

Игры и головоломки в обучении мышлению

66

Многие жалуются на свою память,
но никто на свой ум.

Французская пословица

В развитии цивилизаций можно различить как универсальные, так и оригинальные элементы. К универсальной части культуры относятся игры как инструменты физических упражнений и становления мыслительной деятельности.

В течение тысячелетий человека сопровождали предметы, применение которых требовало не только физических навыков, но и интеллектуальных усилий. Сейчас мы их можем назвать играми-головоломками, хотя в ту пору они зачастую носили утилитарный или сакральный (культурный, ритуальный) характер.

Так, игральная кость в виде кубика с нанесенными на его шести гранях точками от 1 до 6 была известна и в Древней Индии, и у этрусков еще до основания Рима, и в Месопотамии, и в Америке задолго до Колумба. Образцы таких игровых костей, а также многочисленные фишки для настольных игр, выполненные из фаянса, кости, сердолика, найдены при раскопках египетских пирамид. Их можно увидеть в Москве в Музее изобразительных искусств им. А.С. Пушкина в зале Древнего Египта (зал № 1, стенд 16 и др.).

Логические игры нашли свое отражение в античной истории и поэзии. Геро-

дот рассказывает, что предки этрусков страдали от небывалого голода. Чтобы прогнать мрачные мысли, они придумывали себе развлечения, в том числе изобрели игры в мяч и в кости. Один день они ели, а на другой играли, да так азартно, что забывали о голоде.

Во всех этих случаях кости служили не только для игры. С помощью костей узнавали волю богов и действовали в соответствии с их приговором, выясняли, виновен или нет подозреваемый, казнить его или помиловать. Известна фраза Юлия Цезаря, которую, согласно Светонию, произнес полководец перед тем, как перейти реку Рубикон со своим войском: «*alea jacta est*» (жребий брошен). Это означало, что боги, несмотря на немногочисленность войска Цезаря, советуют ему решительно начать войну.

Публий Овидий Назон в своей знаменитой «Науке любви», давая наставления женщинам, как достойно вести себя за игрой, перечисляет около десятка интеллектуальных игр типа покера, шашек и др. Интересно замечание Овидия о том, что «эти забавы природа оставила женскому полу, а у мужчин развлечения иные – меч, диск, дрот и конная рысь по кругам» (рис. 1).

Античная литература оставила нам красивые сюжеты («ящик Пандоры», «нить Ариадны», «гордиев узел» и т.п.), которые с формальной точки зрения сводятся к по-

становке и решению логической проблемы, т.е. являются головоломками. Можно заметить, что Ариадна – как свойственно женщинам – нашла наиболее изящное решение своей логической проблемы: она предусмотрительно снабдила своего возлюбленного Тесея клубком ниток, чтобы помочь ему выбраться из лабиринта. А вот Александр Македонский, как и подобает полководцу, решил проблему гордиева узла чисто по-мужски – разрубил его мечом. Аналогично 18 столетий спустя задачу «поставить яйцо на острый конец» решил Христофор Колумб: мужественный мореплаватель заставил яйцо стоять вертикально, силой расплющив его конец.

Эти и другие легенды, заключавшие в своей фабуле решение логической задачи, периодически являлись причиной появления новых и новых головоломок на данные темы. Так, современные вариации на тему «колумбово яйцо» простираются от миниатюрных песочных часов, вмонтированных в пластмассовую оболочку «яйца» (для понижения центра масс яйца до устойчивого состояния), до ротора гироскопа, используемого для ориентации спутников (ротор раскручивается до нескольких тысяч оборотов в секунду с помощью индуктивной обмотки, расположенной в подставке яйца).

Народные игры, как и пословицы, путешествуют через века и тысячелетия без всякой оплаты, таможенных ограничений и государственных усилий. Более того, история содержит важное указание на серьезный характер игр молодого Петра I, подготовившего себя к государственному управлению, и игрового опыта других видных государственных и общественных деятелей во всем мире.

Рассмотрим отличия древнейших игр от современных с точки зрения новизны освоения интеллектуальных конструкций.

Действительно, в середине XIX в. действия с дробями считались весьма сложными, спустя век они стали предметом обучения арифметике в средней школе.

