

# «Семантический пасьянс» — новый метод оценки качества знаний

*Николай Русланович Сидоров,*

*педагог-психолог Центра образования № 1494 г. Москвы*

• научное понятие • системы понятий • индивидуальная структура учебных понятий • индивидуальные семантические пространства •

Основная задача образования — передача школьникам знания, накопленного предшествующими поколениями. Это знание — к какой бы предметной области оно ни относилось — закреплено в научных понятиях и таким образом передаётся в ходе учебной деятельности.

Научное понятие выступает, с одной стороны, как форма, в которой зафиксировано надындивидуальное знание, а с другой стороны, как инструмент индивидуального мышления. Для того чтобы понятие стало инструментом интеллектуальной деятельности индивида, понятие должно быть усвоено индивидом и присвоено им. В этом смысле оказывается очень важным, чтобы понятием, которое усвоил школьник, обозначались для него не только существенные стороны того или иного явления, но и связи этого понятия с другими понятиями, близкими по смыслу и значению<sup>1</sup>.

В ходе учебной деятельности учениками познаётся действительность во всей полноте своих проявлений, и в силу данного обстоятельства они усваивают *систему* понятий. Традиционная школьная технология предполагает, в первую очередь, системность знания в рамках отдельных школьных предметов и, более того, в рамках отдельных учебных тем. То есть учитель передаёт ученикам знания в форме понятий, имеющих

непосредственное отношение к изучаемой сейчас теме.

Содержание учебной деятельности учащихся заключается в том, что они воссоздают для себя целостный образ изучаемого класса явлений, опираясь на понятия, «получаемые» ими от учителя. В целях наилучшего и наиболее полного раскрытия темы учитель останавливается на существенных сторонах явлений, на взаимосвязи последних, отработывая конкретные понятия в их логической связи, в системе. И, раньше или позже, приобретает актуальность *педагогическая задача выявления полноты и точности системы понятий, усвоенной учащимися* при изучении той или иной темы.

Существующие фронтальные методы проверки знаний ориентированы, скорее, на проверку памяти школьников и их умений решать более или менее типовые задачи. Устные опросы чаще всего имеют целью проверку усвоенности «вчерашнего» материала. Конечно, по ходу устного опроса отдельного ученика можно составить представление о системности его знаний, но только на интуитивном уровне, приблизительно. Однако ФГОСы второго поколения ориентируют нас на то, чтобы видеть в усвоении школьником системы знаний инструментальную основу его учебной деятельности. Все понимают, что пробелы в знаниях ученика или ошибки в освоении им системы научных понятий приводят к непониманию всего материала школьного предмета и ко всё возрастающей школьной неуспешности. А несвоевременное выявление

<sup>1</sup> Талызина Н.Ф. Педагогическая психология. М., 1998.

ние учителем таких пробелов и ошибок снижает качество его профессиональной деятельности.

Данными обстоятельствами обусловлена актуальность создания простого метода с целью выявления индивидуальной структуры научных понятий школьников, который нашёл бы место в повседневной педагогической практике учителей-предметников.

Экспериментальные исследования вопроса о структурировании школьниками учебного материала проводились и ранее. Для нас большой интерес представляют работы А.Ю. Терёхиной в области индивидуальных семантических пространств. Базовая идея этих исследований в самом общем виде состоит в том, что, во-первых, знание индивида в той или иной конкретной предметной области представляет собой системно организованное множество усвоенных им понятий; во-вторых, метод многомерного шкалирования позволяет построить модель субъективной картины организации знания; в-третьих, у разных людей структуры их знания в одной и той же предметной области будут различаться, и степень приближения субъективной структуры к объективному положению дел есть функция от обучения<sup>2</sup>.

В ходе одного из экспериментальных исследований А.Ю. Терёхиной испытуемому предъявляются пары понятий, и его задача состоит в том, чтобы оценить в баллах степень смысловых различий между предъявляемыми понятиями<sup>3</sup>. По ходу эксперимента пары предъявляются в случайном порядке, но так, чтобы понятия в них сочетались по схеме «каждое с каждым». Полученные в исследовании субъективные оценки подвергаются затем математической обработке методом многомерного шкалирования. Окончательный результат оформляется как точечный график, где точками обозначаются понятия, а взаимное расположение точек этого графика отражает субъективное расстояние между понятиями так, как это представляет себе испытуемый. И таким образом презентуется структура его понятий или, иначе, индивидуальное семантическое пространство. Надо подчеркнуть, что оно графическим способом презентуется именно в виде «топографической съёмки», как «топографический план».

