

УДК 372.851
DOI 10.17513/snt.40197

ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССУАЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

¹Родионов М.А., ²Дедовец Ж., ¹Чернышов В.П.

¹ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, e-mail: cnit@pnzgu.ru;
²Вест-Индский университет, Сейнт Огастин Кампус, Тринидад и Тобаго,
e-mail: Zhanna.Dedvets@sta.uwi.edu

Цель исследования – выявление характера обратной связи для различных компонентов учебного математического содержания и определение методических средств для ее эффективной актуализации. Рассматривая психолого-педагогические и методические источники, касающиеся проблемы актуализации обратной связи в образовательном процессе, можно отметить ряд сложностей, связанных с недостаточным вниманием к процессуальной и гносеологической составляющим математического образования. Устранение этих сложностей предлагается осуществлять в рамках модели обратной связи А. Рампрада, которая конкретизирует состояние обучающегося на «оси предметного содержания». Основной особенностью этой модели является роль обратной связи в определении текущего положения обучающихся на шкале компетенций. Реализация этой роли предполагает совершенствование диагностического инструментария, позволяющего актуализировать обратную связь между субъектами образовательного процесса в контекстуальном, процедурном и концептуальном планах. В качестве средства такой актуализации рассматриваются критериальные диагностические задания, дополняющие традиционные средства диагностики математической подготовки школьников в плане оценки правильности их рассуждений, уровня осмысления учебного текста, особенностей процесса реализации мыслительного поиска. Содержание и структура указанных заданий должны соответствовать особенностям изучаемого математического содержания, этапу его изучения и уровню успешности обучающегося в математической деятельности, соответствующему одной из зон его развития (зона достигнутого развития, зона ближайшего развития, зона актуального развития). Новизна исследования состоит в определении возможностей актуализации обратной связи на основе использования различных видов критериальных математических заданий, в содержании которых заложены как результативные, так и процессуальные характеристики учебно-поисковой деятельности.

Ключевые слова: обратная связь, развитие, процесс обучения математике, критериальные математические задания, методика, обучающиеся, диагностика математической подготовки школьников

THE POSSIBILITIES OF IMPLEMENTING PROCEDURAL FEEDBACK IN THE PROCESS OF TEACHING MATHEMATICS

¹Rodionov M.A., ²Dedovets Zh., ¹Chernyshov V.P.

¹Penza State University, Penza, e-mail: cnit@pnzgu.ru;
²University of the West Indies, Saint Augustine Campus, Trinidad and Tobago,
e-mail: Zhanna.Dedvets@sta.uwi.edu

The aim of the study is to identify the nature of the implementation of feedback for various components of educational mathematical content and to determine the methodological tools for its effective updating. Considering the psychological, pedagogical and methodological sources concerning the problem of updating feedback in the educational process, we can note a number of difficulties associated with insufficient attention to the procedural and epistemological components of mathematical education. It is proposed to eliminate these difficulties within the framework of the A. Ramprasad feedback model, which specifies the state of the student on the “subject content axis”. The main feature of this model is the role of feedback in determining the current position of students on the competency scale. The implementation of this role involves the improvement of diagnostic tools that allow updating feedback between the subjects of the educational process in contextual, procedural and conceptual plans. As a means of such actualization, criterion diagnostic tasks are considered, supplementing traditional means of diagnostics of mathematical training of schoolchildren in terms of assessing the correctness of their reasoning, the level of comprehension of the educational text, and the features of the process of implementing mental search. The content and structure of such tasks should correspond to the features of the studied mathematical content, the stage of its study and the level of success of the student in mathematical activity, corresponding to one of the zones of his development (zone of achieved development, zone of proximal development, zone of actual development). The novelty of the study consists in determining the possibilities of actualizing feedback based on the use of various types of criterion mathematical tasks, the content of which includes both the resulting and procedural characteristics of educational and search activity.

