

Методика преподавания учебной дисциплины
«Психология исследовательского поведения и решения комплексных задач»
А.Н. Подьяков

Введение

Понимание феноменологии и теоретической проблематики изучения исследовательского поведения и решения комплексных задач крайне затруднительно без погружения в среду самого исследовательского поведения и решения комплексных задач – например, в ходе своеобразного практикума, где студенты выступают и в качестве испытуемых существующих методик, и в роли экспериментаторов, наблюдающих за поведением и стратегиями сокурсников-испытуемых; а также в ходе последующего совместного обсуждения между собой и с преподавателем. Поскольку практикум по данной дисциплине не предусмотрен учебным планом, эта учебно-исследовательская деятельность реализуется на семинарах, а отчасти и на лекциях – что не имеет принципиального значения для ее осуществления (а с точки зрения наглядности предоставляет и некоторые преимущества – некоторые вещи важно прочувствовать уже в ходе лекции, на начальных этапах понимания темы). Для того, чтобы осуществлять эту учебную деятельность, был разработан соответствующий комплекс дидактических объектов. Часть из них представляет собой своеобразные «черные ящики» - головоломки с неизвестным устройством и скрытым дидактическим содержанием, которые необходимо самостоятельно обследовать для того, чтобы понять (обоснованно предположить), как они функционируют и что в них скрыто. Часть – иллюстрация некоторых принципов взаимодействия сложных систем. Компетенции, формируемые в ходе такого освоения дисциплины, важны при обучении психологии и менеджменту.

Методы вовлечения студентов в учебно-исследовательскую деятельность

Методы обучения: а) проблемное обучение, б) исследовательский метод.

Методика состоит в следующем.

Одной части студентов предлагается выступить в качестве испытуемых, участвующих в эксперименте по изучению исследовательского поведения или решения комплексных задач. Другая часть студентов выступает в качестве: а) «наивных» наблюдателей или же б) наблюдателей-экспериментаторов.

В первом случае («наивных» наблюдателей) они смотрят, как решает задачу испытуемый, не будучи сами вооружены (или ограничены) предварительным знанием о специфических целях эксперимента и закономерностях («секретах»), скрытых в обследуемом объекте. Затем происходит совместное обсуждение с выдвиганием и обоснованием студентами гипотез о целях эксперимента, его особенностях, возможностях и границах применения методики.

Во втором случае те, кто выступает в роли испытуемых, выходят из аудитории, и преподаватель готовит остальных студентов как наблюдателей-экспериментаторов: объясняет цели эксперимента, скрытые трудности, созданные для испытуемых, предлагает обратить внимание на те или иные аспекты предстоящей испытуемым деятельности. После эксперимента – обсуждение.

Организация обратной связи

Обратная связь дается непосредственно в ходе обсуждения. Ее принципиальной особенностью является то, что не происходит снижения оценки – ни формальной, ни содержательной – за плохо решенную стимульную исследовательскую задачу, с которой студент пытался справиться как испытуемый. Ошибки студента как «испытуемого», решавшего конкретную задачу, анализируются с точки зрения их типичности или, наоборот,

необычности, с точки зрения возможностей более глубокого понимания закономерностей мыслительной деятельности и необходимости их учета в практике.

Оценивается содержательность психологического анализа, данного студентом (например, периодически бывает, что студент, испытавший серьезные затруднения в качестве испытуемого, именно благодаря этому дает более глубокий рефлексивный анализ скрытых «подводных камней» стимульной ситуации и особенностей протекавшей познавательной деятельности).

Комплекс дидактических исследовательских объектов

Все представленные ниже объекты реально существуют и описаны в моей докторской диссертации и в статьях в рецензируемых отечественных и зарубежных журналах.

1. «Треугольная установка»

Это «черный ящик», требующий для своего исследования полного комбинаторного перебора 4-х факторов и понимания эффектов их взаимодействия. Изначально предназначен для изучения особенностей комбинаторного экспериментирования – *построения комплексных, комбинированных воздействий на объект с целью выявления его системообразующих связей на основе анализа информации о взаимодействии факторов*. Комбинаторное экспериментирование – это своеобразный аналог, модель научного многофакторного экспериментирования. Также объект может служить одним из средств диагностики стратегий многофакторного экспериментирования взрослых.

С точки зрения теории управления, данная установка - это многосвязный объект, который может находиться в 16 состояниях. Одно из них представлено как начальное, а для реализации остальных состояний необходимы 15 различных одиночных и комбинированных воздействий, то есть полный комбинаторный перебор воздействий на 4 органа управления.

Установка представляет собой прямоугольную коробку (рис. 1, 2). На ней установлены 3 кнопки, расположенные в вершинах начерченного равностороннего треугольника. Вокруг кнопок очерчены неполные круги. За кнопками расположены два окна, ближнее и дальнее, также имеющие форму равностороннего треугольника с кругами в вершинах. В окнах находятся изображения, которые можно увидеть, осветив их изнутри. Между окнами установлен переключатель (тумблер), который может "смотреть" либо в сторону ближнего окна, либо в сторону дальнего. От этого зависит, в каком окне загорится свет при нажатии кнопок. При нажатии какой-либо одной кнопки освещается изображение в соответствующем круге окна, выбранного переключателем: при нажатии левой кнопки загорается левый круг, правой кнопки - правый круг, верхней кнопки - верхний круг.

При одновременном нажатии любых двух кнопок освещается широкая прямоугольная полоса между двумя соответствующими кругами, а сами круги уже не освещаются (например, при нажатии левой и правой кнопок освещается горизонтальная полоса между левым и правым кругом). При нажатии всех трех кнопок освещается треугольник внутри окна, а круги и полосы не загораются.

Изображения в каждом из окон построены по следующему принципу. В каждом из кругов находится изображение определенного объекта. В полоске, соединяющей два круга, нарисована комбинация обоих объектов из этих кругов. В треугольнике находится комбинация всех трех объектов. Например, в левом круге ближнего окна нарисована лягушка, в правом - дельфин, в верхнем - гусь. В соответствующих полосках нарисованы забавные фантастические гибриды пар животных: лягушки и дельфина, лягушки и гуся, гуся и дельфина. В треугольнике находится гибрид всех трех животных. (Мы глубоко признательны Н.В.Ушаковой за изготовление эскизов.)

