

УДК 373.1.02:372.8

Инструментарий обеспечения понимания учебного материала

Брейтигам Элеонора Константиновна

Доктор педагогических наук, профессор,
профессор кафедры алгебры и методики обучения математике,
Алтайский государственный педагогический университет,
656031, Российская Федерация, Барнаул, ул. Молодежная, 55;
e-mail: bekle@yandex.ru

Аннотация

В статье обсуждаются вопросы структурирования инструментария обеспечения понимания на примере математического учебного материала в процессе обучения школьников и студентов. При этом понимание рассматривается как необходимое условие становления рационального мышления и развития личности в процессе учения в связи с тем, что понимание приводит к осмыслению объекта познания и постижению идей и смысла изученного. Приведено обоснование целесообразности выделения четырех групп операций, обеспечивающих достижение понимания обучающимися: семиотические, схематизации, истолкования (объяснение, верификация, интерпретация и экстраполяция) и рефлексии. Семиотические операции лежат в основе формирования знаково-символической деятельности, без развития которой невозможно использование различных форм представления информации (символьной, графической, вербальной и др.). В отдельную группу выделили операцию схематизации, применение которой способствует структурированию учебного материала, выделению в нем главного и развитию действия моделирования. Следующая группа операций названа группой истолкования, в которую включены объяснение, верификация, интерпретация и экстраполяция. Операции этой группы направлены преимущественно на развитие различных типов понимания (понимание-знание, понимание-интерпретация и понимание-постижение) и связаны с включением нового знания в личностный опыт обучающегося. В отдельную группу выделена процедура рефлексии, которая рассматривается как форма мыслительной деятельности, направленной на осмысление собственной деятельности, опыта, культуры, эмоций. Рефлексия связана с порождением новых смыслов, причем речь идет о порождении смыслов как внутреннего мира человека, так и познавательной деятельности, усвоенных фактов, понятий и др., что лежит в основе понимания учебного материала.

Для цитирования в научных исследованиях

Брейтигам Э.К. Инструментарий обеспечения понимания учебного материала // Педагогический журнал. 2017. Т. 7. № 6А. С. 18-25.

Ключевые слова

Понимание, учебный материал, осознанность, осмысленность, знаково-символическая деятельность, схематизация, объяснение, верификация, интерпретация, экстраполяция, рефлексия.

Введение

Все мы с детства знаем фразу М.В. Ломоносова: «А математику уж затем учить следует, что она ум в порядок приводит». Но чтобы математика выполняла эту функцию в системе российского образования, т. е. стала основой и школой рационального мышления, необходимо значительно большее внимание уделить проблемам обеспечения понимания обучающимися математического материала. Исследования последних лет показывают, что для значительного числа школьников и студентов математика стала своего рода терра инкогнита в силу недостаточного учета в практике преподавания психофизиологических изменений современных учащихся, уменьшения времени, отводимого на изучение предмета без заметного сокращения объема материала, повышения формализма в его преподавании [Брейтигам, Кисельников, 2011; Брейтигам, Интеграция рационального..., 2015, www; [Брейтигам, Взаимосвязь целостности..., 2015, www; Сериков, 2007]. Без достижения понимания математического учебного материала, постижения идей и сущности изучаемого математика как учебная дисциплина не сможет стать основой рационального мышления обучающихся.

Основная часть

В предыдущих работах мы достаточно подробно рассматривали условия обеспечения понимания обучающимися при усвоении ими учебного материала [Брейтигам, Кисельников, 2011; Брейтигам, Интеграция рационального..., 2015, www; Брейтигам, Взаимосвязь целостности..., 2015, www]. В данной статье мы сосредоточим свое внимание на инструментарию обеспечения понимания обучающимися математического материала. При этом мы поддерживаем точку зрения В.В. Знакова, рассматривавшего понимание как «осмысление отраженного в знании объекта познания, формирование смысла знания в процессе действия с ним» [Знаков, 2005, 26].

