

## ПАРИТЕТ КОГНИТИВНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ ЭКОНОМИСТОВ

### **Татарников Олег Вениаминович**

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики РЭУ им. Г. В. Плеханова.

Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.

E-mail: ovtatarnikov@mail.ru

### **Чуйко Анатолий Степанович**

кандидат физико-математических наук, доцент, профессор кафедры высшей математики РЭУ им. Г. В. Плеханова.

Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.

E-mail: a\_chuik@mail.ru

Результаты изучения математических дисциплин в высшей школе становятся для исследователей базой для развития науки, а для пользователей, к которым относятся экономисты, – инструментом для принятия решений. Развитие науки инициирует в систему образования новые дисциплины, время для изучения которых формируется за счет сокращения времени изучения традиционных дисциплин, в том числе и математических. Локальное использование информационных технологий, приводящее к ситуации, когда «благими намерениями вымощена дорога в ад», не позволяет достичь одну из главных целей образования – развитие у обучаемого логического мышления. В статье рассмотрен системный подход, обеспечивающий соответствие между когнитивными технологиями в математическом образовании экономистов и используемыми в образовании информационными технологиями. Авторами показано, что такой подход должен базироваться на мониторинге паритета между указанными технологиями с целью своевременного совершенствования полигона примеров и задач, а также структуры, содержания и методов подачи изучаемого материала.

*Ключевые слова:* математическое образование экономистов, информационные технологии, полигон задач, структура и содержание когнитивных технологий.

## PARITY OF THE COGNITIVE AND INFORMATION TECHNOLOGIES IN MATHEMATICAL EDUCATION ECONOMISTS

### **Tatarnikov, Oleg V.**

Doctor of Science, Professor, the Head of the Department for Higher Mathematic of the PRUE.

Address: Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russian Federation.

E-mail: ovtatarnikov@mail.ru

### Chuyko, Anatoliy S.

PhD, Assistant Professor, Professor of the Department for Higher Mathematic of the PRUE.

Address: Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russian Federation.

E-mail: a\_chuik@mail.ru

The results of studying mathematics in higher school form for researchers the foundation for the development of science and for users, including economists – the instrument for decision-making. The development of science brings new subjects to the education system, which causes the reduction of time for traditional subjects, including mathematics. The local use of information technologies cannot enable us to reach a major target of education, i. e. the development of logical thinking. The article puts forward a system approach ensuring a conformity between cognitive technologies in mathematical education of economists and information technologies used in education. The authors show that this approach must be based on monitoring the parity between the mentioned technologies in order to update the ground of sums and tasks, as well as structure, content and methods of delivering the material.

*Keywords:* mathematical education of economists, information technologies, ground of tasks, structure and content of cognitive technologies.

Образовательные технологии являются неотъемлемой частью когнитивных технологий, которые формируют рассуждения, связанные отношением логического следования, и которые способны воспроизвести процессы познания человеком окружающего мира [1]. С давних времен для увеличения скорости выполнения образовательных функций когнитивных технологий в качестве инструментария используются информационные технологии. Однако любое использование адекватных своему времени нововведений несет не только планируемые результаты, но и необходимость решения проблемы соответствия нововведений существующим условиям. Не является исключением и встраивание информационных технологий в когнитивные технологии современного математического образования экономистов.

Известно, что технологии как математического, так и любого другого образования направлены на достижение двух основных неразделимых целей:

– *первая* – овладеть логическим мышлением, выработанным человечеством и заложенным в методах данной дисциплины;

– *вторая* – освоить предмет и методы данной дисциплины, необходимые при изучении других наук и при выполнении профессиональных обязанностей в будущем.

Эффективное достижение указанных целей в образовании обеспечивается соответствием между образовательными функциями, выполняемыми информационными технологиями, и остальными образовательными функциями когнитивных технологий, выполняемыми живым интеллектом. Такое соответствие далее будем называть *паритетом* между когнитивными и информационными технологиями.

*Паритет рассматриваемых технологий прямо или опосредованно выходит на решение проблем развития человечества.*

В самом деле, достойный уровень комфортного проживания всегда обеспечивается накапливаемыми знаниями. Поэтому

постоянно растет количество желающих знать, уметь и владеть этими знаниями. В то же время рост числа тех, кто мог бы удовлетворить эти желания в быстро меняющихся жизненных условиях, существенно отстает. В этих условиях система образования, постоянно расширяя перечень предоставляемых услуг, испытывает недостаток квалифицированных преподавательских кадров.