Чему новому хотел бы научиться человек? Обобщенный ответ – управлению сложными и сверхсложными системами, в окружении которых протекает вся жизнь современника. Мы пользуемся техникой, действие которой нам важно, а механизм слишком сложен для воспри-

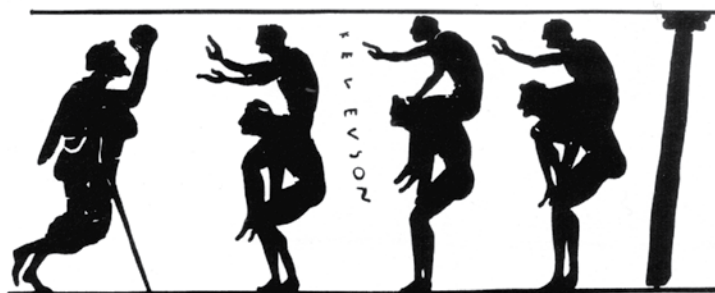


Рис. 1. Игра lékythos. Развертка рисунка на вазе (фрагмент). VI в. до н.э., Оксфорд, музей Ашмолеан

ятия. Усилия понимания направлены на иное. В ряде случаев для анализа вероятности кризисов в сложных системах привлекается математический аппарат, показывающий обязательность научных моделей динамических процессов и сценариев управления, обладающих доказательной, т.е. проверяемой, базой. К ним относятся сценарии «ядерной зимы» [15] и вероятностная оценка отказов узлов в сложных системах, таких как космический челнок «Шаттл» [2].

Если у нас «завис» компьютер, то мы просто «перезагружаем» его кнопкой. Если необходимо перемножить числа, извлечь корень, то нажимаются кнопки калькулятора. Если остановилось авто – вызывается техпомощь. Современный студент знает, что такое «электрический ток», но не может объяснить, почему вращается ротор электродвигателя в мясорубке, фене, стиральной машине. Знает, что самолеты и птицы летают, но не понимает, почему они, будучи тяжелее воздуха, летят. Максимум осведомленности будет выражен в словах «взаимодействуют магнитные поля», «подъемная сила». Знание есть, а понимание не достигнуто. Понимание более сложный, трудоемкий процесс, чем запоминание и воспроизведение по памяти этого знания [1].

А.И. Пилипенко [13] приводит типичный пример: «Студент на экзамене бойко берет трудные интегралы, но на вопросе о самом понятии интеграла явно и безнадежно «плывет». – Как же так, – недоумевает профессор, – Вы прекрасно интегрируете, но не имеете понятия о том, что такое интеграл? Как это возможно? – Профессор, – отвечает расстроенный студент, – все дело в том, что мы вначале не понимаем, а потом привыкаем».



об авторе



В.И. Красноухов, изобретатель, кандидат технических наук



Д.Н. Кавтарадзе, заведующий лабораторией управленческого моделирования факультета государственного управления МГУ имени М.В. Ломоносова, доктор биологических наук

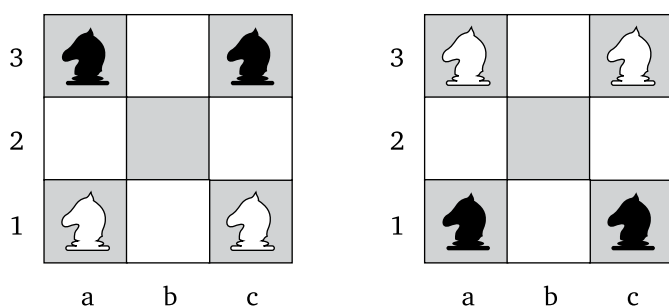


Рис. 2. Задача Гуарини. Старт (слева) и финиш (справа)

Современный человек, особенно (и прежде всего) горожанин, обременен рутинными действиями на работе, а часто и дома. Монотонность действий вызывает «усыпление» приобретенных ранее интеллектуальных умений, уровень владения ими снижается, опускаясь вплоть до автоматического. Как говорят в подобных случаях, «он так овладел навыком, что навык овладел им».

Очевидно, что, ощущая непосильность обременения монотонностью, человек ищет возможность и способ «освежить память и ум».

Монотонность образа жизни – неизбежный результат нормированности социальной роли, ее служебно-производственного характера, поэтому через века путешествуют игральные кости, нарды и другие подручные игры, хоть ненадолго снимающие «сужение» обыденного сознания. Между тем современные игры, к сожалению, также стали машинными, компьютерными, частое занятие ими скорее угнетает, нежели освежает.

На этом механизированном поле готовых развлечений сохраняют непревзойденную привлекательность интеллектуальные задачи-головоломки. Для их решения требуется целый ансамбль личных качеств: особый ум, наблюдательность, находчивость, умение догадываться, выбирать стратегию, усидчивость и настойчивость и др. Наиболее известны головоломки, которые справедливее будет называть *головодумками*, поскольку они ненасильственно поучительны в нахождении простых решений и умении думать различными способами. Изучены и причины, побуждающие интерес к играм [21].

