

Измерение уровня подготовленности учащихся по ключевым понятиям учебного материала

Салидин Калдыбаев
Нарынский государственный
университет (Кыргызстан)
kaldibaev@rambler.ru

Опубликовано в ж. Педагогические Измерения №3, 2006

Обеспечение объективности оценки уровня подготовленности учащихся является одной из главных задач процесса обучения. Один из подходов к решению этой задачи - измерение уровня знаний учащихся по ключевым понятиям учебного материала. В статье рассматриваются вопросы структурно-логического анализа учебного материала, анализа структуры тестовых заданий.

Обучение должно способствовать максимальному раскрытию возможностей каждого обучаемого, для чего оно должно быть поставлено на реальную почву управления познавательной деятельностью учащегося. В этих условиях актуальное значение приобретает необходимость внедрения количественного измерения уровня подготовленности учащихся. Необходимость измерения обусловлена еще тем, что в оценочной деятельности до сих пор остаются нерешенными следующие вопросы:

- ✓ перегруженность программ, учебных дисциплин;
- ✓ нехватка времени учителя на оценку уровня знаний всех учеников класса;
- ✓ преобладание субъективности в оценке знаний учащихся.

Между тем, новые условия в системе образования и реальная действительность естественным образом приводит к пересмотру основных положений и существующих методик педагогической оценки.

Измерение в педагогике – это процесс количественного сопоставления оцениваемого свойства ученика (уровня усвоения) с некоторым эталоном (объемом содержания учебного материала). Измерение предполагает наличие тестов, которые, в свою очередь,

предполагают наличие единиц измерения. Данной проблемой занимается прикладная наука – педагогические измерения. Объектом исследования этой науки является свойства педагогических объектов и явлений, а предметом – исследование принципов разработки измерительных инструментов, технологии измерения латентных свойств, оценки уровня подготовленности обучаемых на основе количественных показателей (1).

Массовые измерения уровня подготовленности испытуемых сопровождаются нормативно-ориентированной интерпретацией, где с помощью тестов оценивается уровень учебных достижений испытуемых относительно других. Тестирование, проводимое в процессе обучения, основывается на критериально-ориентированной интерпретации тестовых результатов, в которой наиболее важно определить, насколько успешно учащийся овладел содержанием учебного предмета. Данные подходы были приняты лишь с одной целью: с целью интерпретации тестовых результатов (2, с.202-206). Принимая во внимание эту точку зрения, специалисты предлагают более точный термин для тестов, используемых в образовании. В российской системе образования и в системе образования стран СНГ принят и прочно вошел в обиход термин – «педагогические тесты», который подразумевает как нормативно-ориентированную, так и критериально-ориентированную интерпретацию результатов тестовых испытаний (2; 3;).

Педагогические тесты способствуют количественному сопоставлению учебных достижений обучаемых с планированными результатами обучения. Они успешно применяются как в текущем и рубежном, так и в итоговом видах контроля.

Активный поиск путей решения проблемы субъективности в оценке и идеи применения информационных технологий в обучении привели к необходимости использования компьютерных тестов в процессе обучения (4; 5). С использованием компьютерных тестов стало возможным осуществление оперативной обратной связи, получение большей информации о состоянии знаний, и, особенно важно, измерение уровня

знаний как отдельного ученика, так и всего состава класса. В качестве основных преимуществ компьютерного теста можно отметить:

- ✓ обеспечение индивидуального контроля знаний учащихся;
- ✓ измерение уровня знаний всех учеников класса;
- ✓ объективность оценки уровня знаний;
- ✓ возможность его применения во всех видах оценивания;
- ✓ проверка уровней усвоения по большинству вопросов темы;
- ✓ достаточно высокая надежность оценки знаний;
- ✓ выполнение трудоемкой части работы учителя компьютерной программой.

С помощью компьютерных тестов осуществляются:

- ✓ подсчет количества верных ответов, вычисление коэффициента усвоения и их перевод на пятибалльную шкалу оценки;
- ✓ сравнение контролируемых учебных элементов (знаний, навыков) с количеством верно выполненных операций в тестовом задании, вычисление коэффициента усвоения и оценка по пятибалльной шкале.

С годами становится более заметным, что в тестовом методе кроются недостатки, не позволяющие повысить его качество. Они заключаются в следующем.

