

# Методология многофакторных исследований как направление познавательного и личностного развития

*Александр Николаевич Поддъяков, профессор, заместитель декана по научной работе факультета психологии Государственного университета — Высшая школа экономики, доктор психологических наук, Москва*

Для успешной исследовательской деятельности необходима не только соответствующая мотивация, но и развитое мышление. Принципиальная особенность, определяющая специфику познавательной деятельности человека в современных условиях, состоит в том, что здесь часто необходимо управление сразу множеством новых и разнообразных объектов и явлений, связанных между собой. Это требует от субъекта отхода от простых канонических схем «одно действие — один эффект» («одна причина — одно следствие»). Необходима иная система организации познавательной деятельности — качественно более высокого уровня. Игнорирование этого факта приводит к ошибкам и даже катастрофам, поскольку человек часто не учитывает, что, выполняя, казалось бы, какое-то одно действие, он на самом деле воздействует на множество и других объектов, связанных между собой.

Исследование подобных взаимодействий требует от субъекта активного, открытого отношения к миру и овладения новыми познавательными стратегиями. Одна из стратегий исследовательской деятельности в условиях высокой новизны, сложности, неопределённости — методология многофакторного исследования сложных динамических систем.

## Особенности методологии многофакторных исследований

Многофакторные исследования, эксперименты позволяют изучать та-

кое принципиальное свойство систем, как эмергентность (несводимость свойств системы к сумме свойств её отдельных элементов) и получать такую информацию о взаимодействии факторов внутри системы и о взаимодействиях между системами, которую в однофакторном исследовании получить в принципе невозможно.

Простейшая физическая метафора неаддитивности (или несуммативности), проявляющейся в эксперименте, — взвешивание нескольких объектов. Пусть имеется три объекта — А, Б, С. Когда мы взвешиваем их по отдельности, то обнаруживаем, например, что объект А весит 2 г, Б — 5 г, а С — 10 г. Но когда мы взвешиваем два объекта А и Б, то получаем не 7 (2+5), а, например, 25 г. Когда взвешиваем А и С, то получаем не 12 (2+10), а 1 г. Когда взвешиваем Б и С, то получаем не 15, а 3 г. Объяснение такого рода фактов состоит в том, что взвешиваемые объекты вступают друг с другом и с окружающим в различные взаимодействия (например, химические или же какие-либо другие). Взвесив все три объекта вместе, мы можем получить и отрицательный вес (— 4 г): чашку весов начинает тянуть вверх (если А, Б, С — это, предположим, три блока самособирающегося вертолёта).

Чем сложнее система, тем больше в ней взаимодействий и тем больше факторов участвуют в каждом таком взаимодействии. Поэтому в исследованиях человеческой психики учёт многофакторных взаимодействий — необходимое условие понимания происходящего<sup>1</sup>. В психоло-

<sup>1</sup> Гусев А.Н. Дисперсионный анализ в экспериментальной психологии. М., 2000. С. 44-45.

гии известно много феноменов, возникающих только при сочетании нескольких факторов — наблюдающихся, например, лишь в определённом возрасте ребёнка (фактор 1), в определённом социальном окружении (фактор 2), при определённых типологических особенностях ребёнка (фактор 3).

Между тем возможности межфакторных взаимодействий не абсолютны. В соответствии с аргументацией правдоподобия эффекты действия переменных, взятых по одной, считаются более вероятными, чем эффекты взаимодействия между двумя переменными, а эффекты взаимодействия двух переменных считаются более вероятными, чем эффекты взаимодействия трёх, и т.д. Иначе говоря, главный эффект более вероятен, чем эффект взаимодействия. Если бы эффекты взаимодействия высших порядков были так же значимы и вероятны, как и эффекты взаимодействий предшествующих порядков, то какие-либо обобщения и предсказания стали бы невозможны — каждый следующий фактор совершенно менял бы всю картину, вступая в новые, непредсказуемые взаимодействия с ранее действовавшими факторами. Это бы сделало невозможным существование науки. Обобщения возможны, потому что множеством потенциально определяющих факторов всё-таки можно пренебречь — в этом состоит постулат конечной каузальной связи<sup>2</sup>.