Как и все остальные игры, включая имитационные (деловые), головоломки придуманы людьми. Тем, кто придумывает головоломки, присуща такая осо-

бенность мышления, как рационализация интуитивно найденных стандартных решений проблем, приводящих к успешным действиям с незнакомыми объектами и задачами. Это знание часто имеет интуитивное, буквально рукотворное начало и рационализацию находки в виде математической, логической (на вид), механической головоломки.

Рассмотрим головоломки на «разбитой» шахматной доске. История таких задач уходит в средние века. В 2012 г. можно отпраздновать своеобразный юбилей: ровно полтысячи лет назад, в 1512 г. итальянец Гуарини (Guarini di Fiorli) предложил следующую задачу, которая с тех пор постоянно приводится в книгах по занимательной математике (рис. 2).

В углах шахматной доски 3×3 стоят два белых и два черных коня. Необходимо поменять их местами за наименьшее число ходов. Ходить можно любыми конями любое число раз подряд. Головоломка решается в 16 ходов.

Эта старинная головоломка не представляет сложности для современника, поэтому мы предложим более трудную задачу.

Для этого потребуется использовать доску более причудливой конфигурации (рис. 3). Задача: перевести черного коня с поля e1 на поле a5. Белые кони при этом должны вернуться на свои поля. Ходить можно любыми конями любое число раз подряд.

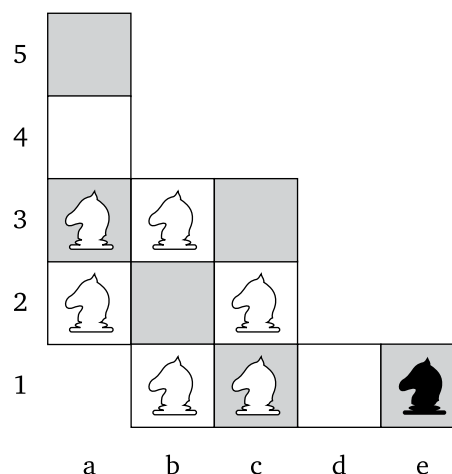


Рис. 3. Толчея на «разбитой» шахматной доске (В. Красноухов © 2005)

Такая головоломка на первый взгляд может показаться трудной и даже занудливой. Ведь пути ее решения неочевидны, требуют многочисленных маневров

на стесненном пространстве, в этих маневрах легко запутаться...

Однако если перевести эту задачу (напомним – современную, но родом из старинного семейства) на язык теории графов (рис. 4), ее решение становится красивым и эффективным.

На этом графе (рис. 4) каждой клетке шахматной доски однозначно соответствует вершина графа, каждому ходу коня – перемещение фишки по соответствующему ребру графа. Последовательность ходов, приводящих к решению задачи, становится очевидной (в скобках показано число ходов при перемещении фигуры из начального положения в конечное):

b1 – b2 (3), a3 – a4 (3), c2 – d1 (4), b3 – a5 (1), c1 – b3 (1), a2 – c1 (1),
 e1 – a2 (5), d1 – e1 (5), a4 – c2 (4), b2 – a3 (4), a2 – b1 (2), c1 – d1 (3),
 b3 – b2 (5), a5 – a4 (5), b1 – a5 (5), a4 – b3 (4), b2 – c1 (4), d1 – a2 (2),
 a3 – b1 (1), c2 – a3 (1), e1 – c2 (1).

Итак, чтобы перевести черного коня с поля e1 на поле a5 и вернуть всех остальных коней на свои места, потребовалось 64 хода.

По сути, озарение при решении этой головоломки происходит не в процессе случайного блуждания коней по доске, а в удачном выборе самого метода решения.

После того как мы вооружились эффективным методом, каким является теория графов, не такой уж трудной покажется следующая головоломка (рис. 5).

Конфигурация доски и задача такие же, как в предыдущей головоломке, но поиск решения осложняется тем, что к табу коней добавлены еще две ладьи (которые, естественно, ходят как обычные шахматные ладьи). Авторское решение этой задачи (В. Красноухов ©) достигается в 81 ход.

Там, где наука подчас затрудняется в анализе, поэзия приходит на помощь догадкой о способе мышления.

ШАХМАТИСТ¹

А у Мошенко шахматный ум –
 Он свободные видит поля,
 А не те, на которых фигуры.
 Он слегка угловат и немного угрюм, –
 Вот идет он, тбилисским асфальтом
 пыля,

¹ Авторы благодарны проф. А.А. Брудному за то, что в свое время он навел их на данный пример.

