

Л. Н. Удовенко

Уровни сформированности алгоритмических компетенций школьников

В статье рассматриваются методические возможности компетентностного подхода, подтверждается особая роль и значение алгоритмической содержательно-методической линии в обучении математике, главным образом в формировании ключевых компетентностей через алгоритмическую компетентность. Анализ мыслительной деятельности позволяет выявить четыре уровня сформированности алгоритмической компетентности. Через сравнение в статье приводится их различие, описан характер проявления алгоритмической компетентности на каждом уровне. Указаны отличия логико-алгоритмического и творческого уровней от предметного и атрибутивного, а также пути формирования алгоритмической компетентности.

Ключевые слова: алгоритм, алгоритмическая содержательно-методическая линия, алгоритмическая компетентность, уровни сформированности алгоритмической компетентности: предметный, атрибутивный, логико-алгоритмический, творческий.

L. N. Udovenko

Levels of Formation of Schoolchildren's Algorithmic Competences

In the article methodical opportunities of a competence approach are considered, the special role and value of the algorithmic substantial and methodical line in training Mathematics, mainly, in formation of key competences by means of the algorithmic competence is confirmed. The analysis of the cogitative activity allows to reveal four levels of formation of the algorithmic competence. By means of comparison their distinction is given in the article, nature of manifestation of the algorithmic competence at each level is described. Differences of logic-algorithmic and creative levels from subject and attributive ones, and also ways to form the algorithmic competence are specified.

Keywords: an algorithm, an algorithmic substantial and methodical line, an algorithmic competence, levels of formation of the algorithmic competence: subject, attributive, logic-algorithmic, creative.

Модернизация российского образования определила границы и возможности компетентностного подхода к обучению, прогнозируя более гибкое социальное поведение индивида, эффективность (для себя и для общества) исполнения определенных социальных ролей. Проведенное нами исследование понятия «компетентность» выявило его различные трактовки. Все они, как правило, включают в себя две основные составляющие: когнитивную (знания) и операционную (способы деятельности и готовность к осуществлению деятельности), неразрывно связанные между собой. О.С. Таизова и А.А. Пинский [7, с. 24], предлагая еще и третью составляющую – аксиологическую (наличие определенных ценностей), указывают на то, что в основе компетентностного подхода лежит культура самоопределения и самореализации (способность и готовность самоопределяться, самореализовываться, саморазвиваться) в реальных общественно-исторических условиях. Данная точка зрения, согласно которой компетентность есть способность и готовность индивида к активному, ответственному жизненному действию, осуществляемому на основе ценностного самоопределения,

способность активно взаимодействовать с миром, в ходе этого взаимодействия понимать, изменять себя и мир, подтверждается и мнением Б.Д. Эльконина [7], представляющего компетентность как меру включенности человека в деятельность, отказываясь от определенной формы знания «на всякий случай». А.В. Хуторской [6] проводит анализ понятий «компетентность» и «компетенция», руководствуясь академическим подходом. Компетенция рассматривается им как совокупность взаимосвязанных качеств личности (знаний, умений, навыков, способностей деятельности), задаваемых по отношению к определенному кругу предметов и процессов и необходимых для качественной продуктивной деятельности. Компетентность есть владение человеком соответствующей компетенцией, включающей его личностное отношение к ней и предмету (объекту) деятельности.

Наша позиция состоит в том, что компетентностно-ориентированный подход в образовании может определять методическую целесообразность формирования знаниевой базы и комплекса навыков и умений, а также элементов функциональной грамотности, под которыми мы по-

нимаем социально приемлемые алгоритмы действий в типичных, стандартных ситуациях с целью выхода в дальнейшем за рамки этих стандартных типичных ситуаций, что подтверждается возможностями реализации в учебном процессе концепции фундирования школьных математических элементов, разработанной В.Д. Шадриковым, Е.И. Смирновым и др., которая включает в содержание уровней таких базовых школьных математических элементов, как «знания, умения, навыки, математические методы, идеи, алгоритмы и процедуры» [5, с. 183]. Только так может быть достигнут интегрированный результат обучения – формируемые компетентности.