Из такой трактовки понимания, на наш взгляд, следует, что для обеспечения понимания учебного материала обучающимися целесообразным является создание условий, способствующих формированию таких качеств знания, как *осмысленность* и *осознанность*, что позволит включить новые знания в личностный опыт обучающегося. При этом *осознанность* знаний выражается в выявлении связей (иерархических, сущностных и др.) между ними путей получения знаний, способов их обоснования и применения. *Осмысленность* знаний характеризуется способностью постигать смысл и значение нового, предметность знания, переходить от единичного к общему.

Формы выражения этих качеств знаний достаточно разнообразны, но основными являются умения обучающихся излагать полученные знания своими словами, выделять главное и структурировать изученное в соответствии с задачей использования, самостоятельно применять знания в вариативных ситуациях. Это позволило нам выделить группы процедур (операций), направленные на обеспечение понимания обучающимися математического учебного материала.

Первую группу операций мы условно назвали семиотической. Развитие знаково-символической деятельности является важнейшим условием обеспечения понимания в образовательном процессе. Владение знаково-символической деятельностью тесно связано с использованием различных форм представления информации, например, словесной и графической, демонстрацией опытов и записью формул, объясняющих эти явления, и служит одним из показателей ее понимания.

Еще Галилей утверждал, что великая книга природы написана языком математики. Язык

математики более точный и краткий по сравнению с любым естественным языком. В то же время психологами доказано [Салмина, 1988; Талызина, 1998], что одной из основных проблем в усвоении математического знания являются трудности, связанные с овладением математической символикой, с пониманием ее смысла и значения, переводом математической символики на естественный язык и обратно.

Отметим, что если в начальной школе организации знаково-символической деятельности уделяется должное внимание, при переходе на каждую следующую ступень обучения учителя математики все меньше внимания уделяют этим действиям, ссылаясь на то, что обучающиеся «уже большие» и на нехватку времени на уроках. Аналогичная картина наблюдается при обучении математике и на первых курсах вузов. Однако с переходом на каждую новую ступень обучения уровень абстрактности математического материала увеличивается, математический язык обогащается новыми символами и знаками, правилами их применения. Все это требует постоянного внимания к развитию и совершенствованию знаково-символической деятельности обучающихся.

При обучении математике с целью формирования знаково-символической деятельности и обеспечения понимания учебного материала необходимо выделение трех планов в овладении символикой (семиотика). Первый – синтаксический – отношение знаков друг к другу внутри системы знаков, сочетание единиц и правил их образования и преобразования. Второй – семантический – отношение знаков к обозначаемым ими предметам, знаковые системы как средство выражения смысла, интерпретация знаков и их сочетаний. Третий – прагматический – отношение знаков к конкретной деятельности, к тем, кто выступает, интерпретирует и использует содержащееся в знаке сообщение [Салмина, 1988]. Согласно первому плану преподаватель должен детально описать правила написания нового символа, его использование в сочетании с обозначением, например, производной или интеграла, место аргумента при использовании этого символа и др. Здесь же целесообразно раскрыть историю возникновения символа, исторические изменения в его написании, что позволит плавно перейти к реализации второго (семантического) плана в освоении обучающимися новой символики. На этом этапе преподаватель обращает внимание на то, что введенные символы, например, дифференцирования или интегрирования, обозначают операции над функциями; выясняет вместе с обучающимися смысл символической записи правил дифференцирования, интегрирования, предельного перехода. Наконец, осуществляя прагматический план овладения символикой, преподаватель учит обучающихся «читать» символическую запись, использовать формулы, записанные в новой системе обозначений, для решения задач, декодировать информацию, переводя ее в словесную или геометрическую форму.

Таким образом, перечисленные выше действия (правила использования нового символа, приемы постижения смысла и значения нового символа, истолкование – перевод символической записи в вербальную и графическую формы и обратно, применение в решении задач), которыми должен овладеть обучающийся с целью понимающего усвоения математики и формирования знаково-символической деятельности, можно назвать *семиотическими процедурами*.

