувствительность к ранее несущественным влияниям могут приводить к принципиально непредсказуемой смене детерминант развития. В эти «трудные» периоды «происходит качественное изменение структуры прогнозируемых процессов, так что закономерность, действовавшая на предыдущем этапе и дававшая монотонный рост показателей, перестает действовать и сменяется иной закономерностью, которую необходимо изучать, описывать, учитывать с помощью принципиально иных моделей» [Венда, 1990, с. 217]. Заранее, на основе имеющихся фактов и теорий самого высокого уровня невозможно предсказать, какая новая система детерминант возникнет во вновь формирующейся области – какие признаки в ней станут существенными (системообразующими), какие потеряют свой статус существенных, и какие законы и принципы в ней станут работать. Невозможность такого прогноза объясняется несколькими причинами, связанными как с объективными свойствами реального мира, так и с ограничениями методов выводного знания. Остановимся на этом подробнее, используя аргументацию Х. Дрейфуса [1978], Ю. М. Лотмана [1992] и А. Н. Кричевца [1998].

Прогноз на основе методов выведения осуществляется с помощью модели, в которой лишь определенные свойства, связи и отношения объектов приняты в качестве основных, существенных. Другие свойства, связи и отношения считаются малосущественными, а третьи не учитываются вообще – модель абстрагируется от их существования. Без такого абстрагирования, идеализации модель невозможна [Мамчур, Овчинников, Уемов, 1989; Уемов, 1971]. Но при увеличении неустойчивости реальной системы возрастет ее чувствительность к малым, ранее несущественным внешним и внутренним воздействиям различных типов, которыми раньше можно было обоснованно пренебречь. Возникает возможность подчинения системы этим не учтенным в модели влияниям. Число этих неучтенных, потенциально существенных влияний бесконечно велико в силу бесконечного разнообразия мира. Но чем точнее и строже модель, тем более строго она устанавливает границы и условия перехода между: а) возможным, существующим, существенным и б) невозможным, несуществующим и несущественным. В предельных случаях модель действует по принципу жесткой, однозначной дихотомии, подразделяя все реальные свойства и связи на две группы. Переход между этими группами либо прямо объявляется невозможным, либо неявно подразумевается таковым. Первая группа – это абсолютно существенные свойства и связи, представленные в модели. Вторая группа – все остальные свойства, связи и отношения, совершенно несущественные, в модель не входящие и для нее не существующие. С этим и связано принципиальное ограничение прогностической способности строгих и точных моделей. Они не могут моделировать малозаметные нюансы, слабые тенденции развития, от которых модель с необходимостью абстрагировалась для того, чтобы существовать как модель, но которые на практике превращаются в основные и системообразующие. А. Н. Кричевец сформулировал следующее фундаментальное положение: «Точное описание не может быть описанием развития, а описание развития не может быть точным, причем речь идет не о присущей всем эмпирическим наукам приблизительности описания, но о принципиальной его невозможности» [Кричевец, 1998, с. 118]. (Это положение можно рассматривать как качественный шаг вперед по сравнению с закономерностью, сформулированной ранее Л. Заде [1976]: точность описания системы связана обратной зависимостью с ее сложностью – чем сложнее система, тем менее точно ее адекватное описание; сложные системы требуют не точных, а «размытых», нечетких описаний).

Мы еще не раз вернемся к положению о принципиальной ограниченности любой теоретической модели сколь угодно высокого уровня.

Положение о границе предсказуемости («горизонте прогноза») относится ко всем сложным динамическим системам, включая неодушевленные, но особое значение оно имеет для систем, обладающих психикой. Эти последние начинают активно использовать возможность выбора и смены «правил игры», возможность изменения детерминант своего поведения, руководствуясь соображениями повышения его непредсказуемости. По В. В. Налимову [1989] и Ю. М. Лотману [1992], сущность психического состоит в повышении свободы и росте непредсказуемости. Соответственно, прогресс психики означает возрастание свободы и повышение уровня непредсказуемости. Н. Н. Поддьяков считает, что в целом ряде случаев системы, обладающие психикой, стремятся не к стабильным, устойчивым состояниям, как это предполагается в кибернетических моделях более простых систем, а, наоборот, к состояниям нестабильным, неустойчивым. Целевым параметром функционирования динамической системы, обладающей психикой, становится именно само нарастание неустойчивости, без предзаданности конкретного неустойчивого состояния, в которое система должна перейти. Система находится в активном поиске нестабильных состояний, поскольку они обещают значительное увеличение спектра новых, «неизвестных» ей возможностей [Поддьяков Н. Н., 1998]. Непредсказуемость, целенаправленный вывод своего поведения за рамки модели, используемой противостоящим субъектом, использование в качестве существенного того, что он считает несущественным и не учитывает, становится одним из основных условий выживания и победы в конфликте систем, обладающих рефлексией [Лефевр, 1973; Лотман, 1992].

Итак, на протяжении XX века при изучении реальных сложных систем были сделаны следующие фундаментальные выводы:

а) Невозможно полное исчерпывающее описание системы; чем сложнее система, тем больше требуется различных, дополняющих друг друга описаний.

б) По имеющемуся состоянию сложной системы невозможно однозначным исчерпывающим образом реконструировать и описать ее историю.

в) Ни история системы, ни ее актуальное состояние не позволяют осуществить исчерпывающий прогноз ее будущего развития. Они дают основания для множества разнотипных описаний, предсказывающих разные типы развития. Однако и все множество этих прогнозов не содержит предсказания некоторых реализуемых впоследствии принципиально новых путей развития. Непредсказуемость – сущностная черта развития. В ряде случаев единственный способ узнать будущее реальной системы – это наблюдать и исследовать саму реальность, а не ее модели.

Ограничения идеальных систем

Открытиями ограничений в познании, связанных со свойствами реальных сложных систем, дело не закончилось. В XX веке также были сделаны важнейшие открытия ограничений систем другого типа – внутренних ограничений систем идеальных, абстрактных, служащих теоретической основой построения практической и познавательной деятельности.

«Успехи математики и математизированных областей знания приводили многих глубоких мыслителей к надежде на существование нескольких универсальных законов, из которых все остальные истины могут быть выведены чисто теоретически... После работы Геделя, однако, мы можем быть уверены в беспочвенности этих надежд... Метод дедуктивных выводов недостаточно мощен. Его не хватает даже на то, чтобы вывести из конечного числа принципов все истинные утверждения о целых числах, формулируемые на языке школьной алгебры» (Манин Ю. И., цит. по: [Волькенштейн, 1986, с. 181]). В своей теореме 1931 г., имеющей фундаментальное философское и общенаучное значение, Курт Гедель доказал, что внутри

любой абстрактной системы выводного знания сколь угодно высокого уровня, начиная с определенного уровня сложности (с арифметики и выше), всегда имеются истинные утверждения, которые не могут быть доказаны средствами этой системы, и ложные утверждения, которые не могут быть опровергнуты. «Во всякой достаточно мощной системе истинность предложений системы неопределима в рамках самой системы» (формулировка А. Тарского, цит. по [Смаллиан, 1981, с. 236]). Для доказательства или опровержения этих положений требуется использование более богатой системы выводного знания, в которой в свою очередь также будут содержаться свои истинные, но недоказуемые положения, а также ложные, но неопровержимые, и т. д. до бесконечности. (Важно, что само утверждение о недоказуемости некоторых истинных утверждений является как раз доказуемым и истинным, что Гедель и показал). Из теоремы Геделя о неполноте следует, что невозможно теоретическим выводным путем доказать универсальность найденных законов или принципов и установить степень их истинности, ценности, существенности [Волькенштейн, 1986]. Эта теорема после своего опубликования в 1931 г. не только торпедировала глобальную программу полной формализации математики, осуществляемую Д. Гильбертом, доказав невозможность ее реализации, но оказала и продолжает оказывать мощное влияние на развитие современной науки.

Важно подчеркнуть, что теорема Геделя относится к теоретическим системам не ниже определенного уровня сложности. Как пишет Б. А. Кулик [1997, с. 32], неполнота не проявляет себя в «повседневной» арифметике, и ее не надо опасаться при подсчете семейного бюджета и даже при расчете орбит небесных тел. Пока теоретическая деятельность не развилась до определенного уровня сложности, у исследователей имелось достаточно оснований считать, что построение универсальной полной теоретической системы возможно и что именно к этому надо стремиться.

Алгоритмическая неразрешимость и ее следствия для психологии и педагогики

С теоремой Геделя связано открытое в XX веке чрезвычайно важное явление алгоритмической неразрешимости. Существуют классы корректно поставленных массовых проблем, допускающих применение алгоритмов, для которых тем не менее доказано отсутствие каких-либо алгоритмов их решения [Плесневич, 1974]. Поскольку основным предметом нашего обсуждения является не математика и кибернетика, а психология, мы приведем определение алгоритма, используемое в психологии, которое, тем не менее, содержательно очень близко к кибернетическому. Алгоритм определяется как общепонятная система точных предписаний, представляющая в общем виде решение всех задач определенного класса и позволяющая безошибочно решать любую задачу этого класса [Ланда, 1966; Талызина, 1969]. Алгоритм характеризуется: а) детерминированностью – однозначностью результата при заданных исходных данных; б) дискретностью – расчлененностью процесса на отдельные акты, возможность выполнения которых не вызывает сомнения; в) массовостью – способностью обеспечить решение любой задачи из класса однотипных задач. Тем не менее, строго доказано, что многие однотипные массовые задачи в принципе не имеют алгоритма своего решения.

Алгоритмическая неразрешимость массовой проблемы не означает неразрешимости той или иной единичной проблемы данного класса. Та или иная конкретная проблема может иметь решение, причем даже вполне очевидное, а для другой проблемы может существовать простое и очевидное доказательство отсутствия решения (доказательство того, что множество решений пусто). Но в целом данный класс проблем не имеет ни общего универсального алгоритма решения, применимого ко всем проблемам этого класса, ни ветвящегося алгоритма разбиения класса на подклассы, к каждому из которых был бы применен свой специфический алгоритм.

Для решения отдельных подклассов задач нужно разрабатывать свои алгоритмы; для некоторых отдельных задач требуется разработка методов, вынужденно ограниченных, уникальных.

Алгоритмически неразрешимыми являются, например, проблема распознавания: остановится или нет произвольно выбранная машина Тьюринга (идеальная теоретическая модель любого программируемого устройства, на которой может быть реализован любой алгоритм) и вообще любая программа алгоритмического типа; проблема эквивалентности программ; тождества двух математических выражений; проблема распознавания того, можно ли из имеющихся автоматов собрать заданный автомат; а также множество других проблем, относящихся к топологии, теории групп и другим областям [Плесневич, 1974, с. 87–89].

Мы выдвигаем следующее положение: алгоритмическая неразрешимость как невозможность обобщенной системы точных предписаний по решению задач одного и того же типа имеет принципиальное значение для психологии и педагогики. Она означает наложение ряда принципиальных ограничений на основные компоненты деятельности человека или деятельности любой другой системы, обладающей психикой. Это ограничения на планирование деятельности, на ее осуществление, на контроль результатов, коррекцию.

Речь идет о невозможности эффективной универсальности, о невозможности эффективной инвариантности. В. Ф. Венда [1990] показал, что универсальность и эффективность методов связаны обратной зависимостью: чем метод более универсален, тем он менее эффективен. (Один из параметров эффективности метода – способность с его помощью либо решить задачу, либо доказать отсутствие решения за определенное число шагов.) Наиболее эффективны самые частные, самые специализированные методы – алгоритмы [Ивлев, 1998, с. 28]. За определенное число шагов такой специализированный метод всегда приводит к решению любой задачи того класса, который он покрывает. Но при этом он не может быть использован без той или иной переделки для решения задач даже соседних классов.