Но конечность причинной связи — это постулат, а не аксиома и не доказанная теорема. Остаётся открытым вопрос о том, как этот постулат конечной связи соотносится с фундаментальным философским понятием всеобщей связи, являющейся результатом и проявлением универсального взаимодействия всех предметов и явлений между собой.

Очевидно, что лучше всего этот постулат работает при анализе закрытых устойчивых моносистем<sup>3</sup>. В пределе, в закрытой и устойчивой системе цепочки причинных связей минимальны, если вообще имеются, — система застыла, «замёрзла». При анализе же открытых, динамически изменяющихся комплексных систем приходится считаться с тем, что список потенциально значимых факторов, которые мо-

гут вступать в действие при тех или иных ситуациях, как раз не конечен, а «существенно бесконечен». Как бы ни был велик конечный список учитываемых факторов, всегда найдётся ситуация, в которой проявится фактор, либо считавшийся крайне маловероятным, либо вообще неучтённый, но рассмотрение которого окажется делом жизни и смерти. А значит, список учитываемых факторов придётся увеличить, и т.д.

Итак, вопрос конечности — бесконечности (неопределённости длины) списка учитываемых факторов и вопрос порядка учитываемых взаимодействий остаётся открытым, упираясь, в конечном счёте, в фундаментальные вопросы естествознания и философии. Практическая рекомендация может состоять в том, чтобы при анализе системы, которую исследователь считает закрытой и устойчивой, попытаться свести её описание к конечному и небольшому числу строго определённых факторов с низкими порядками взаимодействий (сделать описание простым, адекватным строению самой системы). Тогда всё станет надёжно и предсказуемо.

Но попытка ограничиться строго определённым набором факторов, а также наперёд заданным порядком их взаимодействий может оказаться крайне опасной при анализе открытых неустойчивых динамических систем. В случае такого ограничения придётся постоянно сталкиваться с важными, но неучтёнными обстоятельствами и с их «невероятными стечениями», одно из которых рано или поздно может оказаться роковым.

С другой стороны, в этих системах существует совершенно реальная опасность по-терять способность к анализу ситуации и принятию решений, будучи погребённым под информацией неопределённо большого объёма и сложности, если никаких ограничений на число рассматриваемых факторов и взаимодействия вообще не накладывать. Эта проблема не имеет универсального решения и зависит от компетентности и искусства исследователя.

<sup>2</sup> **Кемпбелл Д.** Модели экспериментов в социальной психологии и прикладных исследованиях. СПб., 1996.

<sup>3</sup> **Подьяков А.Н.** Исследовательское поведение: стратегии познания, помощь, про-тиводействие, конфликт. М., 2006.

## Отличия методологии многофакторного экспериментирования от методологии однофакторного экспериментирования<sup>4</sup>

В основе однофакторного экспериментирования лежат классические индуктивные методы установления причинных связей Бекона — Милля: метод сходства, различия, объединённый метод сходства и различия, метод сопутствующих изменений, остатков. Все эти методы построены на постулате о возможности выделения каждой причины (фактора) в «чистом» виде и их изменения по одному. (Это вовсе не означает, что классическое однофакторное экспериментальное исследование изучало только какой-то один фактор. Во многих исследованиях экспериментаторы изучали большое число факторов, но все эти факторы представлялись как такие, которые можно выделять и изменять по одному.)

Помимо этого, методология однофакторного экспериментирования основана на следующих менее очевидных положениях:

- а) измерительный инструмент не включается в теорию объекта;
- б) постулируется константность этого измерительного инструмента (предполагается, что знание «материализуется» в исследовательском инструменте строго однозначным образом, а действие этого инструмента в разных экспериментальных ситуациях остаётся постоянным).

Методология многофакторного экспериментирования, в отличие от однофакторного, базируется на других предпосылках<sup>5</sup>:

1. Невозможность выделения каждого свойства или фактора в «чистом» виде, невозможность разделения факторов и их изменения по одному. В сложных системах за счёт множественных внутренних взаимодействий изменение одного фак-

тора влечёт за собой изменения других факторов — по сетям и кольцам причинно-следственных связей. Пытаясь

изменить один фактор, экспериментатор «сдвигает» всю систему. При этом через обратные связи может существенно измениться и тот фактор, которым экспериментатор, казалось бы, строго управляет. Поэтому приходится сравнивать ситуации, отличающиеся не по одному, а сразу по множеству параметров, и классические методы установления причинных связей теряют эффективность.