Известно, что операциями (иногда их называют видами) знаково-символической деятельности являются кодирование, замещение, схематизация и моделирование [там же]. Остановимся подробнее на действии схематизации, как имеющем важнейшее значение для обеспечения понимания учебного материала обучающимися. Роль схематизации в понимании обусловлена тем, что она включает в себя деление материала на части, отбор значимых частей в соответствии с целью схематизации, соединение выделенных частей в какую-то конструкцию (схему), ее анализ с целью возможности замещения полученной конструкцией исходного

материала, корректировка схемы для ее последующего применения. Таким образом, речь идет об умении выделить главное в учебном материале в зависимости от цели его изучения, структурировать материал, установив его внутренние взаимосвязи, «визуализировать» материал, определив его сущностные составляющие.

Естественно, что в действии схематизации используются такие мыслительные операции, как *анализ, сравнение* и *обобщение* на новом учебном материале, с помощью которых обучающийся и разбивает материал на значимые части, структурирует его, отделяет уже известное от нового. Для формирования этих действий очень полезным является составление обучающимися интеллект-карт (ментальных карт) изученной темы, раздела, которые служат надежным инструментом формирования *целостного* представления изученного материала. С помощью интеллект-карт структурируется, обобщается и систематизируется материал, визуализируются имеющиеся связи между основными элементами учебного содержания. Наконец, действие схематизации тесно связано с действием моделирования, являющегося ключевым для успешного применения математики в реальной жизни.

Следующую группу процедур мы условно называем *группой истолкования*, в которую включили *объяснение, верификацию, интерпретацию* и *экстраполяцию*. Эта группа процедур связана с включением нового знания в личностный опыт, что является необходимым условием обеспечения понимания обучающимися нового материала. В частности, применение этой группы процедур означает *опору на интегративное развитие рационального, логически обоснованного и эвристического (интуитивного) компонентов мышления, что оказывает решающее влияние на развитие* различных типов понимания (понимание-знание, понимание-интерпретация и понимание-постижение) учебного материала обучающимися [Брейтигам, Интеграция рационального..., 2015, www].

В теории познания *объяснение* рассматривается в двух аспектах: формальное и содержательное. Формальное объяснение предполагает, во-первых, установление значений терминов и правил их использования, дедуктивное выведение высказываний; во-вторых, проведение аналогий, т. е. установление сходства объясняемого явления с известными, считающимися познанными явлениями. Этот аспект объяснения тесно связан с развитием знаково-символической деятельности, о чем уже говорилось выше. В то же время проведение аналогий важно в плане развития операции *экстраполяции*. В процессе обучения формальное объяснение целесообразно включить в самостоятельную деятельность обучающихся через специальные (иногда индивидуальные) задания, например, по истории появления нового введенного термина, истории обозначения и др. (синтаксический план овладения символикой и терминологией).

Содержательное объяснение связано с подведением объясняемых явлений под некоторые общие закономерности, раскрытием тех необходимых объективных связей, в которые вовлечено объясняемое явление. Этот аспект объяснения активно используется при формировании математических понятий (действия распознавания и отыскания следствий) в процессе создания условий для усвоения обучающимися теорем, алгоритмов. В процессе такого объяснения важно выявление именно «сущностных» связей изучаемых явлений. Например, при введении понятия производной речь идет о выделении идеи линеаризации, а при изучении понятий параллельности и перпендикулярности – осознание обучающимися того факта, что речь идет об *отношении* между объектами (между прямыми, плоскостями, прямой и плоскостью).

Операция *верификации* означает проверку нового знания эмпирическим, чувственным опытом, что важно при обучении математике в силу высокого уровня ее абстрактности.

Примером может служить «разрезание» геометрических тел с целью выявления различных видов их сечений плоскостью.