Неэффективная универсальность и инвариантность – возможна. Например, рекомендация «Если не получилось решить задачу одним способом, попробуй другим» может считаться универсальной, поскольку относится к решению задач в самых разных областях. Но вряд ли она достаточно эффективна, поскольку указывает лишь на возможность смены способа, но не на сам способ.

Возникает вопрос: как же люди решают конкретные задачи, относящиеся к классу алгоритмически неразрешимых? А ведь они их решают – и задачи на доказательства тождеств, и задачи на конструирование автоматов из имеющегося набора, и многие другие.

Решения алгоритмически неразрешимых задач и доказательства их правильности возможны и осуществляются очень часто. Но для каждого такого решения приходится каждый раз особым образом комбинировать различные элементы знания. С одной стороны, это элементы декларативного знания: аксиомы, постулаты, теоремы, описывающие некоторые свойства и связи изучаемой области. С другой стороны, это элементы процедурного знания: знания методов, стратегий, приемов. Сюда входят и общелогические, и предметно-специфические (domainspecific) методы, стратегии, приемы, которые «привязаны» к особенностям конкретной области. Все эти элементы вполне надежны в качестве «кирпичиков», из которых конструируется «здание» решения. Их можно и необходимо использовать, без них поиск решения станет значительно менее эффективным или вообще невозможным. Но проблема алгоритмической неразрешимости состоит в том, что нет общих универсальных правил, точных предписаний, как выбрать «кирпичики», нужные для конкретной задачи, и как сложить из них решение этой задачи. Построение «здания» решения задачи, относящейся к классу алгоритмически неразрешимых, с неизбежностью требует эвристических приемов и творчества: способ решения не выводится из более общего известного типового метода, а изобретается. А. Н. Кричевец пишет, что эти эвристические приемы невозможно описать точно, а можно только сказать, что тот, кто владеет ими, каждый раз вновь или даже впервые самостоятельно конструирует

новый прием, нужный для конкретной ситуации – «вспомним, что всякий прием когда-то был создан впервые» [Кричевец, 1999(а), с. 39].

При этом достижимость решения не может быть гарантирована на 100 % никакими методами – в отличие от ситуации с алгоритмически разрешимыми задачами. Здесь неизбежно начинают играть роль индивидуальные творческие возможности решающего. Инвариантный подход оставляет за бортом проблемы конструирования таких решений и проблему алгоритмической неразрешимости вообще.

Для наглядности мы использовали в этом описании решения сложных задач метафору «строительства из кирпичиков», но возможны и другие. Например, Д. Дернер использует компьютерную метафору: «можно сказать, что у нас в голове хранится множество фрагментов отдельных программ, которые в конкретной ситуации комбинируются для решения той или иной проблемы» [Дернер, 1997, с. 215]. Системное мышление – это умение настроить комплекс своих способностей на условия конкретной ситуации, которые всегда различны (там же, с. 236).

При этом было бы бессмысленным отрицать возможность и необходимость построения тех или иных относительно общих и достаточно эффективных методов в определенных областях. Эти методы уже оказали огромное влияние на развитие цивилизации. Общие алгоритмические методы лежат в основе современного автоматизированного промышленного производства и бурно развивающихся информационных компьютерных технологий. И, скорее всего, еще будут открыты такие гениальные методы обобщенного инвариантного типа и гениальные алгоритмы, которые приведут к новым технологическим переворотам. Однако необходимо задуматься о том, что в ряде важных отношений границы применимости инвариантных методов ощущаются уже сейчас.

Мы утверждаем, что фундаментальное значение имеет ранее упомянутая проблема распознавания, остановится или нет (не попадет ли в бесконечный цикл) произвольно выбранная программа, являющаяся предписанием алгоритмического типа. Алгоритмическая неразрешимость этой проблемы является примером того, что для работы со многими алгоритмами не существует алгоритмов (нет алгоритмов использования алгоритмов). Принципиальное следствие этой проблемы таково. Ни один алгоритм, ни один план действий не может быть проверен каким-либо общим, универсальным, инвариантным способом на предмет того, закончится ли когда-либо выполнение данного плана или же это выполнение будет продолжаться бесконечно. (Еще раз заметим, что тот или иной конкретный план, алгоритм может быть совершенно «прозрачным» в отношении того, завершится ли его выполнение. Но нет общего метода проверки любого плана на это принципиально важное свойство – выполнимость. Необходимо искать, создавать, изобретать конкретные методы, пригодные для проверки именно анализируемых планов, а не некоего плана вообще). Таким образом, эффективный универсальный метод планирования, построенный на инвариантной, обобщенной и неизменной основе, невозможен.

Невозможен также универсальный инвариантный метод сравнения различных планов, направленных на достижение одной цели. Это следует из доказанной алгоритмической неразрешимости проблемы эквивалентности двух программ. Эта неразрешимость означает, что не существует общего, универсального метода определения того, всегда ли сравниваемые программы действий будут приводить к одинаковым результатам при одинаковых исходных данных (начальных условиях). Иначе говоря, если мы имеем две или более различных системы точных общепонятных предписаний по достижению одной и той же цели (например, представленные на конкурс), мы не имеем возможности сравнить их на основе какого-либо общего универсального метода. Если мы хотим их сравнить, то должны для этого искать, разрабатывать, изобретать те или иные конкретные методы, пригодные для данной области, подобласти или даже только для данной конкретной уникальной задачи.

Установление эквивалентности является основой измерения. Если нельзя установить эквивалентность выбранному стандарту (единице измерения), то измерение невозможно. Соответственно, не существует общего метода измерения того, насколько та или иная программа, план, схема действий «справляется» со своими функциями. Для такого измерения не может существовать стандарта, инварианта; здесь также необходимы конкретные методы.

Рассмотрим следующий за планированием этап – выполнение деятельности. На этом этапе нередко обнаруживаются какие-либо ошибки и сбои (например, вышеупомянутое сверхдлительное выполнение без признаков завершения). Различные ошибки всегда возможны, что объясняется, в том числе, невозможностью предварительного эффективного универсального планирования. Здесь возникают следующие вопросы. Возможен ли универсальный, инвариантный метод обнаружения ошибок и метод их исправления? Если речь идет об орудийной деятельности, возможен ли универсальный, инвариантный метод проверки орудий, технических устройств на предмет установления неисправностей и инвариантный метод их устранения?

Для реальных устройств справедливы вышеприведенные положения об ограничениях возможностей познания любых реальных систем. Объективное бесконечное разнообразие мира создает бесконечные возможности для возникновения таких типов неисправностей, которые не могут быть предсказаны, а в случае возникновения – не могут быть описаны и объяснены имеющимися моделями [Яних, 1996]. В реальную систему всегда возможно вторжение иносистемного. Оно принципиально, именно в силу своей иносистемности, не может быть описано на языке, предназначенном для описания исходной системы [Лотман, 1992].

Кроме этого, как показывает П. Яних [1996], имеются принципиально неразрешимые внутренние проблемы рассуждений при поиске ошибок, неисправностей, отказов и способов их устранения. Всякая неисправность является – по определению – отклонением от запланированной, желаемой и предвиденной функции. Неисправность есть отклонение от правила. Если же человек берется перечислить и описать возможные неисправности в какой-либо системе, объяснить их причины и дать предписания по их устранению, то тем самым он изменяет их квалификацию в модели системы. Он переводит их из разряда собственно неисправностей (неисправностей в истинном смысле слова) в другой разряд – разряд закономерных, хотя и нежелательных с определенной точки зрения, вариантов структуры и функционирования системы. Тем самым строится более широкая, общая, инвариантная модель системы. В ней все многообразие известных вариантов классифицируется в соответствии с установленными правилами, подразделяясь на варианты желательные (целевые) и нежелательные, с указанием правил появления каждого варианта (указанием генетически исходного отношения, детерминирующего его возникновение и развитие), а также с указанием возможности и правил перехода между целевыми и нецелевыми состояниями, и обратно. Здесь мы приходим к необходимости использования теоремы Геделя о неполноте, на которую П. Яних не ссылается, но которая вносит важный вклад в эти рассуждения. Никакой метод обнаружения неисправностей в той или иной системе не может содержать метода полной проверки своей собственной исправности. (Более общая модель, позволяющая выявлять неисправности, не описанные предшествующей моделью и в этом смысле являющиеся для этой предшествующей модели истинными неисправностями, не может содержать внутри себя алгоритма выявления своих собственных истинных неисправностей.) Требуется построение более общего метода и т. д. – до бесконечности. Таким образом, эффективный универсальный метод поиска и устранения ошибок и неисправностей не может быть построен.

Помимо этого формального обоснования, необходимо привести содержательные доводы в пользу невозможности такого универсального метода. П. Яних подчеркивает, что понятие ошибки, неисправности, отказа имеет смысл лишь относительно заданных целей и норм. Машины и алгоритмы строятся для строго определенных функциональных целей, или их

вообще нельзя построить. Сами они «не способны ставить ни целей, ни норм, ни преследовать намерений – они функционируют» [там же, с. 30]. Вопрос о том, достигнута ли цель, соблюдена ли норма, ставится и решается в конечном счете только человеком. Но решение этого вопроса самим человеком «состоит не в достижении заданных значений в регулирующем контуре... в процессе решения будут придуманы иные интерпретации целей и средств, которые не могут ни выполняться, ни имитироваться автоматом...» [там же, с. 30]. Этот процесс нельзя подчинить каким-либо заранее сформулированным точным предписаниям. (Поэтому, как показывает П. Яних, принципиально невозможно заменить человека – например, на космической орбите – какими-либо техническими устройствами сколь угодно высокого уровня, предназначенными для устранения неисправностей. Принципиально невозможны сами эти устройства.)

А. Н. Кричевец строго доказал невозможность построения универсального «обучающегося» алгоритма, способного научиться распознавать произвольные образы или формировать понятия на основе анализа выборки объектов. «Надежды на то, что существует общий для всех задач естественный способ редукции данных, не сбылись. Новые проблемные области требуют во всех случаях не только профессионального отбора информативных признаков, в пространстве которых следует искать решение задачи, но нередко еще и совершенно новых методов решения» (Д. А. Поспелов, цит. по [Кричевец, 1998, с. 129]).

Итак, в рамках предложенной нами системы положений о решении комплексных задач мы можем сформулировать следующий вывод. В деятельности со сложными динамическими системами не могут быть построены на универсальной инвариантной (неизменной) основе, в виде обобщенных и одновременно точных общепонятных предписаний следующие принципиально важные компоненты практической и познавательной деятельности человека: постановка целей; планирование; установление критериев достижения цели; оценка отклонения полученного результата от ранее выбранных критериев; выявление причин рассогласования и их устранение. В деятельности со сложными динамическими системами таких инвариантов не существует. На универсальной инвариантной основе не может быть построено и обучение всем вышеназванным компонентам – ведь такое обучение требовало бы передачи учащимся инвариантных, универсальных и одновременно эффективных методов, которых в комплексных динамических ситуациях нет. Инварианты могут быть выделены лишь для отдельных областей или только подобластей – и чем сложнее область, тем больше в ней «дыр», которые не могут быть закрыты инвариантными методами. Их надо закрывать другими средствами.

Так с помощью каких же познавательных средств человек может справляться с комплексными, динамическими, неопределенными ситуациями?

Средства познания комплексных динамических систем

Одним из основных средств познания сложных динамично изменяющихся систем, где высока степень неопределенности исходов, должна быть соответствующая система динамично изменяющихся, гибких, нежестких, а значит не вполне определенных, однозначных, а в ряде случаев даже противоречивых средств познавательной деятельности. Использование этих средств ведет к неоднозначным результатам, в том числе может и должно вести не только к уменьшению, но и к увеличению неопределенности. Как показал Ю. М. Лотман, неопределенность информативна, поскольку расширяет множество потенциальных возможностей; она является источником творчества, источником открытия и изобретения нового, неизвестного, оригинального. В культуре существуют специальные механизмы увеличения неопределенности, повышающие ее творческий потенциал [Лотман, 1992, 1993, 1996].