Во-первых, уровень подготовленности учащихся часто оцениваются по количеству выполненных заданий теста. Например, если из 30 заданий учащийся выполнил 20, то коэффициент усвоения составит 0,66, в журнале ставится оценка «4». В каких ключевых понятиях учащийся показывает успешные результаты, а в каких – имеются пробелы, такого рода специальный анализ при подведении результатов не проводится. Этот подход может быть оправдан на стадии итоговой оценки, например, при выставлении четвертной и годовой оценки. В итоговом контроле содержанием измерения могут служить обобщенные знания и навыки, где оцениваются знания и навыки по содержательным линиям дисциплины,

либо по всему предмету. Это объясняется тем, что в итоговом контроле важным показателем является оценка, выставленная в журнал.

Однако в процессе организации текущего и рубежного контроля такой анализ имеет существенное значение. По нашему мнению, отсутствие такого анализа – недостаток, присущий методике разработки и организации тестирования, компетентности учителей в вопросе разработки педагогических тестов. В процессе текущего оценивания является важной не оценка, выставленная в журнале (отметка), а оценочное суждение, т.е. анализ достижений по ключевым понятиям темы или раздела, выявление и анализ причин допущенных пробелов, нацеленность результатов измерений на проведение коррекционных работ на последующих этапах обучения.

Во-вторых, нередко в оценке за выполнение тестовых заданий используется дихотомический подход, т.е. присуждение одного балла за правильное выполнение задания, и ноль баллов – за допущенную ошибку. Это может быть оправдано для предметов гуманитарного цикла, когда какое-либо тестовое задание направлено на проверку уровня усвоенности одного элемента знаний. В этом случае тестовое задание приобретает вид единицы измерения.

Однако дихотомическая оценка 1/0 показывает свою слабость в предметах естественно-математического цикла. Дело в том, что в большинстве случаев выполнение тестового задания предполагает интегрированную деятельность, которая включает в себя несколько последовательных действий и операций. В данном случае, единицей измерения может служить количество правильно выполненных операций тестового задания. В дихотомическом подходе к оценке, даже в случае выбора дистрактора, близкого правильному ответу, испытуемому выставляется ноль баллов, что не совсем справедливо.

По нашему мнению, с целью устранения указанных упущений в разработке и организации педагогических тестов необходимо решить следующие задачи.

1. Этапы создания педагогических тестов требуют уточнения, а именно, особенно тщательно должен быть проработан этап отбора содержания для педагогического теста. В данном этапе особое внимание уделяется процессу структурно-логического анализа учебного материала, процессу операционализации понятий, выделению контролируемых ключевых понятий, разработке показателей и индикаторов результатов обучения.

2. Осуществляется экспертный анализ структуры решения каждого тестового задания. Необходимость данного действия объясняется тем, что в процессе анализа выявляется наличие охватываемых знаний, правил и операций, необходимых для решения предъявленного задания. С другой стороны, эти правила, операции и знания сопоставляются с результатами обучения. В результате должна быть составлена специальная таблица, где отражаются эти связи.

3. Экспертным путем заранее определяются присуждаемые баллы, причем, дифференцированно. Это означает, что каждый дистрактор должен иметь соответствующий уровневый балл с учетом последовательности выполнения действий учащихся.

4. Параллельно, на стадии разработки тестов, фиксируются возможные ошибки учащихся, проанализированы причины допуска ошибок. На каждое ключевое понятие разрабатываются коррекционные материалы в виде возможных путей устранения выявленных пробелов. Они вполне могут стать основой регулирования хода дальнейшего учебного процесса.

5. Оценивание уровня подготовленности учащихся должно быть осуществлено по ключевым понятиям учебного материала, на основе специально разработанной таблицы.

6. С целью проработки недостатков результаты измерения интерпретируются с указанием ошибок учащихся. Указывается срок повторного измерения.

Эти задачи вполне решаемы посредством компьютерного теста.

Приводим пример организации рубежного контроля раздела «Формулы сокращенного умножения» (предмет «Алгебра», VII класс).

1. Цель компьютерного тестирования: выявление уровня усвоения и качества знаний учащихся по итогам изучения раздела.

2. Анализ содержания учебного материала и отбор ключевых понятий для компьютерного теста. Данный этап, прежде всего, предполагает разработку логической структуры учебного материала, т.е. определение его существенных и необходимых отношений (6, с.30). Контролируемое содержание должно быть отражено в тесте. Содержание теста – это результат оптимального отображения содержания учебного материала в системе тестовых заданий. С этой целью выполнены следующие работы:

- ✓ осуществлен анализ содержания учебного материала, посредством которого выделены контролируемые ключевые понятия (учебные элементы);

- ✓ установлена взаимосвязь между ключевыми понятиями;

- ✓ ключевые понятия соотнесены с уровнями усвоения;

Эти действия в итоге составили результат обучения указанного раздела, выраженный в действиях учащихся.

