

**Е.В. Волкова**

## Особенности памяти студентов и школьников с разным уровнем специальных химических способностей

В статье приводятся данные, обосновывающие существование специальной «химической» памяти, психическим носителем которой могут выступать концептуальные структуры химии. Зрелость данных структур обуславливает избирательность, прочность, объем сохранения химической информации в памяти.

Показано различие структурной организации памяти студентов с разным уровнем специальных химических способностей. В группе более успешных химиков, помимо структур долговременной памяти на химическую информацию и структур, обеспечивающих возможность запоминания информации в разных форматах, выявлены структуры «общих химических закономерностей».

**Ключевые слова:** память, специальные химические способности, концептуальные структуры, время дифференцировки стимул-объектов.

Память является одним из существенных компонентов в структуре специальных способностей химиков. Е.Е. Доманова такую память называет «химической» и определяет ее как способность запоминать химические процессы, действия, формулы, облегчающие пользование закономерностями с целью установления связей между большим числом отдельных фактов [3]. Но существует ли «химическая память» как специфическое явление психики или способность запоминать химическую информацию является результатом более высокого уровня мнемических способностей, – на этот вопрос однозначного ответа нет. В рамках данной проблемы предстоит решение следующих вопросов:

1) каковы различия субъективной оценки продуктивности памяти в зависимости от специфики запоминаемого материала;

- 2) каковы особенности памяти испытуемых с разным уровнем успешности по химическим дисциплинам;
- 3) каковы особенности организации структуры «химической памяти» в разных группах испытуемых;
- 4) каковы корреляционные и дисперсионные связи между показателями памяти на различный семантический материал и показателями зрелости концептов «простое вещество» и «сложное вещество»?

### **Описание эмпирического исследования**

#### **Характеристика выборки исследования**

В экспериментальном исследовании, которое проводилось с 1997 по 2007 гг., участвовало 75 подростков из двух школ Свердловской области и 375 студентов второго курса химического факультета Уральского государственного университета (Екатеринбург). Традиционно в качестве критерия, позволяющего оценить уровень специальных химических способностей, используется показатель успеваемости по дисциплинам химического цикла. Однако на учебную отметку влияют разные факторы, и не всегда отметка соответствует уровню способностей. Как показали наши исследования, более надежным критерием выявления более способных по химическим дисциплинам студентов и школьников является отображение образов химии в невербальной батарее Е. Торренса [2], далее таких испытуемых мы будем называть «отобразившие».

#### **Комплекс диагностических методик**

*Методики изучения кратковременной памяти.* Для анализа зависимости объема кратковременной памяти от особенностей семантического материала при слуховом запоминании применялся модифицированный вариант методики «10 слов». В качестве стимульного материала испытуемым предъявлялось: серия А – группа несвязанных слов (карандаш, груша...); серия В – названия химических элементов, последовательность которых соответствовала закономерности расположения элементов в группах; серия С – названия химических элементов, последовательность которых соответствовала периодической закономерности расположения элементов; серия D – несвязанные названия элементов разных групп и периодов. Для оценки способности запоминать цифровой материал использовался субтест «повторение цифр» Д. Векслера. Таким образом, оценивались такие особенности слуховой кратковременной памяти, как способность запоминать связанную определенной закономерностью химическую информацию и несвязанную информацию, предъявленную в разных форматах: слова, цифры, знаки химических элементов.

*Методика изучения долговременной памяти.* Для изучения способности сохранения в долговременной памяти семиотической системы химического языка мы использовали методику «Химический диктант». Испытуемым диктовались названия химических соединений, которые необходимо было закодировать при помощи химических знаков, символов и вспомнить их свойства (металл или неметалл, к какому классу неорганических соединений это вещество относится). На первый взгляд, достаточно простое задание. Но практика показывает, что даже студенты второго курса химического факультета не всегда с ним успешно справляются, забывая и формулы соединений, и знаки химических элементов. У подростков исследование проводилось после каникул, когда они успевали основательно подзабыть все, что учили, тем более по химии. Преподавание химических дисциплин в вузе по содержанию сильно отличается от того, что и как изучается в школе, поэтому студентам фактически приходилось вспоминать материал пятилетней давности (восьмого класса).