А. М. Матюшкин и Н. Е. Веракса [1999] пишут, что одним из первых в отечественной психологии проблему неопределенности и противоречивости познавательных средств

как источника творчества поставил Н. Н. Поддьяков. Он показал, что не только точные, определенные, устоявшиеся знания, но и неопределенные психические образования с противоречивым содержанием играют, как ни парадоксально, чрезвычайно важную роль в умственном развитии. Хотя гибкость и пластичность свойственна в той или иной степени всем психическим процессам на стадии развития, но неопределенные, неустойчивые образования обладают этим качеством в такой мере, что это позволяет говорить об их «сверхгибкости», «сверхподвижности», «сверхчувствительности» [Поддьяков Н. Н., 1994, с. 30–31]. Эти неопределенные и противоречивые знания позволяют выделять самые неожиданные свойства и связи познаваемого объекта, а также создают готовность к получению любой информации и перестройке имеющихся представлений. Одно из основных требований к разработке познавательных средств состоит в том, что «преодоление неопределенности в одних зонах когнитивной сферы должно сопровождаться возрастанием неопределенности в других ее зонах... Подлежащая усвоению система знаний должна включать в себя несколько подсистем, находящихся между собой в противоречивых отношениях». Это принципиальное условие самодвижения, саморазвития мышления [Поддьяков Н. Н., 1981(б), с. 130]. Важнейшую роль в развивающем противоречии между определенными и неопределенными, неясными знаниями играет экспериментирование (исследовательское поведение). Поисковые, исследовательские пробы, с одной стороны, уточняют представления об объекте, а с другой – ведут к появлению новых неясных представлений о других его связях и отношениях. Таким образом, в ходе экспериментирования рост отчетливых знаний осуществляется в неразрывной связи с развитием неясных знаний, догадок, предположений. Это позволяет говорить о постоянно изменяющемся и расширяющемся «неясном горизонте знаний» [Поддьяков Н. Н., 1973, с. 17; 1981(а), с. 210]. Данные идеи получили дальнейшее развитие в его последующих исследованиях по психологии творчества и проблемному обучению, а также в наших работах.

Рассмотрим роль различных познавательных средств – понятий, образов, исследовательских стратегий, эмоциональных регуляторов и т. д. – при работе с комплексными динамическими системами.

Понятия

Как известно, при классификации видов мышления на самое высокое место нередко ставят понятийное мышление (это еще один пример жесткой инвариантной классификации с однозначным указанием вершины пирамиды). Против рассмотрения теоретического мышления как вершины познавательного развития выступал, как известно, выдающийся отечественный психолог Б. М. Теплов. Однако до сих пор нередко считается, что чем выше уровень теоретичности понятий, тем лучше результаты познания объекта, тем полнее раскрывается его сущность и конкретные проявления. Но можно ли считать понятия самым адекватным средством познания комплексных динамических систем? Или же все-таки только понятий принципиально недостаточно – пусть даже они построены на основе сколь угодно развитой, строгой и точной теории?

Г. М. Андреева подчеркивает, что при познании быстро изменяющейся реальности роль мышления в понятиях и категориях изменяется. Категории «выступают в процессе познания как порождение стабильного мира; они фиксируют устоявшееся, прочное. Когда сам реальный мир становится нестабильным... категории как бы разрушаются, утрачивают свои границы», а обозначаемые ими объекты размывают свои границы или вообще исчезают [Андреева, 1998, с. 363–364]. И. И. Ивин отмечает, что затруднения с понятийными классификациями коренятся не столько в недостаточной проницательности человеческого ума, сколько в сложности самого мира, в отсутствии в нем жестких границ и ясно очерченных классов, во всеобщей изменчивости, «текучести» вещей. «Тот, кто постоянно нацелен на проведение ясных разгра-

ничительных линий, постоянно рискует оказаться в искусственном, им самим созданном мире, имеющем мало общего с динамичным, полным оттенков и переходов реальным миром» [Ивин, 1998, с. 103–104].

Одним из средств сделать понятия более соответствующими сложной, динамичной, неопределенной реальности, которую они призваны отражать, является переход от четких, определенных понятий к менее четким. Анализируя эту проблему, И. И. Ивин пишет, что долгое время точность считалась основным требованием к понятиям, а все расплывчатое рассматривалось как недостойное серьезного интереса. Однако в настоящее время ситуация изменилась: построены логические теории рассуждений на основе неточных, размытых понятий, нечетких отношений и нечетких множеств [Ивин, 1998, с. 211; Заде, 1976; Нечеткие множества... 1986]. Подчеркнем, что речь идет не о попытке моделирования человеческих рассуждений с их якобы недостатками в виде недостаточной строгости и точности, а о моделях, призванных более адекватно отразить объективную сложность реального мира.

Как показали М. С. Шехтер, А. Я. Потапова [1999], даже при изучении геометрии (предмета, традиционно считающегося образцом использования точных понятий, суждений и умозаключений) нецелесообразно формирование одних только строгих, жестких понятий, в которых нет никакой приблизительности, размытости. Такие понятия требуют, чтобы при любом, даже малом отклонении от эталона предъявленный объект квалифицировался как «не то». Объектами изучения учащихся должны становиться не только строгие абстракты, но также прототипы. Прототипы позволяют работать по другим, нерациональным принципам с объектами, лишь близкими, «похожими» и не подпадающими под строгое определение того или иного класса.

Почему нужны нечеткие понятия?

Четкое, точное понятие строго разделяет признаки на существенные и несущественные. Чем точнее понятие, тем более строго оно их разграничивает, делая взаимопереходы все менее вероятными или вообще невозможными. Но фундаментальная особенность психики человека – гибкая переключаемость с отражения одних свойств объекта на другие, лишь потенциально существенные [Моросанова, 1998, с. 140]. Д. Н. Завалишина назвала это принципом потенциальной существенности любого компонента действия (условие, несущественное в одной ситуации, может стать существенным в другой). Она справедливо противопоставляет этот принцип как более широкий другому принципу – принципу неизменности, инвариантности существенных признаков [Завалишина, 1985, с. 33–34, 191].

Принцип потенциальной существенности любого компонента деятельности относится и к признакам, не вошедшим в точное понятие. Поэтому наряду со строгими понятиями, необходимость которых огромна и не подлежит сомнению, нужны также нечеткие понятия с «размытым» набором признаков. Эти признаки в свою очередь тоже должны быть в большей или меньшей степени «размыты». Это позволяет осуществлять разнообразные взаимопереходы, «играть» существенностью признаков и повышать тем самым эвристичность познания. Размытое, не вполне определенное понятие имеет больше степеней свободы своего использования. Оно оставляет больше возможностей включения в него новых признаков, ставших существенными, и «помещения в архив» прежних признаков, утративших статус существенных.

Конечно, можно попытаться сформулировать точные понятия, отражающие строгие градации существенности тех или иных параметров. Но именно в силу точности и строгости эти понятия неизбежно будут ограничены по множеству других параметров существенного, которое невозможно включить в точное понятие, сохраняя его точным.

Другим средством сделать понятия более адекватными сущности изменяющейся и противоречивой реальности является использование диалектических понятий – как самых общих

(типа понятия изменения, развития, противоречия, противоположности), так и более конкретных, описывающих отдельную изучаемую область [Веракса, 1987, 1996].

Однако никакая, сколь угодно развитая и совершенная система понятий не способна отразить существенную новизну объектов и их изменений. Во-первых, любая понятийная система отражает не все потенциально существенное, а существенное лишь с определенной точки зрения. Все другие проявления новизны данной понятийной системой не фиксируются. Во-вторых, понятия отражают только устойчивое (неизменное, инвариантное) существенное. Устойчивость является необходимым признаком существенности в любой понятийной системе. Ситуативная существенность, сиюминутная важность того или иного объекта (свойства, связи) в понятии о нем не отражается – невозможно и нецелесообразно для каждой ситуации изобретать новое понятие. Однако своевременное обнаружение и использование этих ситуативно важных свойств, не отраженных в понятии, может оказаться делом жизни и смерти.

Образы

Итак, никакая, сколь угодно развитая понятийная система в принципе не способна описать все бесконечное разнообразие реального мира и способов деятельности в нем. И дело не только в бесконечности процесса познания, но и в специфических особенностях понятийного мышления. Поэтому одними из основных средств адекватного отражения особенностей комплексных динамических систем являются не только понятия, но и образы, комплексные динамические представления. В образе содержится несравненно больше информации о конкретном объекте, чем в обобщающем понятии, к которому этот объект может быть отнесен. Отражение в комплексном представлении многообразия свойств объекта позволяет производить переориентировку признаков и обобщать их по новому основанию, придавая мышлению гибкость [Ермакова, 1999].

В отличие от понятий, отражаемые в образе свойства могут не дифференцироваться на существенные и несущественные. Это является, по мнению Н. Н. Поддьякова, парадоксальным достоинством, поскольку устанавливается сам факт существования этих свойств. Отражение в образе самых различных характеристик, в том числе второстепенных, может послужить основой переосмысления всей проблемной ситуации: стороны и свойства предмета, не существенные в системе одних отношений, могут оказаться существенными при рассмотрении этого предмета в системе других отношений [Поддьяков Н. Н., 1977, сс. 86, 136]. Именно образы обеспечивают эту гибкую переключаемость с отражения одних свойств объекта на другие, лишь потенциально существенные [Моросанова, 1998, с. 140].

Как пишет О. А. Конопкин, свойство оперативной гибкости и высокой адаптивности определяет эффективность целенаправленного регулирования деятельности в различных условиях ее осуществления, а также при их изменении. Это свойство обеспечивается совершенством используемых человеком психических средств ориентации в действительности, возможностью рационального использования огромных объемов информации и специфическими способами ее оценки и переработки [Конопкин, 1980].

Развивая принцип варьирующей существенности любого компонента деятельности, можно утверждать следующее. Образы в ряде случаев могут занимать в иерархии средств познавательной деятельности не менее высокое положение, чем понятия. С точки зрения обоснования необходимости исследовательского поведения, важно то, что образы стоят ближе к реальности. Ведь основным достоинством понятий справедливо считается возможность именно «отлета от реальности» путем идеализации и абстрагирования. Но этот «отлет», идеализация и абстрагирование вовсе не всегда хороши для познания конкретных, изменяющихся явлений «живой» реальности. Аналогично, образы тоже нельзя считать самым эффективным

средством. (Например, как пишет Д. Дернер [1997], одним из недостатков ярких конкретных образов является то, что от них бывает трудно отделаться.)

Таким образом, противопоставление образного и вербального описаний относительно: они дополняют друг друга и недостаточны по отдельности. Принципиально важно, что и для образной, и для вербальной семантики существует единый глубинный код [Петренко, 1997].

Сходство образов и понятий состоит также в том, что для тех и других одним из средств адекватного отражения сложного меняющегося мира может служить нечеткость, размытость. Образ, в котором все элементы четко и жестко фиксированы, оставляет меньше возможностей для его перестраивания в соответствии с неожиданными изменениями сложной ситуации. Например, как показывает Ю. К. Стрелков [1999, с. 184–186], в труде летчиков и штурманов при работе в сложных переменчивых условиях оказывается необходимым неточный, нечеткий навигационный образ полета.