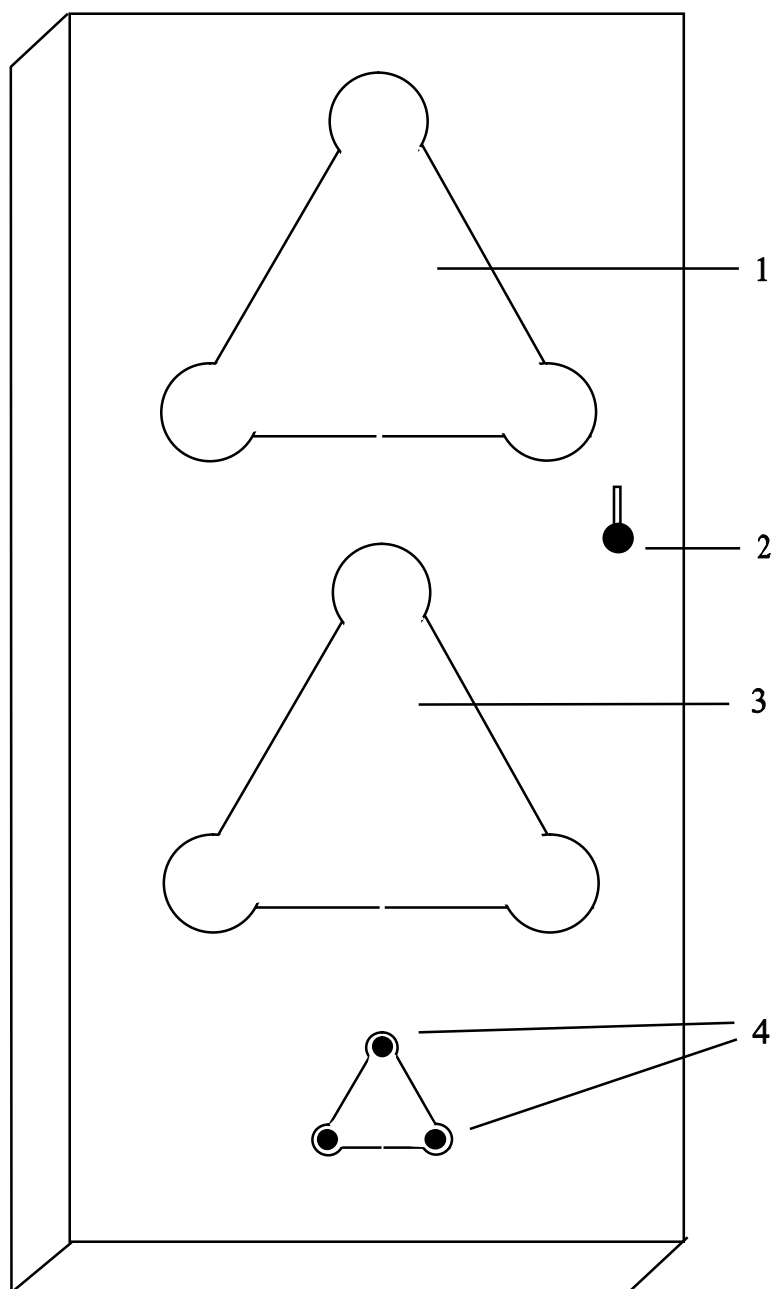


Рис. 1. «Треугольная» установка. Провоцирует участника эксперимента на полный комбинаторный перебор 4-х органов управления (3-х кнопок и 1-го переключателя).

1 - дальнее окно, 2 - переключатель, 3 - ближнее окно, 4 - кнопки.

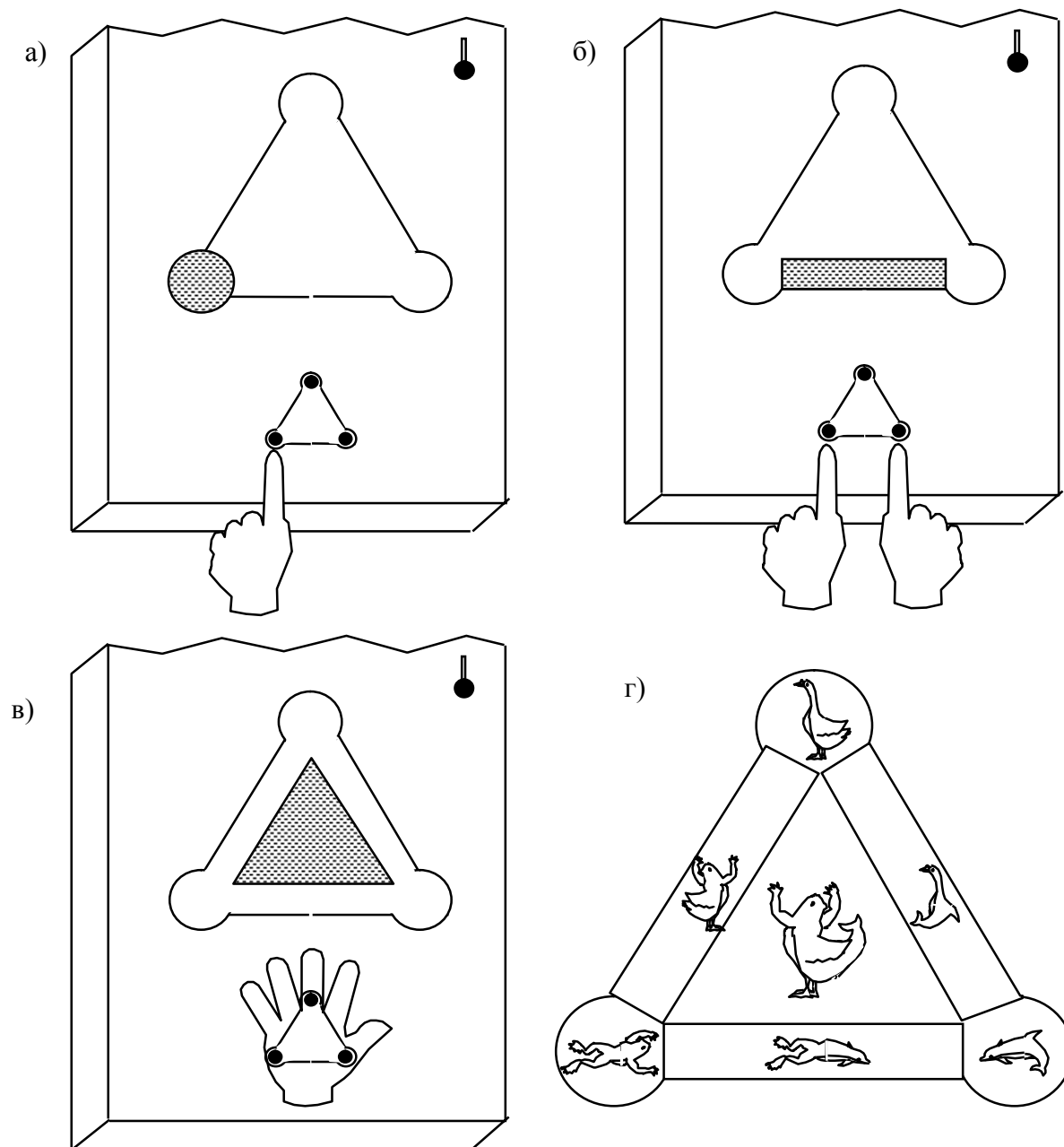


Рис 2. «Треугольная» установка. Показана работа нижнего окна: а) левая нижняя кнопка нажата – освещен левый нижний круг; б) нажаты две кнопки – освещена полоса; в) нажаты три кнопки – освещен внутренний треугольник; г) высвечиваемые изображения.

