

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ПСИХОЛОГИИ

Е. В. Волкова

**ПСИХОЛОГИЯ
СПЕЦИАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ:
ДИФФЕРЕНЦИОННО-
ИНТЕГРАЦИОННЫЙ ПОДХОД**



Издательство
«Институт психологии РАН»
Москва – 2011

УДК 159.9
ББК 88
В 67

*Все права защищены. Любое использование материалов
данной книги полностью или частично
без разрешения правообладателя запрещается*

Рецензенты:

доктор психологических наук, профессор *Н. И. Чуприкова*,
кандидат психологических наук *Т. Н. Тихомирова*

Волкова Е. В.

В 67 Психология специальных способностей: дифференционно-интеграционный подход. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2011. – 320 с.

ISBN 978-5-9270-0210-8

УДК 159.9
ББК 88

Монография посвящена разработке методологии дифференционно-интеграционного подхода к исследованию природы специальных способностей. Психическим носителем общих и специальных способностей являются ментальные структуры, закономерности организации и формирования которых подчиняются дифференционно-интеграционному принципу развития. Теоретико-экспериментальная верификация данного подхода реализуется на примере многоуровневого обоснования (макро-, мезо- и микрогенез) онтологического статуса специальных химических способностей. Закономерности организации и формирования специальных химических способностей рассматриваются с позиций теории, эксперимента и практики. В работе представлен оригинальный инструментарий для выявления и исследования специальных способностей и диагностики показателей зрелости ментальных структур, лежащих в их основе.

Книга предназначена для психологов, философов, химиков, педагогов, а также может быть полезна специалистам, работа которых связана с развитием и оценкой предметных компетенций.

© Учреждение Российской академии наук
Институт психологии РАН, 2011

ISBN 978-5-9270-0210-8

Международному дню химика посвящается

Содержание

<i>Н. И. Чуприкова. Предисловие</i>	7
Введение	10
Глава 1. Теоретико-методологические основы дифференционно-интеграционной концепции специальных способностей	14
1.1 Содержание категории «способности» в психологии	14
1.2 Дифференционно-интеграционный принцип развития	24
1.3 Структуры ментального опыта субъекта	49
1.4 Выводы	70
Глава 2. Методология системного исследования специальных способностей	72
2.1 Концептуальная схема системной методологии реконструкции структур ментального опыта субъекта	72
2.2 Характеристика экспериментальной выборки	78
2.3 Комплекс диагностических методик	80
2.4 Методики оценки зрелости концептуальных структур химии и показателей специальных способностей	81
2.5 Выводы	109
Глава 3. Химические способности как психическая реальность и их развитие	111
3.1 Химия как объект деятельности	111
3.2 Химик как субъект деятельности	119

3.3	Соотношение общих и специальных способностей	203
3.4	Связи показателей зрелости концептуальных структур химии и показателей химических способностей	226
3.5	Выводы	229
Глава 4. Культурогенез специальных способностей		232
4.1	Историко-культурные истоки специальных способностей	232
4.2	Закономерности становления понятийной структуры химии в историко-культурном развитии науки	241
4.3	Выводы	256
Глава 5. Динамика становления ментальных структур и химических способностей в разные периоды подросткового возраста		260
5.1	Постановка проблемы и организация экспериментального исследования	260
5.2	Психологический смысл и содержание программы формирующего эксперимента	262
5.3	Результаты экспериментального исследования	268
5.4	Выводы	292
Заключение		295
Литература		298
Приложение		333

Предисловие

Хотя психология все еще не обрела статуса единой науки, прогресс психологического знания в отдельных его областях очевиден. Это социальная психология, когнитивная психология развития, психосемантика, психогенетика. Предлагаемая вниманию читателей книга Е. В. Волковой продлевает этот ряд. Она свидетельствует о безусловных успехах психологической науки на пути к пониманию природы способностей человека, созданию методологии их изучения и разработке рациональных способов их развития.

В книге Е. В. Волковой убедительно теоретически и экспериментально обосновано существование специальных химических способностей, раскрыта их природа и структура, ход, механизмы и закономерности развития в культурогенезе химических знаний и в процессе обучения химии в школе и в вузе.

Если до сих пор не вызывало сомнений существование специальных музыкальных, математических и, возможно, педагогических способностей, то теперь к этому списку прибавились способности химические, наличие которых является далеко не столь очевидным, как, например, способностей музыкальных или математических.

Успех исследования Е. В. Волковой обеспечен глубоко обоснованной и детально разработанной системной методологией выявления и изучения природы специальных способностей. Методология, представленная в книге, намечает достаточно ясные и понятные пути дальнейших исследований для ответа на вопрос о существовании и природе других специальных способностей, наличие которых, как и химических, далеко не очевидно, но интуитивно представляется вполне вероятным (физические, технические, инженерные, конструкторские, финансовые, управленческие и др.).

Однако значение книги Е. В. Волковой выходит за пределы решенной ею проблемы о существовании, природе и развитии специальных химических способностей и даже за пределы разработанной методологии, пригодной для изучения других специальных способностей. Она имеет более широкое общепсихологическое значение и может быть прочитана в ключе общих проблем прогресса психологических знаний, в ключе обсуждения животрепещущих вопросов о том, на каких основаниях строить и развивать психологическую науку.