Метод теоретического восхождения от абстрактного к конкретному

Вышеизложенное заставляет переосмыслить роль метода теоретического восхождения от абстрактного к конкретному. Этот метод нередко представляется как самый правильный, эффективный и универсальный, поскольку он нацелен на выведение всего разнообразия частного и единичного из теоретически выделенного генетически исходного отношения (называемого также генетически исходной клеточкой). Однако многие авторы не согласны с подобной абсолютизацией. В. В. Рубцов критикует такое укоренившееся противопоставление эмпирического и теоретического мышления, в котором отличительной характеристикой последнего считается «способность человека выделять генетически исходное отношение, некоторую всеобщую основу, определяющую конкретные свойства и отношения вещей до всякого непосредственного действия с этими вещами» [Рубцов, 1996(б), с. 136]. Он доказывает, что разрывать на этой (или какой-либо другой) основе эмпирическое и теоретическое знание неправомерно. «И то, и то другое есть лишь этапы, выхваченные из процесса становления и взаимопроникновения хода вещей и хода идей», из системы противонаправленных и дополняющих друг друга «вещь – имя – понятие – идея» [там же, с. 137]. Неправомерно такое противопоставление образно-смыслового, эмпирического – понятийному, теоретическому, при котором первому отводится роль тормоза развивающего обучения, а второму – роль двигателя. Это ведет к ранней интеллектуализации в обучении ребенка и к отмиранию живой способности понимать и образно мыслить окружающий мир. Как подчеркивает В. В. Рубцов, это заставляет вновь обсудить вопрос о закономерностях обучения и развития. Выводы о недостатках ранней интеллектуализации подтверждаются красноречивыми фактами. Например, младшие школьники, прошедшие обучение по принципам теоретического обобщения, демонстрируют умение действовать с теоретическими объектами – решать алгебраические уравнения, чего их ровесники делать обычно не умеют. Но при этом они не могут решить задачи с реальными объектами – задачи Пиаже на уравнивание реальных количеств, которые их ровесники решают уже без труда [Рубцов, 1998]. Одним из способов объединения пространства идеального и реального в обучении является разрабатываемый в течение многих лет В. В. Рубцовым и его сотрудниками подход, в котором специальная организация совместной деятельности учащихся по исследованию реальных и абстрактных объектов в различных областях обеспечивает вышеупомянутую систему взаимопереходов «вещь – имя – понятие – идея» [Рубцов, 1996(а)].

А. В. Петровский и М. Г. Ярошевский тоже критикуют попытки воссоздать все богатство реальности путем его выведения из какой-либо одной генетически исходной клеточки. Они пишут о бесперспективности такого подхода и доказывают это на материале психоло-

гии, что особенно важно для организации обучения. По А. В. Петровскому и М. Г. Ярошевскому, охватить и отразить психический мир человека (а значит, добавим, отразить и обучение как часть этого психического мира) способна «не клеточка даже в своем вершинном развитии, а сложная, многоступенчатая, динамическая система несводимых друг к другу категорий» [1998, с. 521–522]. Итак – не клеточка, но сложная динамическая система.

Вопрос о соотношении теоретического и эмпирического в обучении являлся одним из основных на протяжении примерно 40 последних лет. Мы придерживаемся в этом вопросе следующих позиций. Необходимо полностью согласиться с общим философским положением о диалектическом единстве чувственного и рационального, эмпирического и теоретического уровней познания при признании ведущей роли практики как критерия истины [Копнин, 1974; Теоретическое и эмпирическое... 1984]. Мы также согласны с положениями о невозможности строгого разграничения чувственного и рационального, эмпирического и теоретического и об ограниченности любой их типологии из-за неизбежного несоответствия такой типологии многообразию уровней развивающейся познавательной деятельности, в которой представлено это их диалектическое единство [там же].

Несмотря на признание этого единства большинством психологов и педагогов, в психолого-педагогических работах в течение последних 30–40 лет основное внимание уделялось изучению и формированию у учащихся способностей к познанию путем осознанной, рефлексивной, разумной работы с абстрактными теоретическими моделями различных областей реальности. Это имеет принципиальное значение для психического развития, и на этом пути в последние десятилетия получены чрезвычайно важные результаты в области развивающего обучения [Давыдов, 1986, 1996].

В то же время имеется значительно меньше психолого-педагогических работ, исследующих другую сторону вышеназванного диалектического единства и само это единство. Незаслуженно малое внимание уделяется изучению и формированию способностей к познанию мира путем реального взаимодействия с ним (а не путем преимущественно теоретической работы с его абстрактными моделями).

Но метод теоретического восхождения от абстрактного к конкретному, как и любой другой метод, имеет принципиальные ограничения и для познания действительности, и при использовании в обучении. Для нас важно то, что он оставляет принципиально недоступной существенную часть разнообразия изучаемой системы, хотя призван воспроизводить это разнообразие как раз целиком и полностью. Остановимся на этих проблемах подробнее.

При исследовании комплексных систем метод теоретического выведения имеет следующие принципиальные ограничения. В силу сетевых межсистемных взаимодействий при генезисе систем невозможно выделение генетически исходной клеточки, генетически исходных отношений в достаточно «чистом» виде. В каждую из систем происходят вторжения иносистемного – происходят взаимодействия отношений, генетически исходных для разных систем. Поэтому, развивая идеи Д. Дернера [1997], можно утверждать, что не только в уже сложившейся структуре сложной динамической системы центральный пункт не один, а их много. Это положение относится и к предшествующему развитию межсистемных взаимодействий: развитие здесь идет сразу из нескольких различающихся между собой пунктов (клеточек, отношений). В связи с этим заметим, что используемая в методе восхождения от абстрактного к конкретному метафора самой первой, центральной, генетически исходной клеточки должна быть дополнена. Клеточки, принадлежащие не простейшим, а сложным, высокоразвитым организмам возникают из не полностью предсказуемого взаимодействия различающихся между собой клеток, принадлежащих различным особям (система возникает в результате взаимодействий нескольких систем). Чтобы не углубиться в бесконечный спор о монизме – дуализме, моноцентризме или полицентризме, о первенстве происхождения яйца или же курицы с петухом и т. п., напомним сказанное ранее. Межсистемные взаимодействия физического, биоло-

гического и социального мира находятся на таком уровне развития, который не позволяет однозначным и исчерпывающим образом реконструировать историю «населяющих» этот мир реальных конкретных систем, оценивать их актуальное состояние и прогнозировать будущее. В комплексных динамических системах навсегда исчезла и не может быть однозначным образом восстановлена некоторая часть информации об их предшествующей истории, недоступна в принципе часть информации о нынешнем состоянии, а также еще не сложились условия для однозначного выбора пути дальнейшего развития. Таким образом, объективные законы реального мира не позволяют выделить генетически исходные отношения в настолько исчерпывающем виде, чтобы вывести из них все разнообразие частного и единичного.

При анализе комплексных динамических систем имеет смысл говорить не просто о частном и единичном, как это делается при использовании метода теоретического выведения, а об уникальном. Единицы рядоположны и тождественны друг другу, различий между ними нет или они не существенны, уникальность же неповторимо индивидуальна, невозпроизводима. Это положение имеет особое значение при изучении человеческой индивидуальности [Яковлева, 1997, с. 24]. Но и вообще для любой сложной системы всегда характерна та или иная степень уникальности. В такой системе наряду с общими имеют место уникальные, неповторимые закономерности, возникают уникальные ситуации и задачи, и в целом ряде случаев должны применяться не общие, а уникальные методы. «Сложность задачи тем выше, чем больше одиночных, уникальных подзадач содержится в ней» [Стрелков, 1999, с. 64].

Исходя из различия между единичным и уникальным, можно утверждать, что общие методы теоретического выведения единичного возможны, а общие методы порождения уникального не могут существовать в принципе. Порождение уникального требует уникальных методов.

Итак, любая комплексная динамическая система уникальна. И даже если у нее есть близнецы в прямом, биологическом (если речь идет о биологических особях) или же переносном смысле (заводы-близнецы, построенные по типовому проекту в разных концах страны, супермаркеты в разных городах), эти близнецы всегда имеют существенные специфические, уникальные особенности. Данные особенности отличают эти сложные системы друг от друга и могут кардинально изменить их судьбу друг относительно друга. (Бесконечно малые различия могут вести к бесконечно большим.)

Кроме того, как отмечалось выше, помимо объективных законов реального мира имеются также ограничения, связанные с самим методом теоретического выведения. Если мы признаем, что изучаемая реальная система не является абсолютно замкнутой и что по отношению к ней существует иносистемное, с которым она может взаимодействовать хотя бы в приграничных областях, то это означает следующее. Для исчерпывающего теоретического описания изучаемой системы – вплоть до описания всех ее единичных проявлений – недостаточно языка (модели), разработанного только для этой системы. (Ведь хоть какие-то ее единичные проявления будут связаны со взаимодействием этих двух систем – иначе нет и смысла говорить о существовании иной системы в контексте обсуждения первой системы.) Отсюда следует, что из теоретической модели изучаемой системы невозможно выведение всего разнообразия ее проявлений. Если же мы находим общую модель, пригодную и для изучаемой системы, и иной, второй, то тем самым отказываемся признать для данного случая проблему иносистемности: обе системы начинают рассматриваться как части или варианты одной, более общей, инвариантной системы.

Наконец, метод теоретического выведения имеет чисто внутренние ограничения в отношении воссоздания разнообразия системы – это непреодолимая неполнота и неразрешимость массовых проблем общими методами. Из генетически исходного отношения невозможно ни выведение части истинных утверждений и опровержение части ложных (выведение декла-

ративного знания, «знаю-что»), ни выведение методов решения ряда задач (процедурного знания, «знаю-как»).

В сложных видах деятельности теоретическое мышление стоит отнюдь не выше мышления практического [Теплов, 1985; Акимова, Козлова, Ференс, 1999]. Теоретическое обобщение как отражение закономерных устойчивых свойств постепенно уступает свое место эмпирическим обобщениям как отражению многоаспектности, многокачественности и динамики изучаемых объектов. Эмпирические, комплексные обобщения позволяют осуществлять синтез уникальных существенных характеристик, присущих разным сторонам объекта и условий деятельности [Завалишина, 1985, с. 201]. Практические эмпирические обобщения, в отличие от теоретических, отражают не только свойства исследуемого объекта. Они также отражают характеристики взаимодействия исследователя с ситуацией, куда включаются условия и средства действия, а также некоторые характеристики самого субъекта [Мазилов, 1999]. Это значительно больше соответствует современному фундаментальному общенаучному положению о неустрашимом влиянии исследователя на объект изучения, чем представления о возможности и необходимости выделения теоретической сущности объекта в «чистом виде».

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что метод теоретического восхождения от абстрактного к конкретному наиболее эффективен при исследовании устойчивых, стабильных, относительно закрытых реальных систем и при анализе идеальных систем с относительно простым набором допустимых операций. То есть речь идет о моносистемах, не превышающих определенного уровня сложности. Но для комплексных динамических систем вступает в силу принцип варьирующей существенности свойств реального мира и методов его познания, вследствие чего метод восхождения от абстрактного к конкретному теряет эффективность (исходная абстракция вынужденно «тощает») и перестает занимать однозначное первое место.

Возвратимся к идее приближения познавательных средств к свойствам неоднозначного, меняющегося мира.

Идея использования нечеткости, «размытости» относится не только к понятиям и образам, но и к другим классам средств познавательной деятельности: вводятся нечеткие меры, нечеткие модели, нечеткие алгоритмы и т. д. Например, нечеткий алгоритм определяется как упорядоченное множество нечетких инструкций, содержащих нечеткие понятия [Нечеткие множества... 1986, с. 198]. Г. А. Балл [1990] использует близкий по смыслу термин «квазиалгоритм» и сравнивает свойства четких алгоритмов, квазиалгоритмов и эвристик, используемых в учебном процессе. Эвристики, в отличие от алгоритмов, не приводят к однозначному успеху, но они управляют пространством поиска, то сужая, то расширяя его. Они предлагают относительно узкие или широкие направления, предположительно ведущие к решению. Иначе говоря, эвристики – это недостаточно точные, «размытые» рекомендации, стоящие в этом смысле ближе к неоднозначности реального мира, чем однозначные точные предписания. Насколько нам известно, наиболее полную классификацию эвристических приемов решения задач и их обобщение в виде целостной системы дал И. И. Ильясов [1992].