*Методика изучения субъективной оценки продуктивности памяти в зависимости от специфики запоминаемого материала.* Методика прямого шкалирования компонентов общих и специальных способностей «МИКОСС». Испытуемым предлагалось оценить актуальный и желаемый уровень развития общих и специальных химических способностей.

*Методика «химические дифференцировки»* предназначена для оценки зрелости концептов «простые вещества» и «сложные вещества».

*Методика «химическое кодирование».* Модифицированный вариант субтеста «кодирование» теста интеллекта Д. Векслера: лист А – элементы расположены в произвольном порядке; листы В, С – почти все цифры совпадают с номерами групп элементов; лист D – большинство цифр совпадают с номерами периодов элементов в периодической системе Д.И. Менделеева.

Математическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета – SPSS 10 (описательные статистики; параметрические и непараметрические методы выявления различий и методы выявления связей: корреляционный анализ, факторный анализ, дисперсионный анализ (ANOVA)).

## Результаты

*Различают ли студенты-химики продуктивность своей памяти в зависимости от специфики запоминаемого материала?*

Мы попросили студентов оценить свою память «вообще» и память на химическую информацию (МИКОСС). Метод математического анализа для парных выборок позволил выявить достоверные различия между

самооценками памяти «вообще» и «химической памяти» ( $t = 2,287^*$ , 282 студента 2 курса химического факультета). Полученные нами данные показывают, что более успешные по химическим дисциплинам студенты оценивают свою память на химическую информацию выше (62,21 и 60,43), а менее успешные – ниже (59,42 и 61,84) по отношению к способности запоминать «вообще». Аналогичная закономерность выявлена для групп «отобразивших» (64,24 и 62,44) и «неотобразивших» студентов (56,71 и 60,14).

*Каковы особенности памяти испытуемых с разным уровнем успешности по химическим дисциплинам?*

Обратимся к анализу различий продуктивности памяти в разных группах испытуемых, полученных с опорой на компаративные методы исследования (табл. 1). Результаты математического анализа выявили значимые различия между способностью запоминать слова русского языка и названия химических элементов. При анализе данных отдельных испытуемых были выявлены уникальные случаи, когда химики с небольшим объемом слуховой памяти на слова хорошо запоминали не только элементы, объединенные групповой или периодической закономерностью, но и элементы вразброс. Также были выявлены испытуемые, которые хорошо запоминали любую информацию и студенты, которые хорошо запоминали и воспроизводили слова русского языка (серия А), но химическую информацию (серии В, С, D) запоминали одинаково плохо. Более успешные по химическим дисциплинам испытуемые воспроизводили четкий порядок элементов группы (серия В) или периода (серия С) и при этом в знаковой форме (Н, F, Br, I...). Услышав названия первых трех элементов, они сразу выявляли связывающую их закономерность и далее достраивали ряд элементов до группы или периода. Менее успешные испытуемые воспроизводили названия элементов в произвольном порядке и в словесной форме (йод, водород...).

Полученные результаты заставляют предположить вероятность существования особой – «химической» памяти. Детальный анализ результатов сохранения информации в кратковременной памяти показывает, что во всех группах испытуемых, за исключением выборки отлично успевающих и «отобразивших» студентов, элементы, не объединенные закономерностью, воспроизводятся хуже, чем множество слов русского языка. Увеличение объема воспроизведения названий элементов, объединенных какой-либо закономерностью, может быть объяснено связью кратковременной памяти с долговременной, за счет которой происходит укрупнение единиц информации. Такое укрупнение возможно, если в долговременной памяти содержится информация, позволяющая систематизировать этот материал, т.е., в данном случае, концептуальные структуры, отража-

ющие закономерности изменения свойств элементов и их соединений в периоде и группе. О том, что такие структуры могут существовать, подтверждают проведенные нами эксперименты по кодированию цифр знаками химических элементов. Наблюдается та же закономерность – увеличение скорости кодирования цифр знаками химических элементов, объединенных периодической или групповой закономерностью, по сравнению с элементами «вразброс». У лучше успевающих девятиклассников скорость кодирования элементов «вразброс» и элементов периода сопоставима с результатами аналогичных заданий лучше успевающих студентов второго курса химического факультета. Однако скорость кодирования цифр знаками химических элементов групп у лучше успевающих подростков по сравнению с лучше успевающими студентами намного ниже, что может свидетельствовать о недостаточной зрелости концептуальных структур химии и подтверждается результатами исследования долговременной памяти и выполнения «химических дифференцировок».