Дело в том, что в исследовании Е. В. Волковой конкретно реализованы эвристические возможности целого ряда фундаментальных методологических принципов и общих теоретических положений, сложившихся в отечественной и мировой науке:

- *Теория отражения* – понимание психики как отражения действительности – положена в основу рассмотрения специфики химической формы движения материи, специфики химии как предмета науки и специфики адекватных данной реальности средств познания. Исследование проведено Е. В. Волковой в традициях перспективного отечественного направления, основанного К. М. Гуревичем и реализованного Е. И. Горбачевой, связанного с необходимостью изучения предметной ориентации мышления.
- *Представления о когнитивных (ментальных) структурах субъекта* как носителях его когнитивного опыта, интеллекта и специальных способностей определяют поиск специфики когнитивных структур, складывающихся в процессе познания химической формы движения материи, и поиск тех особенностей, которые отличают более способных химиков.
- *Общая дифференционно-интеграционная теория развития*, согласно которой все когнитивные структуры, а следовательно, структуры химических знаний и химических способностей также должны развиваться в соответствии с принципами системной дифференциации и интеграции, используется автором для разработки методов диагностики и исследования зрелости структур химических способностей и рациональных методов их развития в процессе изучения химии.
- *Принцип системности*, в соответствии с которым когнитивные структуры химических способностей рассмотрены на разных

уровнях организации в аспекте их исторического и онтогенетического развития и в аспекте их соотношения со структурами общего интеллекта.

- *Принцип субъектности*, в соответствии с которым рассмотрены психологические особенности химика как субъекта специфической деятельности.

Опора на ряд перечисленных общетеоретических и методологических принципов, на общую дифференционно-интеграционную теорию развития и ассимиляция достижений современной когнитивной психологии позволили решить такую конкретную проблему, как вопрос о существовании, природе, структуре и развитии специальных химических способностей. В этом общепсихологическое значение книги, в силу которого она должна представлять интерес не только для исследователей способностей, но и для всех, кто интересуется общими теоретическими и методологическими проблемами психологии, путями ее консолидации и развития, условиями ее прогресса. Вместе с тем автор показывает, как обогащаются и развиваются сами общие методологические принципы и теории, когда они перестают быть только предметом абстрактных рассуждений и начинают становиться реальным инструментом исследования конкретных психологических проблем. Это относится и к теории отражения, и к дифференционно-интеграционной парадигме развития, и к понятию когнитивных (ментальных) структур субъекта, и к принципам системности и субъектности. Все эти теории и принципы не только доказали свою силу, но и обогатились в своем конкретном содержании в результате их использования в исследовании Е. В. Волковой.

Выход в свет монографии Е. В. Волковой вселяет определенный профессиональный оптимизм. Работа автора свидетельствует о том, что, несмотря на все трудности, психология развивается, а также о том, что условием ее прогресса является опора на определенные общие философско-методологические принципы и общетеоретические основания, разработка которых всегда составляла сильную сторону отечественной науки.

Профессор, доктор психологических наук,
главный научный сотрудник Психологического института РАО
Н. И. Чуприкова

Введение

Принципиальные вопросы общей теории способностей разработаны виднейшими отечественными психологами Б. М. Тепловым, С. Л. Рубинштейном, Б. Г. Ананьевым, В. Д. Шадриковым и др. Общепринятое в отечественной психологии определение способностей Б. М. Теплова задает в концептуальном и методологическом плане те оси координат, которыми руководствуются исследователи разных видов специальных способностей (математических – В. А. Крутецкий; художественно-изобразительных – В. И Кириенко, А. А. Мелик-Пашаев; литературных – З. Б. Новлянская, Е. А. Корсунский; музыкальных – Б. М. Теплов, К. В. Тарасова, Д. К. Кирнарская, М. С. Старчеус; педагогических – Н. Д. Левитов, Ф. Н. Гоноволин, В. А. Крутецкий).

В монографии развитие положений общей теории способностей осуществляется по пути изучения возникновения, становления и развития специальных способностей, поиска психического носителя данных способностей, анализа психологических механизмов, лежащих в их основе. Особое внимание уделяется проблеме соотношения общих и специальных способностей и проблеме онтологического статуса данных способностей.

Способности – целостное, интегральное психическое образование, проявляющееся в контексте реальной жизнедеятельности субъекта, поэтому психологический анализ специальных способностей в терминах отдельных компонентов этих способностей либо в терминах психических функций и состояний ведет к иллюзии исчезновения специальных способностей как психической реальности. Открытой и дискуссионной остается проблема диагностики специальных способностей.

Сложившаяся ситуация требует разработки новых теоретических подходов к определению природы специальных способностей. В качестве одного из таких подходов может выступить дифференционно-интеграционная концепция специальных способностей, в рамках которой ментальные структуры опыта субъекта рассматриваются как психический носитель специальных способностей, мера соответствия которых объекту жизнедеятельности определяет продуктивность человека в этом ее виде. Основными психологическими механизмами развития данных структур постулируются дифференционно-интеграционные процессы. Разработка данной концепции должна усилить объяснительный и прогностический потенциал категории «способности» применительно к реальным аспектам жизнедеятельности.

