

В настоящее время наблюдается недостаток надёжных измерительных инструментов для объективной оценки навыков, необходимых для решения комплексной проблемы. В статье раскрываются ограничения существующих методов, а также описывается новый измерительный инструмент, основанный на подходе минимально комплексных систем (MicroDYN и MicroFIN).

Ключевые слова: комплексные проблемы; решение комплексных проблем; методы измерения; микромиры; минимально комплексные системы; MicroDYN; MicroFIN.

Currently there is a lack of reliable measuring instruments for an objective assessing the skills necessary to deal with complex problems. The article describes the limitations of existing methods and reveals a new measuring tool, based on the approach of minimal complex systems (MicroDYN and MicroFIN).

Keywords: complex problems; complex problem solving; measuring instruments; microworlds; minimal complex systems; MicroDYN ;MicroFIN.

А. Б. Кутузова

Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

E-mail:kutuzova-anastasiia@mail.ru

Решение комплексных проблем: вопрос о методе

Научная статья

A. B. Kutuzova

P. G. Demidov Yaroslavl State University

On the Issue of a Method for Complex Problem Solving

Scientific article

Некоторые современные исследователи в области решения комплексных проблем называют умение решать их «навыком XXI века». В настоящее время человек постоянно сталкивается с проблемами такого типа. Примером может служить освоение отдельным человеком новой компьютерной программы, понимание принципа работы сложного механизма, создание и реализация новых проектов. Навыки решения комплексных проблем являются необходимыми для успешного взаимодействия с динамично изменяющейся средой, включающей в себя множество взаимосвязанных и частично неизвестных субъекту элементов, их динамику и временные ограничения. С. Грейф, С. Вюстенберг, И. Функе и другие отмечают повсеместную тенденцию к уменьшению роли рутинных задач и увеличению роли интерактивных, комплексных и динамических [1, 2]. Как отмечает А. Н. Подъяков, включение интерактивных проблем в Международную программу по оценке образовательных достижений учащихся (Programme for International Student Assessment, PISA) представляется важным и своевременным шагом [3].

Возрастающая актуальность решения комплексных проблем в современном мире требует соответствующих методов исследования, что, в свою очередь, зависит от адекватного конструирования заданий, их экологичности для испытуемого и разработки алгоритмов последующей оценки решения. Недосток адекватных измерительных инструментов замедляет развитие данной области исследований и является препятствием в понимании природы решения комплексных проблем [4].

Проблема – ситуация, в которой исходное состояние должно быть трансформировано в целевое при отсутствии доступного, очевидного или рутинного метода ее решения. Решить проблему – значит найти операцию или серию операций, реализация которых приведет систему из исходного состояния в целевое [5]. Проблема является комплексной, если для ее решения должно быть рассмотрено большое число взаимосвязанных факторов. Часто предварительные знания о такой проблеме могут быть неверными или неполными. При решении комплексной проблемы из-за ее сложной структуры решатель всегда обладает недостаточными в той

или иной степени знаниями о проблеме. Динамика изменения проблемы в процессе ее решения задает условие постоянно обновлять знания, непрерывно исследовать систему и находить изначально неизвестные эффективные операции. В процессе взаимодействия с проблемой необходимо 1) получить информацию для адекватного понимания проблемы и 2) применить эту информацию для решения [4].

Появление возможности компьютерного моделирования реалистичных комплексных задач обеспечивает большой шаг вперед для исследований. Начиная с 1970-х годов такие компьютерные сценарии, как «Локхаузен», «Сахарная фабрика», «Тайлоршоп» все чаще фигурируют в исследованиях решения комплексных проблем в качестве измерительного инструмента: с одной стороны, их содержание относительно реалистично и моделирует реальность окружающего мира, а с другой – имеет преимущества стандартизованных лабораторных условий. Так, Д. Дернер подробно изучил систематические ошибки человека при взаимодействии с комплексной проблемой, а Д. Берри и Д. Бродбент исследовали влияние имплицитных знаний на управление комплексной системой [4, 6]. В таких комплексных микромирах человек может управлять определенными переменными, наблюдая за изменениями системы. В ходе этого взаимодействия человек получает информацию о комплексной проблеме и может применять ее для достижения заранее определенной цели. Микромиры содержат множество элементов, связанных между собой нелинейными связями. Они обладают свойствами непрозрачности – некоторые элементы недоступны решателю при непосредственном наблюдении и имеют свою внутреннюю динамику.

