

СПОСОБЫ ДИАГНОСТИКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Э.Г. Гельфман*, С.К. Росошек**, Н.Е. Кувшинов**

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА КАК СИСТЕМА

* Томский государственный педагогический университет

** Томский государственный университет

Введение

Одним из средств диагностики успешности учебной деятельности учащихся является тестирование. Проблемы моделирования и параметризации педагогических тестов рассматриваются в работе Ю.М. Неймана и В.А. Хлебникова [1]. В исследовании А.И. Самыловского [2] обсуждается роль тестов как общественного измерительного инструмента. При этом основное внимание обращается на внедрение в практику школы образовательных тестов, позволяющих оценить эффективность учебной деятельности.

Характеризуя состояние организации учебной диагностики, И.С. Якиманская указывает, что существующая система критериев оценки эффективности учебной деятельности школьников не всегда учитывает психологическую природу усвоения, процесса формирования знаний.

Нами проведено исследование возможностей компьютерных технологий для выявления не только конечных результатов деятельности школьников, но и выяснения ее особенностей. Мы считаем, что для оценки успешности учебной деятельности школьников система диагностических средств должна предоставлять возможности для исследования как результативной, так и процессуальной сторон учебной работы школьника.

Подчеркивая возможность диагностики процессуальной стороны, И.С. Якиманская мотивирует необходимость такой деятельности, приводя следующие аргументы.

В школьной практике весьма распространенной является такая ситуация, при которой два разных ученика получают за одну и ту же работу одинаковую отметку (хорошую или плохую), но достигают они этой отметки разными путями. Один ученик в основном повторяет указания и действия учителя на уроке, работает строго по образцу, во всем подражая ему. Другой активно ищет собственные пути и сред-

ства решения поставленной учителем задачи, пробует, ошибается, а потому не достигает положительных результатов (и не оценивается учителем высоко), но он пытается самостоятельно построить свою учебную работу, использовать ряд логических операций (приемов, средств), которые у него еще не совершенны, но уже им «нащупываются».

В дидактике и методике разработаны образцы усвоения – своеобразные «эталоны» этого усвоения. Каждый ученик, желающий получить ту или иную отметку, должен соответствовать в своих знаниях (умениях) этому «эталону». Такие «эталоны» – образцы усвоения разработаны на основе дидактических представлений о результатах обучения (планируемых учителем, учебником, составителем программы и др.). Это своеобразный «измеритель» социальных требований, которым должен удовлетворять каждый ученик определенного возраста, обучающийся в средней общеобразовательной школе. Однако этот «измеритель», будучи необходимым, не является единственным. Важно, чтобы вместе с ним существовал и использовался другой «измеритель» – оценка процессуальной стороны учения, т.е. анализ того, как был достигнут учеником тот или иной результат.

Нельзя сказать, что в школьной отметке не фиксируется процессуальная сторона учения. За последние годы этому вопросу уделяется большое внимание при разработке критериев оценки эффективности труда и ученика и учителя. Но хотелось бы отметить, что оценка идет в основном по конечным результатам деятельности ученика, куда входят разные показатели, но они не выделяются как самостоятельные (хотя и взаимосвязанные).

Исследования психологов показывают, что ученики (особенно старших классов) ценят больше не столько результат своей работы, сколько процесс ее достижения, что приходит нередко в противоречие с оценкой учителя. Это создает нежелательное

расхождение между оценкой и самооценкой. Выявлено, в частности, что при оценке своей учебной работы по предмету ученики ориентируются в основном как на внешний критерий (оценку учителя, родителей, сверстников, друзей), так и на внутренний (затраты учебного времени, овладение рациональными способами учебной работы, устойчивый интерес к предмету, удовольствие от познания нового и т.п.). Как показали исследования (М.Г. Резниченко, И.Ю. Кулагина, Н.И. Юдашина), с возрастом наблюдается известная динамика этих критериев: чем старше ученики, тем более значимым для них становится внутренний критерий (на этом основании они оценивают себя, друзей, одноклассников). При этом во внутреннем критерии тоже намечается и реализуется своеобразная динамика – переход от оценки (как весьма значимой) «вложенного труда» к оценке владения рациональными способами учебной работы. Не менее важную роль играет рост самоуважения ученика при предоставлении ему условий для проявления своих творческих возможностей.