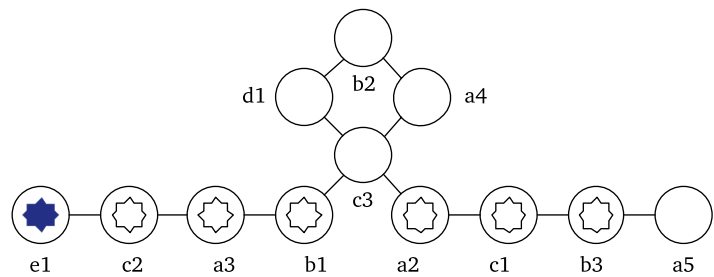


Рис. 4. Решение задачи e1 → a5

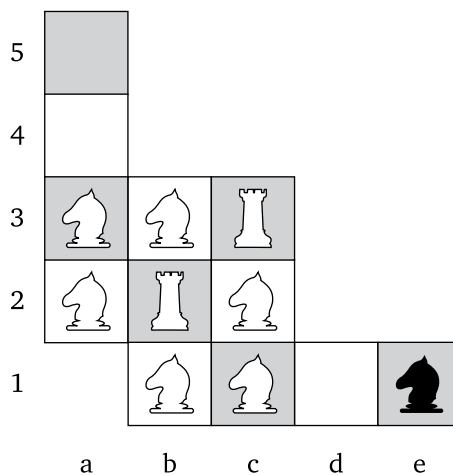


Рис. 5. Головоломка на «разбитой» шахматной доске (В. Красноухов ©)

Высоченный, застенчивый, хмурый.
 Видит наш созерцающий взгляд
 В суматохе житейской и спешке
 Лишь поля, на которых стоят
 Короли, королевы и пешки.
 Ну, а Мошенко видит поля
 И с полей на поля переходы,
 Абсолютно пригодные для
 Одинокой и гордой свободы.
 Он исходит из этих полей,
 Оккупации не претерпевших,
 Ибо нету на них королей,
 Королев и подопытных пешек.

Монотонность образа жизни – неизбежный результат нормированности социальной роли, ее служебно-производственного характера, поэтому через века путешествуют игральные кости, нарды и другие подручные игры, хоть ненадолго снимающие «сужение» обыденного сознания. Между тем современные игры, к сожалению, также стали машинными, компьютерными, частое занятие ими скорее угнетает, нежели освежает.

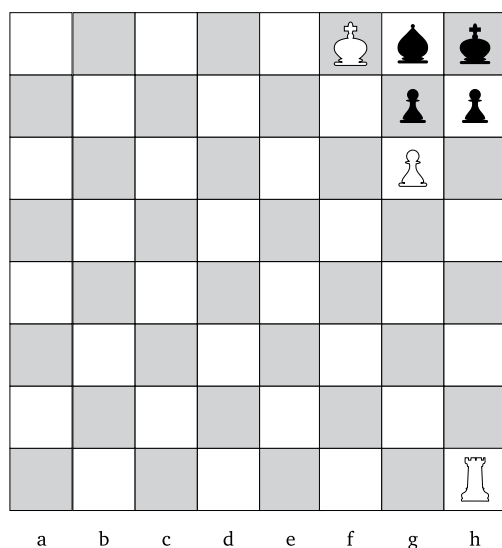


Рис. 6. Пример на запоминание расположения шахматных фигур

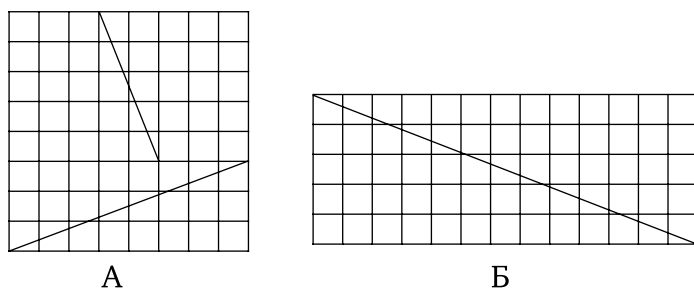


Рис. 7. Классическая головоломка «64 = 65»

Исходить из иного – нельзя!
Через вилки и через дреколья
Он идет – не по зову ферзя,
А по воле свободного поля.
Он идет, исходя из того,
Что свобода – превыше всего,
И, победно звеня стремянами,
Сам не ведает, что у него
Преимущество есть перед нами.

А. Межиров

Свободные видеть поля... поэтическое определение не столько логического, сколько опытного, эвристического приема мышления. Мышления, пришедшего с опытом шахматных партий. Еще Ян Амос Коменский указывал на «знание, которое происходит из опыта».