Основу разрабатываемой нами концепции специальных способностей составили такие подходы, как системный, гносеологический, дифференционно-интеграционный, онтологический и субъектный. Системный подход предполагает системный анализ специальных способностей как интегральных психических образований, обеспечивающий целостность внутреннего мира человека (Б. Ф. Ломов, В. А. Барабанщиков). Гносеологический подход является основой реконструкции структур ментального опыта, позволяет понять содержание психического отражения, охарактеризовать субъект и формы его активности (С. Л. Рубинштейн, Б. Ф. Ломов, Б. Г. Ананьев, А. Н. Леонтьев, Я. А. Пономарев, А. В. Брушлинский, Н. И. Чуприкова). Дифференционно-интеграционный подход позволяет понять механизмы и закономерности развития специальных способностей и ментальных структур, лежащих в их основе (Н. И. Чуприкова, М. А. Холодная, Т. А. Ратанова, Ю. И. Александров, И. О. Александров, А. Н. Подьяков). Онтологический подход ориентирует на изучение способов существования и особенностей организации ментальных структур как носителей психических свойств субъекта, поскольку: 1) любое психическое явление имеет структурное основание; 2) свойства психического явления производны по отношению к особенностям его структурной организации; 3) являются интегральными формами психической организации; 4) построены из определенного психического материала, включающего разные модальности ментального опыта (Л. М. Веккер, М. А. Холодная). Субъектный подход в психологии способностей обосновывает необходимость исследования внутренних условий интеллектуальной деятельности, мен-

тального опыта субъекта, регулирующего поведение и деятельность, объединяет различные проявления психики и открывает возможность выявления индивидуально-своеобразных предпосылок возникновения, становления и развития специальных способностей (С. Л. Рубинштейн, К. А. Абульханова-Славская, А. В. Брушлинский, Е. А. Сергиенко).

Ключевыми категориями дифференционно-интеграционной концепции специальных способностей являются «способности», «дифференционно-интеграционный принцип развития», «структуры ментального опыта субъекта», «зрелость структур ментального опыта субъекта». Анализ данных категорий вне понятий «система», «развитие» невозможен. Л. Бергланафи определяет систему как комплекс взаимодействующих элементов. А. Н. Аверьянов (1976) уточняет данное понятие, рассматривая систему как ограниченное множество взаимодействующих элементов. В рамках онтологического подхода под системой понимается многомерное и иерархически организованное развивающееся целое, функциональные элементы которого имеют общий корень и онтологически неразделимы. Психическое как система существует только в развитии, которое реализуется как полисистемный процесс (Барабанщиков, 2009). Понятие «развитие» применимо только к целостным системам и определяется как «качественные, необратимые, направленные изменения, обусловленные противоречиями системы» (Алексеев, Панин, 1997, с. 450). Качество системы определяется природой, свойствами, количеством элементов и их структурой, т. е. связями, взаимодействием. Необратимость – это такая смена состояний, в основе которой лежит невозможность вернуться к прежним стадиям развития вследствие изменения организации объекта. Направленность системы рассматривается как преемственность между качественными изменениями на уровне системы, аккумулятивную связь последующего с предыдущим.

В последнее время как в нашей стране, так и за рубежом появляется все больше работ ученых консолидирующихся вокруг представления о психологических структурах как субстрате умственного развития. Несмотря на многочисленные экспериментальные исследования, психологические структуры все еще рассматриваются либо как эмпирическая модель, либо как удобный способ описания экспериментальных фактов и закономерностей, что ставит под сомнение существование данных структур как психической реальности.

ти. Накопленные многочисленные теоретические и эмпирические данные нуждаются в обобщении.

Экспериментальные исследования В. А. Крутецкого (1998) убедительно показали, что решение проблемы общих и специальных способностей возможно в плане изучения внутренних структур, обуславливающих ту или иную деятельность. Но какие внутренние структуры складываются в результате той или иной деятельности, какова их специфика, как они соотносятся с успешностью деятельности и каковы методологические основы такого исследования – эти вопросы остаются открытыми.

В связи с вышеизложенным задача первой главы книги состоит в раскрытии теоретико-методологических основ дифференционно-интеграционной концепции специальных способностей.

Разработка нового подхода к исследованию специальных способностей предполагает разработку соответствующей ему концептуальной схемы исследования – системной методологии реконструкции структур ментального опыта субъекта как психического носителя общих и специальных способностей, разработку соответствующего диагностического инструментария и его верификацию. Изложению решения этих задач посвящена вторая глава книги.

В главах 3, 4 и 5 на примере раскрытия онтологической природы специальных химических способностей, представлены теоретико-эмпирические материалы, обосновывающие положения дифференционно-интеграционной концепции специальных способностей.

Глава 1

Теоретико-методологические основы дифференционно-интеграционной концепции специальных способностей

1.1. Содержание категории «способности» в психологии

«Способности» как общенаучная категория

Понятие «способности» применяются в разных областях науки и практики. Различный характер закономерностей в каждой области явлений выражает специфические различия свойственного данным явлениям взаимодействия. Поэтому содержание категории «способность» в разных отраслях научных знаний будет иметь свои особенности. Например, в экономике термин «покупательная способность» отражает соотношение стоимости денег и стоимости товаров. В физике понятие «разрешающая способность оптических приборов» характеризует способность приборов давать отдельные изображения двух близких друг к другу точек объекта. В медицине «иммунитет» определяется как способность организма поддерживать постоянство внутренней среды, создавать невосприимчивость к инфекционным и неинфекционным агентам (антигенам), попадающим в организм извне, нейтрализовывать и выводить из него чужеродные вещества и агенты, продукты распада при инфекционно-воспалительных, опухолевых и других патологических процессах. Гомеостаз – одно из важнейших понятий физиологии – описывает способность поддерживать постоянство характеристик внутренней среды организма и устойчивость его функций при изменяющихся условиях внешней среды. Пропускная способность (информатика, транспорт, машиностроение) – метрическая характеристика, показывающая соотношение количества проходящих единиц (информации, предметов, объема) в единицу времени через канал, систему, узел.