В соответствии с разделением содержания образования на общее метапредметное, межпредметное и предметное А.В. Хуторской [8] представляет понятие образовательных компетенций следующей классификацией: 1. Ключевые – относятся к общему (метапредметному) содержанию образования. 2. Общепредметные – относятся к определенному кругу учебных предметов и образовательных областей. 3. Предметные – частные по отношению к двум предыдущим уровням компетенции, имеющие конкретное описание и возможность формирования в рамках учебных предметов.

Г.А. Клековкин, Е.А. Самойлов утверждают теоретическую и практическую целесообразность определения и разграничения общих, специальных и ключевых компетентностей. Первые допускают широкий перенос из одной деятельности в другую, всякий раз обеспечивая при этом эффективность и результативность действующей личности. Вторые рассматриваются как общие компетентности, приобретшие черты оперативности под влиянием требований конкретной деятельности. Третьи – общие компетентности, приобретшие черты оперативности на определенном историческом этапе развития цивилизации, общества, конкретного государства или социальной общности [4, с. 174].

Формирование определенных компетентностей осуществляется в условиях специально организованной учебной деятельности по изучению фундаментальных математических понятий, что приводит к целесообразности исследования понятия содержательно-методической линии школьного курса математики [2, с. 50]. Это позволяет изучать методические особенности учебных материалов и конструировать их. Под методической линией мы понимаем «сечение» курса школьной математики, в которое попадают

идейно и тематически связанные, но композиционно разъединенные фрагменты учебников. Учебный материал, относящийся к каждой линии, изучается длительное время, нередко на протяжении всего курса, так, что эту линию можно рассматривать не только с точки зрения установления преемственных внутрипредметных, но и межпредметных связей, а также связей, выходящих за рамки изучения отдельных школьных дисциплин. Традиционно к основным для школьной алгебры и начал анализа линиям относят функциональную, графическую, уравнений и неравенств, числовых систем, алгоритмическую, приближенных вычислений, тождественных преобразований. Изучение содержательно-методических линий обнаруживает во многих отношениях их сходство друг с другом. К наиболее ярким существенным чертам относят раннюю выявленность ведущего в линии понятия; длительный срок его функционирования в курсе как предмета изучения; формирование системы понятий, раскрывающих содержание линии; установление многообразных связей внутри линии. Эти черты характеризуют любую содержательно-методическую линию. Однако особое положение занимает алгоритмическая линия.

Проведенный нами анализ учебных программ, учебников и учебно-методических пособий показывает, что реализация алгоритмической линии в полной мере не обладает перечисленными чертами. Ведущее в алгоритмической линии понятие – «алгоритм» – в начале курса выделяется всего лишь как предписание и, по существу, остается в нем изолированным; понятие блок-схемы, представления о программе, алгоритмических языках выполняют в основном иллюстративные функции и даются в ознакомительном плане. Понятие «алгоритм» служит предметом изучения на уроках математики весьма короткое время и в основном фрагментарно, используется в ограниченном масштабе, главным образом как термин, под которым понимается правило, последовательность операций, предписание и т.п. для того, чтобы подчеркнуть алгоритмический характер действий. Для алгоритмической линии характерна пропедевтика понятия алгоритма, которая производится при помощи определенной организации материала других линий, в сравнении с которыми характеристикой алгоритмической линии служит ее невыявленность в школьном курсе математики, что дает повод к недооценке роли алгоритмической линии при обучении.