По итогам выполнения данного этапа была разработана следующая логическая структура раздела:

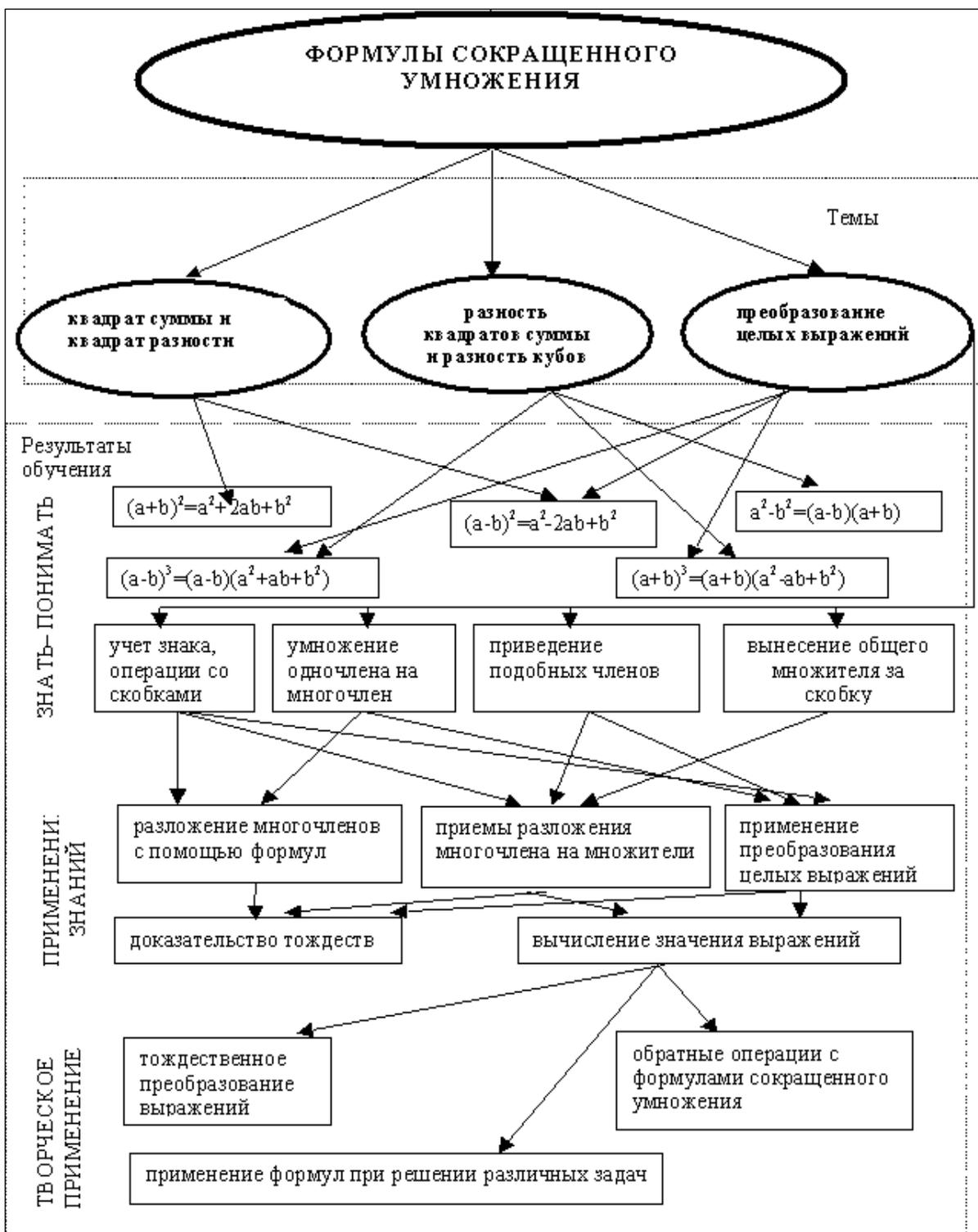


Схема 1. Структурно-логическая схема раздела

Разработка структурно-логической матрицы позволила без особых усилий разработать технологическую матрицу теста (план теста), в состав которой включены результат обучения и планируемое количество тестовых заданий.

3. Разработка и анализ структуры тестовых заданий, разработка структурно-логической матрицы. В соответствии с требованиями к разработке, создана система тестовых заданий в 4-х вариантах, по 10

заданий в каждом. Дистракторы были составлены не по принципу «схожести» с правильными ответами, а по принципу учета допускаемых ошибок. Разработанные тестовые задания подверглись качественному анализу с участием экспертов на соответствие со структурой учебного материала, результатом обучения. В процессе анализа выявлены охватываемые ключевые понятия каждого задания, т.е. предполагаемые правила, формулы, действия, операции и т.д. (7, с.82-86).