Метод проб

Если сам мир динамичен, неопределенен и неоднозначен, и его познание с необходимостью включает неоднозначные средства, то можем ли мы рассчитывать на такое проектирование и осуществление сложной деятельности, которое бы позволило однозначно достигать поставленной цели? Достигать сразу, без практических проб, без неточностей и ошибок? Можем ли мы действовать в комплексной изменяющейся ситуации лишь на основе предварительной ориентировки и предварительного проигрывания в уме (на бумаге, на компьютере)? Ведь эта ориентировка должна быть настолько полной и исчерпывающей, чтобы сделать совер-

шенно излишним сколько-нибудь значительное изменение предварительных представлений об объекте в ходе последующего реального взаимодействия с ним.

Исходя из принципов неполноты, неопределенности, «горизонта прогноза» и учитывая отсутствие универсальных однозначных методов, следует признать, что существование такой достаточно полной ориентировки в комплексных динамических ситуациях невозможно. В этих ситуациях объективно не содержится полной априорной информации, необходимой для организации деятельности без проб и ошибок, без реального эксперимента. А. Т. Шумилин [1989] подчеркивает, что пробы – это универсальные орудия поиска, неизбежные при решении любых нестандартных задач и отражающие процесс выдвижения и проверки гипотез. Как показал Ю. К. Стрелков [1999, с. 162], попытки исполнения действия в соответствии с правилами в процессе овладения сложной деятельностью обязательно влекут за собой ошибки. Ошибка здесь – результат активности по освоению границ, пределов, внутри которых действует правило и где результат может считаться нормальным.

Заметим, что в то же время полная ориентировка без проб и ошибок возможна для стабильных, инвариантных моносистем. Для них адекватно понятие полной ориентировочной основы деятельности, «обеспечивающей систематически безошибочное выполнение действия в заданном диапазоне ситуаций» [Краткий психологический словарь, 1998, с. 239]. В этом диапазоне метод проб справедливо оценивается как ненужный. Если же он все-таки применяется, то оценивается как неэффективный. Считается, что он требует самой примитивной организации деятельности или даже не требует ее вовсе – в случае так называемых «слепых проб». Иначе говоря, метод проб и ошибок представляет здесь «низ» оппозиции, где «верх» принадлежит полной безошибочной ориентировке, осуществляемой сразу в уме.

Интересно, что в соответствии с принципом варьирующей существенности этот «верх» и «низ» изменяют свое положение при решении комплексных динамических задач. Адекватная ориентировка в комплексной динамической ситуации требует проб – реального взаимодействия с изучаемой системой, в ходе которого будут качественно изменяться предварительные заведомо неполные представления. Отказ от этого реального опробования в надежде спрогнозировать все заранее является здесь свидетельством менее адекватной, а значит, более «слепой» организации деятельности.

Итак, при познании комплексных динамических систем необходимы пробы – реальные взаимодействия с системой без точного прогнозирования их результатов. Их цель – выявить скрытые свойства системы, не выводимые теоретически.

Одно из важнейших требований к пробам сформулировано в положении теории систем, имеющем общенаучное значение: степень изученности системы определяется разнообразием воздействий на нее [Мельников, 1983; Раскин, 1976]. Разнообразие методов является необходимым условием успешного обследования.

Подчеркнем, что из принципа дополнительности и необходимости разнотипных описаний сложной системы следует вывод, что экспериментальные пробы должны быть не просто разнообразны. Они должны направляться множеством принципиально разнотипных описаний разных уровней разработанности. В том числе такими описаниями, которые лишь зарождаются и не достигли уровня сколько-нибудь четких формулировок. Это может быть лишь смутная догадка и предвосхищение, реализуемые в максимально далекой от уже разработанной области пробе. Ее смысл и возможные результаты крайне неопределенны, «темны» для субъекта, однако именно благодаря ей может возникнуть новое направление поиска, которое станет основным – до новой смены доминирующего типа описания (парадигмы).

Здесь возникает важный вопрос о систематичности – случайности опробования. Должны ли пробы, эксперименты осуществляться только упорядоченно, систематически, в строгом соответствии с определенным методом или же необходимы также и случайные пробы?

Безусловно, определенная часть экспериментов должна проводиться по строго определенным планам, и теория планирования эксперимента предлагает их в достаточном количестве. Однако даже в этих строгих планах в целом ряде случаев обосновывается необходимость методов случайного поиска. Эти методы считаются хорошим стартовым ускорителем в задачах с большой размерностью, где переменных много, и при этом они не сходны между собой [Первозванский, 1970, с. 129–130]. Эта характеристика, безусловно, относится к комплексным задачам с сетевым строением.

Как показывает А. А. Первозванский, даже планы экспериментов, выглядящие абсолютно детерминированными и предопределенными, содержат в скрытом виде элемент случайности. Например, в них может указываться, что вначале надо перебирать по порядку значения X , затем значения Y , Z и т. д. Совершенно очевидно, что эта дань конкретному алфавитному порядку латиницы никак не связана с общей сущностью систематического перебора. С точки зрения этой сущности, точно также можно использовать и порядок перебора Z , Y , X или Z , X , Y и т. д. Приписывание этим условным буквенным обозначениям и осям координат тех или иных конкретных наименований (например, «температура», «давление», «скорость», «расстояние» в физике) также носит характер случайного предпочтения, не имеющего обоснования. А. А. Первозванский ставит вопросы типа «Почему значения температуры расположили по оси X , а давления – по Y , хотя оба варьируются экспериментатором и в этом смысле равноправны? Почему объекты пронумеровали в таком порядке, а не в ином?» и показывает, что эти выборы делаются в силу причин, имеющих случайное отношение к принципам планирования эксперимента. Но порядок перебора конкретных экспериментальных воздействий может сказаться на результатах. Если начать «не с того конца», то можно не успеть найти искомого за отведенное для поиска время.

Таким образом, даже в корректно поставленных задачах поиска случайность используется либо в явном и обоснованном виде, либо в виде неявном. Однако здесь случайный выбор всегда осуществляется только внутри системы выбранных и поименованных параметров. Выход за пределы заданного множества этих параметров невозможен. (Строгое доказательство невозможности такого выхода дано А. Н. Кричевцом [1998].) В строгом экспериментальном плане, предполагающем случайные испытания, жестко оговаривается, какие характеристики будут неизменны, какие будут варьироваться детерминированным образом, а какие – случайным. Все остальное бесконечное разнообразие свойств, связей, отношений реального мира не учитывается в модели, лежащей в основу строгого экспериментального плана. (Это следствие принципиальной ограниченности любой строгой модели, как было показано выше).

Но имеем ли мы право в комплексных динамических ситуациях, характеризующихся множественными межсистемными взаимодействиями, ограничиваться строго заданным набором исследуемых параметров, пусть даже и очень большим? Представляется разумным, что он должен быть не жестко ограниченным, а открытым для включения новых потенциально важных параметров и пересмотра роли и «веса» уже исследованных. Это расширение зоны поиска за ранее выявленные пределы должно с необходимостью включать элемент случайности. Случайные, свободные пробы, метод проб и ошибок – это «мутационный фермент», «дрожжи», расширяющие пространство поиска» [Дернер, 1997, с. 188].

Почему использование максимально свободных и случайных проб необходимо не менее, чем поиск упорядоченный и систематический?

Если поиск новых параметров ведется в соответствии с каким-либо одним или даже множеством фиксированных методов, то это означает, что поиск ограничен данными моделями. Все остальное разнообразие возможностей отсечено, оно не существует для этих моделей.

Построение существенно новой модели, новой системы, как показывает Ю. М. Лотман, предполагает отказ от прежних правил, который всегда выглядит и ощущается как «непра-

вильный» с точки зрения этих прежних правил. Если же отказ от прежнего правила осуществляется в соответствии с уже известным более общим правилом (в соответствии с известным методом более высокого ранга), то это не отказ, а подчинение правилу и движение внутри прежней системы. Таким образом, обнаружение нового параметра и последующее включение его в новый, только создаваемый метод следующего уровня невозможно без нарушения предшествующих правил самого высокого ранга.

Переход к новой, неизвестной системе осуществляется через первоначальные неясные, нечеткие, смутные, только возникающие предположения о существовании чего-то иносистемного (то есть того, что лежит вне прежней, известной системы). Сам выход, прорыв в иносистемное осуществляется, по Ю. М. Лотману, как смысловой взрыв – взрыв существовавшего смыслового пространства. (Психологический термин «инсайт», означающий озарение, может служить визуальной метафорой такого взрыва. Образ «мутационного фермента» и разбухающих «дрожжей», используемый Д. Дернером, также близок к метафоре объемного расширения и выхода за установленные границы, хотя и не мгновенного расширения, как при смысловом взрыве, а постепенно созревающего).

Во время смыслового взрыва, как показал Ю. М. Лотман, выбор из потенциального возможного осуществляется не по законам причинности, а реализуется как случайность. «Момент взрыва – одновременно место резкого возрастания информативности всей системы. Кривая развития перескакивает на совершенно новый, непредсказуемый и более сложный путь. Доминирующим элементом, который возникает в итоге взрыва, может стать любой из элементов системы или даже элемент из другой системы, случайно втянутый взрывом в переплетение возможностей будущего движения. Однако на следующем этапе он уже создает предсказуемую цепочку событий» [Лотман, 1992, с. 28–29]. Иначе говоря, именно вокруг элемента, успевшего случайно втянуться в систему до, а не после втягивания другого случайного элемента, начинается процесс кристаллизации, формирования новой, уже детерминированной и предсказуемой системы. Но если бы эти два элемента вошли в систему случайно в другой последовательности, новая система стала бы существенно иной – кристаллизованной вокруг другого элемента и работающей по другим правилам.

Переход от прежней системы представлений к новой осуществляется через следующую последовательность. Вначале имеются представления только об одной системе, которая представляется всеобъемлющей. Существование чего-то иного даже не приходит в голову – для иного просто нет места в картине мира, целиком заполненной содержанием первой системы. Затем возникают смутные представления, что исходная система все-таки не всеобъемлюща. Но все, что проступает за ее границами, видится неструктурированным, хаотическим, бессистемным и неправильным. Изучать это «правильными» методами не удастся, поскольку универсальных эффективных методов нет, а те «правильные» методы, которые есть, были разработаны и приспособлены именно к исходной системе. Разнообразие, гибкость и противоречивость используемых познавательных средств, в том числе разнообразие и противоречивость по параметру «системное – бессистемное» позволяет несколько прояснить то, что лежит вне исходной системы. Это прояснение приводит к усмотрению в туманной безбрежности бессистемного каких-то границ, очерчивающих нечто иносистемное – другую систему. По мере ее познания все более уточняются и дифференцируются представления о ней, все более точными и систематическими становятся методы (хотя элемент случайности всегда сохраняется, о чем было сказано выше).

Итак, не представляется возможным просто «перепрыгнуть квантовым скачком» дистанцию от отсутствия проб, связанного с отсутствием знания даже о самом существовании иной системы, к строго систематическому поиску внутри этой системы, ведущемуся только тогда, когда уже имеются сформированные и достаточно точные представления о ней. Переход от отсутствия поиска к систематическому поиску должен быть здесь с необходимостью запол-

нен поисками достаточно случайными, неупорядоченными и, в этом смысле, хаотическими. Иначе совершенно неясно, откуда берется систематичность поиска в новой системе, для исследования которой еще нет точных методов. Причем эти случайные поиски должны осуществляться не только в рамках одной или множества известных систем, но и внесистемно. Отказ от внесистемного поиска на начальных этапах познания равносильен отказу от поиска вообще, поскольку возможностей адекватных методов упорядоченного поиска еще нет. Хотя эти поиски с неизбежностью направляются достаточно случайными гипотезами, истинность которых заранее неизвестна, а значит, и ложными гипотезами, даже эти ложные гипотезы лучше, чем отсутствие гипотез вообще [Дернер, 1997].

Поскольку ни абсолютного детерминизма, ни абсолютной случайности в мире не существует, поиск не может быть ни абсолютно упорядоченным, ни абсолютно бессистемным. Ни от упорядоченных, ни от хаотических проб невозможно полностью отказаться. Даже при максимально случайном поиске человек всегда руководствуется какими-то, хотя бы самыми неясными, туманными и глобальными, соображениями; даже методы самого упорядоченного поиска содержат элементы случайного выбора. Однако различные соотношения хаотичности и систематичности поисковой деятельности на разных этапах позволяют говорить о доминировании то одной, то другой из этих характеристик.

Поскольку даже одна единственная проба осуществляется в условиях неопределенности (в этом ее смысл – изменить степень неопределенности), то ее результат не может быть предсказан исчерпывающим образом заранее. Соответственно, множественность разнообразных и разнотипных исследовательских взаимодействий со сложной системой приводит к непредсказуемой множественности непрогнозирувавшихся результатов, взаимодействующих и между собой, и с исследователем. Следствием непредсказуемости результатов поисковых проб являются: а) неожиданные открытия ранее не известного и не предполагавшегося; б) ошибки разной степени тяжести (в ряде случаев – фатальные). Полностью избежать таких ошибок не представляется возможным. В комплексных динамических системах лучше ложные гипотезы, чем отсутствие гипотез, и осуществление проб, чем бездействие. Во время бездействия ситуация может ухудшиться в результате собственной внутренней динамики – в отличие от стабильных систем. Чтобы понять направление этой динамики, все равно нужны пробы. Но универсальных эффективных методов опробования нет, и нужно разрабатывать методы, учитывающие уникальные опасные особенности конкретной комплексной системы, а это нельзя сделать заранее без проб. Таким образом, вероятность ошибок всегда имеется.

Постановка целей

Поскольку исследование сложной системы должно вестись разнообразными и разнотипными методами, это требует множественного целеполагания – постановки разнообразных, разнотипных и разноуровневых целей, связанных с различными подсистемами, сторонами, аспектами изучаемой комплексной динамической системы. Постановка одной цели принципиально недостаточна, сколь бы конкретной или, наоборот, общей она ни была. Часть этих разнообразных целей неизбежно конкурирует между собой (как минимум, за отводимое на их достижение время) [Дернер, 1997]. Ярким примером неизбежной конкуренции целей, приводившей нередко к фатальным последствиям, являлось следующее требование к советским летчикам в начале Великой Отечественной войны. Прикрывая от нападения с воздуха определенный район, они должны были держаться в воздухе как можно дольше, поскольку самолетов катастрофически не хватало. Требование максимальной длительности полета означало, что нельзя было летать на максимальной скорости, эксплуатируя двигатель на полную мощность, – быстро выгорало топливо. Но чем меньше скорость самолета, тем легче его сбить. От решения этой

задачи о конкурирующих целях (летать дольше и летать быстрее) зависела жизнь летчика и тех, кого он защищал.

Наиболее адекватным сущности комплексных динамических систем является гибкая динамика целей и подцелей, изучаемая в смысловой теории мышления О. К. Тихомирова. Ключевым понятием этой теории является понятие динамической смысловой системы. Оно позволяет описывать важнейшие аспекты мыслительного процесса: зарождение и развитие смыслов ситуации в целом и ее разнотипных элементов, смыслов конечной цели, промежуточных целей и подцелей. Как показано в этой теории, множественное целеобразование, зарождение и развитие разноуровневых и разнотипных смыслов и целей происходит благодаря выявлению все новых связей и отношений в изучаемой человеком комплексной системе в процессе множественных разнотипных проб, попыток и переобследований [Бабаева, Васильев, Войскунский, Тихомиров, 1999; Васильев, 1998; Тихомиров, 1984].

Мотивационно-эмоциональная основа исследования сложных систем

Невозможность однозначного, единственного, самого обоснованного, «самого правильного со всех точек зрения» выбора (выбора единственного общего подхода, единственной цели, единственной гипотезы, единственного метода, единственного критерия оценки результата и т. д.) и неизбежная вероятность ошибок порождают специфические эмоциональные состояния. Это состояние неуверенности, сомнения и даже тревоги [Дернер, 1997; Иванченко, 1999]; внутренняя готовность принять двойкий, прогнозировавшийся и непрогнозировавшийся, результат действия [Поддьяков Н. Н., 1977] и т. д. При этом, как показано в исследованиях О. К. Тихомирова и его сотрудников, эмоции, в том числе эмоциональное наведение и коррекция, выполняют в познании важнейшие позитивные функции: предвосхищающие, эвристические, регулятивные и интегративные. [Бабаева, Васильев, Войскунский, Тихомиров, 1999; Васильев, 1998; Тихомиров, 1984; Тихомиров и др., 1999].

Мотивационной основой успешного исследования сложных систем человеком является его творческая активность, проявляющаяся в стремлении к выходу за любые ограничения, наложенные на построение, выбор и пересмотр любого компонента деятельности. Это стремление к новым объектам, новым догадкам и гипотезам, новым целям, новым методам, новым результатам, не укладывающимся в рамки прежних утилитарно-практических и познавательных схем. Разные стороны этой активности отражены в терминах: познавательная активность (стремление к познанию скрытого, ненаблюдаемого) [Лисина, 1982]; бескорыстное познание, не связанное с утилитарно-практическими задачами [Поддьяков Н. Н., 1977]; интеллектуальная активность [Богоявленская, 1983]; неадаптивная, надситуативная активность в условиях риска и стремление идти навстречу опасности [Петровский В. А., 1992].

Индивидуальные различия субъектов познавательной деятельности

В настоящее время перспективным считается такой подход к индивидуальным различиям, в котором не предполагается жесткая иерархия различных способностей и жесткое представление о единственной, самой главной линии развития. Считается, что линий развития заведомо больше, чем одна, и что они разнообразны. Изучаются различающиеся у разных людей индивидуальные и уникальные системы развивающихся способностей и достижений, где уровни одних способностей и достижений неоднозначно, нелинейно сопряжены с уровнем других [Ливер, 1995; Fisher, 1996]. Обнаруженный низкий уровень проявления тех или иных способностей у того или иного человека означает необходимость найти, с какими способно-

стями высокого уровня они у этого человека сопряжены. Еще лучше – вообще не использовать оценочные термины «низкий – высокий уровень способностей», а определить, для чего нужен тот или иной их индивидуальный «профиль» и для чего может быть эффективно использована эта индивидуальная система различных способностей, какие уникальные задачи она позволяет решать данному человеку и на какие накладывает ограничения.

Процесс обучения рассматривается как взаимодействие учителей и учеников, обладающих различными системами индивидуальных особенностей. Индивидуальные стилевые особенности учителя могут по-разному взаимодействовать с особенностями того или иного ученика: учитель, который хорош для одних учеников, может невольно тормозить развитие других [Ливер, 1995; Холодная, 1997].

Для нас важно, что среди различных индивидуальных стилей и учеников, и преподавателей выявлены как тормозящие друг друга два следующих: а) индуктивный, исследовательский стиль, идущий от изучения случаев к общему правилу и сопротивляющийся тому, чтобы изложение учебного материала шло от общих правил к конкретному контексту; б) дедуктивный стиль, идущий от общего правила к конкретным случаям, «противящийся» случаям, не подпадающим под правила, и т. п. Показано, что несоответствие этих стилей у преподавателя и ученика приводит к тому, что усилия преподавателя производят обратный эффект, поскольку он подбирает не те деятельности для части своих учеников. Стиль преподавателя, являющийся «лекарством» для одного ученика, оказывается «ядом» для другого [Ливер, 1995].

Нейрофизиологической основой различия индуктивного и дедуктивного стилей считается межполушарная функциональная асимметрия мозга (относительное доминирование левого или правого полушария), открытая Нобелевским лауреатом Р. Сперри и детально изучаемая множеством исследователей в настоящее время [Нейропсихология сегодня, 1995]. Е. Д. Хомская пишет, что типы доминирования, типы профилей латеральной организации «отражают фундаментальные особенности мозговой организации... При доминировании одного полушария усиливаются одни стратегии и ослабляются другие, при доминировании другого – имеется обратное соотношение. При этом – в соответствии с современными представлениями – левое и правое полушария функционируют всегда совместно, и поэтому можно говорить лишь об относительном преобладании того или иного «набора» стратегий» [Хомская и др., 1997, с. 243]. Стратегии переработки информации левым полушарием характеризуются как вербально-логическая, абстрактно-схематическая, аналитическая, сукцессивная (последовательная), сознательная и др. Стратегии переработки информации правым полушарием характеризуются как образная, конкретная, синтетическая, симультантная (одновременная), с высокой долей бессознательного и др. (там же, с. 243–244).

Итак, левополушарное мышление носит преимущественно аналитический, а не синтетический характер. Для него характерна последовательная, поэтапная обработка небольших порций однородной информации с высокой точностью на основе преимущественно дедуктивного логического вывода. Левополушарное мышление создает более однозначные, простые, внутренне непротиворечивые и «оптимистичные» модели реальности [Ротенберг, Бондаренко, 1989; Иванченко, 1999].

Правополушарное мышление носит преимущественно синтезирующий, а не аналитический характер. Для него характерна параллельная, одновременная обработка больших массивов разнородной и разноуровневой информации, в том числе высокой неопределенности и сложности, в реальном масштабе времени. Оно стремится охватить в целостной картине все многообразие элементов и связей реальности, в том числе и тех, которые выглядят противоречивыми и взаимоисключающими, что создает многозначный контекст. Для правополушарного мышления характерен индуктивный стиль, внимание к случаям, а не правилам, к отклонениям от схемы, к непредсказуемости. Оно работает преимущественно на материале, нагруженном

образными представлениями. Больше связано с интуицией и творчеством [Ротенберг, Бондаренко, 1989; Иванченко, 1999].

Аналитический и синтетический типы стратегий дополнительно друг по отношению к другу и равно необходимы. Однако один из типов может доминировать у того или иного человека, у тех или иных сообществ, в те или иные периоды развития. (Это может показаться парадоксальным для тех, кто исходит из модели, в которой каждый акт анализа должен строго уравновешиваться равномогущим одновременным актом синтеза.) В настоящее время выявлена примерно 50-летняя периодичность смен доминирования аналитического и синтетического типов в культуре: в архитектуре, музыке, живописи, литературе и др. [Иванченко, 1999].

Что касается онтогенеза, то Н. Н. Поддьяков [1996] показал, что в дошкольном возрасте процессы интеграции, синтеза доминируют над процессами анализа и дифференциации. Со своей стороны, мы предложили нашу аргументацию в поддержку этого положения. Эта аргументация связана с нашим подходом к исследовательскому поведению с точки зрения теории сложных динамических систем.

Мы исходим из того, что можно выделить два пути развития системы. Один путь связан с формированием новых нижележащих уровней, подчиняющихся уже имеющимся уровням. Это позволяет осуществлять более совершенное управление с вышележащих уровней и повышает их относительную значимость в системе. Другой путь развития системы связан с возникновением новых, более высоких уровней, берущих на себя координацию и перестройку функционирования нижележащих уровней. Здесь можно говорить о более важной роли, о доминировании (на данном этапе развития системы) процессов интеграции. Большинство реальных систем развивается в обоих направлениях, однако одно из них может преобладать. Дошкольное детство характеризуется появлением важнейших психических новообразований – высших психических функций (речи, мышления, произвольного поведения и т. д.), которые подчиняют себе, регулируют и координируют функционирование и развитие образований более низкого уровня (и психических, и физиологических). Разумеется, при этом идет интенсивная и чрезвычайно важная дифференциация ранее возникших образований предшествующих уровней, однако направления этой дифференциации уже в значительной мере подчиняются возникающим новообразованиям более высокого уровня. Таким образом, можно говорить о доминировании процессов интеграции на данном этапе развития.