2. Исследовательский инструмент должен быть включён в теорию объекта. Выявляемые свойства объекта рассматриваются не просто как его собственные свойства, а как результат его взаимодействия с другими объектами, в том числе с исследовательским инструментом. Это верно и в естественных, и в гуманитарных науках. Когда экспериментатор измеряет градусником температуру воды в стакане, то на самом деле он меряет температуру как минимум системы «вода — градусник».

В психологии инструмент вообще очень сильно влияет на результаты. Использование того или иного исследовательского инструмента может привести к появлению факта, процесса или явления, до этого не существовавших (к появлению артефакта — искусственно созданного и в ряде случаев трудно объяснимого факта). При опросе может быть задан какой-то вопрос, на который опрашиваемый даст ответ. На основании этого ответа будет сделан вывод о том, что этот человек думает или чувствует по определённому поводу. На самом деле он мог никогда до этого не задумываться над этим вопросом и не иметь никакого мнения или ответа. Для него действительность, о которой его спросили, до вопроса вообще не существовала.

3. Овеществление знаний в экспериментальном инструменте не является жёстко однозначным. Инструмент представляет собой многофункциональную систему.

4. Результаты эксперимента представляют собой не одну, а множеством моделей.

## Психологическое изучение экспериментирования со сложными системами

Одни из самых масштабных психологических исследований экспериментирования взрослых со сложными объектами и системами проведены в последнее

<sup>4</sup> Пятницын Б.Н., Вовк С.Н. Индукция и многофакторное экспериментирование // Индуктивная логика и формирование научного знания / Отв. ред. Б.Н. Пятницын. М., 1987. С. 144–172.

<sup>5</sup> Там же.

время в немецкой психологии<sup>6</sup>. Психологи изучали деятельность нескольких тысяч испытуемых с разнообразными специально разработанными компьютерными сценариями. Особенностью этих сценариев является большое количество факторов, связанных динамически изменяющимися и неочевидными, «непрозрачными» связями (например, в модели управления городом или промышленным производством, модели взаимодействия с незнакомцем и т.п.). В этих исследованиях психологи изучают взаимосвязи мотивационных, эмоциональных и когнитивных переменных, строят иерархические модели управления намерениями, целями, сбором информации, выдвижением гипотез, принятием решений, самоконтролем и т.д.

Для анализа способностей к планированию и проведению многофакторных исследований важнейшее значение имеет введенное А. Деметроу понятие «причинно-экспериментального мышления» (causal-experimental thought). Это мышление, направленное на выявление причинных связей посредством экспериментирования<sup>7</sup>. По классификации А. Деметроу, экспериментальное мышление — одна из пяти основных специализированных структурных систем познавательной деятельности человека. Его функцией — выявление причинных связей во взаимодействующих структурах. В состав экспериментального мышления входят следующие компоненты.

- 1) Комбинаторные способности. Они являются, по А. Деметроу, «краеугольным камнем» данной специализированной системы и необходимы для исчерпывающего поиска всех возможных взаимодействий между переменными.
- 2) Способности по формированию гипотез о возможных причинных отношениях. Главную роль здесь играют гипотезы о взаимодействиях внутри различных сочетаний факторов. Р. Готтсданкер называет такие гипотезы комплексными, или комбинированными<sup>8</sup>.
- 3) Способности строить планы многофакторных экспериментов, направленных на проверку выдвинутых гипотез.
- 4) Способности конструирования объяснительных моделей.

## Обучение многофакторному экспериментированию

Мы сформулировали принципы разработки дидактических объектов, стимулирующих учащихся к самостоятельному поиску, выявлению и исследованию комплексных многофакторных зависимостей, а также к целенаправленному управлению этими многофакторными объектами. Эта система принципов была реализована нами в комплексе разнообразных многофакторных объектов нарастающего уровня сложности (игрушек-головоломок, логических игр на предметном материале, компьютерных игр, демонстрационных компьютерных моделей). Они позволяют учащимся разных возрастов — от дошкольного до студенческого — изучать различные системные объекты с комплексным взаимодействием факторов<sup>9</sup>. С помощью этой системы мы показали следующее.