В технике, строительстве говорят о таких способностях как несущая, корпоративная, реакционная, вращающая, смазывающая, адсорбирующая, звукопоглощающая.

Можно выделить некоторое общее содержание термина «способности»:

- 1) понятие «способность» тождественно философской категории «качество» – внешняя и внутренняя определенность, система характерных черт объектов, теряя которую, предметы перестают быть тем, что они есть;
- 2) способности проявляются во взаимодействии и функционировании систем, определяются структурой объектов и свойствами элементов этой структуры, т. е. способность – это свойство системы, характеризующее особенности ее взаимодействия с другими системами;
- 3) способности характеризуют процесс и определяют результат, т. е. являются процессуально-результативной характеристикой объекта или явления.

«Способности» как категория психологического исследования

В психологии термин «способности» рассматривается с точки зрения успешности человека в той или иной деятельности. Описывая данный феномен, авторы используют такие понятия, как общие способности, специальные способности, одаренность, талант, гениальность, компетентность. Но разные исследователи вкладывают разное содержание в одни и те же понятия.

В отечественной психологии общепринято определение способностей как индивидуально-психологических особенностей, определяющих успешность выполнения деятельности или нескольких видов деятельности (Теплов, 1985, с. 19). Однако определение способностей через категорию «успешность» сопряжено с рядом серьезных трудностей. В частности, исследования показывают, что на оценку успешности деятельности влияют многие факторы, в том числе и готовность общества принять и оценить эти достижения (отвергнуты научным сообществом колебательные химические реакции Б. П. Белоусова, идея Л. Больцмана о связи вероятности и энтропии и др.). Поэтому предлагается уточнить содержание термина и рассматривать способности как меру соответствия инди-

видуально-психологических особенностей субъекта объекту жизнедеятельности.

Способности обеспечивают легкость, быстроту и прочность усвоения знаний, умений и навыков. При этом подразумевается, что способности – это не знания, умения и навыки, а приобретение знаний, умений и навыков помогает развитию способностей. Если способности – это не знания, умения и навыки, то что это? Всякое ли усвоение знаний будет содействовать развитию способностей? И в каком отношении находятся знания и способности? Парциальные подходы, направленные на изучение способностей, либо в терминах конкретной деятельности, успешность которой они обуславливают (математические, музыкальные, художественные и пр.), либо в терминах отдельных психических функций (перцептивные, мнемические, имажетивные и пр.) не дают ответа на этот вопрос.

Особенность содержания категории «способность» в психологии определяется особенностью психических явлений. Если в неживой природе отражение выступает в виде ответной внешней реакции тела (физической, химической), подвергающегося воздействию, то специфика психических явлений состоит в том, что «внутренние условия, складываясь и изменяясь в процессе развития, сами обуславливают тот специфичный круг внешних воздействий, которым данное явление может подвергнуться» (Рубинштейн, 2003, с. 51, 275).

Всякий психический процесс или психическая деятельность как форма связи субъекта с объективным миром предполагает соответствующее психическое свойство или «способность индивида на определенные объективные воздействия закономерно отвечать определенными психическими действиями» (Рубинштейн, 2003, с. 254). Таким образом, все проявления психики, обеспечивающие успешность выполнения деятельности можно рассматривать как способности – «широкий подход» (Мерлин, 1986, 1990; Чудновский, 1986, 2007; Платонов, 1972). Например, по мнению К. К. Платонова, поскольку успешность выполнения деятельности определяют и мотивация, и личные особенности, то к способностям можно отнести любые свойства психики, в той или иной мере определяющие успех в конкретной деятельности. В. Э. Чудновский рассматривает способности как личностные образования, представляющие собой единство общих и специальных компонентов, как определенный комплекс индивидуальных и возрастных особенностей, своеобразный для каждого человека.

В. С. Мерлин раскрывает понятие «способности» с позиций теории интегральной индивидуальности. Определяя психологическое содержание способностей, он включает в него свойства индивида, имеющие отношение к успешности деятельности, индивидуальные особенности познавательной, эмоциональной и волевой деятельности, утверждая, что способности характеризуются не только свойствами умственной деятельности, но и всеми свойствами индивидуума. Кроме этого, в психологическую структуру способностей он включает свойства личности, а также отношения личности при условии их связи с успешностью деятельности. В. С. Мерлин предложил критерии, определяющие принадлежность свойств личности к способностям: 1) сопоставление продуктивности деятельности с одними и теми же особенностями психических процессов, но с различными отношениями личности; 2) индивидуальность и своеобразие способов и приемов достижения успеха, которые формируются лишь при условии активного положительного отношения к деятельности; 3) соотнесение успешных результатов деятельности с онтогенезом личности и, если человек благодаря определенным личностным качествам длительное время добивался успехов, то автор предлагает говорить о его высоких способностях на основе этих свойств личности. К наиболее важным свойствам личности в характеристике специальных способностей В. С. Мерлин относит специальные интересы и склонности, индивидуальный стиль специальной деятельности.