Итак, данный объект визуализирует эффекты комбинированных воздействий, позволяет увидеть неполноту осуществленного на данный момент комбинаторного перебора и стимулирует искать новые, еще не использованные способы. А именно, при одиночных нажатиях на кнопки большая часть поверхности окон остается затемненной. До тех пор, пока не будут перебраны все комбинации, в окнах будут оставаться участки, не осветившиеся ни разу, что явно свидетельствует о неполноте перебора. Любая комбинация кнопок достаточна очевидна: любая пара кнопок задается стороной начерченного треугольника, а все три кнопки задаются как сам треугольник. Здесь используется то чрезвычайно выгодное для нас свойство треугольника (и тетраэдра), что любые две его вершины являются соседними, соединенными стороной. Последовательный нажим любых двух пар кнопок объективно, независимо от намерения испытуемого образует стратегию минимальной длины

(двухшаговую), в которой изменяется положение одной нажатой кнопки при неизменном положении второй. Например, если нажать левую и правую кнопки, а затем правую и верхнюю, то здесь неизменной остается правая кнопка, а другая кнопка варьируется. *Это соответствует важнейшей научной стратегии эксперимента - варьированию одной переменной при неизменности других.*

Вполне очевидна функция переключателя. Наконец, геометрическая структура окон и освещенных участков в них прямо соответствует геометрическому расположению органов управления, на которые осуществлено воздействие.

Эксперимент на детях показал, что в условиях данного специально созданного высокого уровня визуализации ("прозрачности") факторов, их комбинаций и эффектов факторных взаимодействий большинство детей 4-6 лет способны самостоятельно осуществить полный комбинаторный перебор четырех факторов (перебрать все 15 комбинаций и увидеть все изображения).

Для взрослых, знакомящихся с данным объектом, одна из основных трудностей – догадаться, что кнопки можно нажимать одновременно (некоторые так и не догадываются). Наблюдение за взрослым, обследующим этот объект, позволяет оценить уровень его экспериментирования с техническими устройствами и, более широко, уровень понимания общего принципа варьирования переменных в эксперименте.

2. «Мультипликативная установка».

Это «черный ящик», предназначенный для диагностики сформированности стратегий двухфакторного экспериментирования и обучения этим стратегиям.

Имеет два ряда кнопок (по 4 кнопки в каждом), лежащие на одной прямой (рис. 3). Напротив каждой кнопки одного ряда находится метка с контуром определенной фигуры, напротив каждой кнопки другого ряда — метка определенного цвета. Параллельно кнопкам располагаются 16 окон-лампочек, каждое из которых однозначно характеризуется двумя признаками: цветом лампочки и формой очерченной вокруг нее фигуры. Чтобы зажечь какое-либо окно, надо одновременно нажать две кнопки, напротив которых стоят метка того же цвета и метка с контуром той же фигуры, что и в окне.

Технические возможности установки позволяют экспериментатору (или самому участнику) менять расположение фигур в окнах, расположение меток, варьировать электрические соединения кнопок и лампочек, организуя различные варианты реализации общего мультипликативного принципа работы аппарата (логического умножения "форма × цвет").

Методика эксперимента: экспериментатор (или один из участников) убирает метки, стоявшие у кнопок и обозначавшие из функции, и производит новое переключение кнопок и ламп внутри корпуса (вплоть до того, что ряд кнопок, отвечавший за цвет загорающих ламп, начинает отвечать за форму очерченных вокруг ламп фигур, и наоборот; меняются и связи внутри каждого ряда). Другому участнику предлагается экспериментальным путем установить, какие кнопки теперь связаны с какими лампами, и обозначить эти изменившиеся функции кнопок, правильно расставив соответствующие метки рядом с кнопками.

Вариант: сделать это за наименьшее число нажимов, доказать, что оно минимально.

Объекты такого типа используются при изучении степени приближения мышления участника к стратегиям научного экспериментирования.

Также на мультипликативной установке можно проводить систематическое обучение важным элементам этого экспериментирования для детей и демонстрацию возможностей этого обучения для взрослых.

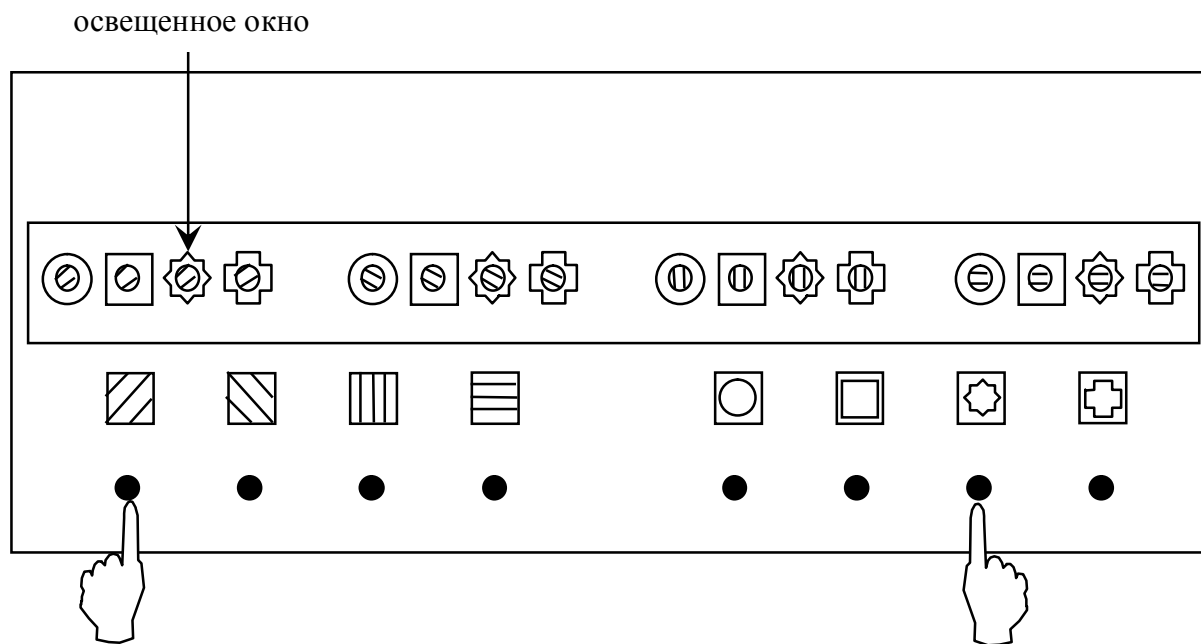


Рис. 3. Мультипликативная установка. Реализует принцип логического умножения «форма × цвет». При одновременном нажатии кнопки с цветной меткой и кнопки с контуром фигуры загорается лампочка этого цвета в окне с контуром этой фигуры.