При этом алгоритмическая линия пронизывает весь курс школьной математики. Уже в начальной школе в явном виде алгоритмы появляются при решении уравнений, в которых неизвестные находятся по правилу. Например, неизвестное слагаемое находится как разность между суммой и известным слагаемым, или, чтобы найти делитель, нужно делимое разделить на частное. А вот при изучении начал математического анализа алгоритмизация учебного материала усложняется за счет обогащения содержанием. При развертывании функциональной линии появляются задачи, направленные на освоение и использование учащимися свойств функций. Стандартный пример: нахождение наибольшего и наименьшего значений функции $y = 16tgx - 16x + 4\pi - 5$ на отрезке $[-\frac{\pi}{4}; \frac{\pi}{4}]$. Иногда достаточно найти значения функции на концах, сравнить и объявить, которое из них будет наибольшим, а которое – наименьшим. Иногда требуется учет свойств функции на отрезках, таких как, например, непрерывность, монотонность и др. Данная задача приводит к нахождению критической точки $x = 0$, $x \in [-\frac{\pi}{4}; \frac{\pi}{4}]$. Определение знака производной функции слева и справа от критической точки позволяет нам сделать вывод о том, что наименьшее значение функция принимает в точке $x = -\frac{\pi}{4}$, а наибольшее – в точке $x = \frac{\pi}{4}$. Исследование учебных математических задач и методических подходов к их решению убеждает нас в том, что на определенном этапе, во время прохождения по очередной «спирали фундирования» [5], у учащегося возникает потребность в использовании алгоритма не в смысле предписания последовательности выполнения действий, но алгоритма в смысле осуществления мыслительных действий, что свидетельствует о выходе алгоритмической линии за собственные рамки, ее проникновении в другие содержательно-методические линии школьной математики и ее влиянии на их структурные компоненты и содержательное наполнение. Такое преобразование характера мыслительной деятельности непосредственно и продуктивно формирует алгоритмическую компетентность, и это особенным образом характеризует алгоритмическую линию, отличая ее от других содержательно-методических линий.

Проведенное нами исследование показывает, что в основе любой компетентности лежат алго-

ритмические умения, в этой связи развертывание любой содержательно-методической линии целесообразно начинать с алгоритмического «наполнения», важно использовать все возможности алгоритмической линии. Так, понятие алгоритма можно вводить, используя известные формальные конструкции, но можно использовать осмысление обычных процедур, входящих в школьную математику. Например, рассмотреть способ решения уравнений (неравенств), содержащих знак абсолютной величины, основанный на формальном определении понятия «модуль», или же способ, в котором все рассуждения сведены к геометрической интерпретации данного понятия и к «здоровому смыслу». В обоих случаях мы вынуждены констатировать присутствие действий алгоритмического характера. Однако для эффективности формирования компетентностей целесообразно использовать материал неспецифический для алгоритмической линии. Важно исходить из того, что понятие алгоритма является математической моделью определенного класса процессов, играющих важную роль и в математике, и в ее приложениях, и в других областях знания, и в обыденной жизни. Задачей всего курса математики оказывается формирование модельных представлений в самых разнообразных ситуациях.

Исследуя понятие «компетентность», видим, что алгоритмической компетентности отводится особая роль – она представлена в составе всех выделенных различными авторами групп компетентностей, в частности в виде алгоритмических умений. Экспериментальное исследование учебного процесса указывает на то, что алгоритмические умения преобразуются в компетенции, формируются и развиваются наиболее эффективно, если в процессе обучения используются самые разнообразные виды деятельности. На начальном этапе формирования компетентности велика роль предметной деятельности, которая в процессе вербализации приобретает новое качество, позволяющее алгоритмизировать не только предметную деятельность, но и мыслительную. Алгоритмические умения становятся уже не предметом обучения, а средством «добывания» знаний, пожалуй, даже средством планирования такого «добывания» с целью последующего применения, прогнозирования ожидаемых результатов, проведения аналитических срезов получаемых результатов своей деятельности и последующего перспективного планирования.

Такой подход позволил нам выделить четыре уровня сформированности алгоритмической компетентности (в определенной степени их можно перенести и на другие компетентности): 1) предметный, 2) атрибутивный, 3) логико-алгоритмический, 4) творческий.