Сложные психические свойства делающие человека особенно пригодным для успешного выполнения того или иного специального вида общественно-полезной профессиональной деятельности, образуют две основные группы – характерологические свойства и способности (мотивационные и инструментальные). Первая связана с побудительной (мотивационной), вторая – с организационно-исполнительской стороной психической регуляции поведения (Рубинштейн, 2003, с. 258) – собственно способности (способности в узком смысле). Способности формируются в процессе взаимодействия человека, обладающего теми или иными природными данными, с миром. По мере того как способности формируются, они обуславливают его деятельность и открывают новые возможности для достижения более высоких результатов (Рубинштейн, 2003, с. 268; Кликс, 1985; Теплов, 1985; Ананьев, 2001; Шадриков, 2004).

Специфической особенностью содержания категории «способности» в психологии является общественно-историческая обуслов-

ленность общих родовых и специальных способностей человека. Под способностью разумеют сложное образование, комплекс психических свойств, делающих человека пригодным к определенному, исторически сложившемуся виду общественно-полезной профессиональной деятельности. Всякая специальная способность есть способность к чему-то. Способность в этом понимании нельзя определить безотносительно к общественной организации труда и приспособленной к ней системе образования. Вопрос о способностях человека неразрывно связан с вопросом о его роли и месте в общественной жизни (Рубинштейн, 2003, с. 256; Кликс, 1985). Многочисленные экспериментальные данные, полученные в течение последних нескольких лет, показывают, что различия в познавательных процессах испытуемых связаны с определенными особенностями культуры, отраженными в языке. Познавательные стратегии, восприятие эмоционального выражения лица, так же как и мышление, различаются в разных культурах. Даже решение арифметических задач испытуемыми, принадлежащими разным культурам, основано на разных познавательных стратегиях и соответствует разным паттернам мозговой деятельности (Alexandrov, Sozinov, Laukka, Glavinskaya, Moiseev, 2009).

Рассматривая «способности» как категорию психологического исследования, необходимо учитывать единство, неразрывную связь элементарных родовых свойств и сложных комплексных свойств, способностей, делающих человека особенно пригодным к той или иной специальной профессиональной деятельности: «Всякая специальная способность имеет отправной точкой своего развития некое общее свойство или свойства общечеловеческой деятельности» (Рубинштейн, 2003, с. 263). Способности человека реально даны всегда в некотором единстве общих и специальных свойств. Между ними имеется и различие, и единство (Рубинштейн, 2002; Теплов, 1985; Крутецкий, 1998; Чуприкова, 2007; Ратанова, 2009; Холодная, 2002).

Тем не менее открытой и дискуссионной остается проблема соотношения общих и специальных способностей. В экспериментальных исследованиях Спирмена (Spearman, 1927), Карролла (Carroll, 1993), Бренда (Brand, 1996), Дженсена (Jensen 1998) обосновывается, что успешность обучения и эффективность деятельности главным образом детерминируют общие умственные способности. Однако Р. Стернберг, Дж. Форсайт, Дж. Хедланд, Дж. Хорвард, Р. Вагнер, С. Снук, В. Вильямс, Е. Григоренко (Практический интел-

лект, 2002) решающее значение придают практическому интеллекту. Проблема соотношения общих и специальных способностей обостряется проблемой онтологического статуса данных способностей. В. Д. Шадриков (2004) утверждает, что специальные способности как таковые вообще не существуют, существуют лишь способности, характеризующие развитие и совершенство отдельных психических функций. Напротив, Д. К. Кирнарская (2004) полагает, что общие способности – это миф, существуют только специальные способности к определенным видам деятельности.

Д. К. Кирнарская определяет понятие «способности» «как различные операционные психические системы, максимально приспособленные к освоению той или иной реальности, того или иного материала. В этом материале человек чувствует себя как рыба в воде: ему ничего здесь не нужно объяснять, он как будто от природы приспособлен к овладению именно этой сферой знания и деятельности». Невозможно с помощью музыкального интеллекта освоить состав воды и почвы. Все способности человека и опирающиеся на них таланты специфичны, действуют в ограниченной области деятельности, а «g-фактор – это миф, осколок логико-математического мышления, который люди, фетишизируя возможности разума, возвели в абсолют» (Кирнарская, 2004, с. 44).

Д. К. Кирнарская подчеркивает, что тесты на специальные способности должны быть разработаны на том материале, который талант использует в своей деятельности.

Общих способностей не существует: есть способности специальные, определяющие предрасположенность человека к тем или иным видам деятельности. Базовых способностей всего девять, они соответствуют видам интеллекта Х. Гарднера.

Д. К. Кирнарская в своей теории специальных способностей опирается на гипотезу Х. Гарднера о сложном множественном интеллекте. Однако в работе Р. Стернберга говорится о том, что «эмпирических подтверждений гипотезы Гарднера не существует со времени ее появления, и поэтому статус ее как научной теории до сих пор весьма неопределенный» (Практический интеллект, 2002, с. 35). По вопросу о том, что практический интеллект более успешно, чем научный, детерминирует успешность школьного обучения и эффективность производственной деятельности, для изучения которого необходимы специальные диагностические методики, отличные от академических тестов интеллекта, Р. Стернберг солидарен с Д. К. Кирнарской.

Если Д.К. Кирнарская отрицает существование общих способностей, то В.Д. Шадриков утверждает, что «феномен „специальных“ способностей как отличных от общих является фантомом. Человек от природы наделен общими способностями. Природа не могла позволить себе роскоши закладывать специальные способности для каждой деятельности...» (Шадриков, 2004, с. 224).