Проблема дефицита преподавательских кадров решается за счет применения информационных технологий для выполнения части интеллектуальных функций в системе образования. При этом возникает вопрос: должны ли измениться остальные образовательные функции когнитивных технологий и в каком направлении?

Как следствие предыдущей проблемы, существует еще одна проблема, связанная с постоянным ростом объема научных знаний, приводящих к появлению в системе образования новых дисциплин, освоение которых требует времени. Естественно, что это время выделяется за счет сокращения времени на изучение традиционных дисциплин, в том числе и математических. Изучение традиционных дисциплин обычно доведено до совершенства, и, следовательно, существует возможность материализовать некоторые из них в информационных технологиях. Таким образом, и эта проблема решается за счет применения информационных технологий для выполнения некоторых интеллектуальных функций когнитивных технологий в образовании. Однако возникает тот же вопрос: должны ли при этом измениться остальные образовательные функции в когнитивных технологиях и в каком направлении?

Очевидно, что решение этих проблем осуществляется за счет увеличения производительности труда в системе образования, что приводит к проблемам, которые оказывают явное или неявное воздействие на паритет рассматриваемых технологий.

Сегодня имеется возможность решать многие математические задачи с помощью

методов, материализованных в информационных технологиях. Поэтому традиционные подходы к решению этих задач воспринимаются (не только с экономических, но и с психологических позиций) как иррациональные. Это результат извечной проблемы отцов и детей, когда отцы воспринимают окружающий мир менее адекватно, чем дети. В этих условиях у обучаемого пропадает интерес к познанию математики и, как следствие, теряется возможность дальнейшего совершенствования логического мышления. При этом отсутствует ответ на вопрос о направлении изменений образовательных функций в когнитивных технологиях.

Еще одна проблема стала результатом отсутствия ответа на поставленный вопрос. Общеизвестно, что методы логического мышления формируются при изучении определений, доказательстве утверждений и решении задач. Для этого используют наиболее полный и универсальный полигон математических утверждений и задач. Вместе с тем структура и содержание такого полигона имеют тенденцию к изменению под воздействием процесса использования информационных технологий.

Ярким примером влияния материализации интеллекта на изменение структуры и содержания при изучении математических дисциплин является развитие *вычислительной математики* (методы и алгоритмы решения физических и экономических задач) и полностью не осознанный пока, по нашему мнению, результат этого развития.

Можно вспомнить время, когда математическая логика была обязательной дисциплиной в любой учебной программе высшей школы. Однако с появлением в середине прошлого века вычислительной математики и ее дальнейшим развитием начинается вытеснение утверждений и задач математической логики из процесса формирования логического мышления. Затем наступило время материализации в информационных технологиях знаний о

методах решения задач вычислительной математики.

Материализация методов привела к исчезновению необходимости изучать доказательства утверждений и методы решения задач вычислительной математики, а следовательно, исчезла необходимость в использовании полигона этих утверждений и задач в когнитивных образовательных технологиях.

Таким образом, в технологиях математического образования произошло сокращение полигона утверждений и задач двух фундаментальных дисциплин: математической логики, вытесненной вычислительной математикой, и самой вычислительной математики, вытесненной ее методами, материализованными в информационных технологиях.

Сегодня восстановить размеры полигона утверждений и задач можно либо за счет задач, связанных с этапами формирования адекватных моделей исследуемого явления и анализом результатов расчетов по ним, либо за счет утверждений и задач из таких фундаментальных разделов математики, как математическая логика, теория множеств, алгебра, математический анализ, теория вероятностей и геометрия.

Не лишне еще раз напомнить, что человечество издавна стремится к созданию и совершенствованию устройств, способных выполнить некоторую долю его умственной деятельности. Примером может служить эволюция (процесс материализации интеллекта) технологий выполнения вычислительных операций от клинописных таблиц умножения и счетных палочек до современных компьютеров.

На каждом этапе этой эволюции для *получения результата* выполнения математических операций достаточно было освоить инструкцию пользователя материализованным интеллектом, *не вникая* в его устройство и принципы работы. Такая демократичность в использовании материализованного интеллекта обеспечивает широкую доступность и миграцию процесса материализации интеллекта при решении

задач почти в каждой сфере человеческой деятельности, в том числе и в экономике.

Практика такова, что решение возникающих проблем чаще всего сводят к тем проблемам, для которых методы решения уже существуют и материализованы в информационных технологиях. Поэтому не надо забывать, что приближается время, когда у *каждого* (в том числе и у того, кто не ставит своей целью развитие математических методов) появится возможность стать обладателем устройств, позволяющих войти в интеллектуальную базу человечества и получить решение любой задачи. При этом вопрос о направлении развития логического мышления пока остается без ответа.