Keywords: feedback, development, process of teaching mathematics, methodology, criterion-based mathematical tasks, students, diagnostics of mathematical training of schoolchildren

Введение

В ряду многочисленных психолого-педагогических и методических работ в русле рассматриваемой проблематики можно вы-

делять различные подходы к реализации обратной связи в обучении. В частности, проблемой «лично-ориентированного» подхода, учитывающего опыт творческой деятельности, эмоционально-ценностного

отношения к миру и различным его ипостасям, занимались такие ученые, как А.А. Азбель, Л.С. Илюшин, П.А. Морозова, М.Л. Курьян, А.В. Кармалита, О.Н. Попова и др.) [1–3]. Стоит отметить и работы авторов, где описан «технологический» подход, рассматривающий процесс обучения, прежде всего, с позиций автоматизированного и дистанционного обучения: Т.П. Гордиенко, Т.А. Безусова, Е.В. Чернобай, М.В. Холманская и др. [4; 5]. «Задачный» подход, представляющий процесс обучения в первую очередь как систему решения различных задач и субъектами, и объектами данного процесса, можно увидеть при анализе литературы таких авторов, как М. Rodionov, S. Velmisova, D. Wood, J.S. Bruner, G. Ross и др. [6]. «Рефлексивный» подход, затрагивающий соотношение между внешней и внутренней диагностикой предметной подготовки, представлен в работах Е.Н. Перовицкой, D. Holton, D. Clark и др. [7; 8]. «Профессионально-педагогический» подход, рассматривающий проблему подготовки будущих и действующих педагогов к организации адекватной обратной связи в учебном процессе, реализован в трудах Е.Н. Перовицкой, D. Wiliam и др. [7]. Несмотря на существенный вклад указанных исследований в решение проблемы организации эффективной обратной связи в образовательном процессе, многие методические решения, отраженные в учебно-методической литературе, не всегда обеспечивают получение адекватной информации о промежуточных результатах деятельности обучающихся, позволяющей осуществлять своевременную коррекцию возможных негативных явлений. В качестве причин такого положения можно указать преимущественную ориентацию диагностических средств в основном на конечный результат обучения, при котором процессуальная сторона усвоения математического знания обучающимся остается зачастую вне фокуса внимания педагога.

Цель исследования – выявление характера осуществления обратной связи для различных компонентов учебного математического содержания и определение методических средств для ее эффективной актуализации.

Материалы и методы исследования

В качестве методов исследования использовались анализ и обобщение научной литературы, а также эмпирических данных, полученных на материале бесед с учителями математики, лонгитюдных наблюдений за ходом обучения математике в различных образовательных организациях России (г. Пенза) и Тринидада и Тобаго, собствен-

ного педагогического опыта в качестве учителей математики, моделирования процесса актуализации обратной связи на различных этапах обучения и фазах протекания поисковых процессов. Предлагаемые методические решения прошли предварительную апробацию в ряде школ Пензы. Статистический анализ результатов апробации предполагается осуществить после накопления достаточного фонда эмпирических данных.

В методологическом плане предлагаемый подход опирается на образовательную концепцию Scaffolding («Строительные леса»), которая впервые была введена Д. Вудом, Дж.С. Брунером и Дж. Россом и связана с идеей Л.С. Выготского о зонах ближайшего и актуального развития [6].

Теория Л.С. Выготского дает теоретическую модель понимания роли учителя в обучении, которая предписывает как можно дольше удерживать обучающихся в их зонах ближайшего и актуального развития, давая им интересные и значимые учебные задачи, которые немного сложнее, чем те, которые они могут решить без посторонней помощи. Учитель здесь играет роль ключевого посредника в процессе обучения. При этом как учитель, так и обучающиеся постоянно нуждаются в многосторонней обратной связи для того, чтобы они могли найти общую отправную точку для продуктивного взаимодействия.

Основной проблемой при реализации в учебном процессе концепции Л.С. Выготского является то, что учителя далеко не всегда имеют возможность определить зону ближайшего и актуального развития того или иного обучающегося. Чтобы преодолеть эту трудность, А. Рамапрасад предлагает модель, в которой учитель использует результаты учебной программы в качестве целей и пытается определить образовательный «дефицит» обучающихся по отношению к этим целям [9]. В соответствии с данной моделью зона ближайшего развития обучающихся А. Рамапрасадом интерпретируется как «разрыв» между тем, чем они должны владеть в данных обстоятельствах учебного процесса (как определено в учебной программе), и тем, чем они действительно владеют. Количественная и качественная оценка этого разрыва выдвигает на передний план роль обратной связи в определении текущего положения обучающихся на шкале компетенций. Реализация этой роли, в свою очередь, предполагает совершенствование диагностического инструментария, позволяющего актуализировать обратную связь между субъектами образовательного процесса в контекстуальном, процедурном и концептуальном планах [9; 10].