Старшие дошкольники уже способны к самостоятельному исследованию сложных многофакторных ситуаций, зависящих от комплекса взаимодействующих причин и условий. Экспериментирование детей со сложным объектом — это целостная творческая исследовательская деятельность, имеющая свою методологию и достаточно эффективные механизмы. К ним относятся особенности познавательной мотивации и целеобразования, знания и представления разного уровня о системах взаимодействий, тенденция к использованию комбинированных манипуляций и организации их в стратегии комбинаторного перебора.

В процессе комбинаторного экспериментирования дети, избравшая комплексные, комбинированные воздействия на объект, успешно выявляют его системообразующие связи на основе анализа информации о взаимодействии факторов. Таким образом, комбинаторное экспериментирование

<sup>6</sup> Дернер Д. Логика неудачи: стратегическое мышление в сложных ситуациях. М., 1997. Функе И., Френш П.А. Решение сложных задач: исследования в Северной Америке и Европе // Иностранная психология. 1995. Т. 3. № 5. С. 42–47., Frensch P.A., Funke J. (Eds). Complex problem solving: the European perspective. Hillsdale, New Jersey, 1995.

<sup>7</sup> Деметроу А., Эфклидес А., Пападаки М., Палантониу Г., Эконому А. Структура и развитие причинно-экспериментального мышления: от раннего подросткового возраста до юности // Исследовательская работа школьников. 2004. № 3. С. 40–59.

<sup>8</sup> Готтсданкер Р. Основы психологического эксперимента. М., 1982.

<sup>9</sup> Поддьяков А.Н. Исследовательское поведение: стратегии познания, помощь, противодействие, конфликт. М., 2006.

ние — это чрезвычайно важное направление познавательного развития детей, которое до настоящего времени оставалось малоизученным. Оно служит одной из основных предпосылок становления у детей начальных форм системного подхода к изучению сложных явлений и вносит существенный вклад в их познавательное развитие. Дошкольный возраст — это сенситивный период для введения детей в мир многофакторных, системных объектов и явлений.

Мы впервые показали, что дети, начиная с четырёх лет, способны осуществлять полный комбинаторный перебор четырёх факторов в процессе самостоятельного экспериментирования с объектом, без предварительного обучения, постановки взрослым какой-либо задачи и подсказок. Дети шести лет могут исследовать системы, содержащие до шести взаимодействующих факторов на основе неполного перебора комбинаций, и управлять этими системами. Стратегии детей по комбинированию факторов и анализу их взаимодействия недостаточно обобщённые и логически строгие, но при этом они могут быть весьма эффективны и позволяют ребёнку успешно исследовать, а затем использовать объект.

Мы также показали, что в ходе самостоятельного комбинаторного экспериментирования с новым многофакторным объектом дети способны, опираясь на то содержание обучения, которое им дал взрослый, выходить за рамки этого обучения и открывать для себя существенно новое содержание. Мы разработали такое обучение, которое позволило испытуемым успешно использовать перенос полученных в обучении знаний на существенно новое содержание. Это была особая, редко используемая и малоизученная ситуация переноса. В большинстве работ, где изучается перенос, контрольная проблемная ситуация строится так, чтобы максимально затруднить испытуемым опознание именно того — инвариантного — содержания, которому их ранее научили, среди множества дополнительных затрудняющих факторов, образующих «зашумляющий» фон. Наш обучающий эксперимент

строился по противоположному принципу. Мы постарались сделать всё, чтобы облегчить испытуемым опознание того содержа-

ния, которое было одинаковым (инвариантным) и для учебной, и для контрольной ситуации. Нас интересовало, как дошкольники справятся не с опознанием того, что им уже известно, а с исследованием новой системы дополнительных факторов. Иными словами, нас интересовало, как «фон» дополнительных факторов станет для испытуемого «фигурой». Основным результатом обучения было обнаружение и самостоятельное исследование испытуемыми таких отношений, которые реально новы и не сводятся к инварианту, известному по обучению.