3. Триады демонстрационных объектов, иллюстрирующих нетранзитивность превосходства взаимодействующих систем.

В логике транзитивность (переходность) определяется как такое свойство отношений, при котором из того, что первый элемент находится в определенном отношении ко второму, а второй к третьему, следует, что первый элемент находится в этом же отношении к третьему (из aRb и bRc следует aRc). Например, если $a > b$ и $b > c$, то $a > c$. В классической логике сравнения и в традиционной теории принятия решений *транзитивность отношения превосходства вводится как аксиома, считающаяся ключевым критерием рациональных действий* (Козелецкий, 1979). Это аксиома состоит в следующем: если первое превосходит второе в определенном отношении (по определенному признаку), а второе превосходит третье, то первое превосходит третье в указанном отношении (Зиновьев, 1972). Понятие "превосходит" может быть заменено сравнительными понятиями "предпочтительнее", "лучше", "хуже", "более эффективно", "менее эффективно", "выгоднее" и т.д.

Овладение транзитивными рассуждениями считается одним из важнейших этапов умственного развития человека. Оно связано со способностью делать дедуктивные заключения, с пониманием сущности измерения, принципов сохранения по Ж. Пиаже и т.д. В ряде работ показано, что в онтогенезе первые транзитивные умозаключения начинают осуществляться примерно с 5 лет. Пример задачи на транзитивное заключение для детей: "Петя выше Бори. Боря выше Гены. Кто выше всех?" Следование аксиоме транзитивности рассматривается многими авторами как необходимое условие разумности выбора, а ее нарушение – как логическая ошибка (Ивин, 1998; Tversky, 1969). На практике аксиома транзитивности отношения превосходства широко используется как нормативный принцип при построении экспертных систем, компьютерных баз знаний и систем искусственного интеллекта (Абрамова, Коврига, 2004).

Но начиная со времен Кондорсе, вокруг принципа транзитивности превосходства ведутся дискуссии, не прекращающиеся в настоящее время. В целом, есть теоретические аргументы и эмпирические данные и в пользу переходности отношения превосходства в

некоторых областях, и в пользу их непереходности. Есть "транзитивно ориентированные" исследователи, которые жестко отстаивают аксиому транзитивности или, по крайней мере, утверждают, что потери при отказе от нее будут больше, чем при ее сохранении, и есть "нетранзитивно ориентированные" исследователи, доказывающие ошибочность принятия транзитивности превосходства как аксиомы. И хотя П. Ананд провел формальное доказательство того, что любое "нетранзитивное" поведение может быть описано в терминах транзитивности, а любое "транзитивное", наоборот, в терминах нетранзитивности (Anand, 1993), универсальная возможность этого перехода не вполне удовлетворяет обе группы исследователей и нисколько не примиряет их друг с другом.

В настоящее время в экспериментах по принятию решений используются стохастические модели нетранзитивности превосходства: нетранзитивные лотереи А.Тверски, нетранзитивные игральные кубики Б. Эфрона и т.п. Рассмотрим, например, набор из 4 игральных кубиков со следующими числами на гранях (Ainley, 1978; цит. по: Roberts, 2004, с. 62).

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 наборе каждый предшествующий кубик в среднем выигрывает в 2 раза больше партий у последующего, чем проигрывает ему, 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": если правила позволяют, то 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 (Гарднер, 1988; Секей, 1990). Доказано, что аналогичные наборы могут образовывать не только кубики, но и произвольное число игральных костей с другим числом граней (например, тетраэдров), рулеток с тем или иным числом секторов и т.п. Разработан и алгоритм генерации чисел для таких объектов (Deshpande, 2000).

Но в целом в области психологии принятия решений доминируют исследования мышления в ситуациях, объективно требующих *транзитивных* выборов, и, соответственно, исследования ошибок, связанных с нарушением принципа транзитивности. *При этом нет экспериментальных исследований мышления человека в ситуациях, когда рациональны именно нетранзитивные выборы, а следование принципу транзитивности, наоборот, является ошибкой.*

Мы стремились восполнить этот пробел. В отличие от других авторов мы разработали не стохастические, а детерминистские модели нетранзитивности превосходства. В рамках создания комплекса экспериментальных объектов для изучения мышления детей и взрослых, направленного на понимание многофакторных зависимостей, мы разработали демонстрационные модели, которые позволяют в наглядной форме демонстрировать нетранзитивные отношения превосходства, обусловленные характером взаимодействий между объектами. Эти объекты можно использовать как для диагностики особенностей мышления при решении задач на транзитивность/нетранзитивность, так и в обучении.

Структура этих объектов включает:

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

б) зоны, чувствительные к воздействию другого объекта;

в) зоны, нечувствительные к воздействию другого объекта, "закрытые" для него.

Эти компоненты организованы как Кондорсе-подобные композиции и могут быть представлены в следующей обобщенной форме (рис. 4).

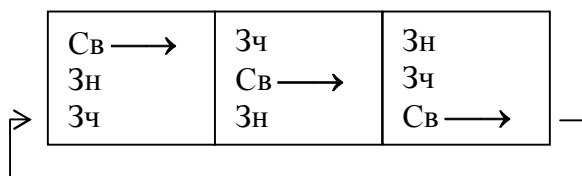


Рис. 4. Обобщенная структура объектов, находящихся в нетранзитивных отношениях превосходства (доминирования, управления). Св – средства, имеющиеся у одного объекта, для воздействия на другой; Зч – зоны, чувствительные к воздействию; Зн – зоны, нечувствительные к нему (Пооддьяков, 2011).

Данная структура не является единственной, но все объекты этой структуры характеризуются нетранзитивными отношениями превосходства (доминирования, управления).

Опишем две группы нетранзитивных объектов, использованных в наших экспериментах и предлагаемых для изучения в курсе «Психология исследовательского поведения и решения комплексных задач».

Модель "Выбор оружия для дуэли: нетранзитивные гуляй-башни".