Термин «интерпретация» (лат. *interpretatio*) означает разъяснение, истолкование. Это *форма осмысления*, истолкование смысла, значения полученной информации, соотнесение имеющегося «житейского» и интуитивного опыта обучающегося с получаемой научной информацией и ее переработка в личностный опыт. Процедура интерпретации важна для *обучения моделированию реальных ситуаций через различные представления* абстрактного математического понятия, алгоритма, включая задания на творческий поиск возможных истолкований нового знания. Для понимания математического содержания это положение является принципиально важным, так как математическое моделирование является мощным методом познания внешнего мира, а также управления и прогнозирования, позволяет проникнуть в сущность изучаемых явлений.

Приведем пример. Известно, что при изучении теоремы Лагранжа в курсе математического анализа педвуза обычно приводится ее доказательство и разъясняется геометрический смысл с помощью соответствующего рисунка. Очень часто на консультации перед экзаменом студенты задают вопрос: «Теорему Лагранжа учить с доказательством?». Получив утвердительный ответ, они задают следующий вопрос: «А геометрический смысл теоремы тоже учить?». Эти вопросы говорят о том, что в их сознании доказательство теоремы (вербальное и знаково-символическое представление) существует отдельно от геометрического представления. Для того чтобы избежать такой ситуации, необходимо не просто продемонстрировать на слайде иллюстрацию к теореме, а совместно со студентами (или учащимися профильных математических классов) реализовать перевод вербальной формулировки на геометрический язык, выяснив в процессе диалога, что непрерывная функция на отрезке может быть представлена «сплошной линией», дифференцируемость функции на интервале означает, что эта линия гладкая. Необходимо найти на графике точки с координатами $(a, f(a))$ и $(b, f(b))$, провести через них прямую, выяснить

$$\frac{f(b) - f(a)}{b - a}$$

геометрический смысл выражения $\frac{f(b) - f(a)}{b - a}$, вспомнить геометрический смысл производной $f'(c)$, наконец, как располагаются прямые, угловые коэффициенты которых равны. Только после такой совместной деятельности преподавателя и обучающихся создаются условия для понимания геометрической модели теоремы и ее взаимосвязи с доказанной теоремой.

Моделирование является одним из основных методов современной математики как научной дисциплины, что позволяет раскрыть обучающимся методологическую сторону предмета (образовательная функция). Роль математического моделирования неизмеримо возросла в связи с всеобщей информатизацией.

Экстраполяция чаще всего описывается как логико-методологическая процедура распространения выводов, тенденций, полученных при изучении некоторой части явления (отдельных элементов некоторой совокупности), на другую часть явления (всю совокупность элементов). Операция экстраполяции тесно связана с такой мыслительной операцией, как *аналогия*. Вместе с тем экстраполяция дает возможность обучающимся выявлять границы распространения выводов и необходимость последующего доказательства (обоснования) правомерности переноса умозаключений на более широкий класс явлений. Она тесно связана с развитием интуиции, и овладение ею оказывает положительное влияние на развитие интеллектуально-творческого потенциала обучающегося [Талызина, 1998]. При обучении математике экстраполяция используется при изучении, например, взаимного расположения прямых на плоскости и в пространстве, изучении отношения параллельности и

перпендикулярности в пространстве с опорой на известные свойства этих отношений на плоскости.

Наконец, в отдельную группу мы выделяем процедуру *рефлексии*. Рефлексия рассматривается как форма мыслительной деятельности, направленной на осмысление своей деятельности, опыта, культуры, эмоций, становление духовно-нравственных ориентиров личности в современном социуме [Каракозов, Рыжова, 2016, 16]. В педагогике под рефлексией чаще подразумевается исследование содержания изученного материала, эмоционального состояния, уже осуществленной деятельности с целью фиксации полученных результатов и повышения эффективности деятельности в дальнейшем, т. е. речь идет о достаточно тесном переплетении интеллектуальной и личностной рефлексии. В процессе осуществления рефлексии обучающийся имеет возможность сравнить поставленные цели и полученный результат, на основе этого выдвинуть новые цели, скорректировать свою деятельность. Кроме того, личностная рефлексия связана с порождением новых смыслов, причем речь идет как о порождении смыслов внутреннего мира человека, так и о порождении смыслов познавательной деятельности, усвоенных фактов, понятий, теорем и др.

