

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
Конец ознакомительного фрагмента.	24

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 радуется, 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, словом 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 развертываться 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, «выпятив» 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.

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.