В качестве инструмента для оценки решения сложных жизненных проблем может быть использован метод размышления вслух над проблемой [7]. Процедура оценки решения заключается в предъявлении нескольких сложных проблемных ситуаций, которые имеют признаки комплексных проблем в их обычном понимании (отсутствие регламентированного плана решения, взаимосвязанность элементов, непрозрачность, отсутствие всей необходимой информации для решения и т. д.). Испытуемому необходимо предложить какой-либо вариант решения данной проблемы, обосновать его и указать на то, какой важной информации не хватает для решения. Протоколы мышления вслух подвергаются экспертной оценке в отношении количества фактических и процедурных знаний, степени учета

контекста, ценностного релятивизма и неопределенности. Однако данная процедура не отвечает требованию оперативности: процедура громоздка, ее проведение занимает около 1 часа без учета экспертной оценки протоколов; универсальности (с испытуемыми, не склонными к вербализации ее проведение невозможно); доступности (процедура обработки данных предусматривает привлечение специалистов высокого уровня). Данный метод широко применяется в рамках исследований Берлинской парадигмы мудрости [8].

С. Грейф, С. Вюстенберг, И. Функе считают, что основные недостатки существующих измерительных инструментов связаны с двумя аспектами: во-первых, не была создана общей модели, на основе которой были бы сконструированы задачи, что приводит к невозможности сравнения оценок решения, полученных при использовании различных инструментов; во-вторых, существующие инструменты основаны на использовании только одного задания, что делает результаты оценки недостаточно надежными. Кроме этого, случайная ошибка в начале решения в некоторых объемных сценариях может вести к общей низкой оценке независимо от объективной способности испытуемого. Соответственно, использование общей модели для построения различных задач позволяет сравнивать полученные результаты различных заданий, а использование нескольких тестовых заданий повышает надежность измерения. Авторы приводят новый метод, в котором сочетаются и первое, и второе преимущества [9].

1. Введение общей структуры задачи – LSE и FSA. Более чем за 30 лет исследований было получено множество эмпирических выводов, основанных на использовании различных задач-микромиров. Часто такие задачи конструировались бессистемно. Значительные различия во внутренней структуре задач и когнитивных процессах, задействованных при решении этих задач, делали невозможным сравнение эмпирических результатов разных исследований. Для устранения этого недостатка И. Функе предложил использовать общую формализованную основу для сравнения различных сценариев. Формализация позволяет получить общую структуру для всех заданий, основные общие свойства и возможность их сравнить. В противоположность объемным динамическим сценариям с множеством переменных этот метод использует более простые сценарии с меньшим числом переменных.

И. Функе приводит два варианта формализации: linear structural equations (LSE) и finite state automata (FSA). Задачи, основанные на LSE, содержат количественные связи между элементами системы (исходными (input) и конечными (output) переменными). Так, увеличение одной из исходных переменных может вести к уменьшению/увеличению одной или более конечных переменных. Задачи, сконструированные на основе FSA, состоят из некоторого числа состояний системы, различающихся качественно. Изменение состояния одного элемента в такой задаче (например, нажатие кнопки телефона) может привести к изменению состояния другого элемента или всей системы. Экспериментальные задания, сконструированные на основе данных моделей, занимают меньше времени в проведении: время решения одной задачи составляет около 5 минут.

2. Использование нескольких задач для оценки – multiple complex system (MCS). Для более точной оценки и для разграничения групп с высокой, средней и низкой успешностью решения необходимо использование задач разного уровня трудности, основанных на общей структуре [4, 9].

Это было реализовано в подходах MicroDYN и MicroFIN. Подход, основанный на использовании LSE, получил название MicroDYN, подход на основе FSA получил название MicroFIN. Любая комплексная задача может быть сконструирована и на основе LSE, и на основе FSA или на основе их комбинации.

Тестовая серия содержит в себе несколько задач (обычно около 10), отличных друг от друга семантической оболочкой и уровнем трудности. Решение каждой задачи в серии занимает около 5 минут и разделено на две фазы: получение и применение знаний. В первой фазе (3 мин.) испытуемый свободно исследует систему взаимосвязей между исходными и конечными переменными в условиях ограниченного времени; в конце первой фазы на диаграмме испытуемому необходимо отразить стрелками взаимосвязи переменных – правильность этой диаграммы в дальнейшем оценивается как показатель фазы приобретения знаний. В течение второй фазы (2 мин.) испытуемый должен достичь заданных целевых значений, используя полученную информацию о системе взаимосвязей переменных, за определенное количество шагов, что служит оценкой фазы применения знаний. Как правило, вся тестовая серия, содержащая 10 задач, длится около часа.

Данный подход может быть реализован в любой семантической оболочке задачи (например, воображаемым животным дается корм разного типа (исходные переменные), и это влияет каким-либо образом на конечные переменные). Кроме этого, переменные могут быть обозначены без какой-либо глубокой семантической нагрузки (например, в задаче химической лаборатории – растворы «А», «Б», «В», «Г» связаны с элементами «М», «Н», «О», «П»). Таким образом, задачи остаются реалистичными и семантически наполненными благодаря оболочке задачи, но не содержат в себе подсказки к решению. Это позволяет избежать активации предыдущих знаний испытуемого. Кроме этого, использование этого подхода является экологичным: эффективное взаимодействие с новой сложной системой зачастую занимает в реальности не более нескольких минут (например, покупка билета в новом терминале самообслуживания).