В соответствии со сказанным после того, как цели учебной программы установлены, учителям необходимо определить, что знают их подопечные, чтобы они могли планировать обучение в соответствии с потребностями обучающихся. При этом данные цели обучения становятся более конкретными для учителя, который получает возможность более точно устанавливать «дефицит» подготовки обучающихся в рамках конкретной предметной программы. Основной проблемой здесь является выявление характера освоения процессуальной стороны рассматриваемого математического умения, отражающей в определенной степени уровень осознания обучающимися смысловой подоплеку изучаемого математического содержания.

Результаты исследования и их обсуждение

В соответствии со сказанным в качестве основного средства реализации текущей обратной связи целесообразно использовать критериальные задания, особенности которых впервые рассмотрел Г.А. Балл [11, с. 138–144]. Эти задания, в частности, должны обеспечивать объективную диагностику качественных особенностей процесса усвоения учебного действия у обучающихся и возможное прогнозирование дальнейшего протекания этого процесса.

В данном контексте мы будем рассматривать в качестве исходного понятия учебной задачи, показателем освоения которой является самостоятельное овладение обучающимися соответствующими этой задаче критериальными действиями. Критериальные задания должны быть направлены на проверку усвоения этих действий, составляющих совокупность компетенций, потенциально обеспечивающих выполнение учебных задач соответствующего типа. Целесообразно рассматривать два основных вида этих заданий: результативные и процессуальные. Результативные задания в основном направлены на оценку результата математической деятельности без специального учета характера его получения. Процессуальные задания направлены в первую очередь на актуализацию рефлексивного механизма реализуемого поискового процесса за счет их структурно-содержательных особенностей, предполагающих, в частности, расширение предметной области задачи, постановку дополнительных вопросов к задаче, выявление аномальности (неправильности постановки) задачи, поиск ошибки в решении и др.

В соответствии с рассматриваемой концепцией указанные задания целесообразно рассматривать в рамках трех областей [8].

1. Успеваемости обучающихся в контекстуальных областях, предполагающей их компетентность в конкретных реальных ситуациях, которая развивается из повседневного неформального взаимодействия с миром, в частности, при решении сюжетных задач в основной школе и прикладных задач в старшей школе. Как показали результаты международного тестирования PISA, такие задачи накладывают дополнительные сложности на реализацию поисковой математической деятельности. Эти сложности связаны с осознанием структурных особенностей задач с псевдореальным и реальным содержанием: актуализацией изначально латентных взаимосвязей между элементами предметной области задачи, оценкой их достаточности, непротиворечивости, избыточности, поиском возможных перспективных интерпретаций совокупности указанных связей.

В качестве критериальных заданий, позволяющих в текущем режиме оценить соответствующие компетенции обучающихся, целесообразно использовать задания, предполагающие доформулировку основных и дополнительных вопросов к задаче, аномальность условия, целесообразность перевода на альтернативный математический язык (например, построение схемы задачи). При решении таких заданий обучающиеся естественным образом вовлекаются в анализ структуры отраженной в условии задачи проблемной ситуации за счет выявления скрытых связей между ее компонентами.

2. Успеваемости обучающихся в процедурных областях, связанной с процессом решения субъективно новой задачи поискового типа, что включает выявление плана ее пошагового решения (развитие). Работа школьника над такой задачей, находящейся в зоне его ближайшего развития, может быть изначально смоделирована с помощью учителя (или с помощью более сильных школьников, когда работа групповая).

Одной из проблем реализации обратной связи в рамках диагностики процедурного компонента математической подготовки школьников является недостаточная осознанность реализации поискового процесса, результатом которого является свернутость последовательности этапов решения. Это не позволяет осуществить его корректную диагностику. Соответственно, для успешной реализации процессуальной обратной связи целесообразно использовать процедурные критериальные задания, позволяющие максимально «развернуть» указанную последовательность, выводя «во внешний план» возможные скрытые проблемы.

В рассматриваемом контексте при выполнении диагностических процедурных заданий предлагается предусмотреть необ-

ходимость пошагового выполнения этапов решения задачи с целью диагностики корректности хода поискового процесса, определения «точки его прерывания» и причины возможной ошибки. В рассматриваемом ключе также целесообразно дополнить требование задачи обоснованием выбора обучающимся того или иного метода или приема решения.