На первом уровне – предметном – учащиеся осваивают работу по алгоритму, по предъявленному образцу без проведения анализа предлагаемых действий, правильности каждого шага данного алгоритма. На атрибутивном уровне учащиеся уже проводят несложный анализ, связанный с рационализацией предложенного алгоритма, т.е. могут изменять последовательность действий/шагов, производить замену одних действий другими, исключать или добавлять действия; могут сами составлять несложные алгоритмы, предлагать планы деятельности в 3-5 шагов, объясняя и обосновывая выбор каждого действия; умеют проводить проверку данного или составленного самостоятельно алгоритма, плана деятельности, находить в нем ошибки и неточности. Логико-алгоритмический уровень предполагает: умение самостоятельно составить алгоритм для решения стандартной задачи, выделить ряд задач, для которых применим этот алгоритм; понимание выбора алгоритма, его оптимального соответствия поставленной задаче; проведение обоснований выбора каждого шага/действия, последовательности шагов; умение указать на особенности применения данного алгоритма к каждой задаче выделенного круга. Нами выявлено, что на данном уровне у учащихся также фиксируется способность к переносу операций/действий алгоритмического характера от одного круга задач к другому в рамках одной темы, в рамках различных тем одной предметной области, что свидетельствует об устойчивости алгоритмических умений, о формировании алгоритмической компетентности. На этом этапе «количество» преобразуется в «качество».

Если на первых двух этапах в основном реализуется схема (задача – алгоритм ее решения) → (выполнение действий – получение результата), то на логико-алгоритмическом уровне схема обогащается содержательно и усиливается методически появлением обратной связи: (задача) ↔ (исследование предложенного или найденного алгоритма – выбор оптимального алгоритма решения – выполнение действий – получение результата – обоснование правильности решения). Появление обратной связи на третьем уровне сформированности алгоритмической компетент-

ности говорит о готовности учащихся к осуществлению переноса алгоритмических умений на различные предметные области.

На четвертом – творческом – уровне такая готовность преобразуется в действие, проявляется при решении творческих, нестандартных задач. Данный уровень характеризуется тем, что сформированные ранее алгоритмические компетентности, свернутые «во внутреннем плане», разворачиваясь, могут приводить к спонтанно найденному решению задачи, для которого затем выписывается алгоритм. В результате возникает впечатление отсутствия действия механизмов алгоритмического характера. Осуществление мыслительной деятельности при решении задачи/проблемы на творческом уровне приобретает черты «движения в обратном направлении», если сравнивать решение задачи на предметном и атрибутивном уровнях. На творческом уровне при обдумывании задачи сначала обнаруживается идея ее целостного решения и лишь потом проводится решение с обоснованиями, вычислениями в некоторой логической алгоритмической последовательности. Представленное решение можно рассматривать как этап формальной «алгоритмизации» решения задачи.

Исследование уровней сформированности алгоритмической компетентности дало нам следующие результаты. Предметный и атрибутивный уровни сформированности позволяют дать прочные алгоритмические умения и стимулы для перерастания этих умений в алгоритмические компетенции. Выход на логико-алгоритмический уровень, а затем на творческий свидетельствует о прочности и устойчивости алгоритмических знаний у учащихся, о возможностях их переноса на различные области знания и разнообразных практических приложений, что определяет эффективность формирования у учащихся алгоритмических компетентностей.

Освоение математических знаний, умений, навыков и способов деятельности при обучении неизбежным образом связано с освоением понятия «алгоритм». Овладение алгоритмическими умениями осуществляется через освоение разнообразных алгоритмических процедур на различном учебном математическом и нематематическом материале в процессе учебно-познавательной деятельности, продуцирует эффективное формирование алгоритмической компетентности, позитивно влияет на понимание и освоение учебного математического материала каждой содержательно-методической линии, по-

зволя достигать ожидаемых результатов математического образования.

Библиографический список

1. Беспалько, В. П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения [Текст] / В. П. Беспалько. – М. : Изд-во Ин-та профессионального образования Минобразования России, 1995. – 336 с.

2. Блох, А. Я. Курс алгебры средней школы [Текст] : методические разработки для слушателей ФПК / А. Я. Блох; М-во просвещения РСФСР, Моск. гос. пед. институт им. В. И. Ленина. – М. : Изд-во МГПИ им. В. И. Ленина, 1986. – 85 с.

3. Кальней, В. А. Структура и содержание проектной деятельности. Метод проектов в России и за рубежом [Текст] / В. А. Кальней, Т. М. Матвеева, Е. А. Мищенко, С. Е. Шишов // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2004. – № 4. – С. 21–26; 2004. – № 5. – С. 23–31.