Рассматривая место способностей в структуре психики, В.Д. Шадриков полагает, что «именно способности реализуют функцию отражения и преобразования действительности в практической и идеальной формах» (Шадриков, 2004, с. 211). Развитие психических свойств проявляется как развитие функциональных, операционных и мотивационных механизмов. Функциональные механизмы складываются задолго до возникновения операционных механизмов. Для каждой психической функции формируются соответствующие операционные механизмы. Так, для процессов восприятия это будут системы измерительных, построительных и других действий. Функциональные механизмы относятся к характеристикам человека как индивида, операционные – к характеристикам человека как субъекта деятельности, мотивационные – к характеристикам человека как личности.

В.Д. Шадриков в структуре способностей выделяет функциональные и операционные компоненты. В процессе деятельности происходит тонкое приспособление операционных механизмов к требованиям деятельности, они приобретают черты оперативности. Функциональная система способностей едина для всех способностей и аналогична структуре деятельности: «Фактически при множестве способностей реально существует единая система деятельности, которая мультиплицируется в структуры отдельных способностей» (Шадриков, 2004, с. 215). Психические функции реализуют более общие, родовые формы деятельности, которые выступают в качестве исходных при ее анализе. Согласно В.Д. Шадрикову «...способности можно определить как свойства функциональных систем, реализующих отдельные психические функции, имеющих индивидуальную меру выраженности, проявляющуюся в успешности и качественном своеобразии освоения и реализации отдельных психических функций. При определении индивидуальной меры выраженности способностей целесообразно придерживаться тех же параметров что и при характеристике любой деятельности: производительности, качества и надежности» (Шадриков, 1991, с. 11).

В. Д. Шадриков классифицирует общие способности по типам психических функций, выделяя мыслительные, мнемические, имажетивные, перцептивные, сенсомоторные, атенционные и пр. С этой точки зрения, не существуют специальные (летные, кулинарные, педагогические и т. д.) способности.

Анализ работ Д. К. Кирнарской (1988, 1989, 1992, 2004) и В. Д. Шадрикова (1980, 1991, 1994, 2002, 2004, 2010) показывает, что они не являются взаимоисключающими. Однако разрыв между понятиями «общие» и «специальные способности» приводит к тому, что общие способности рассматриваются абстрактно, а из понятия «специальные способности» исключаются все общие признаки (С. Л. Рубинштейн, Б. М. Теплов, Б. Г. Ананьев).

Зарубежные авторы (Р. Стернберг, Дж. Форсайт, Дж. Хедлан, Дж. Хорвард, В. Вильямс) не отрицают существования g-фактора, но подчеркивают, что практический интеллект не только психологически, но и статистически отличается от научного интеллекта. Ученые подчеркивают, что «наилучшее прогнозирование успехов в работе достигается, когда будут опробованы тесты и на академический, и на практический интеллект» (Практический интеллект, 2002, с. 19).

Особенностью содержания термина «способности» является детерминация способностей внешними и внутренними условиями: «Психические процессы <...> связаны с психическими образованиями – с образами объектов, отражением которых они являются. Психические процессы вместе с тем связаны также с психическими свойствами субъекта, которые складываются в ходе деятельности человека и обуславливают ее» (Рубинштейн, 2003, с. 254; см.: Ломов, 1996). Согласно М. А. Холодной (2008), генетическая и средовая детерминация дополняется ментальной детерминацией.

Предпосылками развития способностей являются задатки – врожденные анатомо-физиологические, функциональные особенности нервно-мозгового аппарата (Теплов, 1985; Голубева, 2005; Акимова, 1999). Значение врожденных задатков для разных способностей различно. На базе сходных задатков могут формироваться разные способности, и наоборот (Теплов, 1985; Рубинштейн, 2003; Ломов, 1996).

Задатки – это не сами способности, а лишь внутренние физиологические условия их формирования (Рубинштейн, 2003, с. 257).

Понятие «внутреннее», в работах С. Л. Рубинштейна связано не только с внутренними физиологическими условиями формирования способностей, но и с понятием «структура»: «Анализ роли внутреннего приводит к уяснению существования различного рода связей. Основа, порождающая другие связи, причина этих связей – структура <...> которая образует внутреннее условие, опосредующее суммарный эффект действия внешней причины» (Рубинштейн, 2003, с. 372). Но наиболее полно одновременно и независимо друг от друга идеи о внутренних структурах как носителях общих и специальных способностей были реализованы в работах Н. И. Чуприковой (1990) и М. А. Холодной (1990).

М. А. Холодная рассматривает интеллект как систему психических механизмов, которые обуславливают возможность построения «внутри» индивидуума субъективной картины происходящего. С психологической точки зрения, «назначение интеллекта – создавать порядок из хаоса на основе приведения в соответствие индивидуальных потребностей с объективными требованиями реальности» (Холодная, 2002, с. 9), т. е. сущность интеллекта заключается в его способности порождать и организовывать субъективное пространство познавательного отражения. Природа любого явления не может быть понята на уровне описания его свойств, объяснить природу той или иной реальности – значит вскрыть ее структуру, ибо структура является основой ее функционирования, нельзя говорить о психических операциях безотносительно к материалу оперирования, иначе мистифицируется сама природа операций и остается без ответа вопрос о том, какой реальный психический материал оказывается их конкретным носителем.

М. А. Холодная подчеркивает, что «существование специфических <...> свойств интеллекта не исключает наличия интеллектуальных универсалий, имеющих своим источником общие потенциальные способности людей и сходные черты их образа жизни» (Холодная, 2002, с. 48).