В ходе решения математических задач может возникнуть необходимость актуализации у обучающегося определенных эвристических процедур. В основе такой актуализации лежат процессы формирования, кодирования, распознавания и последующего раскодирования соответствующих интеллектуальных «паттернов» (схем реализации интеллектуальной деятельности). Эти паттерны задают вариативные модели учебно-поисковой деятельности, являясь своеобразными ориентирами для выбора направления ее реализации.

С описываемых позиций сам процесс развития может рассматриваться как соотнесение хода решения исходных задачных конструкций с их «альтернативными аналогами», реализуемого в ходе текущей актуализации обратной связи («взгляд назад»). В соответствии с предыдущими соображениями готовность обучающегося в процедурной области может быть оценена с помощью таких процедурных критериальных заданий, при выполнении которых предполагается привлечение интеллектуального паттерна на основе соответствующих «наводок». Соответственно, успешность выполнения заданий рассматриваемого типа тем или иным обучающимся свидетельствует о достаточно высоком уровне его процедурной компетентности.

3. Успеваемости обучающихся в концептуальной области, оценивающей результаты обучающихся по математике, опирающиеся на интегрированные знания важных математических принципов и закономерностей (например, знания о числовых величинах, многоугольниках и т.д.) [8]. Эти знания должны отражаться в их сознании не как изолированные, автономные единицы математического содержания, а осмысливаться с позиции обобщенных знаний, ведущих идей и методов, охватывающих и организующих в скрытом виде большой класс конкретных математических фактов, закономерностей и частных приемов решения. Другими словами, концептуальные знания лежат в основе понимания роли задачи того или иного типа в рамках соответствующего раздела курса, генерирования новых стратегий ее решения или адаптации существующих стратегий для решения новых более общих задач.

В качестве одного из основных критериев освоения концептуальных знаний, лежащих в основе подбора критериальных заданий, целесообразно рассматривать готовность обучающихся к обобщению конкретных математических фактов и, наоборот, готовности рассматривать эти факты с позиций более общих математических закономерностей.

Подбор критериальных диагностических заданий рассматриваемых типов, дополняющих традиционный диагностический аппарат в реальной учебной практике, предполагает учет как особенностей содержания материала, так и уровня математического развития обучающегося.

Успешная реализация обратной связи в ходе математической деятельности обучающихся в рассматриваемых выше контекстах связана с конкретными результатами, отражающими их математическую компетентность, и определенным когнитивным уровнем. При этом в соответствии с концепцией Scaffolding можно выделить следующие уровни успешности:

1. Компетентный – что могут делать обучающиеся без помощи других лиц, в том числе учителя.

2. Частично компетентный (частично владеет умением) – что обучающиеся могут сделать с помощью других лиц, в том числе учителя.

3. Некомпетентный (недостаток знаний и опыта) – что обучающиеся не могут сделать даже с помощью других лиц, в том числе учителя.

Результаты, попадающие на первый уровень, соответствуют зоне достигнутого развития. Они помогут учителям определить предыдущие знания или отправную точку для планирования обучения.

Результаты, попадающие на второй уровень, соответствуют зоне ближайшего развития. Они будут представлять области, в рамках которых учителям целесообразно работать над совершенствованием имеющегося когнитивного потенциала обучающегося.

Результаты, попадающие на третий уровень, представляют собой требования учебной программы, которые выходят за рамки возможностей обучающегося и должны быть решены посредством внешнего вмешательства. Эти результаты соответствуют зоне актуального развития.

Конкретизация указанных характеристик по отношению к математическому содержанию задает ориентиры для конструирования и применения критериальных задач на различных этапах обучения и фазах протекания поискового процесса. Такое применение указанных задач, в свою очередь, предполагает содержательное наполнение двух позиций – планируемые результаты

обучения математике на одном из указанных уровней и текущие результаты обучающегося, а также возможность нивелирования «дефицита его компетентности».

Выводы

1. В результате анализа отечественных и зарубежных психолого-педагогических и методических источников выявлены сложности, связанные с недостаточным вниманием к процессуальной и гносеологической составляющим математического образования. Устранение этих сложностей предлагается осуществлять в рамках модели обратной связи А. Рампрада, конкретизирующей состояние обучающегося на «оси предметного содержания».