Три вида смоделированного оружия – "гуляй-башни" – сконструированы так, что 1-я гуляй-башня может поставить цветную метку на 2-й гуляй-башне, оставаясь не помеченной ею (т.е. побеждает её – как в пейнтболе); 2-я может поставить метку на 3-й гуляй-башне, оставаясь не помеченной ею; а 3-я гуляй-башня может поставить метку на 1-й гуляй-башне, оставаясь не помеченной ею (рис. 5).

Конструктивно "гуляй-башни" представляют собой пенопластовые параллелепипеды (13×6×3 см) с вырезанными передними фигурными профилями и вставленными в отверстия цветными маркерами. "Уязвимая" часть каждой башни перед экспериментом заклеивается прямоугольником белой бумаги, на котором другая башня может оставлять метки. После эксперимента прямоугольник заменяется на новый.

Данная триада объектов вводится как вводная для более общей логической модели «Выбор оружия для дуэли». Демонстрируется, что иерархия подобных систем не выстраивается в пирамиду с указанием первого, второго и последнего места, а образует круг. По сумме побед и поражений все участники занимают одинаковые (нулевые) места. Результат конкретного конфликта определяется в такой системе только взаимодействием с конкретным соперником.

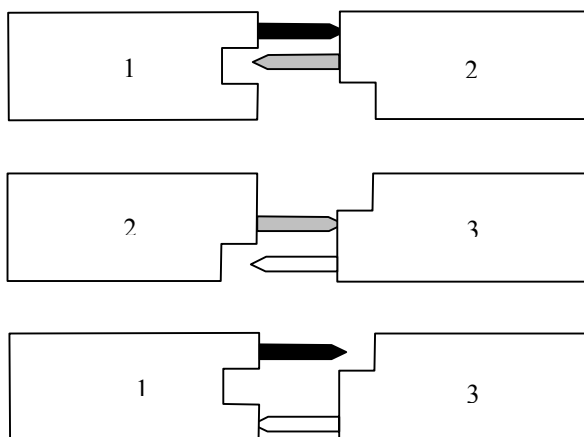


Рис. 5. Гуляй-башни, поражающие друг друга "по кругу": 1-я гуляй-башня побеждает 2-ю, 2-я побеждает 3-ю, а 3-я побеждает 1-ю

«Нетранзитивные шестерни»

Три зубчатые передачи (шестерни на осях, соединенные друг с другом) сконпонованы так, что: ось 1 вращается с большей частотой вращения, чем ось 2, при сцеплении их шестерен; ось 2 вращается с большей частотой вращения, чем ось 3, при сцеплении их шестерен; ось 3 вращается с большей частотой вращения, чем ось 1, при сцеплении их шестерен (рис. 6).

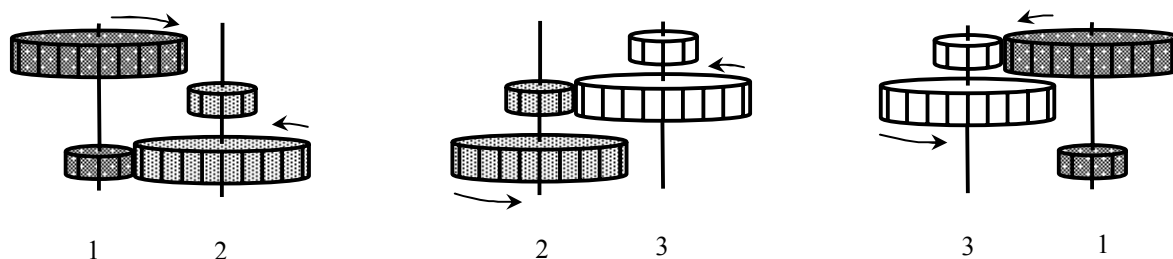


Рис. 6. Три зубчатые передачи, сконпонованные так, что при их попарных соединениях ось 1 вращается быстрее оси 2, ось 2 вращается быстрее оси 3, ось 3 вращается быстрее оси 1 (Поддяков, 2011).

Схема эксперимента с использованием обеих триад

Испытуемым задают вопросы о возможности/невозможности существования тех или иных "нетранзитивных" объектов в различных областях и среди них – вопросы о возможности существования "нетранзитивных" гуляй-башен и шестерен. Затем одну часть испытуемых знакомят с башнями, а другую – с шестернями. После этого испытуемым предлагается снова ответить на те же вопросы. При обработке результатов анализируются: а) изменения в ответах; б) различия этих изменений в группах 1 и 2.

Методика

Испытуемым предлагается опросник со следующей вводной и вопросами.

«Мы изучаем суждения людей о превосходстве одних вещей над другими в том или ином отношении. Например, в известной игре "камень, ножницы, бумага" камень тупит ножницы, те режут бумагу, а она, в свою очередь, побеждает камень, обертывая его собой. Получается, что здесь одно превосходит второе, второе превосходит третье, но третье превосходит первое.

Мы хотим узнать Ваше мнение о том, какие ситуации превосходства возможны, а какие невозможны. Мы будем признательны Вам, если Вы согласитесь ответить на следующие вопросы. Некоторые из них покажутся Вам легкими, некоторые, возможно, нет. Точные расчеты проводить нет необходимости, нас интересует Ваше мнение».

Вопросы:

1. Есть три прямых, жестких, недеформируемых стержня. Они разной длины: 1-й стержень длиннее 2-го, 2-й стержень длиннее 3-го. Может ли при этом 3-й стержень быть длиннее 1-го? (Правильный ответ: нет.)

2. Есть три предмета разной массы. Масса каждого предмета неизменна. Масса 1-го предмета больше массы 2-го предмета; масса 2-го предмета больше массы 3-го. Может ли при этом масса 3-го предмета быть больше массы 1-го? (Правильный ответ: нет.)

3. Есть три шахматных компьютера, играющих друг с другом в шахматы. Известно, что 1-й компьютер чаще выигрывает у 2-го, чем проигрывает ему. 2-й компьютер чаще выигрывает у 3-го, чем проигрывает ему. Может ли быть так, что при этом 3-й компьютер чаще выигрывает у 1-го, чем проигрывает ему? (Правильный ответ: да.)

4. Есть три различающихся набора карандашей. В каждом наборе по 6 карандашей разной длины. Сравниваем по длине каждый карандаш с каждым. Известно, что карандаши из 1-го набора чаще оказывались длиннее карандашей из 2-го набора. Карандаши из 2-го

набора чаще оказывались длиннее карандашей из 3-го набора. Может ли при этом быть так, что карандаши из 3-го набора чаще оказывались длиннее карандашей из 1-го набора? (Правильный ответ: да. Комментарий: например, если карандаши имеют то же соотношение длин, что соотношение чисел на гранях нетранзитивных кубиков.)