Это исследование подтвердило принципиальную возможность выявления структуры знаний школьников по отдельному учебному предмету, а также возможность представить результаты в виде математической (геометрической) модели, в виде образа. И далее делается важный для педагогической практики вывод: «Изучение психологических расстояний... и построение семантического пространства слушателя методами многомерного шкалирования является адекватным инструментом для анализа знаний и выявления неувоенных понятий»<sup>4</sup>. «Неувоенных», заметим, в том смысле, что они «выпадают» из системы, структурным элементом которой должны были бы быть.

К сожалению, предложенный А.Ю. Терёхиной метод требует соблюдения сложной исследовательской процедуры и не менее сложной математической обработки полученных результатов. По этим причинам он технологически едва ли может быть применён в повседневной педагогической практике.

Мы предлагаем другой подход, апробированный нами в образовательных учреждениях разных типов: в средней школе (на II и III ступенях), колледже, лицее, в МГУ им. М.В. Ломоносова. В наших пробах исследовались индивидуальные системы научных понятий учащихся по различным темам таких предметов, как математика, русский язык, биология, физика, химия, фитоценология (МГУ). В наиболее развёрнутом виде долгосрочной программы для решения практических задач педагогики методика «Семантический пасьянс» применяется в Центре образования № 1494 города Москвы (директор С.В. Ершова).

Суть данной методики состоит в том, что учащиеся каждый раз решают задачу воссоздания некоторой структуры из заранее заданных элементов — названий учебных тем и научных понятий. Названия учебных тем находятся перед учащимися и видны им все сразу, а научные понятия предъявляются поочередно, по одному. В ходе испытания каждый учащийся в индивидуальном порядке должен от-

<sup>2</sup> Соколов Е.Н., Терехина А.Ю., Ребрик С.Б. Геометрическая модель структуры знания // Вопросы психологии 1986 № 6. С. 130–138.

<sup>3</sup> Терехина А.Ю. Структура знаний о языке программирования // Вопросы психологии. 1988 №4. С. 137–142.

<sup>4</sup> Там же. С. 142.

нести предъявленное понятие к той или иной теме по собственному разумению. То есть он решает задачу сортировки понятий или, иначе, их классификацию. В терминологии Н.Ф. Талызиной это «действия, связанные с установлением иерархических отношений внутри системы понятий»<sup>5</sup>.

Классификация считается интеллектуальной деятельностью высокого уровня<sup>6</sup>. Количество тем — от трёх до шести, количество научных понятий, которые должны быть отнесены к каждой теме, — от четырёх до семи. Выбор названий и количества тем, выбор полного списка научных понятий остаётся за учителем, которому интересно увидеть (именно увидеть!) структуру понятий своего предмета, как она сложилась в «головах» каждого из его учеников. *Перед испытанием учитель создаёт эталонную структуру системы понятий, которую он хотел передать на своих уроках школьникам.*

Результаты работы учеников сравниваются с этим эталоном по параметрам полноты и точности. *Полнота* — это соотношение количества «правильных»

понятий, помещённых учеником в нужную тему, и количества эталонных понятий в этой же теме. Максимальное числовое значение: 1,0 (или 100%) — этот параметр принимает, если ученик помещает в эту тему все понятия, задуманные учителем. *Точность* — это соотношение количества «правильных» понятий и количества всех вообще понятий, помещённых учеником в эту тему. То есть, чем больше «лишних» понятий в этой теме по сравнению с эталоном, тем ниже точность. Числовое значение 1,0 (или 100%) параметр принимает тогда, когда в теме нет ни одного лишнего понятия по сравнению с эталоном.

При составлении эталона для испытания по любому предмету учителем вводится дополнительная «тема» под названием «Неизвестные понятия». Для этой темы предусмотрены понятия, которые не изучались учениками в данном курсе. Такое решение позволяет учащемуся поместить туда любое понятие, которое кажется ему неизвестным (даже если, по мнению учителя, ученик это понятие «проходил»).

Ниже приводятся два примера результатов испытания конкретных учащихся 9-го класса ЦО № 1494 по физике.

<sup>5</sup> Талызина Н.Ф. Педагогическая психология. М., 1998. С. 192–193.