1. Тестовые ситуации

Разрабатываемая нами компьютерная система тестов рассматривается как пример нового поколения тестов, где изучается не только результат деятельности учащихся (как это делается во всех существующих тестах), но и сама деятельность. Заметим, что под результатом деятельности здесь понимается не только выбор правильного ответа или запись правильного числового ответа, но и текст самого решения.

Ключевая идея – компьютерный анализ процесса деятельности, приводящего к решению как с точки зрения педагогики, так и с точки зрения психологии. Эта идея реализуется посредством рассмотрения компьютерных тестовых ситуаций, включающих в себя тестовые задания. Для решения тестового задания учащемуся предоставляется набор компьютерных инструментов, посредством которых может быть получено решение. Анализ деятельности учащегося при получении им решения производится посредством экспертной системы анализа решений. Однако возможности тестовых ситуаций для тестирования интеллектуальной деятельности учащихся при решении ими математической задачи не исчерпываются только решениями.

В структуру тестовой ситуации входят, кроме блока решения, также и следующие блоки: тестовые задания, саморегуляция, аргументация, анализ решений, постановка задач, инструменты, помощь. Кроме обязательного блока тестового задания и решения выбор учащимся других блоков позволит с учетом выбора компьютерных инструментов и работы с ними осуществить психолого-педагогическую диагностику интеллектуальной деятельности учащихся

с использованием критериев КИТСУ. Кроме того, наличие блока помощи и реализация в будущем режима обучения позволит использовать данную компьютерную программу в качестве не только диагностической, но и обучающей компьютерной программы.

Приведем описание одного из базовых сценариев моделей успешности учащихся при обучении математике и диагностических средств, обеспечивающих его реализацию. При этом сформулируем *теоретические требования к осуществлению каждого этапа «Компьютерной системы тестов для психолого-педагогической диагностики успешности учащихся»*.

1-й этап – создание тестовых ситуаций.

В отличие от обычного тестового задания, имеющего только учебные цели, тестовая ситуация должна обеспечить возможность психолого-педагогической диагностики деятельности учащихся в данной тестовой ситуации, включая умение применять знания в нестандартной ситуации, инициативу, элементы творчества, готовность к саморегуляции, индивидуальные познавательные стили.

2-й этап – организация деятельности учащихся в тестовых ситуациях.

Задача этого этапа – предоставить учащимся компьютерную среду, включающую набор инструментов для деятельности, и в зависимости от того, как учащийся этим набором воспользуется, получить материал для психолого-педагогической диагностики.

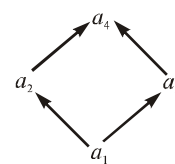
3-й этап – анализ деятельности учащихся в тестовых ситуациях.

Анализ осуществляется посредством специально разрабатываемой экспертной системы, включающей в себя три вида анализаторов:

а) анализатор формул, б) анализатор текстов, в) анализатор изображений.