Психологическим индикатором специальных способностей на начальной стадии их формирования выступают склонности. Разнообразие проявлений интеллектуального выбора свидетельствует о том, что, с одной стороны, интеллектуальные предпочтения могут иметь универсальный характер, с другой – они уникальны. По сути дела, отмечает М. А. Холодная, предпочтения – это ментальный компас, выводящий человека в ту область действительности, которая

находится в максимальном соответствии с его индивидуальными интеллектуальными возможностями.

Специальные способности характеризуются интеллектуальными убеждениями, связанными с переживанием «фатальной» необходимости определенного взгляда на окружающую действительность; чувством правильности выбранного способа изучения реальности; умонастроением – чувством направления поиска верного решения.

Н. И. Чуприкова раскрывает содержание понятия «способности» с точки зрения представления о внутренних когнитивно-репрезентативных структурах как субстрате (носителе) умственного развития (Чуприкова, 2007, с. 341):

1. Репрезентативно-когнитивные структуры – это не знания, не умения и навыки, это обобщенно-абстрактный продукт их приобретения, который и составляет сущность развития как такового.
2. Репрезентативно-когнитивная структура – это внутренняя основа всех текущих процессов переработки информации и организации деятельности. Поэтому от них зависит качество процессов анализа, синтеза, обобщения и абстракции, присущее в каждый данный момент каждому данному человеку, а также легкость и быстрота приобретения новых знаний, умений, навыков.
3. Развитие репрезентативно-когнитивных структур зависит от определенных первичных базовых морфо-функциональных особенностей мозга (задатки), но по мере того, как эти структуры складываются, именно они начинают определять качество текущих процессов анализа, синтеза, обобщения и абстракции.
4. Для успешности выполнения разных видов деятельности необходимы специфические системы репрезентативно-когнитивных структур, которые могут быть соотнесены с понятием специальные способности. В то же время какие-то структуры или их элементы могут быть необходимы для осуществления разных видов деятельности. Такие структуры должны быть соотнесены с понятием общих способностей.
5. Предложенное в литературе разграничение актуальных и потенциальных способностей может быть понято как разделение достигнутого уровня развития репрезентативно-когнитивных структур и их способности к дальнейшему развитию в сторону все большей дифференцированности и интегрированности.

Конкретные возможности применения данного подхода к пониманию природы специальных способностей учителей физкультуры реализовано, например, Л. И. Резником (1992). В исследовании показано, что важнейшим компонентом социально-перцептивных способностей учителя физкультуры является многомерная система структурных и содержательных характеристик личности, позволяющих понимать поведение учащихся, причем эффективные учителя отличаются большей структурно-содержательной дифференцированностью по сравнению с менее эффективными.

Н. И. Чуприкова (2007, с. 357–358), анализируя результаты исследования В. А. Крутецкого, отмечает, что математическое мышление имеет дело не с числами, не с количествами и даже не с их отношениями самими по себе, но с некоторыми достаточно сложными по внутреннему строению логико-математическими структурами, обобщающими и абстрагирующими логико-количественные связи и отношения между определенными содержаниями действительности. Эти структуры у способных к математике школьников легко и быстро формируются, легко и быстро обобщаются, легко выделяются из любой внешней «упаковки» и из любого количественного и «вещественного» шума, легко достраиваются. Встает конкретный вопрос о том, как возникают и развиваются такие структуры, что они собой представляют. Этим вопросам посвящены следующие разделы 1.2 и 1.3.

1.2. Дифференционно-интеграционный принцип развития

Истина уже давно была найдена
и надо лишь уметь ловить эту старую истину.

Gême

Продолжая традицию С. Л. Рубинштейна, утверждавшего, что исследование способностей должно быть слито с изучением развития способностей, методологическим основанием, фундаментальным правилом проведения научной процедуры, определившим магистральное направление разработки концепции специальных способностей, выступил дифференционно-интеграционный принцип развития.

Идеи, изложенные в эволюционной теории Г. Спенсера (1879, 1886), обосновывающей всеобщность дифференционно-интегра-

ционных законов развития, послужили базой для разработки психофизиологической теории умственного развития И. М. Сеченова (1879), логико-гносеологической теории развития знаний Н. О. Лосского (1917, 1991), психологической теории умственного развития ребенка Х. Вернера (Werner, 1956, 1957). В дифференционной теории перцептивного обучения и развития Э. Гибсон (Gibson, 1969, 1988) раскрыта роль дифференционно-интеграционных механизмов и исследовательской активности ребенка в становления ментальных репрезентаций окружающей действительности. Х. Уиткин, Д. Гудноф (Witkin, Goodenough, 1977, 1982) рассматривают понятие дифференциации как фундаментальную категорию в теории развития. По мнению многих авторов, развертывающиеся в системах процессы дифференциации являются «условиями развития вообще» (Алексеев, Панин, 1997, с. 448).