Перечисленные проблемы и факты, порождающие один и тот же вопрос, приводят к необходимости исследования динамики паритета когнитивных и информационных технологий в системе образования.

Сегодня использование материализованного интеллекта в отечественном математическом образовании экономистов осуществляется за счет встраивания информационных технологий в когнитивные технологии, почти не изменяя последних. Примерами тому могут служить такие нововведения, как:

- отображение на экране ключевой информации в процессе изучения дисциплины, а также последовательности определений и аргументов, используемых для доказательства утверждений;
- использование материализованного интеллекта для решения отдельных математических задач в режиме онлайн;
- введение в процесс обучения дисциплины «Математический практикум» с целью приобщения студентов к использованию возможностей информационных технологий для выполнения логических и вычислительных операций;
- распространение интерактивной формы проведения аудиторных занятий и т. д.

При этом не всегда учитывается опыт формирования образовательных технологий в странах с развитыми экономиками, где широко практикуется использование материализованного интеллекта. В образовательных технологиях этих стран разделы учебных пособий для нематематических специальностей, в которых рассматриваются методы и алгоритмы решения задач, даются на уровне информации для пользователя. Желающие познакомиться ближе со строгим обоснованием содержания таких разделов, а также те, кто занимается развитием методов решения задач, обращаются к серьезным математическим изданиям.

Очевидно, что указанные нововведения кроме положительного эффекта ставят вопрос, какие изменения необходимы в образовательных когнитивных технологиях, не затронутых информационными технологиями. Современное стремительное развитие и использование информационных технологий не оставляет возможности не только ответить на сформулированный выше вопрос, но и вовремя поставить его. Наша задача – сделать это.

Вспомним, что экономика – это рациональное ведение хозяйства, которое всегда находится в развитии. Поэтому одна и та же цель ведения хозяйства достигается каждый раз в новых условиях. Следовательно, решение любой экономической проблемы требует некоторого исследования, выполнение которого состоит из следующих основных этапов:

1. Сбор данных о проблеме.
2. Анализ, выявление, предположения и гипотезы о взаимосвязях данных в исследуемой проблеме.
3. Содержательная постановка задачи – вербальная модель проблемы.
4. Формализованное описание проблемы – математическая модель проблемы.
5. Обоснование и разработка метода решения или корректировка модели под класс моделей, методы анализа которых уже существуют.

6. Разработка алгоритмов и программ для решения проблемы с использованием информационных технологий.

7. Выполнение логических и вычислительных операций для получения количественных результатов решения проблемы.

8. Анализ и интерпретация полученных результатов с целью уточнения данных (этап 1) и формирование более адекватных предположений и гипотез о взаимосвязях между ними (этап 2) для корректировки модели (этапы 3, 4) и т. д. до получения желаемого результата.

Существующие математические методы решения экономических задач состоят из типовых элементарных операций. Массовость решаемых задач приводит к массовому повторению элементарных рутинных операций, выполнение которых влечет поэтапное (от этапа 7 к этапу 1) использование материализованного интеллекта в информационных технологиях.

Этот процесс увеличения производительности в обработке информационной продукции является продолжением циклического процесса, который происходил в развитии производства материальных благ, когда живой труд исполнителей с определенным уровнем специализации заменялся овеществленным трудом в рабочих местах с тем же уровнем специализации [2; 3].

Система образования дает знания будущим экономистам о методах выполнения каждого из перечисленных этапов исследования. Уже сегодня существует возможность уменьшить затраты времени на изучение методов выполнения этапов 5, 6 и 7, которые материализованы в современных информационных технологиях. Для этого достаточно ограничиться знакомством с идеями и принципами, заложенными в используемых методах, а также со сравнительным анализом их эффективности.

Исключением в технологии обучения может стать изучение методов и алгоритмов, в которых действия и их последовательность имеют экономическую интер-

претацию (например, экономическая интерпретация симплекс-метода или обсуждение принципов двойственности в математическом программировании).

Сформировавшийся в учебном процессе *резерв* времени от применения информационных технологий можно использовать для более *глубокого изучения* содержательной и математической постановки задач (этапы 2, 3 и 4), а также для интерпретации результатов с целью построения более адекватной модели (этап 8). Методы выполнения этих этапов являются неотъемлемой частью математических методов, развивают логику мышления и, несомненно, представляют большой интерес для будущих экономистов, чем изучение последовательности и точности математических вычислений, осуществляемых сегодня с помощью информационных технологий.