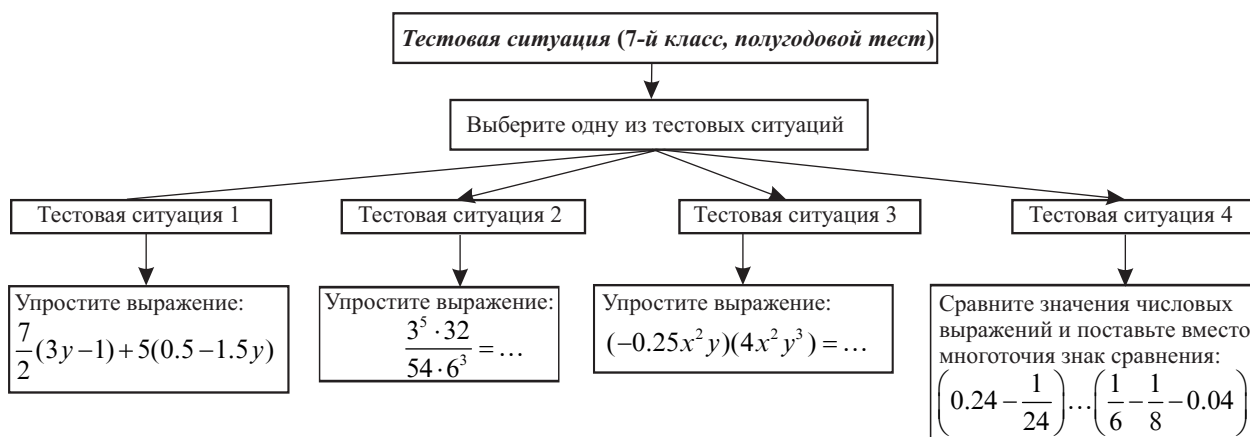
4-й этап – оценивание деятельности учащихся в тестовых ситуациях.

Исходя из материалов 2-го и 3-го этапов, посредством специально разработанной методики оценивания, опирающейся на метод анализа иерархий в сложных системах, выявляются уровни успешности учащихся. Заметим, что, согласно вышеупомянутой методике, возможны различные модели успешности, в частности, не только обычная линейно упорядоченная модель успешности с уровнями успешности $a_1 < a_2 < \dots < a_k$, но и нелинейные модели с частично упорядоченными множествами уровней успешности, например, таким:



т.е. $a_1 < a_2 < a_4$ и $a_1 < a_3 < a_4$, но a_2 и a_3 несравнимы.

Рассмотрим подробнее указанные выше этапы базового сценария на примере конкретных тестовых ситуаций.



Убедимся теперь, что мы действительно имеем дело с тестовыми ситуациями, а не просто с тестовыми заданиями, как они выглядят на первый взгляд.

Тестовая ситуация 1.

Деятельность учащихся в этой тестовой ситуации допускает две основные стратегии решения:

а) «лобовое» решение, т.е. прямое использование распределительного закона умножения относительно сложения в виде раскрытия скобок и приведения подобных слагаемых;

б) «обходное» решение, т.е. использование распределительного закона умножения относительно сложения в обратном порядке, а именно преобразование второго слагаемого для распознавания общего множителя и вынесение его за скобки.

Предположим, что учащийся А получил правильный ответ с использованием первой стратегии, а учащийся Б получил правильный ответ с использованием второй стратегии. Тогда, с точки зрения обычных тестов, которые учитывают только правильность ответа, уровни успешности учащихся А и Б в тестовой ситуации одинаковы. Но, с нашей точки зрения, уровень успешности учащегося Б выше, чем у А. Действительно, в формулировке задания ничего не сказано относительно общего множителя, поэтому необходима инициатива по выбору такого, казалось бы, неестественного пути решения, составлению мысленного плана действий по выделению общего множителя и реализация этого плана в виде нахождения преобразования второго слагаемого для выделения общего множителя. Следовательно, можем считать, что создана тестовая ситуация, позволяющая различать два уровня успешности. Аналогично обстоит дело с тестовыми ситуациями 2 и 3, которые также позволяют различать два уровня успешности.

Тестовая ситуация 4.

Деятельность учащихся в этой тестовой ситуации допускает три основные стратегии.

Стратегия 1 состоит в переводе обыкновенных дробей в десятичные дроби и вычислениях с получившимися приближенными числами.

Стратегия 2 состоит в переводе десятичных дробей в обыкновенные дроби и выполнении действий над ними.