Заключение

Подводя итог, отметим, что инструментарием обеспечения понимания обучающимися учебного материала служат процедуры, которые целесообразно разбить на следующие группы: семиотические, схематизации, истолкования (объяснение, верификация, интерпретация и экстраполяция) и рефлексии. Очевидно, что деление это достаточно условно, так как между ними есть непустое пересечение, но их комплексная реализация способствует включению нового знания в личностный опыт обучающихся на основе формирования осознанности и осмысленности знаний.

В заключение статьи обратим внимание на имманентность описанного инструментария достижению метапредметных результатов обучения, что важно в плане реализации федерального образовательного стандарта.

Библиография

1. Брейтигам Э.К. Взаимосвязь целостности и понимания в обучении // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2015. № 6. С. 27-33. URL: <http://vestnik.nspu.ru/journal/2015>
2. Брейтигам Э.К. Интеграция рационального и интуитивного опыта как средство обеспечения понимания учебного материала по математике // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/121-17971>
3. Брейтигам Э.К., Кисельников И.В. Достижение понимания, проектирование и реализация процессного подхода к обеспечению качества личностно развивающего обучения. Барнаул: Изд-во АлтГПА, 2011. 160 с.
4. Знаков В.В. Психология понимания: проблемы и перспективы. М.: Институт психологии РАН, 2005. 448 с.
5. Каракозов С.Д., Рыжова Н.И. Обеспечение стабильности и развития образовательных систем в условиях трансформации ценностей // Преподаватель XXI век. 2016. № 4. Т. 2. С. 15-27.
6. Концепция развития математического образования в Российской Федерации: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.12.2013 № 2506-р. URL: <http://минобрнауки.рф/документы/3894>
7. Леонтьев Д.А. Психология смысла: природа, строение и динамика смысловой реальности. М.: Смысл, 2003. 487 с.
8. Рыжова Н.И., Трубина И.И. Тенденции развития содержания внеурочной деятельности школьников по информатике и математике в условиях информатизации и модернизации российского образования // Преподаватель XXI век. 2016. № 4. Ч. 1. С. 94-108.
9. Салмина Н.Г. Знак и символ в обучении. М.: Изд-во Московского ун-та, 1988. 288 с.
10. Сериков В.В. Личностно развивающее образование: мифы и реальность // Педагогика. 2007. № 10. С. 3-12.
11. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология. М.: Издательский центр «Академия», 1998. 288 с.

Tools for understanding training material

Eleonora K. Breitigam

Doctor of Pedagogy,
Professor,
Department of algebra and methods of teaching mathematics,
Altai State Pedagogical University
656031, 55 Molodezhnaya st., Barnaul, Russian Federation;
e-mail: bekle@yandex.ru

Abstract

The article discusses the issues of structuring the tools for understanding on the example of mathematical educational material in the process of teaching schoolchildren and students. At the same time, understanding is seen as a necessary condition for the formation of rational thinking and the development of personality in the process of learning, in connection with the fact that understanding leads to a comprehension of the object of cognition and the ideas and meaning of training material. The statement of reasons of allocation of four groups of the operations ensuring achievement of understanding by trainees is provided: semiotic operations, operations of schematization, operations of interpretation (explanation, verification, interpretation and extrapolation) and operations of reflection. Semiotic operations underlie the formation of sign-symbolic activity, without the development of which it is impossible to use various forms of information representation (symbolic, graphic, verbal, etc.). A separate group is an operation of schematization, the application of which contributes to the structuring educational material, highlighting the major points and development of the modeling actions. The next group of operations is the group of interpretation, which includes explanation, verification, interpretation and extrapolation. The operations of this group are aimed primarily at developing different types of understanding (understanding-knowledge, understanding-interpretation and understanding-comprehension) and are associated with the inclusion of new knowledge in the learner's personal experience. The reflexion procedure is highlighted in a separate group; it is regarded as a form of thinking activity aimed at understanding one's own activity, experience, culture, emotions. Reflexion is associated with the creation of new meanings, and it is both a creating of the meanings of inner world of man, and a creating of meanings of cognitive activity, assimilated facts, concepts, etc., which underlie the understanding educational material.