5. Есть три команды борцов, в каждой команде по 6 борцов. В турнире каждый борец одной команды встречался с каждым из борцов двух других команд. Известно, что: 1-я команда победила 2-ю по соотношению индивидуальных побед (т.е. борцы 1-й команды одержали больше побед над борцами 2-й команды, чем потерпели от них поражений); 2-я команда победила 3-ю по соотношению индивидуальных побед (т.е. борцы 2-й команды одержали больше побед над борцами 3-й команды, чем потерпели от них поражений). Может ли при этом быть так, что 3-я команда победила 1-ю по соотношению индивидуальных побед (т.е. борцы 3-й команды одержали больше побед над борцами 1-й команды, чем потерпели от них поражений)? (Правильный ответ: да. Комментарий: ситуация аналогична нетранзитивным кубикам и длинам карандашей.)

6. Есть три вида микроорганизмов. Микроорганизмы 1-го вида вытесняются с занятой территории микроорганизмами 2-го вида. Микроорганизмы 2-го вида вытесняются с занятой территории микроорганизмами 3-го вида. Может ли при этом быть так, что микроорганизмы 3-го вида затем вытесняются с занятой территории микроорганизмами 1-го вида? (Правильный ответ: да.)

7. Есть три вида оружия – гуляй-башни разной конфигурации, соревнующиеся, кто поставит на другой цветную метку. Гуляй-башня, поставившая в ходе столкновения цветную метку на другой, считается победителем, а другая – побежденной (как в пейнтболе). Известно, что: 1-я гуляй-башня сконструирована так, что ставит метку на 2-й гуляй-башне, оставаясь не помеченной ею (т.е. побеждает её); 2-я гуляй-башня сконструирована так, что ставит метку на 3-й гуляй-башне, оставаясь не помеченной ею (т.е. побеждает её). Может ли при этом быть так, что 3-я гуляй-башня ставит метку на 1-й гуляй-башне, оставаясь не помеченной ею (т.е. побеждает её)? (Правильный ответ: да.)

8. Есть три зубчатые передачи (шестеренки на осях, соединяемые друг с другом). Известно, что: ось 1 вращается с большей частотой вращения, чем ось 2, при сцеплении их шестерен; ось 2 вращается с большей частотой вращения, чем ось 3, при сцеплении их шестерен. Может ли при этом быть так, что ось 3 вращается с большей частотой вращения, чем ось 1, при сцеплении их шестерен? (Правильный ответ: да.)

Варианты ответов: "да, может"; "нет, не может"; "затрудняюсь ответить".

После заполнения испытуемым предъявляется тройка объектов, находящихся в нетранзитивных отношениях превосходства, и их схематическое изображение. В экспериментальной группе 1 предъявляются "нетранзитивные" гуляй-башни, в группе 2 – "нетранзитивные" шестерни. Экспериментатор подробно демонстрирует их работу, участники могут ими манипулировать и исследовать их.

Затем экспериментатор говорит: "После того, как Вы ознакомились с этой моделью, я прошу Вас снова ответить на те же вопросы, чтобы подтвердить, что Ваши оценки остались прежними, или, наоборот, в чем-то изменить их". Повторные вопросы оформляются как продолжение бланка (т.е. респондент заполняет опросник как бы набело).

Выводы по результатам ранее проведенных экспериментов (не оглашаемые студентам заранее).

- Представления о нетранзитивных отношениях превосходства являются предметно-специфическими: участники допускают существование одних объектов, находящихся в нетранзитивных отношениях превосходства, и не допускают существования других (хотя реально они тоже возможны). Аксиома транзитивности если и используется участниками, то выборочно – для тех или иных областей и объектов.

- Демонстрация различных объектов, находящихся в нетранзитивных отношениях превосходства, может вести к разным эффектам. Существуют "нетранзитивные" объекты, знакомство с которыми оказывает положительное влияние на изменение представлений о

возможности существования других "нетранзитивных" объектов в других областях. Также есть "нетранзитивные" объекты, знакомство с которыми оказывает двойственное (как положительное, так и отрицательное) влияние на изменение этих представлений. И те, и другие объекты могут быть использованы для исследования понимания транзитивности/нетранзитивности превосходства.

4. Клеточный автомат, демонстрирующий процесс самоорганизации системы при кольцевом (нетранзитивном) принципе взаимодействия ее элементов

Теория клеточных автоматов является одной из важных и интенсивно развивающихся областей синергетики. Она активно используется при разработке проблем искусственного интеллекта (создание нейросетевых компьютеров), а также при компьютерном моделировании психических процессов индивида и динамики общественных процессов, включая индивидуальную и групповую творческую, исследовательскую и инновационную деятельность.

Под клеточным автоматом понимается математическая модель пространства, состоящего из множества ячеек ("клеток"), каждая из которых может находиться в любом из заданного множества состояний и переходить в другие состояния под влиянием соседних клеток в соответствии с установленными "правилами перехода". Несмотря на простоту правил взаимодействия клеток между собой, клеточные автоматы демонстрируют неожиданные эффекты самоорганизации исходных элементов, возникновения из хаоса сложноорганизованных структур, их упорядочивания, развития и "гибели".

Клеточный автомат, как и любая точная модель, не способен отразить принципиальную непредсказуемость и бесконечность процесса развития. На определенном этапе любая система такого типа достигает "конца развития", то есть либо застывает в некотором конечном состоянии, либо колеблется между множеством однотипных состояний, дальше не изменяясь. Например, наш клеточный автомат "заканчивает развитие" примерно после 50 циклов.

В то же время использование клеточных автоматов как метафоры, с пониманием ее ограничений, может служить хорошим эвристическим средством, стимулирующим логическое и творческое мышление, направленное на познание сложных объектов.

В основу работы нашего автомата положен тот же общий кольцевой принцип взаимодействия, который использовался в моделях нарушения транзитивности: первый элемент находится в определенном отношении по отношению ко второму, второй – к третьему и т.д., а последний – к первому.

На экране компьютера, на квадратном поле 60×60 расположено 3600 маленьких квадратных ячеек. Каждая группа из 9 ячеек (3×3) окрашена в один из 9 возможных цветов. Выбор цвета для каждой группы осуществляется в начале работы программы случайным образом. Правила взаимодействия между ячейками следующие. Ячейка 1-го цвета превращается в ячейку 2-го цвета (окрашивается этим цветом), если ее касается стороной или вершиной хотя бы одна ячейка этого 2-го цвета; ячейка 2-го цвета превращается в ячейку 3-го цвета; и т.д.: ячейка k -го цвета превращается в ячейку $k + 1$ цвета, если ее касается стороной или вершиной хотя бы одна ячейка $k + 1$ цвета. В свою очередь, ячейка последнего, 9-го цвета превращается в ячейку 1-го цвета, если ее касается стороной или вершиной хотя бы одна ячейка 1-го цвета. После первого цикла превращений всех ячеек осуществляется второй цикл, на котором изменения претерпевает уже изменившаяся картинка, и т.д. На рисунке 7 показана исходная картинка и картинка, сформировавшаяся после 50-го цикла работы автомата.