Стратегия 3 состоит в переводе десятичных дробей в обыкновенные и сравнении числовых выраже-

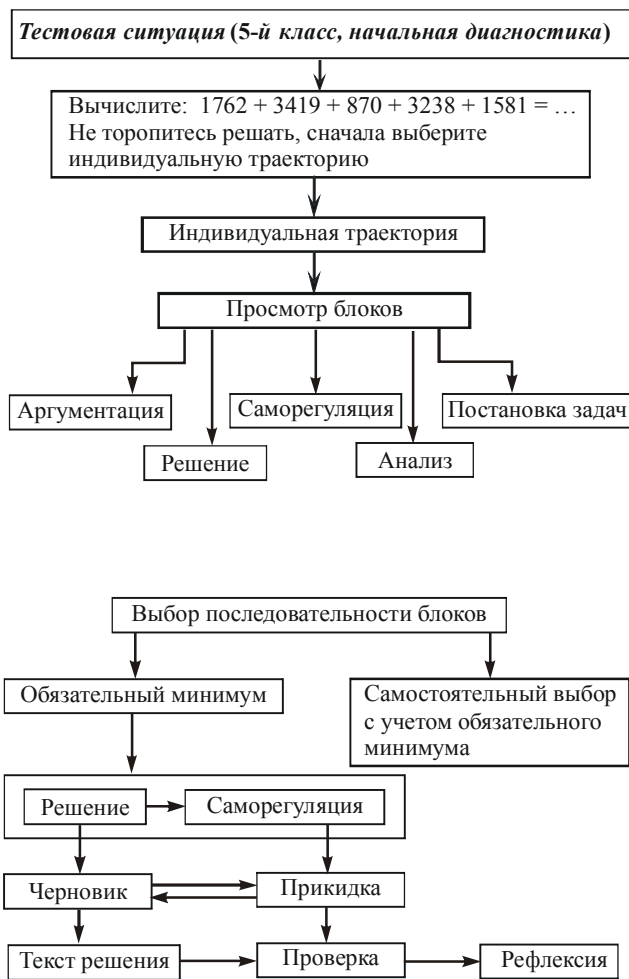
ний $\frac{1}{25} - \frac{1}{24}$ и $\frac{1}{24} - \frac{1}{25}$ без их непосредственного

вычисления с учетом только их знаков (первая разность есть отрицательное число, вторая разность есть положительное число).

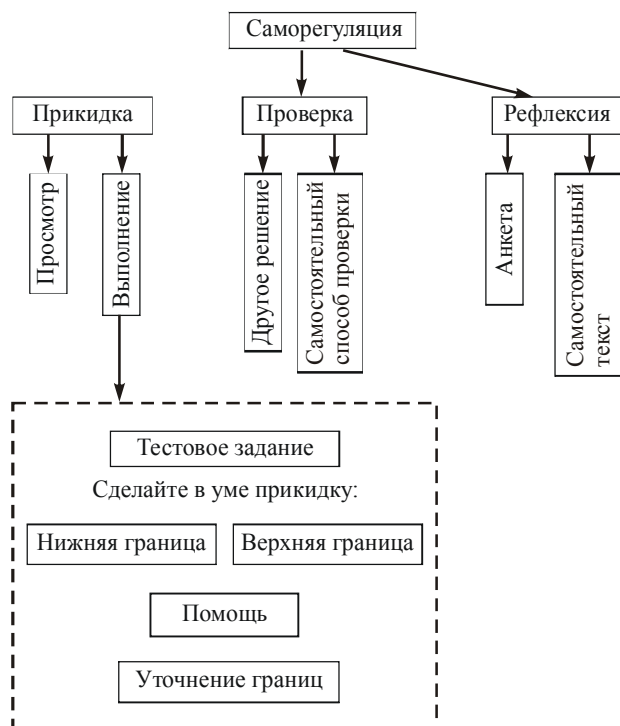
Указанные выше стратегии соответствуют различным уровням обобщенного количественного мышления (первые две являются «лобовыми» стратегиями, а третья – «обходной»), что является важной составляющей психолого-педагогической диагностики в 7-м классе в начале изучения систематического курса алгебры. Таким образом, тестовая ситуация 4 позволяет различить три уровня успешности.