Например, восьмое задание в тесте: «Упростив, найти значение выражения $(x+1)(x^2-x+1)-(x-2)(x^2+2x+4)-(x-2)(x+2)$, при $x=-3$ » предполагает следующие правила и последовательные действия (этапы):

	Правила, этапы выполнения задания	Действия и результат
1.	Знание формулы $(a+b)(a^2-ab+b^2)=a^3+b^3$	$(x+1)(x^2-x+1)=x^3+1$
2.	Знание формулы $(a-b)(a^2+ab+b^2)=a^3-b^3$	$(x-2)(x^2+2x+4)=x^3-8$
3.	Знание формулы $(a-b)(a+b)=a^2-b^2$	$(x-2)(x+2)=x^2-4$
4.	Заключение в скобки и запись выражения	$x^3+1-(x^3-8)-(x-4)$
5.	Умение раскрыть скобки с учетом знака выражений	$x^3+1-x^3+8-x+4$
6.	Приведение подобных членов	$13-x^2$
7.	Умение возвести в квадрат отрицательное число	$13-9$
8.	Получение правильного ответа	4

Рассмотрим некоторые случаи процесса выполнения данного задания:

№	Возможные действия учащихся	Ошибки в этапах
1.	Правильное выполнение всех действий, получение правильного ответа: 4.	Нет
2.	Неправильное раскрытие скобок, ошибки в учете знака, получение ответа: -17	5
3.	Неправильное раскрытие скобок и ошибки в возведении в квадрат отрицательных чисел, получение ответа: 1.	5; 7
4.	Неправильное приведение подобных членов, получение ответа: 22	6
5.	Ошибка в раскрытии скобок в операции, запись x^3-8 , вместо x^3+8 . Получение ответа: -12	5
6.	Ошибки в формулах сокращенного умножения и неправильное раскрытие скобок в операции, запись x^2-4 , вместо x^2+4 , получение ответа: -20	2; 5

С учетом последовательности выполнения задания и вероятности ошибок, тестовое задание может принимать следующий вид:

№8. Упростив, найти значение выражения:

$$(x+1)(x^2 - x + 1) - (x-2)(x^2 + 2x + 4) - (x-2)(x+2) \text{ при } x=-3.$$

- а) -20 б) -17 в) 22 г) 4 д) 1 е) -12

В данном случае ответы для выбора сформулированы на основе следующей схемы:

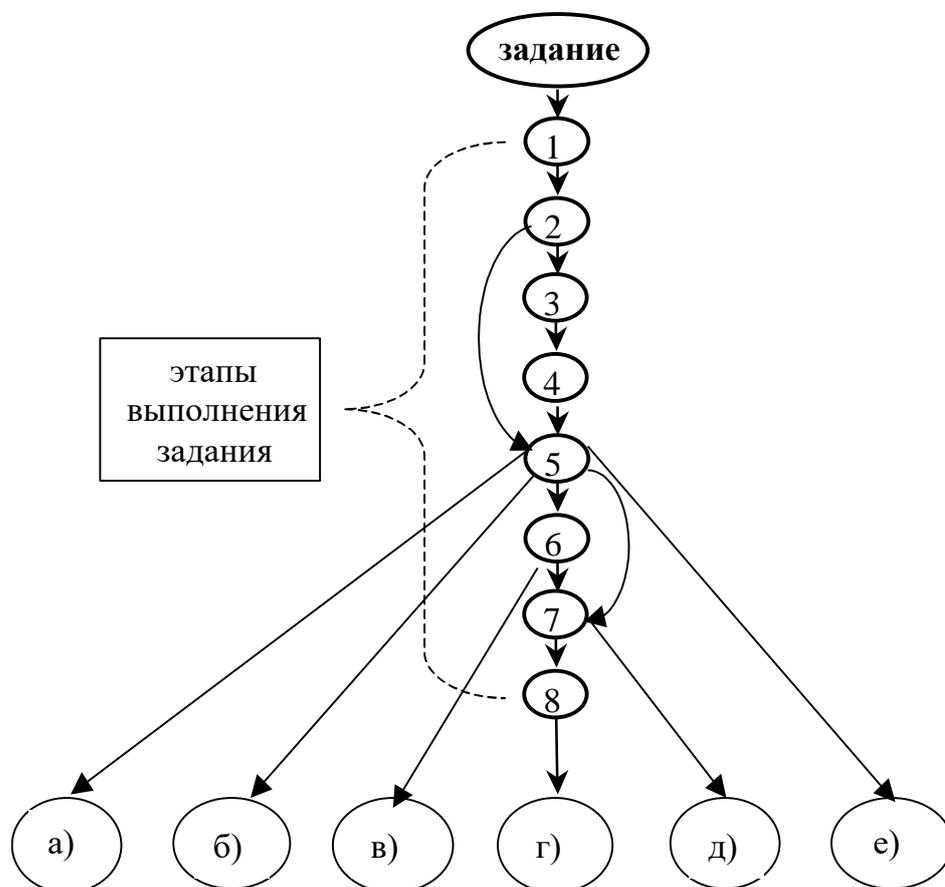


Схема 2. Анализ структуры решения задания

Любопытно, что большинство заданий теста естественно-математического цикла может иметь структуру решений подобного характера. Кроме этого, при решении задачи учащийся может допустить ошибку и иного характера. Тогда для выявления этих ошибок и анализа их причин составителями тестов разрабатываются другие дистракторы, и вполне реальна разработка иной схемы.

Дистракторы предполагают политомическую оценку в баллах от 0 до 0,9, с учетом выполненных количеств операций. Правильный ответ оценивается одним баллом. Такой подход в оценке уровня подготовленности даст возможность объективно и дифференцированно оценить структуру знаний учащихся. Выбранные учащимися дистракторы фиксируются в программе, с целью подсчета правильно и неправильно выполненных действий.

Итогом анализа структуры решения заданий явилась разработка структурно-логической матрицы, характеризующей связи между тестовыми заданиями и контролируемыми ключевыми понятиями. В матрице, если то

или иное тестовое задание включает в себя некоторые из перечисленных в таблице ключевых понятий, в соответствующих ячейках ставится знак «√». Подсчет суммы знаков по горизонтали означает – сколько заданий охватывает данное ключевое понятие. Подсчет по вертикали – сколько ключевых понятий охватывает данное задание.

Таблица 1

**Структурно-логическая матрица по разделу
«Формулы сокращенного умножения»**

№	Результаты обучения										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ	Σ	
1	Знать/понимать	1) знание формул сокращенного умножения	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	9	39
		2) учет знаков выражений	√	√		√	√	√		√		√		√		√		√		√		7	
		3) заключить в скобку и раскрыть скобки	√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	7	
		4) умножение одночлена на многочлен	√	√		√				√			√			√					√	5	
		5) приведение подобных членов		√		√	√	√			√			√				√			√	6	
		6) вынесение общего множителя за скобку	√		√	√	√								√						√	5	
2	Применение по образцу	7) разложение многочленов с помощью группировки	√		√				√	√												4	24
		8) приемы разложения многочлена на множители				√	√	√	√			√	√			√	√					6	
		9) применение преобразования целых выражений		√					√	√	√					√					√	5	
		10) доказательство тождеств			√	√			√			√										4	
		11) вычисление значения выражений			√		√			√		√	√	√								5	
3	Творческое применение	12) тождественное преобразование выражений	√			√				√			√		√	√					5	16	
		13) обратные операции с формулами сокращенного умножения		√			√	√			√	√		√	√	√					6		
		14) применение формул при решении различных задач				√		√	√			√	√		√	√					5		
Итого:			7	5	6	9	8	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	79	79	

Как правило, при подведении итогов традиционного тестирования анализ уровня усвоения осуществляется по «фактам», т.е. по невыполненным тестовым заданиям. Не смог решить задание, значит, у испытуемого не усвоено то или иное понятие, включенное в те или иные задания. Причем, анализ осуществляется «вручную».

В противоположность этому в данном подходе речь идет о планировании предстоящего анализа результатов уже на стадии подготовки тестов. Следовательно, данная таблица представляет собой практическую реализацию теоретических установок. В ней визуально отражается результат выполнения требований об оптимальном отображении содержания учебного материала в тестовых заданиях. Тем самым она

показывает результат решения вопроса об обеспечении валидности теста. Необходимость данной таблицы заключается также в предоставлении возможности определения объективно достигнутых уровней знаний учащихся, ибо она непосредственно касается вопроса методики обработки результатов компьютерного тестирования, методики подведения итогов не по количеству выполнения тестовых заданий, а по ключевым понятиям учебного материала.