### Примеры многофакторных исследований для учащихся

В настоящее время мы разрабатываем и опробуем систему психолого-педагогической поддержки многофакторных учебных исследований, связанных с несколькими важными научными проблемами. Опишем две из этих проблемных областей.

Транзитивность/нетранзитивность превосходства между системами. Важнейшая часть постановки и решения самых разных проблем — исследование и сравнение конкурирующих альтернатив на предмет выбора одной или нескольких наилучших. Человек должен сравнивать возможные способы практических действий, чтобы выбрать один из них; сравнивать множество объектов или субъектов, соперничающих между собой; несколько конкурирующих теорий той или иной системы; пути дальнейшего развития этой системы и т.д. В ситуациях конфликта и борьбы часто жизненно важны умозаключения и прогнозы о превосходстве одних участников над другими, об отношениях доминирования и подчинённости, о предпочтительности одних средств борьбы по сравнению с другими.

Исследование и сравнительное оценивание объектов осуществляются в соответствии с теориями («наивными», имплицитными, или научными, эксплицитными), формирующимися у решателя-исследователя. При этом единая теория любого достаточно сложного развивающегося объекта вряд ли возможна — так вряд ли возможна единая психологическая теория<sup>10</sup>.

В классической логике сравнения и в традиционной теории принятия решений транзитивность отношений превосходства вводится как аксиома, считающаяся «ключевым критерием рациональных действий»<sup>11</sup>. Эта

<sup>10</sup> Юревич А.В. Интеграция психологии: утопия или реальность? // Вопросы психологии. 2005. № 3. С. 16–28.

<sup>11</sup> Козелецкий Ю. Психологическая теория решений. М., 1979.

аксиома состоит в следующем: если первое превосходит второе в определённом отношении, а второе превосходит третье, то первое превосходит третье в указанном отношении. Овладение транзитивными рассуждениями считается важнейшим этапом умственного развития человека. Оно связано со способностью делать дедуктивные заключения, с пониманием сущности измерения, принципов сохранения по Ж. Пиаже и т.д.<sup>12</sup>

Тем не менее, вокруг принципа транзитивности превосходства ведутся дискуссии. Как пишет Л. Темкин, «аксиома транзитивности обладает мощной притягательностью и играет фундаментальную роль в практических рассуждениях... любое оспаривание этой аксиомы будет угрожать не только возможности последовательного подхода к ранжированию тех или иных объектов; оно может угрожать самому понятию рациональности»<sup>13</sup>.

Мы считаем, что принцип транзитивности превосходства не универсален: во множестве предметных областей и с помощью различных исследовательских методов показано, что аксиома транзитивности, справедливая при отсутствии взаимодействий между сравниваемыми объектами, перестаёт работать в более сложных ситуациях, и следование ей становится логической ошибкой<sup>14</sup>.

Рассмотрим в качестве учебного примера набор из четырёх игральных кубиков со следующими числами на гранях<sup>15</sup>.

Кубик А: 7, 7, 7, 7, 1, 1

Кубик В: 6, 6, 5, 5, 4, 4

Кубик С: 9, 9, 3, 3, 3, 3

Кубик D: 8, 8, 8, 2, 2, 2

Можно убедиться, что в этом «бойцовском клубе» каждый предшествующий кубик в среднем выигрывает 2/3 партий у последующего и проигрывает ему 1/3 партий (т.е. в два раза меньше), но при этом последний кубик (D) выигрывает в той же пропорции у кубика А. (Выиграшем считается выпадение большего числа на верхней грани кубика.) Тем самым можно утверждать, что эти кубики «нетранзитивны»: при возможности выбора из пары кубиков А и В надо выбрать А, оставив сопернику «более проигрышный» кубик В; при выборе между В и С надо выбирать В; при выборе между С и D надо выбирать С;

но при выборе между D и А надо выбирать D<sup>16</sup>. Как пишет М. Гарднер, нетранзитивные игральные кости «позволяют глубже осознать значение недавних открытий, связанных с общим классом вероятностных парадоксов, в которых нарушается правило транзитивности. С помощью любого из этих наборов игральных костей вы можете держать пари в условиях, настолько противоречащих интуиции, что опытные игроки почти не в состоянии разобраться в них, даже если они полностью проанализируют ход игры»<sup>17</sup>.