Итак, в нашем распоряжении находятся четыре тестовые ситуации с различными распознающими возможностями относительно уровней учебной успешности. Необходимо организовать деятельность учащихся в этих тестовых ситуациях для выявления их уровней успешности. Для этой цели разрабатывается универсальная компьютерная среда, которая не только предоставляет учащимся различные инструменты для работы, но и фиксирует всевозможные попытки учащихся использовать эти инструменты для решения соответствующих заданий. Это позволит в дальнейшем на этапе анализа получить значения вероятностных индикаторов различных критериев КИТСУ (например таких, как инициатива, компетентность, саморегуляция). Следует отметить, что без компьютерной программы отследить все многообразие попыток решения практически невозможно, ведь, по сути, при проверке результатов теста или контрольной работы учитель анализирует окончательную версию решения без указания предварительных попыток решения.

Рассмотрим теперь пробный сценарий организации деятельности учащихся в конкретной тестовой ситуации.



Структура блока «Саморегуляция» выглядит следующим образом:



Развилки для диагностики:

- А. Обращение к помощи или самостоятельная работа?
- Б. Правильность определения границ?
- В. Было ли уточнение границ?
- Г. Верно ли другое решение (в случае его выбора)?
- Д. Глубина рефлексивного текста (в случае его выбора)?
- Е. Полнота ответов на вопросы анкеты?

Следующий этап – анализ деятельности учащихся в тестовой ситуации. Его можно разбить на две части:

- 1) анализ окончательного решения,
- 2) анализ всевозможных попыток решения.

Для проведения такого анализа необходимы три вида анализаторов:

- 1) анализатор формул,
- 2) анализатор текста,
- 3) анализатор изображений.

В настоящее время разработан пробный вариант анализатора формул и ведется работа над анализаторами текста и изображений, которые существенно сложнее анализатора формул, поскольку приходится иметь дело с плохо формализуемыми объектами.

Анализатор формул работает следующим образом. Для фиксированной тестовой ситуации относительно каждой стратегии ее решения заранее записывается цепочка преобразований, приводящая заданное в условии выражение к ответу при действии согласно данной стратегии. Задается отношение эквивалентности на цепочках преобразований так, чтобы все верные модификации данной цепочки преобразований, не выходящие за границы данной стратегии, находились в одном классе эквивалентности. Тогда распознавание принадлежности решения учащегося той или иной стратегии будет реализовываться нахождением класса эквивалентности цепочки преобразований, соответствующей решению учащегося.

2. Анализ деятельности в тестовых ситуациях

Поскольку процесс решения часто проходит в неявной форме и, в принципе, неформализуем, то проблема распознавания процесса решения математических задач может рассматриваться как частный случай задачи распознавания неформализованных текстов с учетом как синтаксиса, так и семантики. А для этой задачи в последнее время были разработаны перспективные программные средства (в частности «ДИАЛИНГ» [3]) как оболочки, в которых могут решаться конкретные частные задачи. Вкладывая в эти оболочки разработанные нами алгоритмы преобразований неформализованных математических текстов в последовательности формализованных выражений из некоторых формальных грамматик, мы получаем возможность распознавания и оценивания неформализованных решений математических задач.

Ключевая идея нашего подхода к оцениванию решений математической задачи заключается в определении по возможности как можно более полного набора стратегий решения данной задачи. Тогда, если мы сможем отнести данное решение к той или иной стратегии, то мы получаем возможность первичной классификации решений, а следовательно, и первичного оценивания. В частности, первый этап компьютерного распознавания неформализованного решения математической задачи и будет заключаться в распознавании стратегии, использованной в этом решении. Приведем пример математической задачи, имеющей некоторый набор стратегий.