Так как разнообразие экономических задач за счет выбора методов их анализа является конечным, то можно предположить, что выполнение этапов 2, 3 и 4 со временем также окажется в разряде рутинных операций и будет реализовано в информационных технологиях.

Объем материализованных знаний в информационных технологиях постоянно увеличивается, а их использование в когнитивных технологиях образования увеличивает производительность обучения. Все это становится причиной *изменения формы подачи, структуры и содержания* математических знаний, используемых для решения экономических проблем и для достижения первой цели образования.

Математические дисциплины формируют способ мышления и знания об окружающей среде через ее *количественное описание*, позволяющее предложить и реализовать способы изменения и совершенствования этой среды. Поэтому при изучении математических дисциплин в процессе подготовки экономистов, чья работа не будет связана с развитием математических методов, уже сегодня есть возможность больше времени уделять тем разделам, ко-

торые помогают осуществлять логическое описание окружающего мира.

Возможности современных информационных технологий *позволяют* вычислять пределы, находить производные и первообразные функций, строить их графики, решать различные типы систем уравнений и неравенств, линейные и нелинейные оптимизационные задачи любой размерности, проводить анализ временных рядов и многое другое, где необходимо выполнять логические операции. Продолжая настойчиво тратить время на изучение методов, материализованных в информационных технологиях, мы идем против общих тенденций в развитии человечества.

Очевидно, что сегодня в условиях дефицита времени в системе образования экономистов необходимо обратить внимание на динамику возможностей информационных и когнитивных технологий. Поэтому помимо формирования методически правильной подачи материала, что является одной из важнейших задач образования, необходимо обеспечить паритет между информационными и когнитивными технологиями математического образования экономистов. Для этого требуется:

- проводить мониторинг развития и использования возможностей информационных технологий и встраивания их в когнитивные технологии математического образования;
- сокращать затраты времени на изучение математических методов, которые овеществлены в информационных технологиях;
- модернизировать существующие учебные программы и соответствующие им учебные пособия по математическим дисциплинам, ориентируя их на использование возможностей информационных технологий;
- сформировать набор задач и примеров, демонстрация и решение которых могут быть осуществлены и проверены с использованием информационных технологий;

– расширить набор модельных экономических задач, постановка и анализ результатов решения которых требуют логических суждений;

– совершенствовать на базе информационных технологий объективный контроль усвоения знаний, давая возможность преподавателю максимально использовать не охваченные информационными технологиями образовательные функции когнитивных технологий;

– проводить исследования, результатом которых станет определение направлений появления массовых операций в технологиях обучения решениям экономических задач с использованием информационных технологий.

В заключение еще раз отметим, что конечной целью материализации интеллекта в когнитивных технологиях обучения является увеличение производительности труда как тех, кто готовится стать специа-

листом в экономике, так и тех, кто осуществляет их подготовку. Интеллект создателей проигрывает материализованному интеллекту в скорости и точности выполнения логических и вычислительных операций.

Продолжая обучать *всех* традиционным методам и навыкам выполнения математических операций, которые могут быть выполнены с использованием информационных технологий, мы *нерационально* тратим такой драгоценный ресурс, как *время*, которое можно было бы использовать для достижения указанной ранее первой цели образования. Поэтому с ростом уровня материализации интеллекта необходимо поддерживать паритет когнитивных и информационных *технологий обучения*, а следовательно, соответствующую форму подачи, структуру и содержание изучаемых экономистами математических дисциплин.

#### Список литературы

1. Малинецкий Г. Г., Маненков С. К., Митин Н. А., Шишов В. В. Когнитивный вызов и информационные технологии // Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН. – 2010. – № 46.
2. Негодаев И. А. На путях к информационному обществу. – Ростов н/Д., 1999.
3. Чуйко А. С. Природа периодичности в развитии производительных сил // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2013. – № 9 (63). – С. 34–45.

#### References

1. Malinetskiy G. G., Manenkov S. K., Mitin N. A., Shishov V. V. Kognitivnyy vyzov i informatsionnye tekhnologii [Cognitive Challenge and Information Technologies]. *Preprint IPM im. M. V. Keldysha RAN* [Preprint of M. V. Keldysh IPM of RAN], 2010, No. 46. (In Russ.).
2. Negodaev I. A. Na putyakh k informatsionnomu obshchestvu [On the Road to Information Society]. Rostov-on-Don, 1999. (In Russ.).
3. Chuyko A. S. Priroda periodichnosti v razvitiy proizvoditel'nykh sil [The Nature of Periodicity in the Development of Productive Forces]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2013, No. 9 (63), pp. 34–45. (In Russ.).