4. Апробация и проверка качества теста. Разработанные задания апробированы с целью проверки соответствия статистическим требованиям (2, с.163-175; 8, с.207-209), тем самым, они подверглись и количественному анализу. В какой-то мере трудность и сложность задания можно определить посредством выявления наличия охватываемых в ней операций и действий. Однако мировая практика тестирования показывает, что большую уверенность в определении трудности заданий дает статистический анализ. В результате апробации была составлена таблица, определены доли правильных и неправильных ответов. С участием экспертов и учителей-методистов анализированы задания, имеющие доли $q_j \leq 0.2$ и $q_j \geq 0.8$. В таком же порядке были проверены другие требования – дифференцирующая способность заданий и положительная корреляция баллов задания с баллами по всему тесту. На основании апробации и анализа результатов, была внесена корректива в систему заданий. Корректирована и структурно-логическая матрица.

5. Разработка коррекционных материалов. Разработанные результаты обучения представляют собой как учебные единицы, необходимые для усвоения учебного материала. С другой стороны, сами тестовые задания выступают как своего рода индикаторы, показывающие наличие и уровень сформированности этих учебных единиц. Неправильные ответы учащихся информируют о наличии пробелов в усвоении ключевых понятий. Учитель должен быть подготовленным к проведению коррекционной работы. С этой целью, для каждого ключевого понятия были разработаны коррекционные материалы и в совокупности составили базу в инструментальной среде. В нем указывается ключевое понятие, литература и соответствующая страница, где можно повторить правила и определения. Приводятся виды типичных упражнений для выработки необходимых навыков и умений. По результатам испытания, в случае обнаружения пробелов, соответствующие материалы должны быть предъявлены ученику на стадии интерпретации результатов тестирования.

6. Процесс и результат тестирования. В процессе тестирования учащимся предлагаются тестовые задания по локальной сети. Учащимся дается подробный инструктаж по работе с данным тестом. По итогам выполнения необходимого количества тестовых заданий испытуемому предъявляется диаграмма результатов:

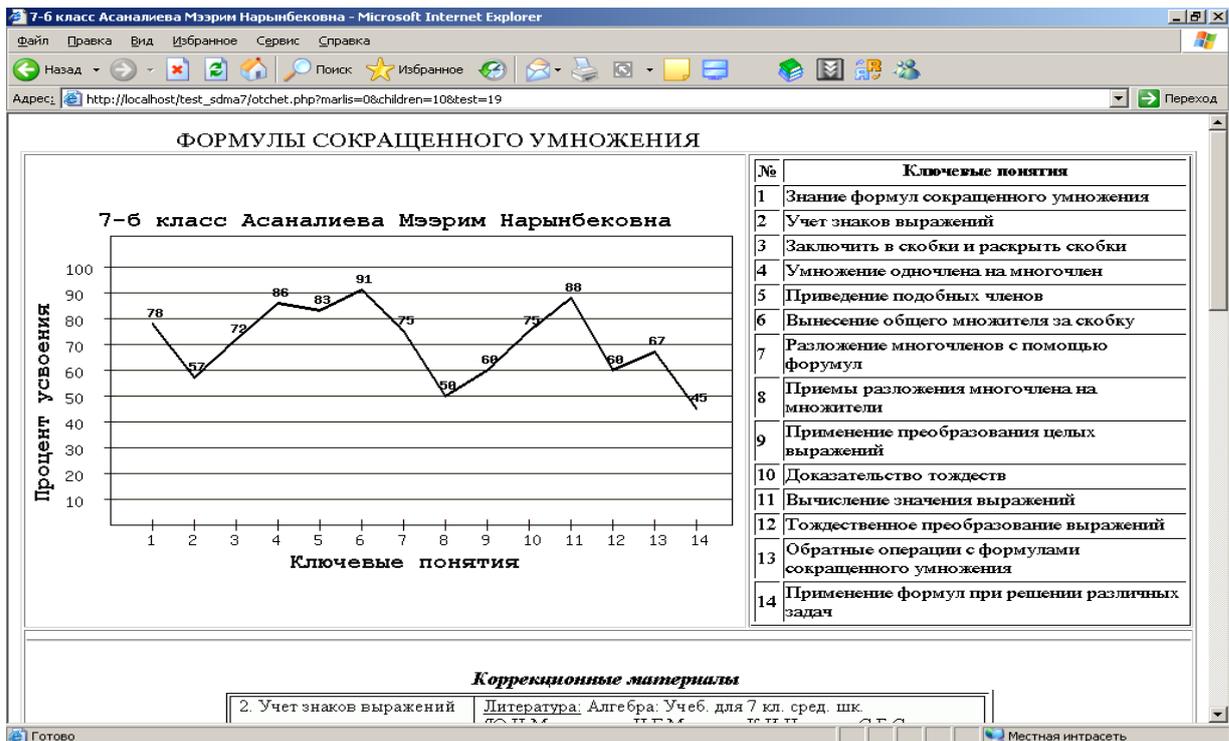


Рис.1. Результаты компьютерного теста.