2. В качестве средства актуализации обратной связи рассматриваются критериальные диагностические задания, дополняющие традиционные средства диагностики математической подготовки обучающихся в плане оценки правильности их рассуждений, уровня осмысления учебного текста, особенностей процесса реализации мыслительного поиска.

3. Определено, что содержание и структура критериальных заданий должны соответствовать особенностям изучаемого математического содержания, этапу его изучения и уровню успешности обучающегося в математической деятельности, соответствующему одной из зон его развития (зона достигнутого развития, зона ближайшего развития, зона актуального развития). Характеристику этих зон целесообразно соотносить с процедурной, контекстной и концептуальной составляющими математического содержания, задавая ориентир для подбора критериальных заданий на различных этапах обучения и фазах протекания поискового процесса.

Вполне очевидно, что адекватный характер обратной связи, предоставляемой учителям и другим заинтересованным сторонам при диагностике результатов обучения математике, имеет решающее значение для улучшения математического образования.

Решение данной проблемы предлагает осуществить в рамках модели А. Рампрада, опирающейся на переосмысление роли обратной связи в диагностике предметных компетенций и развития обучающихся. Сопоставление этого положения с целями учебной программы позволит скорректировать обучение в соответствии с потребностями обучающихся и социальным заказом, отраженным во ФГОС.

Важным фактором, влияющим на эффективность функционирования указанной модели, является учет результативной и процессуальной стороны математической деятельности, который позволит обеспечить

адекватный характер диагностики ее освоения обучающимися. Такая диагностика может осуществляться с помощью критериальных заданий, в содержании которых заложены различные характеристики учебно-поисковой деятельности.

Предлагаемые задания не заменяют традиционных средств диагностики математической подготовки обучающихся, а являются их важным дополнением в плане совершенствования возможностей обратной связи при оценке усвоения познавательных средств (правильности рассуждений, уровня осмысления учебного текста, особенностей реализации мыслительного поиска).

В качестве дальнейшего направления исследования в рассматриваемом ракурсе целесообразно рассмотреть возможности обеспечения, структурированного «онлайн-обратимого» взаимодействия субъектов образовательного процесса как эффективного инструмента для своевременной поддержки учебно-поискового процесса. Такое взаимодействие может быть организовано, в частности, посредством внедрения в указанный процесс адаптивных технологий обучения математике.

Список литературы

1. Азбель А.А., Илюшин Л.С., Морозова П.А. Обратная связь в обучении глазами российских подростков // Вопросы образования. 2021. № 1. С. 195–212.
2. Курьян М.Л. Содержательная сторона обратной связи в процессе обучения // Education and Self Development. 2017. Vol. 12, Is. 1. P. 56–62.
3. Кармалита А.В., Попова О.Н., Азбель А.А. Какая обратная связь будет полезна ученикам и учителю? // Школьные технологии. 2022. № 5. С. 114–124.
4. Гордиенко Т.П., Безусова Т.А. Организация обратной связи при дистанционном обучении // Бизнес. Образование. Право. 2022 № 2 (59). С. 264–268. DOI: 10.25683/VOLBI.2022.59.240.
5. Чернобай Е.В., Холманская М.В. Возможности воздействия на самостоятельность учащихся через организацию обратной связи // Педагогика и психология образования. 2023. № 2. С. 23–43. DOI: 10.31862/2500-297X-2023-2-23-43.
6. Wood D., Bruner J.S., Ross G. The role of tutoring in problem solving // Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines. 1976. 17 (2). P. 89–100. DOI: 10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x.
7. Перевошикова Е.Н. Методика оценки образовательных результатов в области психолого-педагогической подготовки будущих педагогов // Мир науки. Педагогика и психология. 2022. № 4. С. 126–140.
8. Holton D., Clarke D. Scaffolding and metacognition // International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. 2024. № 37 (2). P. 127–143.
9. Ramaprasad A. On the definition of feedback // Behavioral Science. 1983. № 28 (1). P. 4–13. DOI: 10.1002/bs.3830280103.
10. Родионов М.А., Щелина Т.Т. Профессионально-педагогическая подготовка учителя к обеспечению развивающей направленности обучения математике в контексте образовательной стратегии «Scaffolding» // Мир науки. Педагогика и психология. 2024. Т. 12. № 3. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/24PDMN324.pdf> (дата обращения: 10.09.2024).
11. Балл Г.А. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект. М.: Педагогика, 1990. 184 с.