Простая информация во всех группах испытуемых сохраняется в долговременной памяти лучше, чем сложная. Доля сохранения сложной химической информации у студентов приближается к доле сохранения простой информации. Для подростков характерно существенное различие в уровне сохранения простой и сложной информации в долговременной памяти. Более успешные в химии испытуемые отличаются более высоким уровнем сохранения простой и сложной химической информации в долговременной памяти.

Согласно результатам, представленным в таблице 1, подростки 9 класса достоверно лучше запоминают названия химических элементов, объединенных групповой закономерностью, однако для периодической закономерности таких различий не отмечается. Этот факт подтверждается значимостью различий между способностью запоминать названия элементов, объединенных групповой и периодической закономерностью, и свидетельствует о недостаточной зрелости концепта «период».

Во всех выборках студентов показатели способности запоминать названия химических элементов, объединенных групповой и периодической закономерностью, значимо выше по сравнению с показателями запоминать несвязные слова, что свидетельствует о достаточной сформированности концептуальных структур «группа» и «период». Но вот способность запоминать несвязную информацию в разных выборках студентов существенно различается. Более успешные по химическим дисциплинам студенты и «отобразившие» в равной степени хорошо запоминают несвязную информацию в разных форматах (слова, цифры, названия химических элементов), а также элементы, объединенные групповой

и периодической закономерностью. «Неотобразившие» и менее успешные по химическим дисциплинам студенты несвязную химическую информацию запоминают значительно хуже, чем несвязные слова; элементы, объединенные периодической закономерностью, – хуже, чем групповой.

Особый интерес представляет совместный анализ различий и корреляционных связей, свидетельствующий, по-видимому, о разных механизмах запоминания информации в зависимости от особенности запоминаемого материала и уровня успешности испытуемых в определенной сфере деятельности.

Показатели продуктивности памяти на различный материал в выборках хуже успевающих студентов и «неотобразивших» значительно связаны между собой. В выборке лучше успевающих по химическим дисциплинам студентов получены данные, которые могут свидетельствовать о более высокой дискриминативной способности мозга: выявлены значимые различия и отсутствие достоверных корреляций между показателями способности запоминать несвязные слова и элементы групп, слова и элементы периодов, элементы групп и элементы периодов и, в то же время, не выявлены различия и корреляции между показателями «слова» и «элементы вразброс», «слова» и «элементы периода».

Различия в продуктивности запоминания названий элементов в групповой и периодической закономерности в группах испытуемых с разным уровнем успешности можно объяснить тем, что общие свойства элементов групп достаточно очевидны. Например, I группа, главная подгруппа: все простые вещества, образованные данным элементом, являются металлами, серебристого цвета, активно вступают в реакции с кислородом, водой, кислотами и т.д., образуют сложные соединения, в которых металлы проявляют одинаковую валентность. Но общие свойства элементов одного периода глубинно скрыты (одинаковое главное квантовое число) и не лежат на поверхности. Например, свойства простых веществ, образованных элементами второго периода, последовательно изменяются – от типичного металла (натрий) через элемент, образующий амфотерные соединения, (беррилий) к неметаллам (углерод, азот, кислород, фтор) и далее – к благородному газу (неон). Как мы видим, в периоде меняется и валентность, и химические свойства. Таким образом, с точки зрения инструктивных теорий высших функций головного мозга, в случае запоминания химической информации, объединенной периодической закономерностью, должны быть задействованы более высокие уровни иерархической организации мозга, а с точки зрения селективных теорий, «приходится постулировать наличие очень широкого ассортимента (repertoire) предсуществующих функциональных единиц, или нейронных групп» [4, с. 74].

Таблица 1

**Различия продуктивности памяти в зависимости от специфики  
запоминаемого материала в разных группах испытуемых  
(метод математического анализа для парных выборок)**

№	Группы испытуемых	Средние значения показателей		Значение Т-критерия Стьюдента	Значимость корреляций между показателями
		слова	элементы групп		
<b>1</b>					
	Подростки 9 классов (53 чел.)	6,96	7,45	- 2,08*	0,017
	Вся выборка студентов (335 чел.)	8,31	9,74	- 20,203***	0,004
	Лучше успевающие студенты (41 чел.)	8,6	9,92	- 5,595***	0,760
	«Отобразившие» студенты <sup>1</sup> (33 чел.)	8,45	9,83	- 6,203***	0,474
	Хуже успевающие студенты (287 чел.)	8,27	9,71	- 19,464***	0,001
	«Неотобразившие» студенты (179 чел.)	8,23	9,71	- 14,693***	0,001
<b>2</b>					
	Подростки 9 классов (53 чел.)	6,96	6,64	1,186	0,266
	Вся выборка студентов (335 чел.)	8,31	9,09	- 9,337***	0,000
	Лучше успевающие студенты (41 чел.)	8,6	9,78	- 5,003***	0,774
	«Отобразившие» студенты (33 чел.)	8,45	9,48	- 4,471***	0,963
	Хуже успевающие студенты (287 чел.)	8,27	9,02	- 8,347***	0,000
	«Неотобразившие» студенты (179 чел.)	8,23	9,00	- 6,064***	0,000
<b>3</b>					
	Подростки 9 классов (53 чел.)	6,96	5,73	4,29***	0,784
	Вся выборка студентов (335 чел.)	8,31	7,82	5,88***	0,000

<sup>1</sup> Отобразившие 2 и более образов химии в невербальной батарее Торренса.

Таблица 1. Продолжение

№	Группы испытуемых	Средние значения показателей		Значение Т-критерия Стьюдента	Значимость корреляций между показателями
		слова	элементы вразброс		
3	Лучше успевающие студенты (41 чел.)	8,6	8,56	0,202	0,067
	«Отобразившие» студенты (33 чел.)	8,45	8,37	0,400	0,007
	Хуже успевающие студенты (287 чел.)	8,27	7,73	6,131***	0,000
	«Неотобразившие» студенты (179 чел.)	8,23	7,70	4,739***	0,000
4		<b>элементы групп</b>	<b>элементы периода</b>		
	Подростки 9 классов (53 чел.)	7,45	6,64	2,897***	0,183
	Вся выборка студентов (335 чел.)	9,74	9,09	11,206***	0,000
	Лучше успевающие студенты (41 чел.)	9,92	9,78	1,524	0,725
	«Отобразившие» студенты (33 чел.)	9,83	9,48	3,174**	0,006
	Хуже успевающие студенты (287 чел.)	9,71	9,02	11,047***	0,000
	«Неотобразившие» студенты (179 чел.)	9,71	9,00	8,194***	0,000
5		<b>элементы групп</b>	<b>элементы вразброс</b>		
	Подростки 9 классов (53 чел.)	7,45	5,73	6,094***	0,243
	Вся выборка студентов (335 чел.)	9,74	7,82	25,21***	0,000
	Лучше успевающие студенты (41 чел.)	9,92	8,56	7,170***	0,504
	«Отобразившие» студенты (33 чел.)	9,83	8,37	6,562***	0,946
	Хуже успевающие студенты (287 чел.)	9,71	7,73	23,898***	0,000
	«Неотобразившие» студенты (179 чел.)	9,71	7,70	18,739***	0,000

Таблица 1. Окончание

№	Группы испытуемых	Средние значения показателей		Значение Т-критерия Стьюдента	Значимость корреляций между показателями
		элементы периода	элементы вразброс		
6					
	Подростки 9 классов (53 чел.)	6,64	5,73	3,599***	0,008
	Вся выборка студентов (335 чел.)	9,09	7,82	16,322***	0,000
	Лучше успевающие студенты (41 чел.)	9,78	8,56	7,202***	0,015
	«Отобразившие» студенты (33 чел.)	9,48	8,37	4,900***	0,475
	Хуже успевающие студенты (287 чел.)	9,02	7,73	14,673***	0,000
	«Неотобразившие» студенты (179 чел.)	9,00	7,70	11,867***	0,000

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

#### Организация структуры «химической памяти» в разных группах испытуемых

Для анализа особенностей организации структуры «химической памяти» обратимся к результатам факторного анализа (использовалось z-преобразование показателей).

Для группы подростков 9 класса выявлено три фактора, собственные значения которых превосходят 1 и позволяют описывать 74,978% дисперсии. Факторные нагрузки представлены в таблице 2. В первый фактор, названный нами «структуры долговременной химической памяти», вошли показатели долговременной памяти на химическую информацию и показатель кратковременной памяти на элементы, объединенные групповой закономерностью; во второй фактор «структуры кратковременной химической памяти» – показатели кратковременной памяти на химическую информацию «вразброс», химическую информацию, объединенную периодической закономерностью, и показатель субтеста Д. Векслера (повторение цифр), оценивающий способность кратковременной памяти сохранять информацию на цифры в прямом и обратном порядке; в третий фактор, «общие мнемические способности», вошли показатели, отвечающие за способность сохранения несвязной информации в разных форматах – слова, цифры, знаки химических

элементов. Способность запоминания химической информации в групповой закономерности связана со структурами долговременной памяти, а периодической закономерности – со структурами кратковременной химической памяти.

Таблица 2

## Rotated Component Matrix(a)

Выборка испытуемых 9 классов (54 чел.)	Component		
	1	2	3
	Структуры долговременной химической памяти	Структуры кратковременной химической памяти	Общая мнемическая способность
Память долговременная общая	0,930		
Память долговременная «сложная»	0,891		
Память долговременная «простая»	0,860		
Кратковременная память «группа»	0,657		
Кратковременная память «период»		0,825	
Повторение цифр		0,742	0,434
Кратковременная химическая память «вразброс»		0,550	- 0,460
Кратковременная память «слова»			0,779

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. A Rotation converged in 8 iterations.

В выборках более способных химиков (отлично успевающие, «отобразившие» студенты-химики) факторный анализ позволил выделить три фактора, описывающих 74,5% общей дисперсии: 1) долговременная химическая память; 2) общие мнемические способности, отвечающие за сохранение и воспроизведение несвязной информации в разных форматах – слова, цифры, знаки химических элементов; 3) память на химические закономерности (показатели сохранения химической информации в периодической и групповой закономерностях) (табл. 3).

Таблица 3

## Rotated Component Matrix(a)

	Component					
	Выборка отлично успевающих по химическим дисциплинам студентов (41 чел.)			Выборка «отобразивших» студентов-химиков (103 чел.)		
	1	2	3	1	2	3
	Структуры долговременной химической памяти	Структуры общих химических закономерностей	Общая мнемическая способность	Структуры долговременной химической памяти	Структуры общих химических закономерностей	Общая мнемическая способность
Память долговременная общая	0,994			0,992		
Память долговременная «сложная»	0,970			0,968		
Память долговременная «простая»	0,963			0,967		
Кратковременная память «группа»		0,815			0,819	
Кратковременная память «период»		0,732			0,685	
Повторение цифр			0,660			0,678
Кратковременная химическая память «вразброс»			0,704			0,586
Кратковременная память «слова»			0,776			0,818

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. A Rotation converged in 4 iterations.

В группах менее способных (хуже успевающие, «неотобразившие») – выявлено всего два фактора, описывающих 57,341 и 59,168% общей дисперсии соответственно (табл. 4). Для данных групп студентов фактор «память на химические закономерности» не выделен, а способность запоминать химические закономерности, по-видимому, в большей степени определяется общей мнемической способностью (факторная нагрузка – 0,539 и 0,625), чем структурами долговременной химической памяти (факторная нагрузка – 0,416 и 0,440).

Таблица 4

## Rotated Component Matrix(a)

	Component			
	Выборка хуже успевающих студентов-химиков (211 чел.)		Выборка «неотобразивших» студентов-химиков (115 чел.)	
	1	2	1	2
	Структуры долговременной химической памяти	Общая мнемическая способность	Структуры долговременной химической памяти	Общая мнемическая способность
Память долговременная общая	0,970		0,959	
Память долговременная «сложная»	0,867		0,838	
Память долговременная «простая»	0,710		0,738	
Кратковременная память «группа»	0,550		0,416	0,539
Кратковременная память «период»	0,432	0,549	0,44	0,625
Повторение цифр		0,549		0,617
Кратковременная память «вразброс»		0,818		0,758
Кратковременная память «слова»		0,663		0,621

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. A Rotation converged in 3 iterations.

Корреляционные и дисперсионные связи между показателями памяти и показателями зрелости концепта «вещество»

Высокий уровень сохранения химической информации в долговременной памяти может быть обусловлен более высокой дискриминативной способностью мозга, обеспечивающей более глубокую проработку материала, выделение более тонких инвариант, существенных свойств и отношений между элементами информации. Полученные нами данные, а также результаты формирующего эксперимента [1] показывают, что в процессе освоения химии происходит уменьшение времени различения химических стимул-объектов и числа ошибок. Более успешные в химии испытуемые характеризуются меньшим временем дифференцировок и меньшим числом ошибок. Но говорить о зрелости концептуальных структур химии можно только в отношении лучше успевающих по химическим дисциплинам студентов (ошибки по сложнейшим дифференцировкам менее 5%).

Результаты корреляционного анализа (табл. 5) позволили выявить большее число достоверных связей между показателями времени и числа ошибок «химических дифференцировок» и показателями кратковременной и долговременной памяти на химическую информацию. Т.е. чем более тонко дифференцированные концептуальные структуры химии, тем лучше сохраняется химическая информация в кратковременной и долговременной памяти. Показательным является и тот факт, что между способностью запоминать «слова» и способностью различать классы неорганических веществ по формулам химических соединений не обнаружено достоверных корреляционных связей. Эти данные подтверждаются и результатами дисперсионного анализа (ANOVA), также выявившего значимые связи между показателями времени «химических дифференцировок» и показателями долговременной и кратковременной памяти на химическую информацию.

Полученные результаты позволяют утверждать, что объем сохранения химической информации в памяти определяется уровнем когнитивной дифференцированности концептуальных структур химии: чем больше они развиты, тем лучше сохраняется информация в долговременной и кратковременной памяти.

*Таблица 5*

**Количество корреляционных связей  
между показателями химических дифференцировок  
и показателями памяти в разных группах испытуемых**

Группы испытуемых	Показатели	
	кратковременной памяти	долговременной памяти
8 класс	6/12 (50%)	Не обследовались
9 класс	11/12 (92%)	7/18 (39%)
2 курс	5/12 (42%)	9/18 (50%)

### **Вывод**

Уменьшение времени различения химических стимул-объектов и числа ошибок в процессе освоения химии, значимые различия показателей дифференцировок в группах испытуемых с разным уровнем успешности по химическим дисциплинам, а также данные корреляционного и дисперсионного анализов, выявившие большое число значимых связей между показателями зрелости концептуальных структур химии и показателями кратковременной и долговременной памяти на химическую информацию, отсутствие достоверных связей между способностью запоминать «слова» и способностью различать классы неорганических веществ по

формулам химических соединений позволяют утверждать существование специальной химической памяти, психическим носителем которой могут выступать концептуальные структуры химии. Зрелость данных структур обуславливает избирательность, прочность, объем сохранения химической информации в памяти.

Особенностью структурной организации памяти более успешных по химическим дисциплинам, а также «отобразивших» студентов является выделение и обособление третьего компонента – структуры «общих химических закономерностей» – в дополнение к структурам долговременной химической памяти и родовым структурам памяти, обеспечивающим возможность запоминания информации в разных форматах.

#### Библиографический список

1. Волкова Е.В. Формирование когнитивных репрезентативных структур в процессе изучения химии в школе // Вопросы психологии. 2006. № 2. С. 37–49.
2. Волкова Е.В. Использование методики Е. Торренса для изучения способностей студентов-химиков // Известия Уральского государственного университета. Серия «Проблемы образования, науки и культуры». Вып. 21. 2007. № 50. С. 241–253.
3. Доманова Е.Е. Специальные способности в структуре интегральной индивидуальности учителей биологии и химии: Дис. ... канд. психол. наук. Пермь, 1999.
4. Эдельман Дж., Маунткасл В. Разумный мозг. М., 1981.