Рассмотрим следующую задачу:

«Вычислить выражение $1762 + 1581 + 870 + 3238 + 3419$ ».

Можно выделить три основные группы стратегий решения этой задачи.

Первая группа стратегий – это лобовая стратегия и ее модификации.

Базовая лобовая стратегия имеет следующий вид: «Сначала вычисляем сумму первых двух чисел, затем результат складываем с третьим числом, затем полученное число складываем с четвертым числом и результат складываем с пятым числом».

Приведем *пример модификации лобовой стратегии*: «Сначала вычисляем сумму первых двух чисел, затем вычисляем сумму следующих двух чисел, затем складываем полученные два числа и результат складываем с последним числом».

Заметим, что в группе лобовых стратегий указанную модификацию лобовой стратегии можно оценить выше, чем базовую лобовую стратегию, поскольку в ней используется четыре сложения, а не пять сложений, как в базовой лобовой стратегии, что позволит выше оценить решение, отнесенное к этой стратегии, чем решение, отнесенное к базовой лобовой стратегии.

Вторая группа стратегий – это «рациональная» группировка слагаемых.

Базовая стратегия этой группы имеет следующий вид: «Сначала вычисляем сумму первого и четвертого чисел, затем вычисляем сумму второго и пятого чисел, затем складываем полученные числа и результат этого сложения суммируем с третьим числом».

Рациональность группировки слагаемых в данной стратегии состоит в том, что полученные в результате суммирования числа (в данном случае 5 000) легко суммировать устно для получения ответа. Любую

стратегию этой группы можно оценить выше, чем любую стратегию первой группы, так как, во-первых, она использует два свойства операции сложения (а именно ассоциативность и коммутативность), в отличие от стратегий первой группы, которые используют только одно свойство (ассоциативность), а во-вторых, ее применение предполагает мысленное проектирование решения с прикидкой возможных результатов каждого шага решения. Соответственно, любое решение, отнесенное ко второй группе стратегий, может быть, при прочих равных условиях, оценено выше, чем любое решение первой группы стратегий.

Пример модификации базовой стратегии второй группы: «Сначала суммируем первое число с четвертым, затем результат суммируем с третьим числом, затем суммируем второе число с пятым и затем суммируем полученные последние два числа».

Третья группа стратегий – это «рациональное» разложение слагаемых.

Базовая стратегия этой группы имеет следующий вид: «Сначала представляем каждое из слагаемых в виде суммы двух чисел, затем первые числа этих представлений суммируем по базовой стратегии второй группы, затем вторые числа этих представлений суммируем по базовой стратегии второй группы и затем полученные результаты суммируем».

Пример модификации базовой стратегии третьей группы: «Сначала представляем каждое из слагаемых в виде разности двух чисел, затем первые числа этих представлений суммируем по базовой стратегии второй группы, затем вторые числа этих представлений суммируем по базовой стратегии второй группы и затем из результата первого суммирования вычитаем результат второго суммирования».

Любую стратегию третьей группы можно оценить выше, чем любую стратегию второй группы потому, что, во-первых, она сложнее, так как содержит стратегию второй группы в качестве составной части, во-вторых, она интеллектуально более сложная, поскольку использует преобразования в направлении, обратном тому, которое сформулировано в задаче (сначала раскладываем, а затем суммируем), и, наконец, она используется реже стратегий других групп. Заметим, кстати, что приведенную выше модификацию базовой стратегии третьей группы можно оценить выше, чем базовую стратегию, поскольку она использует представления слагаемых в виде разностей, а не сумм.

Литература

1. Нейман Ю.М., Хлебников В.А. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. М., 2000.
2. Самыловский А.И. Тест как объективный измерительный инструмент в образовании // Вопросы тестирования в образовании. 2001. № 1.
3. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. М., 1991.