<sup>6</sup> Брунер Дж. Психология познания. М., 1977.

Таблица 1

Эталон системы научных понятий по физике для 9-го класса (первое полугодие)

Электричество	Тепловые явления	Механика	Неизвестные понятия
Вольтметр	Внутренняя энергия	Деформация	Аннигиляция
Диэлектрик	Испарение	Инерция	Дифракция
Протон	Калориметр	Невесомость	Поляризация
Реостат	Конвекция	Траектория	Флуктуация
Сила тока		Ускорение	Энтропия
			Конденсатор
			Самоиндукция

Таблица 2

Структура понятий по физике учащейся А.Г.

Электричество	Тепловые явления	Механика	Неизвестные понятия
Вольтметр		Деформация	Аннигиляция
Диэлектрик	Испарение	Инерция	Дифракция
Протон	Калориметр	Невесомость	Поляризация
Реостат	Конвекция	Траектория	Флуктуация
Сила тока		Ускорение	
Внутренняя энергия			Конденсатор
Энтропия			
Самоиндукция			

Таблица 3

Структура понятий по физике учащейся П.Л.

Электричество	Тепловые явления	Механика	Неизвестные понятия
Вольтметр	Внутренняя энергия	Деформация	
Диэлектрик	Испарение	Инерция	Дифракция
Протон			
	Конвекция	Траектория	Флуктуация
Сила тока	Конденсатор		Энтропия
Ускорение	Аннигиляция	Реостат	
Поляризация			Самоиндукция
			Калориметр
			Невесомость

Таблица 4

Числовые значения параметров полноты и точности, показанные учащимися

	Учащаяся А.Г.		Учащаяся П.Л.	
	Полнота	Точность	Полнота	Точность
Электричество	1	0,63	0,8	0,67
Тепловые явления	0,75	1	0,75	0,6
Механика	1	1	0,6	0,75

Различия в успешности классификации, которые проводили эти две учащиеся, на графике *очевидны*.

Мы можем проанализировать результаты ученицы А.Г. В частности, она не допустила ни одной ошибки при классификации понятий по теме «Механика». Классифицируя понятия по теме «Электричество», она назвала все «нужные» понятия (полнота равна 1,0), но при этом добавила туда три неподходящих понятия, поэтому точность её ответов снижена (0,63). А вот в теме «Тепловые явления» обратная картина: она не назвала в этой теме ни одного лишнего понятия (точность равна 1,0), но при этом по сравнению с эталоном полнота её ответов снижена (0,75).

Такие графики мы получили по результатам работы *каждого из 30 учащихся*.

**Необходимо отметить, что над решением этой учебной задачи А.Г. работала в целом 2 минуты 04 секунды, а П.Л. — 2 минуты 44 секунды.** Приблизительно такое же время работали и другие учащиеся. Самый продолжительный ответ мы ожидали 5 минут 10 секунд. Но самое важное заключается в том, что **все учащиеся класса**

**работали одновременно.** А это означает, что за 6–10 минут от начала урока учитель имеет у себя на столе результаты всех учащихся класса по тем темам, для которых он предварительно создал эталон. Практика

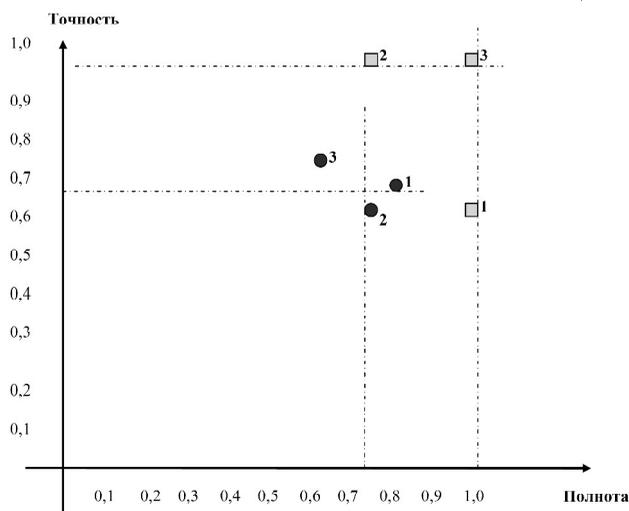


Рис. 1. Индивидуальные структуры понятий по физике учащейся А.Г. и П.Л.

