

ПАКЕТ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ КОМБИНАТОРНОГО ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ДЕТЕЙ

*А.Н.Поддьяков,
МГУ им. М.В.Ломоносова*

Способность исследовать и анализировать ситуации со множеством взаимосвязанных факторов, вызывающих сложную картину следствий, является одной из наиболее важных характеристик развитого логического и творческого мышления. Такие многофакторные ситуации требуют значительно более высокого уровня осмысления информации и организации деятельности, чем ситуации другого, более простого типа, в которых каждая причина вызывает свое однозначно определенное следствие, а комбинирование нескольких факторов приводит к простой сумме этих следствий. Соответствующие исследования мышления широко проводятся на взрослых, например, в контексте решения ими сложных задач по управлению компьютеризованными системами, моделирующими взаимодействия большого числа неизвестных факторов [2]. Младшим школьникам и подросткам в качестве экспериментальных предъявляются многофакторные задачи более простого типа [3].

Однако при традиционном обучении детям в основном предлагаются задания, в основе которых лежат жесткие связи типа "одна причина - одно следствие". Такие задачи требуют нахождения единственного правильного способа выполнения и имеют единственный правильный ответ. Учебная деятельность с такого рода материалом хотя и имеет свои достоинства, но может привести к формированию косного, консервативного мышления, если не будет компенсирована активным погружением ребенка в проблемные ситуации другого типа. Это ситуации, моделирующие взаимосвязи (в том числе, неоднозначные) между несколькими предметами или явлениями; ситуации, создающие пространство для обработки информации сразу по нескольким направлениям, анализа множества возможных вариантов решений, развертывания комбинаторного мышления.

В проведенном нами цикле экспериментов с участием более 200 испытуемых 5-6 лет было показано, что уже дошкольники способны самостоятельно осуществлять достаточно эффективный комбинаторный перебор факторов и понимать многофакторные механические, математические и логические зависимости в процессе обследования специально разработанных проблемных игрушек [1].

В данной статье описывается другой тип объектов - компьютерные игры для детей 5-12 лет, также требующие комбинирования и анализа взаимодействия системы факторов. В пакет, названный "Клубок причин, или поиграем в комбинаторику" входят 5 игр. Четыре из них изготовлены по нашим сценариям ассоциацией "Компьютер и детство" и распространяются в детских садах, последняя игра существует в экспериментальном варианте.

1. Самая простая игра, с которой и рекомендуется начинать знакомство ребенка с данным пакетом программ - это "Фантастические животные". В ней дети могут создавать забавные изображения несуществующих животных, комбинируя части изображений реальных существ: лягушки, гуся, кенгуру, рыбы. Части изображений расположены вдоль горизонтальной и вертикальной осей координат, и гибрид является результатом выбора двух частей по каждой из осей. Эта игра не представляет каких-либо интеллектуальных сложностей для детей. Ее цель - вызвать живой интерес ребенка к комбинированию, стимулировать его воображение, сформировать готовность к осуществлению разнообразных неожиданных комбинаций, приводящих к новому результату, а также познакомить в случае необходимости с использованием осей координат.

2. Более сложная игра сходного типа - "Волшебные ключи" - также направлена на формирование умения создавать множество разнообразных объектов путем комбинирования их исходных признаков. Ребенок должен сконструировать набор ключей для открывания дверей темниц, в которых заперты принцессы. Конструирование ключей осуществляется посредством комбинирования их цвета, формы и размера. В вариантах "4 принцессы" и "6 принцесс" ребенок работает с двумя признаками (цветом и формой) и должен сделать либо 4, либо 6 ключей. В варианте "8 принцесс и 8 гномов" дети работают уже с тремя признаками и должны сделать 8 ключей для спасения 8 принцесс и превращения 8 гномов, сторожащих этих принцесс, в принцев. Во всех

трех вариантах различные формы ключей представлены на экране в виде ряда контуров, расположенных вдоль горизонтальной оси, а различные цвета представлены в виде цветных квадратов, расположенных вдоль вертикальной оси. Выбирая какой-либо контур ключа и какой-либо цвет, ребенок делает соответствующий ключ и таким образом постепенно заполняет матрицу всех возможных сочетаний "форма x цвет". Все ключи он должен сделать заранее, до входа в подземелье, иначе не удастся спасти всех принцесс. Результаты своей деятельности по конструированию и использованию ключей он может непосредственно увидеть в финальном кадре, где изображены как все спасенные персонажи, так и оставшиеся в подземелье.