Мы считаем необходимым подчеркнуть, что в игральных костях, рулетках и т.д. элементы сравниваемых объектов (например, грани нетранзитивных кубиков) функционально однородны и между ними нет непосредственного (например, физического или иного) взаимодействия. Но при более сложной и дифференцированной структуре реально взаимодействующих соперничающих объектов возможны другие схемы взаимодействий, причём не только вероятностные, а и детерминистские, также ведущие к нетранзитивности. Мы показали, что непереходность отношений превосходства закономерно наблюдается при такой дифференцированной структуре сравниваемых объектов, которая включает:

а) средства, имеющиеся у одного объекта для воздействия на другой объект;

б) зоны, чувствительные к воздействию другого объекта;

в) зоны, по тем или иным причинам «закрытые» для него.

Эти структуры могут быть несимметричны относительно друг друга, что и определяет нетранзитивный характер отношений превосходства между объектами.

Разработанные нами в соответствии с этими структурами модели кооперативных отношений («Врач для врача», «Учитель для учителя»), а также ан-

<sup>12</sup> Flavell J. H., Miller P. H., Miller S.A. Cognitive development. N.J., 2002.

<sup>13</sup> Temkin L. S. A continuum argument for intransitivity // Philosophy and public affairs. 1996. 25. 175–21. p. 179.

<sup>14</sup> Подьяков А.Н. Непереходность (нетранзитивность) отношений превосходства и принятие решений // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2006. № 3. С. 88–111.

<sup>15</sup> Roberts T. S. A ham sandwich is better than nothing: Some thoughts about transitivity // Australian Senior Mathematics Journal. 2004. 18 (2). 60–64.

<sup>16</sup> Секей Г. Парадоксы в теории вероятностей и математической статистике. М., 1990.

<sup>17</sup> Гарднер М. Крестик-нолики. М., 1988. С. 63–66.

тагонистических отношений («Выбор оружия для дуэли») позволяют учащимся понять универсальные механизмы нарушения транзитивности превосходства в конкретных предметных областях<sup>18</sup>.

Возможными отправными пунктами учебных исследований являются следующие данные из различных предметных областей:

<sup>18</sup> **Поддьяков А.Н.** Непереходность (нетранзитивность) отношений превосходства и принятие решений // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2006. № 3. С. 88-111.

<sup>19</sup> **Мельников Б., Радионов А.** Программирование недетерминированных игр // Гордон А.Г. Диалоги. М., 2005. С. 93-112., **Моисеев А.В.** Применение методов искусственно-го интеллекта в переборных алгоритмах. Дипломная работа. Ульяновск, 1999; WWW Document URL <http://underwood.narod.ru/as/diplom/index.html#index.>, **Финоженко Д.** GridWars II: битва за процессоры // Бумажная компьютерра. 2003. 19 августа. № 28 (503); WWW Document URL <http://www.kinnet.ru/cterra/503/28732.html>.

<sup>20</sup> **Boddy L.** Interspecific combative interactions between wood-decaying basidiomycetes // FEMS Microbiology Ecology. 2000. 31. 185-94.

<sup>21</sup> **Шовен Р.** Поведение животных. М., 1972.

<sup>22</sup> **Дружинин В.Н.** Психология семьи. Екатеринбург, 2000.

<sup>23</sup> **Poddiakov A. N., Valsiner J.** Intransitivity cycles and their transformations: how dynamically adapting systems function? // Theory & Psychology (в печати).

<sup>24</sup> **Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н.** Интеллектуальные информационные системы. М., 2006; **Корниенко С.В., Корниенко О.А.** Искусственная самоорганизация и коллективный искусственный интеллект: на пути от индивида к социуму // От моделей поведения к искусственному интеллекту / Под ред. В.Г. Редько. М., 2006. С: 287-342.

<sup>25</sup> **Сегалович И., Тейблум Д., Дилевский А.** Принципы и технические методы работы с незапрашиваемой корреспонденцией. <http://company.yandex.ru/articles/spamooorona.html>.

<sup>26</sup> **Левкович-Маслюк Л.** Автоматторг: цифровые трейдеры обгоняют белковых // Компьютерра. 2006. № 35 (655). С. 41-44.