Таким образом, использование метода MCS (MicroDYN и MicroFIN подходы) имеет следующие преимущества перед использованием традиционных микромиров, содержащих большое число элементов:

- 1) использование задач, сконструированных на общей основе (LSE либо FSA) позволяет сравнивать результаты, полученные в разных исследованиях;
- 2) возможность конструировать задачи с разным уровнем трудности и общей структурой – испытуемые с низким, средним и высоким уровнями успешности решения могут быть адекватно оценены;
- 3) семантическая оболочка задачи может быть изменена без изменения основной структуры задачи, влияние предварительных знаний максимально снижено;
- 4) отдельно могут быть оценены фазы приобретения и применения знаний;
- 5) использование нескольких задач вместо одной повышает надежность измерения.

Для конструирования задач данного типа авторами используется программное обеспечение CBA ItemBuilder – инструмент для создания динамических интерактивных заданий компьютеризированной оценки, не требующий знания языков программирования [2]. Следует обозначить некоторые ограничения данного метода. И. Функе разделяет «решение комплексных проблем» с использованием микромиров традиционного типа

и решение задачи в рамках подхода «минимально комплексных систем» (MCS) относительно того, какие процессы участвуют в решении этих двух типов задач: каким образом устанавливаются взаимосвязи между переменными задачи и как происходит построение ментальной модели. В задачах MCS полная модель взаимосвязей элементов задачи может быть построена в течение нескольких минут при помощи тщательной проверки влияния каждой из исходных переменных на конечные переменные. В случае объемных микромиров для полного анализа всех элементов и взаимосвязей сценария времени оказывается недостаточно из-за его сложности и количества связей, которое в несколько раз превышает число связей в задачах MCS. Диаграмма причинно-следственных связей в случае таких семантически богатых сценариев не может быть построена. Для создания модели взаимосвязей переменных и решения проблемы в этом случае важную роль играют различные эвристики и предшествующие знания человека; в случае MCS роль предшествующих знаний сведена к минимуму. Это является существенным различием данных измерительных процедур и ограничивает возможность их непосредственного сравнения [10].

Кроме этого, А. С. Елисеенко и А. Н. Поддьяков отмечают, что в парадигме разделения оценки «приобретения знаний» и «применение знаний» не фигурирует самостоятельная постановка новых проблем и задач, связанных с существенным преобразованием среды и ее правил, изобретением и конструированием нового в этой среде. Авторы отмечают необходимость включения данной модели в более экологически валидное и значимое целое [5].

Несмотря на указанные выше замечания, подход MCS обеспечивает надежное измерение решения комплексных проблем и, возможно, является важным шагом вперед в этой области исследований.

Ссылки

1. Корнилов Ю. К., Владимиров И. Ю., Коровкин С. Ю. Современные теории мышления: учебное пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2011. 142 с.
2. Computer-based assessment of Complex Problem Solving: concept, implementation, and application / S. Greiff [et al] // Educational Technology Research and Development. 2013. Т. 61, №. 3. Р. 407–421.
3. Поддьяков А. Н. Решение комплексных проблем в PISA-2012 и PISA-2015: взаимодействие со сложной реальностью // Образовательная политика. 2012. №. 6. С. 62.
4. Assessing complex problem-solving skills with multiple complex systems / S. Greiff S. [et al] // Thinking & Reasoning. 2015. Т. 21, №. 3. Р. 356–382.
5. Елисеенко А. С., Поддьяков А. Н. Динамика приобретения и применения знаний при решении комплексной проблемы по управлению новой системой // Психологические исследования. 2016. Т. 9, № 50. С. 1. URL: <http://psystudy.ru> (дата обращения: 02.04.2017).
6. Дернер Д. Логика неудачи. М.: Смысл, 1997. Т. 3. 238 с.
7. Мехтиханова Н. Н. Роль мудрости в решении сложных жизненных проблем // Ментальные ресурсы личности: теоретические и прикладные исследования / отв. ред. М. А. Холодная. М.: Институт психологии РАН, 2016. С. 175–182.
8. Staudinger U. M., Smith J., Baltes P. B. Manual for the assessment of wisdom-related knowledge. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, 1994. 92 p.
9. Greiff S., Wüstenberg S., Funke J. Dynamic problem solving: A new assessment perspective // Applied Psychological Measurement. 2012. Т. 36, №. 3. Р. 189–213.
10. Funke J. Analysis of minimal complex systems and complex problem solving require different forms of causal cognition // Frontiers in psychology. 2014. Т. 5. –Р. 739.