Приведем пример известного опыта по запоминанию расположения шахматных фигур на доске (рис. 6). После трехсекундного рассматривания изображения шахматной доски участники просят вспомнить, как фигуры расположены на доске. Наперебой предлагаются варианты. Лишь один участник – шахматный гроссмейстер – раздраженно махнул ру-

кой и вымолвил: «Да не помню, как они стояли. Но белые дают мат в два хода».

Разумеется, гроссмейстер слукавил. Шахматисты такой квалификации запоминают подобные простые, но остроумные позиции мгновенно и навсегда. Но этот анекдотичный пример указывает на иной смысловой тип восприятия интеллектуальной задачи. Психологи полагают, что обширный опыт игры позволяет гроссмейстеру распознавать комбинации фигур на доске и определять их значение с той же легкостью, с какой мы распознаем буквы и определяем значения их сочетаний, называемых словами [5, с. 162].

Пожалуй, наиболее экзотическими представителями головоломок являются парадоксальные задачи, в которых поставленная цель кажется очевидно недостижимой, противоречащей здравому смыслу или законам природы. Основоположником этой области занимательной математики является великий греческий ученый Евклид (ок. 300 лет до н.э.). Кроме своего знаменитого труда «Начала», ставшего фундаментом геометрии для последующих двух тысячелетий цивилизации, Евклид написал удивительную книгу «Псевдарию». Она представляла собой сборник разного рода ошибочных рассуждений, которые может сделать юноша, приступающий к изучению математики. Самостоятельное отыскание этих ошибок в рассуждениях – отличная гимнастика для ума, превосходные упражнения для любого думающего человека.

Остается сожалеть, что этот труд Евклида до нас не дошел. Но на протяжении столетий до наших дней последователи Евклида в учебниках математики неизменно используют разного рода софизмы и парадоксы, эти математические изюминки, оформленные в виде занимательных задач различной сложности.

Примером такой классической головоломки является геометрический парадокс, широко известный под названием «64 = 65» (рис. 7).

Возьмем квадрат и разделим его стороны на 8 равных частей. Проведем линии, параллельные сторонам, получим 64 маленьких квадратика. Разрежем исходный квадрат на 4 части (рис. 7А). Переложим эти части (рис. 7Б) и получим прямоугольник, площадь которого

равна $5 \times 13 = 65$ квадратиков! Откуда появился лишний квадратик?

Пример парадоксальной геометрической головоломки отечественного происхождения – «Бермудский треугольник-2» (В. Красноухов © 2009) [8; 9; 12] (рис. 8). В треугольной нише находятся девять элементов. Практически вся площадь треугольной ниши занята (если не брать в расчет узкие щели между элементами). Можно ли в эту нишу вместить еще один – десятый – элемент? На первый взгляд кажется, что эта задача невыполнима. Ведь мы своими глазами видим, что площадь ниши уже практически заполнена. И никакая перестановка этих элементов внутри ниши не приведет к появлению дополнительной свободной площади. От перестановки слагаемых, как мы знаем, сумма не меняется...

Тем не менее эта задача решается, и никаких нарушений законов природы тут нет. («Узкие щели между элементами» по площади равны дополнительно-му треугольнику, хотя зрительно это не воспринимается.)

В военных штабных учениях, в гражданских деловых или имитационных играх обычно имеется избыток информации (сотни параметров, десятки карт и др.), поэтому для выделения из «информационного шума» наиболее значимых элементов требуется целостное видение проблемы. Охват «образа проблемы» требует восприятия задания как системы, расширяет горизонт времени развития событий, упражняет способность выстраивания стратегии действий, ее реализации в многократных (от 3 до 10–15) конкретных решениях, с учетом последствий, наступивших в результате предыдущих решений.

Однако практика проведения имитационных игр показала обязательность предварительной подготовки участников к имитационным экспериментам: педагогов и студентов надо учить действовать в играх совместно, добиваться освоения ими ряда ступеней самоконтроля, диалогического общения и других форм коммуникации.

Головоломки родились головодумками, однако не получили заслуженного признания, сохраняя печать необходимости «ломки», а не «думания».