For citation

Breitigam E.K. (2017) Instrumentarii obespecheniya ponimaniya uchebnogo materiala [Tools for understanding training material]. *Pedagogicheskii zhurnal* [Pedagogical Journal], 7 (6A), pp. 18-25.

Keywords

Understanding, training material, awareness, meaningfulness, sign-symbolic activity, schematization, explanation, verification, interpretation, extrapolation, reflection.

References

1. Breitigam E.K. (2015) Integratsiya ratsional'nogo i intuitivnogo opyta kak sredstvo obespecheniya ponimaniya uchebnogo materiala po matematike [Integration of rational and intuitive experience as a means of providing understanding of educational material on mathematics]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 1. Available at: <http://www.science-education.ru/121-17971> [Accessed 16/12/17].
2. Breitigam E.K. (2015) Vzaimosvyaz' tselostnosti i ponimaniya v obuchenii [Interrelation of integrity and understanding in training]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Bulletin of Novosibirsk State Pedagogical University], 6, pp. 27-33. Available at: <http://vestnik.nspu.ru/journal/2015> [Accessed 12/11/17].
3. Breitigam E.K., Kisel'nikov I.V. (2011) *Dostizhenie ponimaniya, proektirovanie i realizatsiya protsessnogo podkhoda k obespecheniyu kachestva lichnostno razvivayushchego obucheniya* [Achievement of understanding, design and implementation of the process approach to quality assurance of personal developmental learning]. Barnaul: Publishing house of Altai State Pedagogic University.
4. Karakozov S.D., Ryzhova N.I. (2016) Obespechenie stabil'nosti i razvitiya obrazovatel'nykh sistem v usloviyakh transformatsii tsennosti [Ensuring the stability and development of educational systems in conditions of value transformation]. *Prepodavatel' XXI vek* [Teacher of the 21st century], 4(2), pp. 15-27.
5. *Kontseptsiya razvitiya matematicheskogo obrazovaniya v Rossiiskoi Federatsii: Rasporiazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 24.12.2013 № 2506-r* [Concept of the development of mathematical education in the Russian Federation]. Available at: <http://minobrnauki.rf/dokumenty/3894> [Accessed 12/11/17].
6. Leont'ev D.A. (2003) *Psikhologiya smysla: priroda, stroenie i dinamika smyslovoi real'nosti* [Psychology of meaning: nature, structure and dynamics of semantic reality]. Moscow: Smysl Publ.
7. Ryzhova N.I., Trubina I.I. (2016) Tendentsii razvitiya sodержaniya vneurochnoi deyatel'nosti shkol'nikov po informatike i matematike v usloviyakh informatizatsii i modernizatsii rossiiskogo obrazovaniya [Trends in the development of the content of extracurricular activities of schoolchildren in informatics and mathematics in the context of informatization and modernization of Russian education]. *Prepodavatel' XXI vek* [Teacher XXI century. № 4 Part 1], 4(1), pp. 94-108.
8. Salmina N.G. (1988) *Znak i simvol v obuchenii* [Sign and symbol in training]. Moscow: Publishing house of Moscow University.
9. Serikov V.V. (2007) Lichnostno razvivayushchee obrazovanie: mify i real'nost' [Personally developing education: myths and reality]. *Pedagogika* [Pedagogics], 10, pp. 3-12.
10. Talyzina N.F. (1998) *Pedagogicheskaya psikhologiya* [Pedagogical psychology]. Moscow: Akademiya" Publ.
11. Znakov V.V. (2005) *Psikhologiya ponimaniya: problemy i perspektivy* [Psychology of understanding: problems and prospects]. Moscow: Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences.