

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО УЧИТЕЛЯ: ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ МЕТОДИКА «СЕМАНТИЧЕСКИЙ ПАСЬЯНС»

Инструментарий

Н.Р. Сидоров

**Работа над созданием новой психологической методики, описанию которой посвящена эта статья, была инициирована нуждами педагогической практики. У каждого преподавателя есть необходимость иметь правильное представление о том, какими знаниями владеют его ученики. От этого зависит построение им каждого нового занятия: урока или лекции. При этом такое правильное представление должно быть им получено просто, быстро, на любом учебном материале и в отношении любого учащегося. Традиционные методы контроля учебной деятельности не всегда отвечают этим пожеланиям преподавателя.**

*• эталон знания • эталон результатов • конструктивная валидность • эталонная структура понятий*

В данном случае под школьным, университетским и тому подобным знанием мы подразумеваем усвоение учащимися содержания научных понятий, входящих в учебный курс, и понимание ими логической связи между этими научными понятиями. Иными словами, знание учащегося есть усвоенная им система научных понятий из предметной области определённого учебного курса. Знание представляет собой сформированную индивидуальную семантическую структуру, которая включает полный набор элементов, характеризуется их чёткой иерархией и отсутствием лишних элементов. Если преподаватель имеет перед глазами схему или рисунок индивидуальной семантической структуры ученика по своему предмету, то его дальнейшая работа будет более целенаправленной. Задача психолога состоит в том, чтобы выявить эту индивидуальную семантическую структуру учащегося и сделать её доступной для непосредственного восприятия. Методика, решающая данную задачу, получила название «Семантический пасьянс».

Главная идея методики «Семантический пасьянс» состоит в том, что учащиеся (на время они становятся испытуемыми)

**ПЕД диагностика**  
**ПЕД диагностика**

1  
*Брунер Дж.*  
Психология познания.  
М.: Прогресс, 1977.

2  
*Гальперин П.Я.*  
Введение в психологию.  
М.: Книжный дом Университет,  
1999.

3  
*Талызина Н.Ф.*  
Педагогическая психология.  
М.: Издательский центр «Академия»,  
1998.

4  
*Сидоров Н.Р.*  
Топография школьного знания // Прикладная психология. 1998, № 3. С. 63–68.

должны распределить определённый набор научных понятий по некоторым заранее заданным группам. Такие действия учащихся являются, по сути, актами категоризации, а результаты свидетельствуют: о понимании учащимися терминов (имён понятий); о полноте и точности психических образов групп, к которым должны быть отнесены термины; об адекватности кодирующих систем, имеющихся в активе учащихся.

Все перечисленные моменты — понимание научных терминов, психический образ некоторой части предметного поля науки, адекватность кодирующих систем — есть функция обучения. Данное обстоятельство неоднократно обсуждали многие психологи, включая самого Дж. Брунера<sup>1</sup>. В российской психологической традиции этой теме посвящены работы П.Я. Гальперина<sup>2</sup>, Н.Ф. Талызиной<sup>3</sup> и других специалистов.

Вопрос заключается в том, по каким критериям оценивать результаты категоризации.

Принцип свободы выбора, заложенный в нашей методике, предполагает, что выбор учебного предмета, учебных тем, списка научных понятий остаётся за преподавателем. То есть преподаватель формирует **эталон результатов**. Техническая сторона этого этапа

очень проста: поскольку преподаватель хорошо знает, какие научные понятия из его курса должны быть усвоены учащимися, он создаёт свой набор терминов. (Длина списка от 25–30 до 45–50.) Он же задаёт названия групп, которые, как правило, совпадают с названиями тем учебной программы (от 4 до 6), и сам проводит категоризацию. Вот это и будет эталоном, с которым впоследствии сравниваются результаты учащихся.

Наши предварительные исследования показали, что квалифицированные преподаватели из одного и того же набора научных терминов формируют несходные структуры или, иначе, они создают разные эталоны знания для своих учеников одного и того же уровня<sup>4</sup>. Но это не важно: в исследовании учащиеся производят действия с понятиями, которые им передавал *свой* преподаватель.

Итак, испытание состоит в том, что учащиеся, работая индивидуально в интерактивном режиме, должны провести сортировку научных терминов по нескольким группам, названия которых известны и соответствуют наименованиям разделов учебного курса. Научные термины, подлежащие сортировке, предъявляются последовательно и в случайном порядке. Результаты сортировки, произ-

ведённой каждым учащимся, сравниваются с эталоном, который был составлен преподавателем заранее. Сравнение проводится по каждой теме (группе терминов) отдельно.

По итогам сравнения результатов сортировки с эталоном возможны следующие варианты:

1) сортировка и эталон полностью совпадают;

2) в сортировке недостаёт терминов по сравнению с эталоном;

3) в сортировке есть лишние термины по сравнению с эталоном;

4) в сортировке недостаёт нужных терминов и, одновременно, в ней находятся лишние термины.

Случай **2)** понимается нами как *снижение полноты индивидуальной семантической структуры учащегося*. Случай **3)** понимается нами как *снижение точности его индивидуальной семантической структуры*. В нашей интерпретации параметр *полноты* понятийных структур может принимать значения от 0 до 1,0. Если учащийся поместил в группу все те понятия, которые предусмотрены эталоном, то полнота созданной им структуры по данной теме равна 1,0 (или 100% – кому как нравится). Нехватка одного или нескольких понятий пропорционально уменьшает числовое значение данно-

го параметра. Интервал изменения значений параметра *точности* также лежит в пределах от 0 до 1,0. Если какая-либо группа сформирована учащимся только из понятий, предусмотренных эталоном, то точность созданной структуры равна 1,0. Если же в группу помещены лишние по сравнению с эталоном понятия, то значение точности такой структуры пропорционально уменьшается.

Любой психологический тест (а описываемая методика является, по существу, психологическим тестом) должен отвечать требованиям валидности, надёжности, стандартизации.

Проверка результатов тестирования на *критериальную валидность* проводилась с помощью метода ранговой корреляции Спирмена. В данном случае в качестве критерия валидности «Семантического паясьанса» принимались текущие оценки старшеклассников одной из московских школ по физике и биологии. Нами были получены статистически значимые корреляции: по физике – на уровне значимости  $p \leq 0,01$  при коэффициентах: 0,71 – текущие оценки/полнота, и 0,53 – текущие оценки/точность; по биологии – на уровне значимости  $p \leq 0,05$  при коэффициентах: 0,5 – текущие оценки/полнота, и 0,57 – теку-

щие оценки/точность. Это хороший показатель.

Выполнение заданий нашего теста требует анализа и выявления существенных отношений между понятиями в рамках некоего (в зависимости от предметного поля) единого целого. Важную роль играет способность обучающегося к содержательному обобщению.

По этим причинам для проверки теста на *конструктивную валидность* мы обратились к тесту структуры интеллекта Амтхауэра, в частности, к результатам, полученным при тестировании учащихся по субтесту 3 (словесно-логическое мышление) и субтесту 6 (числовые ряды). Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты проверки теста на конструктивную валидность**

Учебные предметы	Субтест 3 теста Амтхауэра Коэффициенты корреляции		Субтест 6 теста Амтхауэра Коэффициенты корреляции	
	С полнотой структур	С точностью структур	С полнотой структур	С точностью структур
<b>Биология</b>	0,48**	0,49**	0,31*	0,34*
<b>Математика</b>	0,42	0,39*	0,44**	0,6**
<b>Русский яз.</b>	0,38*	0,29	0,32*	0,25
<b>Химия</b>	0,1	0,19	0,38*	0,4*

В табл. 1 полужирным шрифтом выделены статистически значимые коэффициенты корреляции. Одной звёздочкой (а\*) обозначен критерий  $p \leq 0,05$ , двумя звёздочками (а\*\*) — критерий  $p \leq 0,01$ .

*Надёжность* предлагаемой методики проверялась результатами ретестирования студентов Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (факультет географии, предмет «фитоценология»). Им предлагалось пройти тестирование с использованием одного и того же эталона дважды. Временной интервал между двумя испытаниями составлял одиннадцать месяцев. Понятийные структуры, полученные в результате этих

двух испытаний, сравнивались между собою посредством вычисления коэффициента корреляции Пирсона. Разброс полученных коэффициентов корреляции — от 0,27 до 0,59. Эти показатели позволяют судить о надёжности методики «Семантический пасьянс».

Гораздо сложнее обстоит дело со стандартизацией нашего теста. Единообразие процедуры и математической обработки результатов обеспечиваются применением в исследо-

вании вычислительной техники: учащиеся получают инструкцию на экране ПЭВМ и выполняют задание в режиме диалога с машиной. Сравнение результатов сортировки с эталоном производится автоматически, и конечный итог выдётся машиной в виде цифровых значений полноты и точности индивидуальных структур по каждой группе эталона отдельно. То есть процедура стандартизована.

В части стандартизации, понимаемой как установление норм для результатов категоризации, такая работа невыполнима по причине принципиальной индивидуальности эталонов и, следовательно, безграничности стимульного материала. При апробации методики нами использовался материал из учебных курсов общеобразовательной школы, колледжа, университета по предметам математика, физика, химия, биология, русский язык, география, история, обществознание, информатика, фитоценология, экономика. Каждое отдельное исследование характеризуется не только оригинальным набором научных терминов, но и разной степенью трудности задания. Здесь степень трудности определяется не только уровнем образовательной программы, но и установкой преподавателя. Преподаватель может подо-

брать такие научные термины, которые очень хорошо известны всем его ученикам, и тогда каждый из них покажет блестящие результаты. Как следствие — тест теряет свою дифференцирующую способность. Возможен и другой вариант, когда преподаватель составляет эталон из терминов, которые — по его мнению — *должны быть известны* ученикам, но в действительности ими не усвоены. С обоими вариантами мы встречались при апробации методики.

По этой причине в плане стандартизации теста мы можем сказать что-то лишь только об относительной частоте встречаемости различных отклонений от эталона, которые допускают учащиеся в результате своей сортировки (табл. 2). Нами был проведён анализ распределения числовых значений 1694 сортировок по полноте и точности приближения к эталонам преподавателей (каждая из двух шкал разбита по четвертям).

\*\*\*

Всё сказанное в первой части статьи — попытка теоретического оправдания созданного и апробированного нами метода (и эта попытка оказалась продолжительнее, чем любое испытание). Теперь — к практике. В табл. 3 представлен пример эталона, сформированного учителем географии.

**Инструментарий**



**ПЕД** диагностика  
**ПЕД** диагностика

Таблица 2

**Распределение числовых значений 1694 понятийных структур обучающихся по интервалам полноты и точности (в процентах)**

<b>Интервалы значений точности структур</b>	<b>0,76–1,0</b>	0,53 %	2,42 %	10,98 %	30,11 %
	<b>0,51–0,75</b>	0,83 %	5,19 %	12,34 %	12,16 %
	<b>0,26–0,5</b>	2,0 %	6,26 %	5,37 %	2,07 %
	<b>0–0,25</b>	7,26 %	1,94 %	0,35 %	0,18 %
		0–0,25	0,26–0,5	0,51–0,75	0,76–1,0
Интервалы значений полноты структур					

В этом эталоне зафиксированы четыре группы понятий (темы) и в каждую группу включены понятия количеством от 4 (в

группе «Зарубежная Европа») до 6 (группы «География населения мира» и «НТР и мировое хозяйство»).

Таблица 3

**Пример эталонной структуры понятий по географии**

<b>Политическая карта мира</b>	<b>География населения мира</b>	<b>НТР и мировое хозяйство</b>	<b>Зарубежная Европа</b>
Республика	Этнография	Универсальность	Бенилюкс
Монархия	Воспроизводство	Всеохватность	Рурский бассейн
Унитарное государство	Демографический кризис	Географическое разделение труда	Центральная ось расселения
Федеративное государство	Естественный прирост	Отрасль специализации	Высокоразвитые районы
НИС	Урбанизация	Прогресс	
	Половозрастная пирамида	Ускорение	

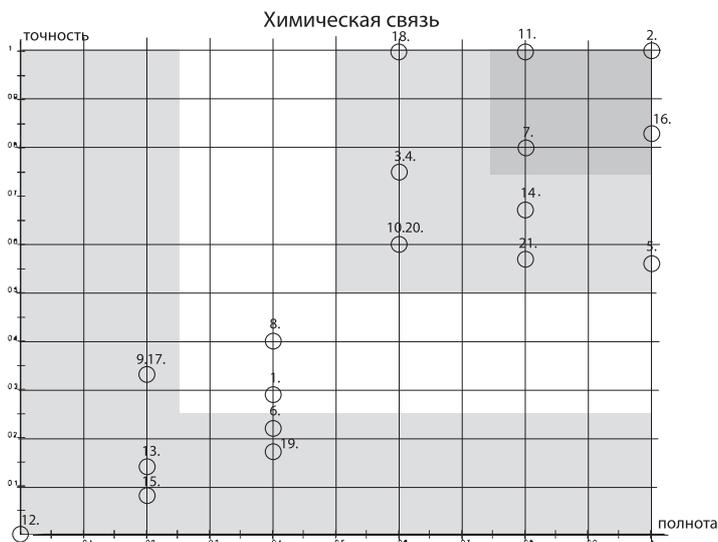
Для того чтобы этот (или любой другой) эталон был взят в испытание, он должен быть дополнен ещё одной группой терминов: «Неизвестные или неподходящие понятия». Последнюю группу составляют такие научные понятия, которые не изучались и не изучаются учащимися, и данное обстоятельство специально оговаривается в инструкции. Смысл такого «хода» заключается в том, чтобы учащийся не побоялся лю-

бое понятие из предложенных ему в испытании посчитать неизвестным.

Выше уже говорилось, что эталоны, составленные учителями, могут быть разного качества: слишком простой эталон делает результаты *всех* учащихся отличными, а слишком сложный эталон — плохими. «Нормальный» эталон не должен быть ни излишне сложным, ни излишне простым. В полной мере качест-

во эталона можно оценить только по результатам испытания, причём такого, в котором примут участие десятка два испытуемых. Ниже, на рис. 1, приведён пример использования в испытании «нормального» эталона по химии: по результатам испы-

тания отчётливо видно, кто из учащихся хорошо ориентируется в данной теме (ученики под списочными номерами 2, 7, 11, 16), а кто из учащихся вообще не выделяет тему «Химическая связь» из всего курса школьной химии (№ 12).



**Рис. 1.** Результаты тестирования девятиклассников по химии (Тема: «Химическая связь») с применением методики «Семантический пасьянс»

Надо заметить, что достаточное количество компьютеризированных рабочих мест позволяет проводить тестирование всех учеников класса одновременно, и это не занимает много времени. То есть максимум за 10 минут (включая непродолжительный инструктаж) учитель получает информацию о том, в какой мере каждый из его учеников ориентируется в научных понятиях

той или иной учебной темы. А так как эталон включает в себя понятия из 4–6 тем, то у учителя появляется возможность сравнить уровень понимания обучающимися учебного материала из разных тем.

Такой сравнительный анализ, но уже по результатам каждого человека индивидуально, позволяет сразу же увидеть «слабые места» каждого

**ПЕД диагностика**  
**ПЕД диагностика**

ученика и верно построить ты являются индивидуальные результаты, полученные в том же фронтальном исследовании (рис. 2 и табл. 4).



Рис. 2. Индивидуальные результаты тестирования девятиклассника по биологии с применением методики «Семантический пасьянс»

Таблица 4

Темы	Понятия		
	Верно	Не верно	Не использовано
Строение клетки	Пластиды, вакуоли, митохондрии, хлоропласты, ядро	Денатурация, дендриты, первичная структура	Рибосомы, лизосомы
Химический состав клетки	Моносахариды, аминокислоты, дисахариды, липиды, глюкоза	Лизосомы, рибосомы	Денатурация, первичная структура
Уровни организации организмов	Биосферный, клеточный, популяционно-видовой, организменный, тканевый, бигеонотический		
Нервная система	Рефлекс, нейрон, рецепторы	<b>Мимикрия, адаптация, конкуренция</b>	Дендриты, аксоны, мозжечок, затылочная доля, височная доля
Эндокринная система	Гормоны, тироксин, инсулин, надпочечники, адреналин, железы, гипофиз	Мозжечок	

\* Жирным цветом выделены понятия, не относящиеся ни к одной теме.

В табл. 4 зафиксированы результаты работы одного из учащихся так, что видны понятия, не использованные им при категоризации, или понятия, не верно отнесённые им к той или другой теме. Особую категорию составляют ошибки из категории «Неизвестные», отнесённые нашим испытуемым в тему «Нервная система». Так вот, эталон учителя в части данной темы предусматривал восемь понятий: **аксоны, дендриты, височная доля, затылочная доля, мозжечок, нейрон, рефлекс, рецепторы**. Наш ученик связывает с темой «Нервная система» только три понятия: нейрон, рефлекс, рецепторы, — вот так он видит этот раздел. Вернее, настолько он его **не видит**. В то же время он полностью, правильно, без лишних терминов воспроизвёл эталон в части «Уровни организации организмов». Примерно то же можно сказать о его ориентировке в теме «Эндокринная система»: в этом его наборе есть только один лишний термин, перенесённый им из той темы, которую он не знает. Можно предположить, что направление дополнительных занятий по биологии с этим обучающимся определяется достаточно отчётливо.

Небезынтересен тот факт, что чистое время работы данного ученика со стимульным материалом составило всего 1

минуту 56 секунд (время работы также регистрируется автоматически).

Другой уровень анализа результатов, показанных учениками разных классов (учебных групп) и обучающихся у разных преподавателей, позволяет получить информацию, интересную как для заведующих учебной частью, так и для руководителя образовательной организации. Например, сравнение доли успешных и малоуспешных обучающихся после «прохождения» той или иной учебной темы. Мы все проводим подсчёты качества знаний, но делаем это, как правило, по итогам четверти, триместра, учебного полугодия, года. А «Семантический пасьянс» позволяет это делать после завершения изучения отдельной темы или нескольких тем, и не в категориях отметок, а по степени структурированности материала «в головах» обучающихся.

Если сейчас вернуться к рис. 1, то в нём найдётся информация об этом. Координатная сетка на рис. 1 разделена на четыре сектора. В верхнем секторе (он ограничен значениями от 0,75 до 1,00 как по полноте, так и по точности) расположены результаты учащихся, имеющих высокий уровень структурированности понятий по теме «Химическая связь»: № 2, 7, 11, 16. Средний уровень структурированности понятий показали у-

**Инструментарий**

**ПЕД диагностика**  
**ПЕД диагностика**

чащиеся № 3, 4, 5, 10, 14, 18, 20, 21. Низкий уровень у № 1, 8. Во- все не имеют внятной структу- ры понятий по данной теме уча- щиеся № 6, 9, 12, 13, 15, 19. Эти

данные получены по анализу только одной темы из одного только учебного предмета, но подход может быть расширен (табл. 5).

*Таблица 5*

**Процентное распределение учащихся по степени структурированности у них понятий по математике (лицей г. Одинцово)**

Класс	Степень структуриро- ванности	Темы учебной программы по математике			
		Уравнения	Функция	Преобразование выражений	Неравенство
9 «А»	высокая	8,7 %	4,3 %	8,7 %	4,3 %
	средняя	56,5 %	39,1 %	43,5 %	8,7 %
	низкая	34,8 %	56,5 %	34,8 %	60,9 %
	отсутствует	–	–	13 %	26 %
9 «В»	высокая	36 %	32 %	76 %	20 %
	средняя	60 %	52 %	16 %	40 %
	низкая	–	16 %	8 %	32 %
	отсутствует	4 %	–	–	8 %

Сравнение результатов, показанных учащимися одной параллели, говорит само за себя, а задача управленца заключается в данном случае в том, чтобы выяснить причины явных различий. Кроме того, тестирование девятиклассников по нескольким различным учебным предметам позволяет обоснованно консультировать их по выбору того учебного предмета, экзамен по которому они будут сдавать в рамках ГИА.

В заключение хотелось бы высказать одно важное, на мой взгляд, соображение. Современный этап внедрения машинно-информационных технологий в сферу образования характеризуется преимущест-

венным переносом на ПЭВМ технологий «бумажных», касается ли это разработки электронных журналов, электронных дневников, формирования библиотек учебной и художественной литературы или чего-либо ещё. Возможности даже современной вычислительной техники неизмеримо шире, и если мы хотим не опоздать в «завтра», то уже сегодня надо разрабатывать качественно другие программные продукты. Примером такого продукта надо считать АРМ учителя «Семантический пасьянс»: в нём заложена идея интерактивного взаимодействия человека и машины, результат которого не предопределён зара-

нее (этого результата нет в «Ответах на задачи», как и нет самого раздела с правильными ответами). Если первым направлением дальнейшего процесса применения ЭВМ в образовании можно принять разработку интерактивных процедур, то вторым направлением — моделирование различных процессов: бумажные носители в принципе не пригод-

ны для этого. Так, на страницах учебника можно описать процесс обработки заготовки на токарном станке, но нельзя этого *показать и дать попробовать*. То же в отношении, например, химических процессов на молекулярном уровне: быть может, если дети *увидят* процессы и их возможные результаты, то «двоечников» по химии станет гораздо меньше.

**Инструментарий**