Таким образом, данная игра способствует формированию у детей следующих умений, существенно важных для умственного развития: умения сравнивать объекты по нескольким признакам одновременно; умения планировать свою деятельность, предусматривая множество возможных вариантов; умения строить стратегию полного комбинаторного перебора этих вариантов; умения работать с матрицами.

3. Игра "Помоги птенчику" предназначена для стимулирования комбинаторного мышления детей на материале арифметики. Персонажи игры - несколько зверей разного роста и птенец, выпавший из гнезда. Для возвращения птенца на дерево ребенок должен выбрать животных такого роста, чтобы они, встав друг на друга, дотянулись до гнезда. Ни один из зверей поодиночке не может этого сделать, и дети наглядно убеждаются в том, что некоторые задачи решаются именно путем комбинирования, причем разные комбинации приводят к существенно разным результатам. Ребенок осуществляет комбинаторный перебор различных пар персонажей, складывает величины их ростов и сравнивает полученные суммы с высотой гнезда. Таким образом, дети в упрощенном виде знакомятся с очень важной стратегией решения целого класса оптимизационных задач (включая, например, математическую проблему оптимальной упаковки различных объектов в заданном объеме).

4. Игра "Волки и поросята" предназначена для формирования логического комбинаторного мышления детей, а также деятельности экспериментирования. Ребенок должен посредством исследовательских практических действий выявлять причинные отношения между событиями в условиях неустранимой связи

между несколькими причинами. Он не может непосредственно наблюдать эффект какой-либо одной причины, а работает только с их комбинациями. От него требуется определить, какое следствие связано с той или иной причиной в "чистом виде", и затем на основе этой информации вызвать желаемое явление.

Персонажи игры - поросята, пытающиеся добраться до водопоя, и караулящие их волки. Задача ребенка - дать напиток пороссятам, обезопасив их от волков. Поросят пятеро и живут они в пяти пронумерованных домиках разного цвета. С каждым домиком связана определенная клавиша с тем же номером. На трех дорожках из пяти, ведущих от домиков к воде, спрятались волки, а две оставшиеся дорожки свободны, безопасны. Поросята боятся волков и выходят из домиков по команде ребенка не по одному, а лишь по двое. Только нажав какие-либо две клавиши из пяти (то есть комбинируя причины), ребенок видит, что два поросенка одновременно выходят из каких-то двух домиков (комбинация следствий). В случае опасности он может вернуть поросят обратно, а если опасности нет, то пускает их к воде. Сложность игры состоит в том, что расположение домиков друг относительно друга меняется каждый раз случайным образом, а волки красят часть из них в серый цвет, убирая и номера, чтобы ребенок не мог отличить домики друг от друга. Таким образом, ребенку неизвестно, какие клавиши с какими домиками связаны, и он должен это установить. Игра имеет 9 вариантов, различающихся тем, сколько домиков закрашено в серый цвет и какие именно. Например, схема одного из заданий 5-го варианта такова:

вода	_____	домик ?
вода	_____ волк _____	домик 3
вода	_____ волк _____	домик ?
вода	_____	домик 5
вода	_____ волк _____	домик ?

Варианты делятся на несколько групп, расположенных в порядке возрастания уровня сложности. Внутри каждой группы варианты также расположены в порядке возрастания сложности. Классификация вариантов проведена по двум признакам. Один признак - степень полноты исходной информации, необходимой для решения. Чем выше полнота исходной информации, тем меньше практических действий должен совершить ребенок, чтобы обнаружить недостающую информацию, и тем короче тре-

буемая цепочка рассуждений. Вторым признаком классификации является ли исходная информация позитивной или негативной. Информация считается позитивной, если видны номера и цвета безопасных домиков, из которых можно выпускать поросят. В этом случае ребенок сразу может нажать нужные клавиши. Исходная информация считается негативной, если видны номера и цвета опасных домиков. В этом случае ребенок может определить, какой домик может быть безопасен, не непосредственно, визуально, а путем рассуждений (например, применив метод исключения).

Краткая характеристика всех вариантов представлена в таблице.