На рис.1 узловые точки диаграммы показывают уровень усвоения учащегося по ключевым понятиям.

7. Предъявление коррекционных материалов. В случае, когда уровень усвоения отдельных ключевых понятий ниже, чем 70%, ученику предъявляются материалы для коррекции. На рисунке 2 показан фрагмент предъявления коррекционных материалов.

7-6 класс Асаналиева Мээрим Нарынбековна - Microsoft Internet Explorer

Адрес: http://localhost/test_sdma7/otchet.php?marlis=0&children=10&test=19

8. Приемы разложения многочленов на множители	<p>Литература: Алгебра: Учеб. для 7 кл. сред. шк. /Ю.Н.Макарычев, Н.Г.Миндюк, К.И.Нешков, С.Б.Суворова; Под ред. С.А.Теляковского. - М.: Просвещение 1991. - 240с.</p> <p>Правила: Применение различных способов для разложения на множители. с. 174-177. Упражнения №995-996, №1000-1006.</p> <p>Литература: Алгебра: Учеб. для 7 кл. общеобразоват. учреждений /Ш.А.Алимов, Ю.М.Колягин, Ю.В.Сидор и др. -М., 1995, -1991 с.</p> <p>Правила: Вынесение общего множителя за скобки. с.79-83. Упражнения №322-325, с.81.</p> <p>Правила: Способ группировки. с.83-84. Упражнения №341-342, №346-348. с.84-85.</p> <p>Правила: Формула разности квадратов. с.85-86. Упражнения №353, №356-358, №364-365. с.86-87.</p> <p>Правила: Квадрат суммы. Квадрат разности. с.87-89. Упражнения №373, №377-384. с.89-90.</p> <p>Правила: Применение нескольких способов разложения многочлена на множители. с.91-92. Упражнения: №398-406. с.92-93.</p> <p>Литература: Гусев В.А., Мордкович А.Г. Математика: справ. материалы: Кн. для учащихся. -М.: Просвещение, 1988. -416 с.</p> <p>Правила: Разложение многочленов на множители. с.58-60. Примеры: №1-7.</p>
9. применение преобразования целых выражений	<p>Литература: Алгебра: Учеб. для 7 кл. сред. шк. /Ю.Н.Макарычев, Н.Г.Миндюк, К.И.Нешков, С.Б.Суворова; Под ред. С.А.Теляковского. - М.: Просвещение 1991. - 240с.</p> <p>Правила: Применение преобразования целых</p>

Рис.2. Фрагмент предъявления материалов для коррекции знаний.

После предъявления материалов для коррекции знаний учителем проводится собеседование с учеником о причинах допущенных ошибок, определяется время для повторения материалов, выработки соответствующих умений и т.д. Назначается срок повторного тестирования. Повторный тест показывает значительный рост в знаниях школьников.