Рис. 7. Клеточный автомат. Слева – начальное состояние автомата, справа – состояние после 50 циклов функционирования (Поддьяков, 2001).

С точки зрения дидактических возможностей, данный клеточный автомат может выполнять различные функции. В области психологии мышления он может служить, например, визуальной метафорой положения И.П.Калошиной (1983, 1999) об уподоблении одних компонентов познавательной деятельности другим: предмет деятельности уподобляется цели, орудие – цели и предмету и т.д. – вплоть до продукта деятельности. Эту цепочку необходимо замкнуть еще одним уподоблением – уподоблением продукту новой цели, возникшей и сформировавшейся в ходе деятельности. Это соответствует положениям Я.А.Пономарева (1976) о том, что получение конечного продукта ведет к дальнейшему развитию деятельности – к появлению новых целей, средств и т.д. Этот клеточный автомат может служить также визуальной метафорой того, что многочисленные стихийно и случайно приобретаемые элементы опыта и знаний могут самостоятельно взаимодействовать друг с другом, порождая тонкую, упорядоченную и дифференцированную структуру.

Наряду с нашими авторскими в курсе также используются объекты, разработанные другими исследователями, реконструированные нами по описаниям в публикациях.

5. "4 коробки" (Б.Д.Эльконин).

Имеются 4 непрозрачные и не открывающиеся коробки: две внешне идентичные коробки в форме параллелепипеда и две внешне идентичные коробки в форме низких цилиндров.

Но внутри коробок разное содержимое.

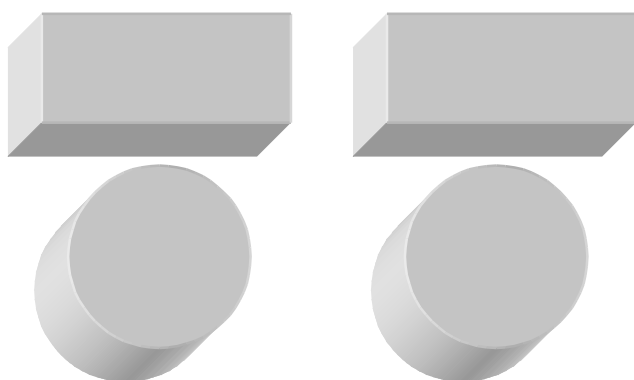


Рис. 8. Четыре коробки.

Внутри одной *прямоугольной* коробки находится невидимый металлический шарик, который может кататься в ней по внутреннему периметру в форме *прямоугольника*.

Внутри другой *прямоугольной* коробки находится невидимый металлический шарик, который может кататься в ней по внутреннему периметру в форме *круга*.

Внутри одной из *круглых* коробок находится невидимый металлический шарик, который может кататься в ней по внутреннему периметру в форме *круга*.

Внутри другой *круглой* коробки находится невидимый металлический шарик, который может кататься в ней по внутреннему периметру в форме *квадрата*.

Участникам выдаются эти 4 коробки с предложением обследовать и классифицировать их.

Эксперимент позволяет продемонстрировать участникам взаимодействие всех видов и уровней исследовательского поведения: зрительного (осмотр), осязательного и манипулятивного (покачивание коробки, вращение в руке, встряхивание), слухового (прислушивание к характеру звука катающегося шара при манипуляциях), социального (постановка вопросов другим и наблюдение за действиями и репликами других), эпистемического, связанного с логическими и даже философскими обобщениями. Так, по данным Б.Д.Эльконина, один участник разложил коробки в двумерной таблице, где строкой была «истина-ложь». В «истинные» объекты были включены 2 коробки, у которых видимость (внешняя форма) соответствует содержимому, в «ложные» - 2 коробки, у которых внешняя форма не соответствовала содержимому (круглая коробка с квадратным внутренним периметром и прямоугольная коробка с круглым внутренним периметром).

6. Практические задания по исследованию компьютерных сценариев, используемых в парадигме «решение комплексных задач».

а) Русифицированная и модифицированная нами методика Д.Берри и Д.Бродбента «Стиль общения» Оригинальная методика "Personal interaction" (Berry, Broadbent, 1995).

Экспериментальный материал состоит из 2 частей:

- управление системой с неизвестными внутренними связями между переменными на основе исследования ее реакций на воздействия испытуемого;

- последующий прогноз реакций системы на определенные воздействия.

Часть 1 "Управление".

Текст инструкции на экране:

"Вы общаетесь с новым знакомым. Вы можете выбрать 12 стилей своего поведения: 1 - очень грубый, 2 - грубый, 3 - очень холодный, 4 - холодный, ..., 12 - нежнейший.

Знакомый отвечает на Ваш стиль в соответствии со своими личными особенностями.

Ваша задача: удерживать стиль знакомого на уровне 9 или, по крайней мере, в диапазоне от 8 до 10.

Если Вы готовы к выполнению задания, нажмите любую клавишу".

Стиль ответа "знакомого" определяется по неизвестной испытуемому формуле:

$$\text{стиль_знакомого}(t+1) = 2 \times \text{стиль_испытуемого}(t) - \text{стиль_знакомого}(t),$$

где

стиль_знакомого (t) – стиль предшествующей реплики "знакомого";

стиль_испытуемого(t) – стиль, выбранный испытуемым;

стиль_знакомого (t+1) – стиль последующего ответа "знакомого".

Иначе говоря, чтобы вывести знакомого на желаемый стиль ответа, надо выбрать среднее арифметическое между его последней репликой и тем, что мы от него хотим (например, чтобы перевести его из стиля 5 в стиль 9 надо ввести "7").

Даются 2 серии по 30 проб. Каждая серия начинается с исходного уровня общения, равного 6.

Часть 2 "Прогноз" состоит из 12 задач.

Инструкция на экране:

"Сейчас Вам надо будет предсказывать реакции знакомого на основе полученного знания и опыта общения с ним. В этих заданиях Вам будет сообщаться о стиле предшествующей реплики знакомого и о стиле Вашего ответа ему. Вы должны предсказать стиль последующего ответа знакомого.

Если Вы готовы к выполнению задания, нажмите любую клавишу".

Исследовательская методика Д.Берри и Д.Бродбента проводится индивидуально, а наша учебная методика – в групповом варианте, чтобы сделать возможным совместное обсуждение в процессе решения.