№ варианта	степень полноты исходной информации	вид исходной информации	число домиков, номера и цвета которых известны	максимальное число ходов, необходимое для решения
1	полная	позитивная	5 (все)	1
2	полная	позитивная + негативная	1 безопасный + 3 опасных	1
3	полная	негативная	3 опасных	1
4	неполная	позитивная + негативная	1 безопасный + 2 опасных	2
5	неполная	позитивная + негативная	1 безопасный + 1 опасный	3
6	неполная	позитивная	1 безопасный	3
7	неполная	негативная	2 опасных	3
8	неполная	негативная	1 опасный	3
9	информация отсутствует		0	4

Под ходом понимается вызов двух поросят из домиков.

В вариантах 1-3 ребенок может определить пару нужных клавиш без предварительных проб, либо непосредственно увидев номера и цвета безопасных домиков, либо установив их методом исключения (поскольку номера и цвета всех опасных домиков известны). Вариант 1 не требует каких-либо интеллектуальных усилий от ребенка. Он необходим для освоения игровой ситуации и правил игры. Варианты 2 и 3 предназначены для того, чтобы ребенок научился делать выводы на основе негативной информации и совершал осмысленные ходы на основе предварительного анализа ситуации, а не хаотически перебирал клавиши.

Варианты 4-9 характеризуются отсутствием полной исходной информации. Здесь ребенок уже не может сразу определить нужную клавишу и должен осуществлять пробующие, исследовательские действия, чтобы добыть необходимые сведения. Проанализировав исходную информацию (если она есть), ребенок выбирает ту или иную пару клавиш. Нажав их, он должен проанализировать полученную информацию и построить следующий ход, достаточно информативный и результативный. Наиболее сложен в этом отношении вариант 9, в котором вообще не содержится информация о номерах и цветах домиков. Он интересен и взрослым.

Таким образом, в процессе данной игры у детей формируются следующие умения: анализировать неполную информацию об объектах, выдвигать вероятностные гипотезы о связях между ними, строить стратегию практических исследовательских действий для проверки этих гипотез в форме поискового комбинаторного перебора, менять стратегию в зависимости от полученной информации.

5. В игре "Волшебники" реализован принцип системного подхода, в соответствии с которым включение элемента одной системы в другую систему трансформирует и сам элемент, и эту вторую систему. Программа предлагает разветвленную сеть различных задач, начиная с доступных дошкольникам и кончая сложными даже для взрослых.

Данная игра относится к типу реверси (реверси - игра на шахматной доске, по которой, в частности, проводятся чемпионаты мира). Но наша игра разработана со специальной целью изучения и формирования комбинаторного логического мышления и имеет

ряд важных отличий. Одна из ее принципиальных особенностей состоит в том, что игровой ход включает воздействие сразу на два объекта. Кроме того, она содержит возможность экспериментирования в условиях неопределенности.

В игре имеются добрые и злые волшебники, которые могут взаимодействовать между собой и превращать друг друга по определенным логическим правилам. Они расположены на экране в двух параллельных горизонтальных рядах - один под другим. Каждый ряд может содержать от 1 до 5 персонажей, но для осуществления превращений необходимо, чтобы один из рядов включал в себя не менее трех элементов. Численное соотношение и взаимное расположение персонажей задают уровень сложности игры. Игровое действие состоит в обмене местами одного персонажа верхнего ряда и одного персонажа нижнего ряда. Если в результате обмена персонаж оказался между двумя "чужими" (то есть злой между двумя добрыми или добрый между двумя злыми), то он тоже превращается в "чужого". При всех остальных вариантах соседства превращение не происходит. То есть персонаж не изменяется, если он попадает между двумя "своими", или "своим" и "чужим", или в край ряда. Необходимо подчеркнуть, что превращению подвергаются только персонажи - участники обмена, то есть те, кто только что перешел на другое место. Остальные не изменяются даже несмотря на возникшее в результате обмена неблагоприятное соседство. Рассмотрим пример.



Здесь при обмене среднего доброго на крайнего злого добрый попадает в край ряда и не изменяется, а злой попадает между двумя добрыми и превращается в доброго.

Игровые задания могут быть различными: превратить всех злых персонажей в добрых; перевести персонажи из одного расположения в другое, не изменив их численного соотношения и т.д.

Можно видеть, что при выборе хода ребенок должен проанализировать минимум 6 взаимодействующих факторов: 2 фактора - это сами участники обмена и 4 фактора - соседство слева и справа от каждого из них. Эта задача значительно облегчается благодаря наглядности представления факторов и простоте правил их взаимодействия.