Особого внимания заслуживает исследование так называемых нерешаемых

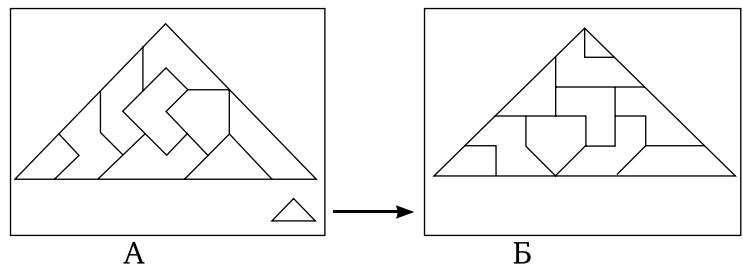


Рис. 8. Задача «Бермудский треугольник-2» и ее решение

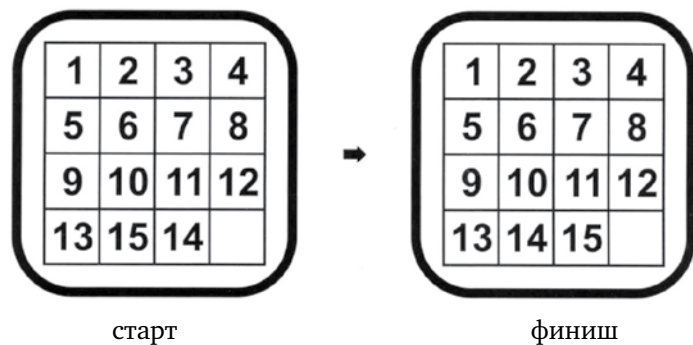


Рис. 9. Неразрешимая задача 15/14 Сэма Лойда. Математики доказали, что переход от стартовой позиции к финишной путем последовательного перемещения фишек на свободное место невозможен

задач, классическим образцом которых является задача автора «пятнашек» Сэма Лойда (рис. 9).

Тем не менее современные изобретатели головоломок остроумно справляются с такого рода задачами. На рис. 10 показаны этапы решения этой задачи голландским инженером Тоном Делсингом. Действительно, цель достигнута! Правда, с одним маленьким нюансом: ориентации фишек в стартовой и финишной позициях несколько различаются.

Нередко появление идеологов, не имеющих достаточного основания для их решения. Они игнорируют собственную природу рассматриваемых проблем, а попытки их решения безуспешны и приводят к масштабным затратам человеческих ресурсов, включая время.

Практика проведения имитационных игр показала обязательность предварительной подготовки участников: педагогов и студентов надо учить действовать в играх совместно, добиваться освоения ими ряда ступеней самоконтроля, диалогического общения и других форм коммуникации.

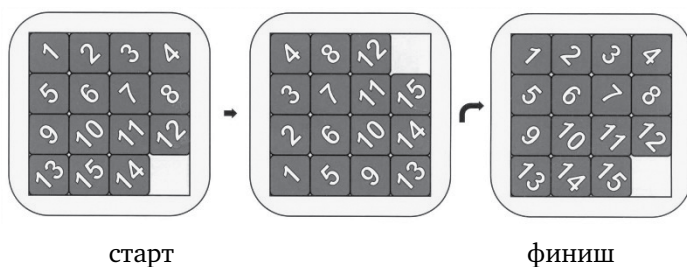


Рис. 10. Головоломка «Sam Loyd 15/14 cracked?!» и этапы ее решения. Автор Ton Delsing (Нидерланды)

В частности, остается нерешенной задача экологизации многих промышленных, инженерных устройств в силу несовместной природы технических стандартов и свойств экосистем [6] (табл.).

Приведем примеры параллелей между условиями головоломных задач и управленческих проблем.

1. И там и там имеет место одновременное оперирование разноразмерными величинами.

2. Разнообразие элементов и вариантов их перестановок превышает возможности их дифференцированного восприятия и собственных инструментов мышления.

3. Решение задачи требует смены типов «образов» и механизмов мышления, чему мешает привычность и инерционность обыденных мыслительных процессов.

4. Анализ неудач управленческих решений часто опирается на качественные суждения, без строгой доказательной базы.

Можно сказать, что наука выявления ошибочных решений еще не признана и делает свои первые шаги [3; 16]. Возражения математиков справедливы как формальные логические конструкции, но неприменимы к большому кругу решений – математический аппарат не оформил «брачных отношений» с интуитивностью, произвольностью, алогичностью человеческих решений.

Интересную с этой точки зрения интерпретацию механических головоломок дал А.И. Пилипенко [13], который исследовал в своих трудах так называемый феномен психолого-познавательных барьеров в обучении. Этот феномен особенно четко наблюдается в преподавании технических дисциплин. Он заключается в массовом бессознательном воспроизведении типичных затруднений, заблуждений, ошибок, ложных умозаключений в учебной мыслительной деятельности учащихся. Головоломка, считает проф. Пилипенко, это искусственно созданная модель такого барьера. Наблюдая процесс решения головоломок, педагог получает возможность изучить внутренние механизмы формирования типичных ошибок, трудностей и недоразумений, возникающих при обучении студентов.