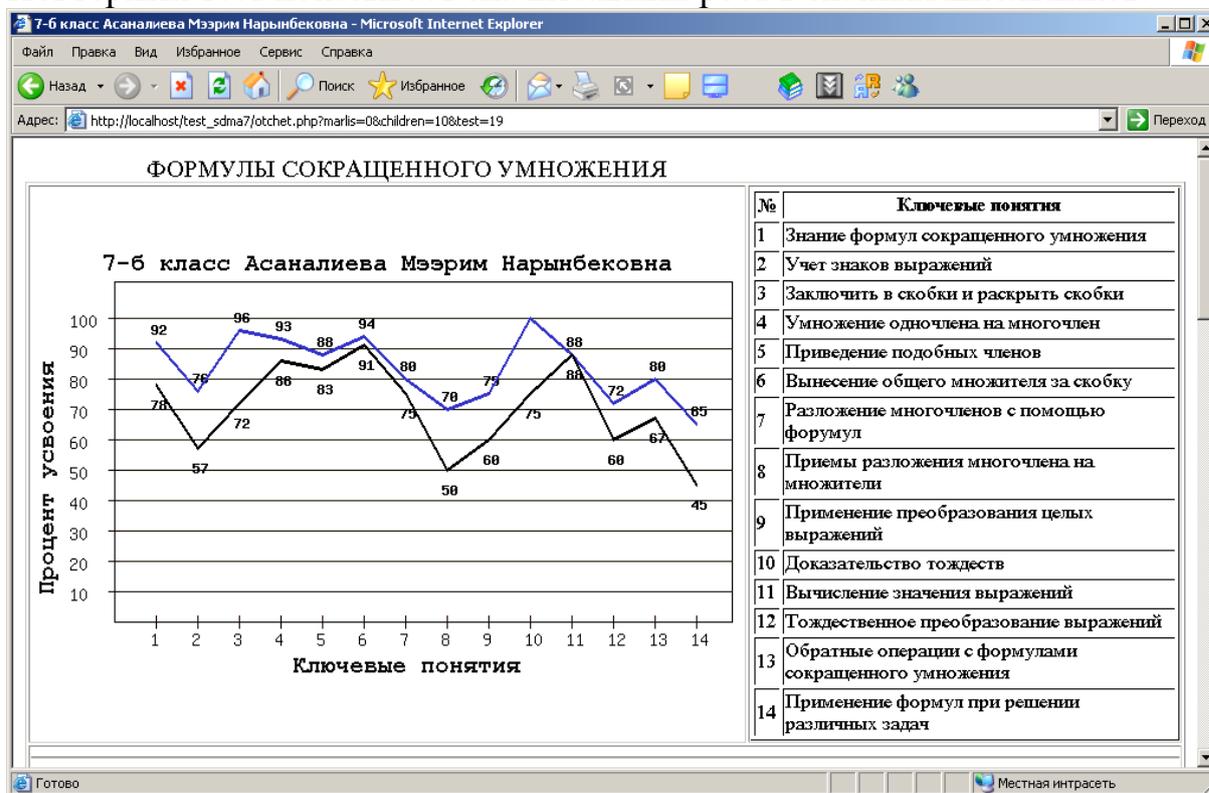


Рис.3. Результаты повторного теста.

Процент усвоения первичного компьютерного измерения составил: $P_{перв} = (78+57+72+86+83+91+75+50+60+75+88+60+67+45)/14 = 70,5\%$. Коэффициент усвоения $K_{перв} = 0,705$. Процент усвоения повторного измерения $P_{повт} = 83,5\%$, коэффициент усвоения $K_{повт} = 0,835$. Отмечается рост в усвоении знаний на 13%.

Подытоживая подход к измерению уровня знаний учащихся, можно отметить следующее:

1. Между этапами разработки и организации массового тестирования и тестирования, организуемого в процессе обучения, имеется существенное различие. В тестировании, организуемого в процессе обучения важное значение имеет содержательный анализ структуры учебного материала, тестовых заданий и результатов измерений.

2. Важнейшими компонентами подготовки и проведения тестирования в учебном процессе являются:

- Разработка структурно-логической схемы учебного материала;
- Разработка результатов обучения, в виде совокупности ключевых понятий и уровней усвоения;
- Разработка тестовых заданий, качественный и количественный анализ, составление структурно-логической матрицы;

- Разработка коррекционных материалов на выделенные ключевые понятия;
- Интерпретация результатов измерения и выдача коррекционных материалов.

3. Компьютерный тест, организуемый по предложенной методике позволяет обеспечить объективность педагогического контроля, измерить уровень подготовленности как отдельного учащегося, так и всего класса, осуществить анализ по выделенным ключевым понятиям учебного материала, способствует организации коррекционной работы в дальнейшем процессе обучения.

4. Компьютерный тест позволяет провести содержательный анализ и по итогам текущего и тематического контроля. В данном случае анализ осуществляется по дистракторам, т.е. по выявлению причин ошибочного выбора ответов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аванесов В.С. Основы педагогической теории измерений //Педагогические измерения. №1, 2004. С. 15-21.
2. Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий. Учебная книга. 3 изд. доп. – М., 2002. -240 с.
3. Майоров А.Н. Теория и практика создания тестов для системы образования (Как выбирать, создавать и использовать тесты для целей образования). – М., 2000. –352 с.
4. Голенков В.В. Профессиональная инструментальная система компьютеризированного тестирования TESTER //Педагогические измерения. №1, 2004. –с.83-95.
5. Кулакова И.А., Морозов М.А., Садовский М.В., Пак Н.И. Модель автоматизации контроля и диагностики знаний студента //Педагогические измерения. №2, 2004. –с.89-97.
6. Сохор А.М. Логическая структура учебного материала. Вопросы дидактического анализа. – М.: Педагогика, 1974. –192 с.
7. Калдыбаев С.К. Дидактические основы использования компьютерных тестов в обучении математике. Дисс. ... к.п.н. – Алматы, 1997. – 173 с.
8. Психологическое тестирование. 7-е изд./А. Анастаси, С. Урбина. – СПб.: Питер, 2003. -688 с.