Мы считаем, что из соображений поддержания общего баланса интеграции и дифференциации за этапом интеграции правомерно ожидать наступление следующего этапа развития – преимущественно по пути совершенствования имеющихся и формирования нижележащих уровней. Таким образом, в индивидуальном познавательном развитии правомерно ожидать очередность этапов доминирования интеграции или дифференциации. Этап доминирования интеграции имеет место в дошкольном детстве, хотя, возможно, и не заканчивается в нем. Вообще, пока развитие осуществляется преимущественно по пути формирования более высоких уровней, качественно изменяющих структуру управления, можно говорить о ведущей роли процессов интеграции. При этом образования этих новых уровней вступают во взаимодействия (в том числе, конфликтные) и с образованиями предшествующих уровней, и с только возникающими, еще более новыми уровнями. В норме, в результате этого взаимодействия формируется новая целостность, характеризующаяся новым уровнем интегрированности и дифференцированности.

Объективная необходимость в исследовательском поведении возникает в областях высокой новизны и сложности, когда требуется работа с неопределенно большими объемами разнородной информации в режиме реального времени, требуется интуиция и творчество. В таком поведении доминирует синтетический тип стратегий. Поэтому обучение исследовательскому поведению только методами, в которых доминирует дедуктивный аналитический стиль, должно приводить к негативным эффектам, тормозящим развитие.

Психологические трудности понимания системно-динамического подхода

Как показывает история науки и как читатель, вероятно, почувствовал на себе, читая труды по затронутым проблемам, понимание всего вышеизложенного может быть сопряжено со значительными психологическими трудностями, с преодолением психологических установок и барьеров – недаром И. Пригожин пишет о господстве иллюзии универсального.

От лапласовского детерминизма достаточно трудно отойти современному человеку. Еще в школе он усвоил в качестве образца научных знаний механику по Ньютону и геометрию по Эвклиду. Затем он стал свидетелем действительно потрясающего триумфа технологий, построенных на программах и алгоритмах, чье основное свойство – детерминированность. Причем это детерминированность механистического, по сути, типа. (Доказано, что любой алгоритм может быть реализован механическим устройством.) Но, как пишут А. и Б. Стругацкие [1989, с. 526], массовый человек не заметил замечательных открытий современности – ни великой теоремы Геделя, ни возникновения синергетики.

При этом даже тем, кто заметил и пытается в этом разобраться, может оказаться чрезвычайно трудно преодолеть «иллюзию универсального» и понять, принять, смириться с мыслью об определенных принципиальных ограничениях познания и практики. «Человек может все!» – это оптимистическое убеждение служило и служит стимулом величайших свершений. В истории науки достаточно примеров, когда общепризнанные в научном сообществе утверждения «это невозможно, этого не может быть» становились смешным анахронизмом, будучи опровергнуты гениальным ученым или небольшой группой. Но тогда может ли добросовестный современный читатель – не специалист по указанным проблемам – поверить в доказанную принципиальную невозможность, например, прогноза погоды на определенный срок или же в невозможность узнать и координату, и скорость микрочастицы одновременно? Или же он вправе считать, что на самом деле если хорошо подумать и постараться изобрести более точные методы, изготовить более точные приборы, то эти запреты удастся обойти?

Учитывая возможность такого рода сомнений, мы считаем психологически очень правильным, что специалисты в данной области Г. Г. Малинецкий и А. Б. Потапов [1998] в статье, предназначенной для научно-популярного журнала и адресованной массовому читателю, сравнивают невозможность выхода за горизонт прогноза с невозможностью создания вечного двигателя. Невозможность вечного двигателя уже стала достоянием массового сознания – люди уже в основном поверили в его невозможность или, по крайней мере, в бессмысленность попыток его построить, что тоже немаловажно с точки зрения экономии времени и сил. (При этом мы согласны с утверждением А. и Б. Стругацких [1989, с. 523–525], что характерным свойством современной массовой психологии является противоречие между верой в науку и одновременной верой в псевдочудеса, наукой отрицаемые. Поэтому мы допускаем, что не так уж много людей засомневалось бы, если бы узнало из авторитетного источника, что прорыв, наконец, сделан и вечный двигатель создан – на основе соединения древних эзотерических техник, современных научных супертехнологий и с помощью сохранившихся на скальных инструкций от пришельцев из космоса.)

Мы не случайно используем в этих рассуждениях о психологических трудностях преодоления иллюзии универсального термины «убеждение», «вера» и т. п. Мы согласны с классиками диалектического материализма в том, что в конечном счете ответ человека на научные вопросы такого уровня связан с его базовыми, наиболее устойчивыми философско-мировоззренческими взглядами и убеждениями, касающимися устройства мира и его познаваемости. Если человек верит, убежден в том, что в мире действует единое познаваемое начало (независимо от того, что под ним понимается), что мир – это пирамида все более конкретных инвари-

антов, выводимых из первого, генетически исходного, универсального, то, вероятно, он не примет мысль о существенной, а в ряде случаев решающей роли принципиально неустранимой неопределенности, неполноты, неразрешимости и т. п. Даже убедившись и согласившись с правильностью доказательства алгоритмической неразрешимости той или иной проблемы, он будет считать это частностью, которой можно пренебречь по сравнению с господством инвариантного, универсального, выводимого – господством изначальным или же таким, которое должно быть и будет достигнуто, если только приложить голову и руки. В его системе убеждений принцип динамики существенного, даже в случае частичного признания, всегда будет занимать подчиненное место по сравнению с принципом неизменности существенного: он будет считать, что всегда можно найти инвариант – неизменную сущность этой динамики. Аргументация Ю. М. Лотмана о неустранимой «дефектности» любой неизменной, то есть статичной, модели динамического, не будет принята этим человеком, поскольку данный дефект, даже в случае его признания, будет рассматриваться как несущественный.

Есть ли основания, узнав, например, об алгоритмической неразрешимости целых классов задач, о невозможности инвариантных (неизменных) решений, неустранимой неполноте теоретических систем и других тому подобных вещах, впасть в «познавательный пессимизм»? На наш взгляд, нет. Объективная невозможность универсальных точных предписаний, однозначно приводящих к заданному результату, означает свободу выбора и объективную необходимость творческого поиска. Считать ли эту свободу выбора и необходимость творчества основанием для пессимизма или, наоборот, оптимизма, зависит как от мировоззрения человека, так и от конкретной задачи, с которой он столкнулся или которую он сам перед собой поставил.

Следствия для обучения

Проблема решающего преимущества системно-динамического или инвариантного подхода применительно к обучению не может быть решена, как не может она быть решена и на общем философском уровне, о чем было сказано ранее [Глой, 1994]. В своей деятельности люди сталкиваются и с очень динамичным, стремительно изменяющимся, и со статичным, инвариантным, сохраняющимся неизменным на протяжении многих эпох. Поэтому оба подхода имеют свои преимущества и свои недостатки и требуются в разных условиях. В реальной практике обучения они никогда не встречаются в «чистом виде». Каждую конкретную программу обучения можно сравнить со своеобразным оптическим прибором – линзой сложной формы, которую преподаватель ставит между обучаемым и реальностью и через которую предлагает рассматривать эту реальность. Такая линза, по-разному преломляя информацию о реальности, дает обучаемому свое представление об этой реальности и о деятельности в ней: она показывает что-то в крупном, объемном и ярком виде, что-то – в уменьшенном и плоском, а что-то игнорирует вообще. Избежать этого неполного соответствия и искажений реальности нельзя, поскольку учебная деятельность не является точной копией той деятельности, которую осваивают в учении (например, копией профессиональной деятельности). В организации этих несоответствий, в вынесении на первый план того, что педагог считает важным в осваиваемой деятельности, и в переводе на задний план того, что он считает неважным, состоит смысл обучения данной деятельности в данной обучающей программе.

Системно-динамический подход в обучении «укрупняет», показывает учащемуся на первом плане новизну, динамику, комплексность и противоречивость, а инвариантный – неизменность и сводимость к уже известному. В инвариантном подходе перед педагогом ставится задача выделить для учащихся устойчивые, неизменные, обобщенные и существенные единицы анализа реальности и деятельности, а также обобщенные правила выведения из этих генетически исходных единиц и отношений всего разнообразия реальности и методов деятельности.

Для того, чтобы оказывать явное предпочтение формированию у учащихся инвариантного подхода к действительности, необходимо внутреннее убеждение педагога, что все самое существенное, что дети должны знать, взрослым уже известно и обобщено в виде достаточно мощной и эффективной абстрактной модели. В этом случае основная проблема – сделать так, чтобы ребенок как можно глубже понял это существенное и мог применять и развивать свое глубокое, обобщенное, отрефлексированное знание в разнообразных конкретных ситуациях.

Если же у педагога нет этого внутреннего убеждения в наличии или хотя бы возможности эффективной инвариантной системы, а есть убеждение в динамике существенного в мире, в относительности знаний, в динамике ценностей и т. д., то основная проблема обучения заключается в другом. Это развитие творческих способностей к порождению принципиально новых решений, которые не выводимы из уже известных и адекватны именно новой и изменяющейся реальности. Среди этих способностей одно из важнейших мест неизбежно займут способности к познанию реальности на основе реального же взаимодействия с ней, способности к эмпирическим индуктивным обобщениям полученной новой информации по новым, ранее неизвестным основаниям и т. д.

Как показывает С. Д. Смирнов [1995], наиболее последовательно принципы обучения на инвариантной основе развиваются в деятельностной теории учения Н. Ф. Талызиной, созданной на основе теории поэтапного формирования умственных действий П. Я. Гальперина. Поэтому С. Д. Смирнов предпринял специальный подробный анализ возможностей и ограничений деятельностного подхода к обучению на примере именно этих двух генетически связанных теорий. Он показал следующее. В любом мыслительном акте есть две составляющие: а) творческая; б) исполнительная, требующая опоры на логику и дисциплинированности мышления. В процессе планомерного формирования умственных действий на инвариантной основе успешно формируются именно исполнительные процессы. Но при этом, как подчеркивает С. Д. Смирнов, творческие процессы «в принципе не могут формироваться, поскольку имеют не деятельностную, а личностную природу» (там же, с. 71). Творчество – это та сфера педагогики и психологии, где, по мнению С. Д. Смирнова, деятельностный и личностный подходы сталкиваются наиболее драматически. Он показывает, что креативность – это не характеристика познавательных процессов, а одна из самых глубоких характеристик личности. «Творчество есть... способ личностного существования в противоположность обезличенному действию, которое в своем предельно «очищенном» виде убивает личность» (там же, с. 158). Творческую личность нельзя сформировать «с заранее заданными свойствами». Можно лишь создать условия для ее самовоспитания и саморазвития.

Что касается теории планомерного формирования умственных действий и понятий, то она, как пишет С. Д. Смирнов, представляет собой «доведенное до совершенства детальное описание того, как должен действовать другой человек, чтобы сделать присвоение учащимися чужого опыта максимально эффективным и с минимальными издержками. Но чем дольше живет и развивается человек, тем менее прямым и более опосредованным становится участие другого в процессе усвоения знаний». Роль преподавателя изменяется, и возрастает роль учащегося, который постепенно получает возможность «осуществить творческий вклад в объективно существующую систему знаний, открыть то, чего не знал преподаватель и к чему он не мог подвести ученика, детально планируя и расписывая его деятельность». Теория планомерного формирования умственных действий имеет большие заслуги в плане воспитания дисциплинированного, систематического мышления, «но достоинства и качества мыслительного процесса не могут быть сведены только к дисциплинированности и систематичности, которые прежде всего характеризуют алгоритмическое, а не эвристическое мышление» (там же, с. 70). С. Д. Смирнов предлагает в качестве альтернативы деятельностному подходу разрабатываемый им личностный подход к развитию творческого мышления и воспитанию творческой личности.