Головоломки помогают каждому заранее узнать о собственных возможностях на примере задач, не имеющих очевидного решения. Например, задание соединить последовательно четыре точки тремя прямыми линиями (рис. 11). Анализ этой обычно «не решаемой» задачи дан психологами [11; 14; 17] и убедительностью эксперимента доказывает устойчивость стереотипов восприятия, их автоматизм и вместе с тем простоту преодоления. Сходный анализ трудностей решения головоломок требует глубокой разработки.



Рис. 11. Пример задачи, не имеющей очевидного решения

Исследования, проведенные ранее одним из авторов в области нейронных и синаптических структур мозга, позволяют подтвердить обоснован-

Таблица

Сравнительная таблица требований к техническим стандартам и свойств экологических систем

Требования к техническим стандартам (Занько, 1982; Урванцев, 1984)	Свойства экосистем
Сокращение неоправданного разнообразия	Биологическое разнообразие
Унифицированный язык	Многообразие языков
Систематизация статических предметов, понятий и явлений	Динамичность и непредсказуемость явлений
Максимальная простота	Нарастающая сложность
Пунктуальность в соблюдении стандартов и норм	Постоянная изменчивость
Применение опережающей стандартизации	Неполнота наших знаний о динамике экосистем

ность особого внимания к шипикам дендритов и синапсам нейронов (исследования Г.И. Полякова и других) как к структурам, обеспечивающим собственно высокопластичную деятельность мозга. Можно привести гипотезу Д.Н. Кавтарадзе о механизмах интеллектуального развития [4], основанную на представлениях А.Н. Леонтьева [10] о появлении в мозгу «микроорганов» как результата и инструмента решения задачи и на мысли Г.П. Щедровицкого [18, с. 75] о том, что в играх транслируется структура, которая потом получает новое наполнение и «работает» в иной ситуации. Их своевременная трансляция образованием представляет собой механизм преемственности культуры. Правоммерно допустить, что структура, «микроорган» формируются в результате решения головоломок, а их дальнейшее наполнение отвечает содержанию сложной интеллектуальной задачи, в том числе управленческой. Таким образом, образование синапсов шипиков как «микроорганов» отвечает представлениям А.Н. Леонтьева о структурно-функциональной основе решения интеллектуальной задачи и Г.П. Щедровицкого о полифункциональности базовых структур.

Механические головоломки дополняют интеллектуальный поиск разнообразными сенсорными сигналами, что меняет характер «соображений», предполагает развитость манипулятивных навыков в оперировании предметной средой и способность к саморефлексии.

Модели, головоломки, игры тысячамилетиями подтверждают важность деятельности, особенно в условиях неопределенности: «глаза страшатся, а руки делают». Добавим от себя: глаза – смотрят, мозг – видит, запоминает, анализирует, понимает, выбраковывает [7] и может передать опыт действиями, словами, формулами. Зарубежные коллеги-преподаватели применяют головоломки В.И. Красноухова в обучении и просвещении жителей своих стран, связывая решение головоломок с применением математических методов: René Jansen (Нидерланды, 1998) [20], Bernhard Wizezorkе (Германия, 2005) [22], Jantine Bloemhof (Нидерланды, 2008) [19].

Произойдет ли переход от головоломок к головодумкам? Он произошел изначально, однако культура не под-

держивает прямое сравнение умов, она допускает лишь опосредованное – через «ломку».

Что движет усилиями поиска простого, а потому красивого решения? Предлагается вспомнить о принципе стремления к наименьшим усилиям (действиям) Пьера Луи де Мопертюи. Обнародованный в 1746 г., он имеет, по-видимому, универсальный характер, поскольку совершенство Вселенной требует определенной экономии в природе и противоречит любым бесполезным расходам энергии. Наш современник В.А. Швецов предложил распространить принцип наименьшего действия применительно к модернизации и построению социальных систем в следующей формулировке: «Любая социальная система, выполняя условия поставленной задачи, стремится найти простое решение и совершить наименьшее действие». Два вывода имеют непосредственное отношение к играм: «никакая социальная система не стремится к модернизации без внешнего воздействия на нее» и «не человек управляет социальной системой, а социальная система управляет человеком». Эта интерпретация вызывает большой интерес и привлекает определением границ применимости этого принципа, особенно в отношении механизмов модернизации общества.