Игра имеет 5 вариантов: "Все персонажи видны", "Игра вслепую", "Игра с активным противником", "Игра вслепую с активным противником", "Придумай задачу сам". В первых четырех вариантах игровой целью является превращение злых персонажей в добрых. В целом, эти 4 варианта расположены в порядке увеличения сложности, но при этом каждый из них содержит и простые, и сложные задания. В пятом варианте ребенок может сам придумывать новые позиции, новые игровые цели и экспериментировать с ними, используя все возможности предшествующих вариантов, а также некоторые дополнительные.

Вариант "Все персонажи видны" содержит 6 заданий с различным соотношением добрых и злых волшебников: от задания "3 добрых против 2 злых" до "2 добрых против 5 злых". Первое задание очень простое, а последнее достаточно трудно даже для взрослых, поскольку в нем необходимо вначале спланировать цепочку подготовительных обменов, а лишь затем можно осуществлять превращения.

Вариант "Игра вслепую" содержит задания на исследование ситуации и принятие решения в условиях неопределенности. Все персонажи в заданиях этого варианта закрыты одинаковыми щитами, так что невозможно отличить доброго от злого. После того, как играющий произвел обмен каких-либо двух персонажей, они становятся видны. Тем самым ребенок может исследовать ситуацию. Однако очевидно, что играть в таких условиях надо осторожно, внимательно продумывая ходы. Иначе можно осуществить нежелательные превращения, которые могут оказаться необратимыми. Принятие решения требует здесь специальных стратегий. Данный вариант содержит 7 подвариантов: от "8 добрых против 2 злых" до "2 добрых против 8 злых". Последний подвариант особенно сложен, поскольку даже одно ошибочное превращение доброго в злого приводит к тому, что выигрыш становится невозможным - для превращения злых нужно минимум два добрых.

Вариант "Игра с активным противником" содержит 5 подвариантов: от задания "8 добрых против 2 злых" до "4 добрых против 6 злых". После каждого хода играющего на экране появляется злой персонаж, который делает ход за злых. Этот вариант сложнее предыдущего, поскольку ребенок должен находить наиболее эффективные обмены, максимально улучшающие положение добрых и ухудшающие положение злых. Любые ошибочные

или просто неточные ходы играющего сразу используются "противником".

Вариант "Игра вслепую с активным противником" наиболее труден. Он объединяет в себе два предшествующих варианта, причем персонаж, играющий за злых, "видит" сквозь щиты, то есть владеет полной информацией, и после его ходов обмениваемые персонажи не становятся видимыми. Обратной связью для играющего могут служить открываемые им при обмене персонажи, ходы злого и изменение счета на табло, показывающем число добрых и злых персонажей. Уровень сложности заданий определяется численным соотношением добрых и злых персонажей и соотношением их видимой и закрытой части. Первый параметр варьирует от "8 добрых против 2 злых" до "6 добрых против 4 злых", второй - от 50% невидимых до 100%.

В варианте "Придумай задачу сам" играющий может сам строить два ряда персонажей, закрывать часть из них или всех щитами, изменять порядок их расположения на случайный с помощью команды "перетасовать", вызывать активного противника или же персонаж, играющий, наоборот, за добрых, стирать старую позицию и начинать новую. Тем самым он получает возможность создавать и исследовать ситуации, выходящие за рамки заданий предшествующих вариантов. Например, он может поставить сам себе задачу выяснить, какие ситуации являются потенциально выигрышными, а какие - проигрышными даже при безошибочной игре, какова "критическая масса" невидимых персонажей, делающая ситуацию проигрышной, и т.д.

Таким образом, данный пакет компьютерных игр позволяет предлагать детям разнообразные комбинаторные логические задачи со взаимодействием факторов, различающиеся по содержанию и уровню сложности, а также предоставляет ребенку возможность самому строить многофакторные ситуации и экспериментировать с ними.

Литература

1. Подьяков А.Н. Мышление дошкольников в процессе экспериментирования со сложными объектами // *Вопр. психологии*. N 4. С. 14-24.
2. Функе И., Френш П.А. Решение сложных задач: исследования в Северной Америке и Европе // *Иностранная психология*. 1995. Т. 3. N 5. С. 42-47.

3. Schauble L. Belief revision in children: The role of prior knowledge and strategies for generating evidence // Journal of Experimental Child Psychology. 1990. Vol. 49(1). P. 31-57.