Цифрами обозначены темы:  
 1 — Электричество; 2 — Тепловые явления; 3 — Механика.  
 Показатели обозначены: Квадратами — учащаяся А.Г.;  
 Кругами — учащаяся П.Л.

показывает, что и эта часть исследования не занимает много времени.

На этом моменте, значительно повышающем практическую ценность методики «Семантический пасьянс», надо остановиться особо.

Первоначально методика была разработана и отрабатывалась в бланковом («ручном») режиме, и психолог или преподаватель имели возможность работать только с одним учащимся: последовательно предъявляли понятия, фиксировали время исполнения, вели протокол, обсчитывали результаты. Даже в «ручном» режиме работа с одним учащимся продолжается 15–20 минут, если у экспериментатора был выработан навык обчёта полученных результатов «на месте». Для оптимизации процесса исследования нами была разработана специальная программа для постановки ЭВМ на линию эксперимента.

Автоматизированная версия «Семантического пасьянса», в отличие от бланковой формы тестирования, предоставляет следующие возможности:

- 1) проведение тестирования одновременно больших групп учеников;
- 2) независимый доступ к методике и её данным одновременно нескольким пользователям (педагогам, администрации, методистам и т.д.);
- 3) упрощённая система организации проведения тестирования;
- 4) автоматизированная обработка результатов непосредственно по окончании тестирования;
- 5) хранение эталонов, всех данных тестирования и результатов с возможностью их просматривать, использовать и обрабатывать.

Для решения поставленных требований было создано web-приложение в виде открытого сайта. Web-приложение даёт возможность независимого доступа практически для любого количества пользователей и не требует от них никаких специальных действий по установке или настройке программы. Главное

условие доступа к сайту — наличие компьютера с выходом в Интернет. Интерфейс сайта прост и технологичен<sup>7</sup>.