Вышеизложенное принципиально важно для понимания возможностей и ограничений, положительных и отрицательных сторон деятельностного подхода к обучению на инвариантной основе.

В этой книге мы рассматриваем не столько оппозицию «деятельностное – личностное», сколько оппозицию «инвариантное – динамическое». В нашем анализе эти две оппозиции дополняют друг друга, поскольку мы обсуждаем соотношение инвариантного и динамического в творческой исследовательской деятельности, которую осуществляет мотивированная на творчество личность, и соотношение инвариантного и динамического в личности, осуществляющей творческую деятельность.

Опишем подробно особенности системно-динамического подхода к обучению по ряду позиций.

1. Общие представления о мире.

В системно-динамическом подходе мир – это изменяющаяся сеть взаимодействующих систем, не имеющая ни одной неизменной иерархии. Инвариант, неизменная сущность динамики невозможна [Лотман, 1992]. Любые закономерности ограничены определенными условиями, а значит, всегда в той или иной мере локальны, и могут быть отменены другими условиями и закономерностями.

2. Представления о процессе познания.

В подходе к познанию на инвариантной основе считается следующее: «Анализ знаний, накопленных в разных предметных областях, показывает, что их накопление идет, как правило, путем увеличения все новых и новых частных явлений, новых частных зависимостей, основа же остается той же самой. В силу этого при построении содержания [обучения – А. П.] важно выделить инварианты» [Талызина, 1998, с. 276].

В системно-динамическом подходе считается, что «развитие науки отнюдь не сводится к простому накоплению и даже обобщению фактов, т. е. к тому, что называют кумулятивным процессом». Революционные преобразования в научном познании «означают коренные, качественные изменения в концептуальном содержании его теорий, учений и научных дисциплин» [Рузавин, 1999, с. 53]. Поэтому содержание обучения должно максимально обеспечивать развитие творческих способностей к порождению принципиально новых решений, адекватных изменяющейся реальности (А. Г. Асмолов использует понятие «школа неопределенности»).

3. Отношение к новизне.

В системно-динамическом подходе доказывается, что дедуктивное выведение конкретного знания из общего теоретического не может дать действительно нового знания [Поспелов, 1989, с. 106]. Подлинная новизна принципиально не может быть сведена исчерпывающим образом к общей неизменной основе. «Хроническая недостаточность оснований сопутствует всякой ситуации образования нового» [Кричевец, 1999(а), с. 36]. Все новое, которое сводится исчерпывающим образом к известной основе, новым, по сути, не может считаться. (Следовать готовому общему правилу решения означает не находить новое решение, а выполнять уже известное [Гурова, 1976, с. 305].)

4. Отношение к неопределенности.

В обучении на инвариантной основе неопределенность стремятся свести к минимуму и добиться 100 %-го решения всех задач всеми учащимися, что предполагает полную определенность их представлений в рамках усваиваемого содержания. Это вполне реальная достижимая цель, когда речь идет о задачах, связанных со стабильными моносистемами.

В динамическом подходе неопределенность оценивается неоднозначно. Принципиальным преимуществом неопределенности считается то, что она, как ни парадоксально, информативней определенности – информативней в отношении будущих возможностей сложной системы. А нарастающие точность и определенность «отрезают» разнообразие возможностей,

оставляя в пределе лишь одну – ту, которая в соответствии с точной моделью должна стать действительностью. Неопределенность, неполнота и противоречия в понимании считаются источником творчества, которое невозможно гарантировать на 100 % (иначе это не творчество, что возвращает нас к вопросу о новизне). Новизна возникает лишь при частичном перекрытии зон понимания участников диалога, создающем неопределенность и противоречивость [Лотман, 1996].

5. Отношение к усваиваемым в учении стратегиям.

При обучении на инвариантной основе считается, что усваиваемые стратегии должны быть преимущественно дедуктивными, позволяющими вывести все решения из одной неизменной основы, и обеспечивать безошибочное выполнение деятельности с первого раза. Системно-динамический подход подчеркивает необходимость разнообразия стратегий, в том числе необходимость индуктивных стратегий и метода проб.

Для отработки тех или иных стратегий в обучении предлагаются различные задачи. При этом, с нашей точки зрения, некоторые устоявшиеся классификации учебных задач требуют переосмысления с точки зрения учета сетевого строения сложных областей. Например, в инвариантном подходе выделяют 4 общелогических типа задач с разными наборами условий:

- а) с полным набором только необходимых для решения задачи условий;
- б) с наличием всех необходимых и с добавлением избыточных, лишних условий;
- в) с отсутствием некоторых необходимых условий и с полным отсутствием лишних;
- г) с отсутствием некоторых необходимых, но с добавлением лишних условий.

Действительно, для деятельности со стабильными моносистемами, поддающимися строгому однозначному анализу, эта классификация эффективна и должна использоваться в обучении.

Но мы считаем, что для сложных систем, организованных по принципу сети, позволяющей прийти в один и тот же пункт множеством путей, ослабляется роль однозначной фиксированности той или иной функции условий – быть необходимым или избыточным. Ослабляется смысл понятия «лишнее условие». Соответственно теряется значение, например, четвертого типа задач – с отсутствием необходимых, но с добавлением лишних условий. При отсутствии части необходимого ничто из имеющегося не может считаться лишним. Любое из имеющихся условий может оказаться пунктом связи с необходимыми отсутствующими условиями. В связи с этим мы считаем, что положения К. Дункера об отрицательном влиянии функциональной фиксированности элементов задачи [1965] полностью относятся и к жесткой фиксации такой функции условий как «необходимость – избыточность».

Приведем пример намеренно экзотической задачи, которая должна быть отнесена к четвертому типу (с отсутствием некоторых необходимых и добавлением лишних условий) при последовательном инвариантном подходе, но не при сетевом, предполагающем множественность связей между объектами, множественность функций и методов решения.

«Из Москвы выехал поезд с постоянной скоростью 60 км/час. Одновременно навстречу ему по параллельной колее выехал другой поезд с постоянной скоростью 65 км/час. Диаметр Юпитера 143000 км. Через какое время после выезда встретятся два поезда?»

С инвариантной, «функционально фиксированной» точки зрения, в этой задаче отсутствует необходимое условие – нет информации о начальном расстоянии между поездами. При этом имеется явно лишнее условие (диаметр планеты, который и в расчет брать смешно при расчете движения поездов на Земле). Однако лишнее условие перестает быть лишним, если ввести еще одно, само по себе тоже вроде бы лишнее условие. Оно связывает исходное лишнее с отсутствующим необходимым: «Начальное расстояние между поездами меньше диаметра Юпитера в 1000 раз». (Мы не будем здесь обсуждать, как могла возникнуть эта связь – важно, что в описываемой системе она есть.) Отсюда можно вывести начальное расстояние между поездами и решить задачу.

Сказанное полностью применимо и к любой вполне традиционной задаче, где набор объективно необходимых условий недостаточен и имеются условия, выглядящие лишними. Существует бесконечное число актуальных или потенциальных связей между этими условиями. Читатель может сам попрактиковаться в придумывании такого рода связок и убедиться, что их всегда можно найти, причем не одну. Правда, чем экзотичнее комбинация необходимого и «лишнего» условия, чем они дальше друг от друга в смысловом пространстве, тем экзотичнее будет найденная связка, если она одна, или тем больше потребуется связок менее экзотичных, рядовых.

Итак, условие может считаться необходимым или лишним только относительно жестко заданного способа решения, приписывающего неизменные, фиксированные значения используемым объектам, понятиям и процедурам.

Любая реальная система обучения всегда является синтезом инвариантного и динамического подходов, но с тем или иным их соотношением. Кроме того, системы обучения и стоящие за ними теории развиваются, меняя парадигму. Так, на наш взгляд, одним из шагов в смене доминирующего инвариантного подхода к обучению на системный и динамический, стали книги З. А. Решетовой «Психологические основы профессионального обучения» [1985] и А. И. Подольского «Становление познавательного действия: научная абстракция и реальность» [1987].

Применительно к обучению исследовательскому поведению мы предлагаем свой вариант синтеза инвариантного и системно-динамического, который и представлен в данной книге.

Баланс методов обучения

Среди ряда педагогов и психологов сформировалось отрицательное и пренебрежительное отношение к исследовательскому поведению как самостоятельному феномену. Они рассматривают ИП как деятельность более низкого – эмпирического – уровня, по сравнению с деятельностью высокой, теоретической, двигающейся «от общего к частному», «без проб и ошибок». Считается, что совершает пробы и ошибки тот, кто не может решить задачу на высшем уровне – сразу в уме. Идеалом является формирование у учащихся системы знаний настолько полной и обобщенной, что любая задача может быть решена по универсальному правилу как частный случай реализации основополагающего принципа. Фактически такая система знаний больше не нуждается во внешних источниках, кроме как для получения исходных данных конкретных задач. Считается, что если даже такой идеал не достигнут в той или иной области к данному моменту, то именно к нему ведет процесс познания и именно к нему надо стремиться. Как показано выше, в этой системе представлений принципиально не учитываются современные философские и общенаучные представления о мире и о процессе познания. Это представления о смене детерминант развития, о принципиальной неполноте теоретических систем, об алгоритмической неразрешимости, о принципе неопределенности и т. д. Отсюда следует, что всегда будут существовать области реальности, для которых методы познания, основанные на теоретическом выведении из общего, принципиально недостаточны и неэффективны – в силу объективных особенностей этих областей (а не в силу нашего незнания). Там объективно не существует такого общего, которое бы позволило осуществить необходимое выведение – необходимое для решения множества поставленных задач. А значит, познание реальности путем реального же взаимодействия с ней (а не только путем теоретической работы с ее абстрактными моделями) никогда не потеряет своего фундаментального значения и останется принципиально незаменимым методом при любой степени продвинутой выводного теоретического знания.

Конечно, в ряде областей имеются достаточно универсальные и непротиворечивые единицы анализа и методы, позволяющие эффективно использовать системы дедуктивных

представлений и действовать внутри этих областей «без проб и ошибок». И, безусловно, дети должны овладеть этими максимально универсальными знаниями. Однако если в обучении представлено только такое содержание и никакое другое, то у учащихся, независимо от целей и желаний педагогов, могут формироваться догматические и неадекватные убеждения об устройстве мира и методах практической и познавательной деятельности в нем. Эти убеждения будет очень трудно изменить впоследствии. Дети смогут развиваться лишь в направлении способности к построению все более конкретизируемых систем исходных представлений. Для выхода за их пределы учащихся не вооружили никакими средствами. Поэтому необходимо с самого начала целенаправленно формировать у детей представления об относительности, неполноте и противоречивости знаний, в основе которой лежит противоречивость и неопределенность развивающегося мира. Необходимо также вооружать их средствами разного уровня для практической и познавательной деятельности в этом неопределенном и развивающемся мире, в том числе – средствами ИП.

Таким образом, не надо пытаться вытеснить исследовательскую активность ребенка формированием у него все более совершенного выводного знания – надо развивать их в комплексе. Необходимо дать детям представления об ИП как об абсолютно полном и необходимом методе познания и, шире, – о соотношении и связи этих двух фундаментальных методов, об их возможностях, областях наиболее эффективного применения и ограничениях. Именно это позволит детям в дальнейшем самостоятельно ставить и решать сложные творческие задачи.

1.4. Овладение многофакторным экспериментированием со сложными системами как направление познавательного развития

В предшествующих разделах мы показали, какие требования к организации исследовательского поведения в условиях высокой новизны, сложности, неопределенности вытекают из теории сложных динамических систем. Возникают вопросы, в какой мере ИП реальных людей соответствует этим принципам и как происходит овладение этими принципами с возрастом.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.