ществляется в играх «камень, ножницы, бумага», «охотник, медведь, домохозяйка», «мангуст, кобра и бульдог» и др., существующих в разных культурах).

4. В человеческой культуре иерархия субъектов, выполняющих разные социальные функции, может быть нетранзитивной. Я. Вальсинер показывает это на примере индийской культуры. Он выдвигает фундаментальное положение, что нарушение транзитивности превосходства — это универсальная закономерность порождения новизны в любой системе<sup>23</sup>.

Подобных примеров много, и это позволяет говорить о нетранзитивности отношения превосходства как объективной закономерности системных взаимодействий. Понимание относительности принципа транзитивности отношений превосходства и его ограничений — важный компонент успешного решения комплексных проблем, компонент логики неклассической парадигмы. Это позволяет использовать данную проблему как одну из развивающих в практике организации учебных исследований, направленных на формирование системного способа мышления и овладение методологией многофакторных исследований.

## Обучаемость систем искусственного интеллекта

В рамках исследовательской деятельности студентов, специализирующихся в области компьютерных технологий, представляется целесообразным рассмотреть проблему множественных взаимодействий между программными агентами, находящимися в динамически изменяющихся конкурентных и кооперативных отношениях друг с другом. Важнейшим направлением в этой области считается создание систем, способных к обучению<sup>24</sup>. Подчёркивается, что в области вирусной и антивирусной, спамовой и анти-спамовой борьбы<sup>25</sup>, для игры на биржах без непосредственного участия владельцев<sup>26</sup> и в других областях используются самообучающиеся программы, причём самообучающиеся всё более эффективно.

Возможности искусственного интеллекта активно дискутируются, и в этой дискуссии мы не согласны с доводами сторонников концепции «сильного искусственного интеллекта». Но считаем, что поскольку есть много теоретиков и программистов-

1. Ситуации нетранзитивности систематически наблюдаются в борьбе компьютерных программ — участниц соревнований по интеллектуальным играм (шахматам, нардам и т.п.): программа А выигрывает у В, В выигрывает у С, но С — у А<sup>19</sup>.

2. В биологических исследованиях показано, что один вид микроорганизмов может вытеснить с территории второй вид, этот второй вытесняет третий, а тот, в свою очередь, вытесняет первый. Отношения «бойцовой силы» между этими видами нетранзитивны<sup>20</sup>.

3. Зоопсихологической закономерностью является то, что в группе животных особь А может доминировать над В, В над С, но С над А<sup>21</sup>. Семейные отношения доминирования далеко не всегда транзитивны: отец доминирует над ребёнком, ребёнок над матерью, мать над отцом<sup>22</sup>. (Отработка таких ситуаций осу-

практиков, верящих либо в возможность сильного искусственного интеллекта вообще, либо в его эффективные локальные реализации, некоторые из этих людей займутся созданием самообучающихся систем второй и последующих ступеней. А именно, возможными направлениями развития искусственного интеллекта может стать:

а) разработка программных агентов и компьютеризованных систем, противодействующих обучению других агентов, понижающих их «исследовательские способности», обучаемость и в целом «интеллектуальный уровень» (это может быть выгоднее, чем прямое уничтожение противостоящей системы или полная и явная остановка её функционирования);

б) разработка систем, совершенствующих свои «исследовательские способности», обучающихся и повышающих свой «интеллектуальный уровень» именно в условиях противодействия их функционированию.

Указанные нами возможности развития самообучающихся систем искусственного интеллекта обычно не эксплицируются. Напротив, прогнозы в связи с самообучением в этой области делаются самые оптимистические, например: «Существует множество типов (программных. — **А.П.**) агентов, различающихся по своим «способностям». Так, есть обучаемые и необучаемые агенты, умеющие взаимодействовать с другими агентами, и «индивидуалы», агенты с различной степенью автономности, и т.д. Для Сети идеальны агенты, сочетающие все эти возможности. Обучаясь вкусам и предпочтениям своего хозяина, самостоятельно взаимодействуя от его имени с другими агентами, представляющими интерес поставщиков разного рода услуг, такие агенты способны создать по-настоящему комфортную среду обитания пользователей Сети. Отличительная черта таких программных агентов — стремление как можно лучше понять, что от них требуется. Они наблюдают за поведением хозяина, стараясь уловить закономерности и предложить свои услуги<sup>27</sup>.