Феномен психолого-познавательных барьеров в обучении особенно четко наблюдается в преподавании технических дисциплин. Он заключается в массовом бессознательном воспроизведении типичных затруднений, заблуждений, ошибок, ложных умозаключений в учебной мыслительной деятельности учащихся. Головоломка – это искусственно созданная модель такого барьера.

Представляется важным установление сходства и различия в интуитивном и рациональном поиске решений в головоломках и государственном управлении сложными системами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брудный А.А. Наука понимать. Бишкек: Илим, 1998.
2. Григорян А.А., Шикин Е.В., Шикина Г.Е. О некоторых проблемах оценки вероятности возникновения кризиса

- в сложных системах // Мат-лы межд. конф. «Государственное управление в XXI веке: традиции и инновации». М.: Изд-во МГУ, 2009. С. 512–518.
3. Дернер Д. Логика неудачи. Стратегическое мышление в сложных ситуациях. М.: Смысл, 1997.
 4. Кавтарадзе Д.Н. Мастерская игр: ремесло и искусство. М.: Акрополь, 2012.
 5. Кавтарадзе Д.Н. Обучение и игра. М.: Просвещение, 2009.
 6. Кавтарадзе Д.Н. и др. Автомобильные дороги в экологических системах. Проблемы взаимодействия / Д.Н. Кавтарадзе, Л.Ф. Николаева, Н.Б. Флорова, Е.Б. Поршнева. М.: ЧеРо, 1999.
 7. Кавтарадзе Д.Н. и др. Анализ процесса обучения в имитационных моделях и играх / Д.Н. Кавтарадзе, Л.Г. Судас, Е.Ю. Лихачева, А.А. Мирошниченко // Мат-лы межд. конф. «Управление XXI век». М.: Изд-во МГУ, 2009.
 8. Красноухов В.И. Механические головоломки – что это такое? // Мат-лы Всероссий. специализированной педагогической конференции «Проблемы развития и обучения детей от младенчества до школы. Современные авторские методики, пособия и развивающие игры». М.: НОУ Учебно-методический центр «Учимся, играя»; ЗАО «ЭКСПОЦЕНТР», 2004.
 9. Красноухов В.И. Занимательный мир головоломок // Смекалка. 2010. № 3. С. 91–103.
 10. Леонтьев А.Н. Культура, поведение и мозг человека // Вопр. философ. 1968. № 7. С. 50–56.
 11. Леонтьев А.Н. Опыт экспериментального исследования мышления // Хрестоматия по общей психологии: Учеб. пособ. для студентов спецотделений факультетов психологии высших учебных заведений по специальностям 52100 и 020400 – «Психология». Вып. III: Субъект познания / Под ред. В.В. Петухова. М.: Российское психологическое общество, 1998.
 12. Новичкова И.А. Планета головоломок. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.planetagolovolomok.ru> (дата обращения: 02.06.2011).
 13. Пилипенко А.И. Феномен психолого-познавательных барьеров в обучении: опыт теоретического исследования. Курск: Изд-во КГТУ, 1995.
 14. Пономарев Я.А. Психология творчества. М.: Наука, 1976.
 15. Тарко А.М. Антропогенные изменения глобальных биосферных процессов. М.: Физматлит, 2005.
 16. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. М.: Мир, 1985.
 17. Тихомиров О.К. и др. Развитие деятельностного подхода в психологии мышления / О.К. Тихомиров, Ю.Д. Бабаева, Н.Б. Березанская, И.А. Васильев, А.Е. Войскунский // Традиции и перспективы деятельностного подхода в психологии: школа А.Н. Леонтьева / Под ред. А.Е. Войскунского, А.Н. Ждан, О.К. Тихомирова. М.: Смысл, 1999. С. 191–234.
 18. Щедровицкий Г.П. Методологические замечания к педагогическому исследованию игры // Хрестоматия по возрастной и педагогической психологии / Под ред. И.И. Ильясова, В.Я. Ляудис. М.: Изд-во МГУ, 1981.
 19. Bloemhof J. Knight Switch. Creative wiskunde en logisch redeneren voor getalenteerde basisschoolleerlingen. Amstelveen, 2006.
 20. Jansen R. Tick-tack sliding block puzzle // CFF 47. 1998. P. 16–20.
 21. Kavtaradze D.N. Games as releasers of super stimuli's phenomena. Meanings of the gaming bottleneck // de Caluwé L., Hofstede G.J., Peters V. (eds). Why do games work? Kluwer: Deventer, 2008.
 22. Wieszorke B. Tick-tack puzzle revisited // CFF 68. 2005. P. 11.