4. Клековкин, Г. А. К теории компетентностно-ориентированного обучения [Текст] : в 2 т. – Т. 1. / Г. А. Клековкин, Е. А. Самойлов // Педагогический процесс как культурная деятельность: материалы и тезисы 4-й Международной научн.-практ. конф. / Самарский научный центр РАН. – Самара : Изд-во Самарский научный центр РАН, 2002. – С. 170–175.

5. Подготовка учителя математики: инновационные подходы [Текст] : учебное пособие / В. В. Афанасьев, Ю. П. Поваренков, Е. И. Смирнов, В. Д. Шадриков; под ред. В.Д. Шадрикова. – М. : Гардарики, 2002. – 383 с.

6. Современные подходы к компетентностно-ориентированному образованию [Текст] : материалы семинара / под ред. А. В. Великановой. – Самара : Профи, 2001. – 60 с.

7. Стоюнин, В. Я. Избранные педагогические сочинения [Текст] / В. Я. Стоюнин. – М. : Педагогика, 1991. – 368 с.

8. Хуторской, А. В. Ключевые компетенции и образовательные стандарты [Электронный ресурс] : доклад на Отделении философии образования и теоретической педагогики РАО, 23 апреля 2002 г. // Интернет-журнал «Эйдос». – 2002. – 23 апреля. – Режим доступа : <http://eidos.ru/journal/2002/0423.htm> (Дата обращения 10 декабря 2012 г.)

Bibliograficheskij spisok

1. Bepal'ko, V. P. Pedagogika i progressivny'ye tehnologii obucheniya [Tekst] / V. P. Bepal'ko. – M. : Izd-vo In-ta professional'nogo obrazovaniya Minobra-zovaniya Rossii, 1995. – 336 s.

2. Blokh, A. Ya. Kurs algebry' srednej shkoly' [Tekst] : metodicheskiye razrabotki dlya slushatelej FPK / A. Ya. Blokh; M-vo prosveshcheniya RSFSR, Mosk. gos. ped. institut im. V. I. Lenina. – M. : Izd-vo MGPI im. V. I. Lenina, 1986. – 85 s.

3. Kal'ney, V. A. Struktura i sodержaniye proyektnoj deyatel'nosti. Metod projektov v Rossii i za rubezhom

[Tekst] / V. A. Kal'ney, T. M. Matveyeva, Ye. A. Mishchenko, S. Ye. Shishov // Standarty i monitoring v obrazovani. – 2004. – № 4. – С. 21–26; 2004. – № 5. – С. 23–31.

4. Klekovkin, G. A. K teorii kompetentnostno-orientirovannogo obucheniya [Tekst] : v 2 t. – T. 1. / G. A. Klekovkin, Ye. A. Samoylov // Pedagogicheskij process kak kul'turnaya deyatel'nost': materialy' i tezis'y' 4-j Mezhdunarodnoj nauchn.-prakt. konf. / Samarskij nauchny'j centr RAN. – Samara : Izd-vo Samarskij nauchny'j centr RAN, 2002. – С. 170–175.

5. Podgotovka uchitelya matematiki: innovatsionny'ye podhody' [Tekst] : uchebnoye posobiye / V. V. Afanas'yev, Yu. P. Povarenkov, Ye. I. Smirnov, V. D. Shadrikov; pod red. V.D. Shadrikova. – M. : Gardariki, 2002. – 383 s.

6. Sovremennyye podkhody' k kompetentnostno-orientirovannomu obrazovaniyu [Tekst] : materialy' seminarov / pod red. A. V. Velikanovoy. – Samara : Profi, 2001. – 60 s.

7. Stoyunin, V. Ya. Izbranny'ye pedagogicheskiye sochineniya [Tekst] / V. Ya. Stoyunin. – M. : Pedagogika, 1991. – 368 s.

8. Khutorskoj, A. V. Klyuchevyye kompetencii i obrazovatel'ny'ye standarty' [Elektronny'j resurs] : doklad na Otdelenii filosofii obrazovaniya i teoreticheskoy pedagogiki RAO, 23 aprelya 2002 g. // Internet-zhurnal «Eydos». – 2002. – 23 aprelya. – Rezhim dostupa : <http://eidos.ru/journal/2002/0423.htm> (Data obrashcheniya 10 dekabrya 2012 g.)