Результаты предшествующего проведения данной методики оказались противоречащими результатам Д.Берри и Д.Бродбента. В их экспериментах результаты серии «Управление» отрицательно коррелировали с серией «Прогноз». В наших учебных экспериментах корреляция между ними оказалась положительной (+.65). Со студентами обсуждаются возможные интерпретации этого расхождения результатов – в частности, возможный вклад группового обсуждения и обмена информацией в изменение характера связи на противоположный.

б) Русифицированная нами методика Дж.Функе и Х.Мюллера «Синус» (Frensch, Funke, 1995). Как пишет в настоящее время Дж. Функе, такого типа задания будут включены в международную программу оценки компетентностей школьников PISA (в ней участвуют и российские школьники).

Испытуемому предлагается исследовать методом «черного ящика» систему из 6 переменных, названных бессмысленными именами и связанных между собой неизвестными испытуемому математическими зависимостями разной степени сложности. Испытуемый экспериментирует с подсистемой значений, состоящей из трех переменных: “olschen” (x1), “mukem” (x2), “raskeln” (x3), и наблюдает за подсистемой значений трех других переменных: “gaseln” (y1), “schmorken” (y2), “sisen” (y3).

Их связи таковы (рис. 9):

$$y_{1,t+1} = y_{1,t} + 10.0 \times x_{1,t}$$

$$y_{2,t+1} = y_{2,t} + 0.2 \times y_{3,t} + 3.0 \times x_{3,t}$$

$$y_{3,t+1} = 0.9 \times y_{3,t} + 2.0 \times x_{2,t} + 0.5 \times x_{3,t}$$

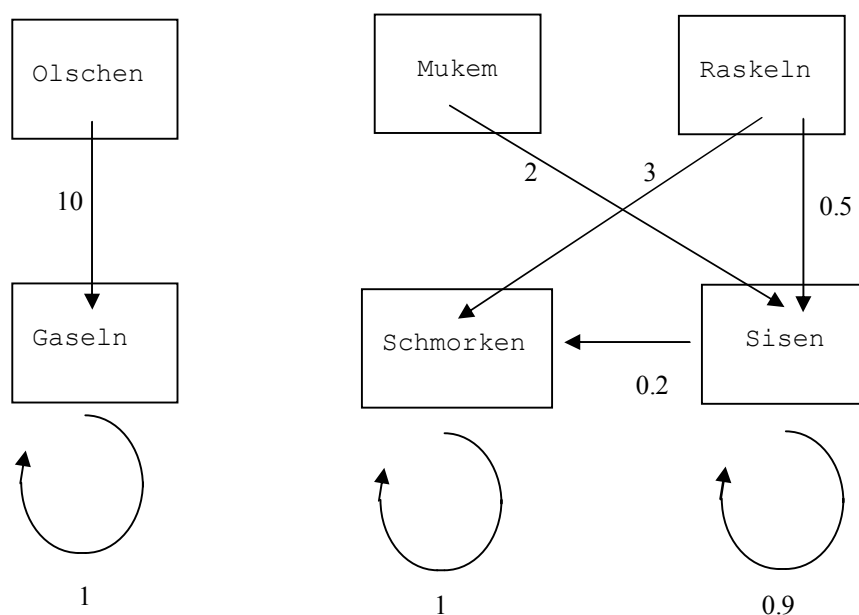


Рис. 9. Графическое изображение связей между переменными в сценарии "Синус".

Программа «Фонд образовательных инноваций» НИУ ВШЭ

Испытуемый вводит "аккорд" значений "olschen", "mukem", "taskeln", и только после ввода этих трех значений появляются - тоже "аккордом" - значения на трех выходах. Таким образом, становится крайне затруднительной, если вообще возможной, стратегия варьирования факторов по одному (это сделано намеренно).

Оценка результатов испытуемого осуществляется по двум параметрам:

- а) число "правильных" стрелок (таких же, как в образце)
- б) число "неправильных" стрелок.

Установления численных значений коэффициентов не требуется (но некоторые участники все равно пытаются это делать по собственной инициативе – это их собственная познавательная активность).

* * *

Представленный выше комплекс дидактических объектов – «черных ящиков», компьютерных сценариев, демонстрационных объектов и компьютерных моделей – позволит, как мы планируем, сделать курс «Психология исследовательского поведения и решения комплексных задач» для магистров программы «Измерения в психологии и образовании» насыщенным и полезным содержательно, а также более интересным, если оценивать мотивационную составляющую обучения.

Описания указанных объектов и экспериментов с ними представлены в следующих публикациях автора (выборочный список).

Поддьяков А.Н. Изменение представлений о непреходности превосходства под влиянием ознакомления с "нетранзитивными" объектами // Современная экспериментальная психология: В 2 т. / Под ред. В. А. Барабанщикова. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2011. Т. 2. С. 193-205.

Поддьяков А.Н. Исследовательское поведение: стратегии познания, помощь, противодействие, конфликт. М.: ПЕР СЭ, 2006.

Поддьяков А.Н. Комбинаторное экспериментирование дошкольников с различными объектами // Вестник Моск. ун-та. Сер.14. Психология. 1991. № 5. С. 34-41.

Поддьяков А.Н. Обучение дошкольников комбинаторному экспериментированию // Вопр. психологии. 1991. № 4. С.29-34 (0.5 п.л.).

Поддьяков А.Н. Овладение методологией многофакторных исследований как направление познавательного и личностного развития // Исследовательская деятельность учащихся / Под общей ред. А.С. Обухова. Т. 1. Теория и методика. М.: Общероссийское общественное движение творческих педагогов "Исследователь", 2007. С. 166-177.

Поддьяков А.Н. Развитие исследовательской инициативности в детском возрасте. Дисс. ... докт. психол. н. М., 2001.

Poddiakov A. Didactic objects for development of young children's combinatorial experimentation and causal-experimental thought // International journal of early years education. 2011. Vol. 19(1). P. 65-78.

Poddiakov A. Preschoolers' acquirement of competences in factor combining and factor interaction // Developmental tasks: towards a cultural analysis of human development / J.ter Laak, P.G.Heymans, A.I.Podol'skij (Eds.). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 1994. P. 173-186.

Podd'iakov A. N. Teaching preschoolers combinatory experimentation // Journal of Russian and East European psychology. 1992. Vol. 30(5). P. 87-96.

Poddiakov A., Valsiner, J. Intransitivity cycles and their transformations: how dynamically adapting systems function? // Qualitative mathematics for the social sciences: mathematical models for research on cultural dynamics / Edited by L. Rudolph. NY: Routledge, 2012. P. 343-391.