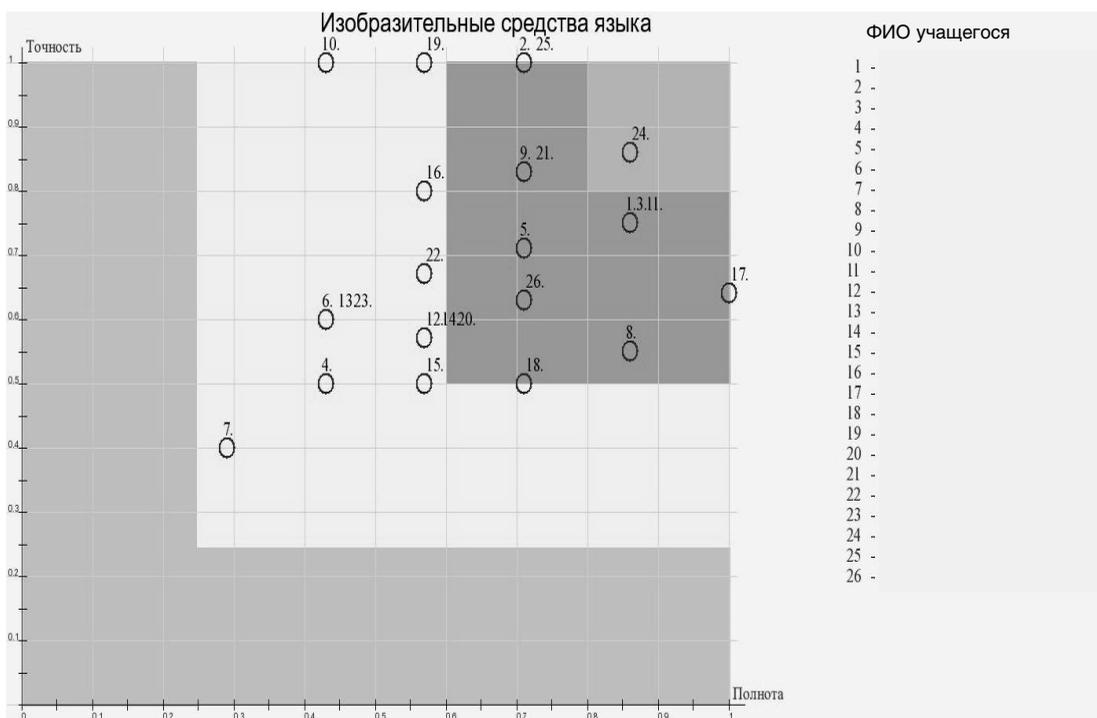
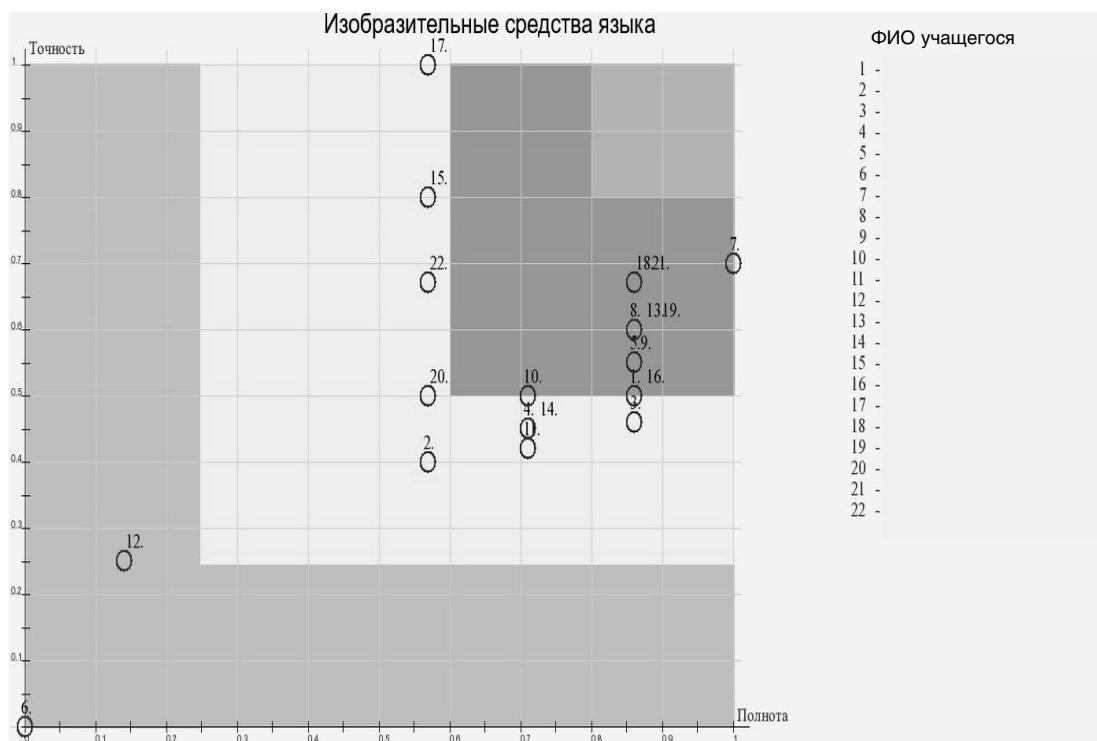
С выходом автоматизированной версии «Семантического пасьянса» процедура проведения тестирования была значительно упрощена. Так, например, для проведения тестирования, учителю необходимо зайти на сайт «Семантического пасьянса», добавить в базу данных собственный эталон, зарегистрировать участвующих в тестировании учащихся и получить для каждого из них собственный пароль.

По окончании тестирования каждый участник исследования может сразу увидеть свои результаты, а у педагога есть возможность увидеть эти результаты в любое время. Он может посмотреть их в табличной и графической формах как для конкретного ученика, так и совмещённые результаты учащихся по каждой теме из эталона. Можно также распечатать результаты. Во время тестирования возможность списывания практически сведена «на нет», так как для каждого ученика предъявляемые понятия перемешаны в индивидуальном порядке, а уже соотнесённые понятия скрыты до момента завершения тестирования.

Автоматизированная версия значительно расширяет наши возможности и, в частности, мы можем сравнивать результативность учащихся параллельных классов, если есть такая необходимость. Например, можно посмотреть, какие темы «западают» у учеников в классах, где ведут уроки разные учителя (рис. 2).

Надеемся, что методика «Семантический пасьянс» будет востребована в учреждениях образования как эффективный метод проверки качества работы учителей по формированию системы научных понятий у их учеников. □

<sup>7</sup> Для того, чтобы воспользоваться возможностями сайта, необходимо предварительно связаться с Центром образования № 1494 г. Москвы и проконсультироваться с автором (<http://co1494sv.mskobr.ru>)



**Рис. 2. Результаты тестирования учащихся 9 «А» и 9 «Б» ЦО № 1494 по русскому языку (представлена только одна тема «Изобразительные средства языка»)**