Следует понимать, что от этого описания один шаг до осознания и реализации не столь благоприятной перспективы. Тому, кто считает, что обучаемость технического устройства — это переменная, управляемая и изменяющаяся в определённом диа-

пазоне, один шаг до того, чтобы понять: можно пытаться значение этой переменной не только поднимать, но и опускать до нуля. Тогда в силу уже сейчас наблюдающегося конфликта интересов и конкуренции многочисленных субъектов, использующих Интернет, их «продвинутые» программные агенты, обучаясь вкусам и неосознанным предпочтениям хозяев, или же под их прямым управлением, научатся самостоятельно понижать обучаемость агентов-конкурентов. Это будет иная сторона самообучаемости программных агентов, по-разному взаимодействующих друг с другом в интересах своих хозяев. Затем у кого-то может возникнуть идея придать содержательный смысл переводу обучаемости в значения ниже нуля, в отрицательную область, и т.д. — эскалация возможностей представляется здесь безграничной.

Но интересно, что сейчас среди огромного количества научной и ненаучной литературы, эксплуатирующей тему столкновения систем искусственного интеллекта (например, роботов или враждующих суперкомпьютеров и т.д.) как тему их физической схватки, перепрограммирования друг друга и т.д., нам не удалось обнаружить констатации того, что полем схватки систем искусственного интеллекта может стать обучаемость, её повышение и понижение — и это при том, что сама способность приобретать знания, обучаемость оценивается невероятно высоко. Однако почему-то мало осознаётся, что придание высокого веса знаниям и обучаемости в картине мира (в доктрине и т.д.) может вести соперников — не только людей — и к повышению своей собственной обученности и обучаемости, и к попыткам ослабления чужой. Описания такой возможности в явном виде я не нашёл даже у Ст.Лема, ни в его научно-философских, ни фантастических произведениях на тему коллизий искусственного разума, хотя в целом он неоднократно подчёркивал, что любая технология — и особенно технология создания искусственного разума — имеет тенденцию поворачиваться неожиданной стороной и превращаться в то, что противоречит исходным замыслам разработчика.

Проведение студентами исследований в этой области искусственного интеллекта может

<sup>27</sup> Шумский С. Нейросетевые агенты в интернете // Компьютерра. № 4. 8 февраля 2000 года. Электронная версия: <http://offline.computerra.ru/2000/333/2897>.

иметь как теоретическое, так и непосредственное практическое значение.

В то же время само исследование этой проблемы сопряжено с этическими трудностями. Например, в какой мере студент-исследователь может оставаться пассивным наблюдателем соответствующих ситуаций в реальных условиях? Должен ли он пытаться в них вмешаться? В какой мере открытое учащимся знание может быть использовано в целях, поддерживаемых обществом (например, для борьбы с вирусными программами), и в целях, которые оцениваются обществом как негативные? Об аналогичных проблемах при обучении естественным наукам (физике, химии, биологии и др.), о путях совладания с ними пишет В.В. Загорский<sup>28</sup>.

Здесь учащийся-исследователь (или коллектив учащихся-исследователей) фактически должен приступить к многоуровневому изучению системных взаимодействий с учётом общественных ценностей, эгоистических и альтруистических установок различных субъектов, включая и свои собственные. Одним из существенных ориентиров для учащихся здесь может служить междисциплинарная теория В.А. Лефевра, объединяющая философский, социологический, психологический, физико-химический уровень и другие уровни анализа<sup>29</sup>. Развивая сильный антропный принцип, эта теория строит математические доказательства того, что в фундаменте Вселенной лежат законы, с неизбежностью ведущие к появлению разумных и сознательных существ, обладающих совестью.

С нашей точки зрения, эти, а также другие направления организации исследования системных взаимодействий в контексте учебной деятельности могут войти в состав важнейших условий познавательного и личностного развития человека. □

---

<sup>28</sup> Загорский В.В. Воспитать учёного. М., 2003.

<sup>29</sup> Лефевр В.А. Космический субъект. М., 2005.