В трудах Н. И. Чуприковой (1995, 1997, 2000, 2003, 2006, 2007, 2008, 2009) на богатейшем эмпирическом и теоретическом материале из разных областей знания показано, что всякое развитие, где бы оно ни происходило, идет от состояний относительной глобальности и отсутствия или слабой дифференцированности к состояниям большей дифференцированности, расчлененности и иерархической интеграции. Первичное целое благодаря процессам дифференциации и интеграции становится все более внутренне дифференцированным и иерархически упорядоченным. Базисная роль в развитии отводится процессам дифференциации. Процессы интеграции обеспечивают удержание исходной целостности и формирование в ней новых более высоких иерархических уровней. Таким образом, речь идет о дифференционно-интеграционном принципе развития, названном Н. И. Чуприковой «принципом системной дифференциации» или «всеобщим универсальным законом развития». На базе принципа системной дифференциации Н. И. Чуприковой удалось интегрировать следующие массивы данных:

- I. Теоретико-философские представления о существовании общих универсальных принципов развития всех сложных систем природы и общества – дифференциации и интеграции (Г. В. Гегель, Г. Спенсер, В. С. Соловьев, А. А. Богданов, И. Г. Гердер, И. В. Гёте, С. Н. Трубецкой, Н. О. Лосский и др.).*
- II. Проявление общих универсальных законов развития в биологии: правило эмбрионального развития по К. Бэру; теория Дарви-*

на–Уоллеса; правило естественного отбора И. И. Шмальгаузе-на; исследования формирования морфологической структуры и интегративной деятельности центральной нервной системы в фило- и онтогенезе (Л. А. Орбели, А. А. Заварзин, А. И. Карамян, Н. И. Филимонов, П. К. Анохин и др.).

- III. *Дифференционно-интеграционные теории умственного развития*, в которых закон развития от общего к частному, от целого к частям выступает как ведущий и основополагающий (Я. А. Коменский, И. М. Сеченов, Х. Вернер, Н. О. Лосский; Т. Рибо; Э. Клаппаред; К. Коффка и др.).
- IV. *Фактические результаты многих исследований* развития самых разных психических процессов и функций: закон перцепции Н. Н. Ланге, исследования Н. А. Берштейна по развитию моторики младенцев и детей дошкольного возраста; развитие фонематического строя речи (В. И. Бельтюков, Ш. П. Бутон, Е. И. Исенина); развитие фонологической системы языка и фонематического строя речи (Р. Якобсон).
- V. *Результаты сравнительных и онтогенетических исследований в области нейроморфологии и физиологии нервной системы* (Д. О. Хебб, Ю. Конорский, Ю. И. Александров и др.).
- VI. *Системы развивающего обучения* Л. В. Занкова, В. В. Давыдова, Д. Б. Эльконина и частные психолого-методические разработки в курсе механики (А. М. Мышляев), развития пространственного мышления на уроках геометрии (И. Я. Каплунович), преподавания естествознания (Г. А. Берулава), физического воспитания (П. Ф. Лесгафт, Л. А. Орбели), формирования сложной сенсомоторной деятельности (Б. Е. Хаев), обучения письму (М. Монтессори, П. Я. Гальперин).
- VII. *Представления современной когнитивной психологии о когнитивно-репрезентативных структурах* долговременной памяти, которые могут рассматриваться в качестве субстрата – носителя умственного развития.

Усмотреть действие универсальных принципов развития – дифференциации и интеграции – можно в философских учениях древности (Анаксимандр, Эмпедокл, Платон, Прокл, Лао Цзы) и средневековья (Ф. Аквинский); в представлениях об эволюции абиотических (Ф. Энгельс, Л. Больцман, Д. В. Рундквист, А. П. Руденко, И. Пригожин)

и биотических систем (Ч. Дарвин, К. Бэр, И. И. Шмальгаузен, Н. И. Вавилов, К. Ф. Рулье, А. А. Григорьев, М. И. Будыко, Н. Ф. Реймерс), в русской философской мысли (И. М. Сеченов, С. Франк, Н. О. Лосский, В. С. Соловьев, Я. А. Пономарев), в немецкой философии и социологии (И. Кант, Г. Гегель, Ф. Энгельс, Н. Луман), в психоанализе (З. Фрейд, К. Г. Юнг), в гештальтпсихологии (К. Коффка, Э. Клаппаред, Т. Рибо), в когнитивной психологии (У. Найссер, Ж. Пиаже, Н. И. Чуприкова, Л. М. Веккер, М. А. Холодная, Т. А. Ратанова), психофизиологии (Д. О. Хебб, Ю. Конорский, Ю. И. Александров, И. О. Александров, Б. Б. Коссов) и т. д.

Тем не менее открытой и дискуссионной остается проблема границ и условий действия дифференционно-интеграционного принципа развития (принципа системной дифференциации). Более того, одни авторы называют его законом, другие – правилом, третьи – силой. Некоторые авторы, ссылаясь на трудности установления закономерностей и учета всех факторов, определяющих какое-либо событие или состояние в науках о духе, вообще не рекомендуют использовать термин «закон» в психологических и социальных исследованиях (Ребер, 2003, с. 273).

Анализ литературных источников показывает недостаточную дифференцированность понятий «правило», «принцип», «закон». Например, *законы мышления* определяются как «*правила*, применение которых способствует достижению оптимальной мыслительной деятельности». В работах И. Канта *закон* рассматривается как «*правило необходимого существования*» (Краткая философская энциклопедия, 1994, с. 162, 163). *Принцип* трактуется как общая, основная максима; фундаментальная правда; общепринятое *правило* проведения научной процедуры. Наиболее распространено мнение о том, что термин «закон» должен предназначаться для случаев, когда универсальность и валидность вне сомнения, в то время как термины «принцип», «правило» служат для обозначения более проблемных случаев. В фактическом использовании «коннотации этих терминов так накладываются друг на друга, что различия часто становятся академическими» (Большой толковый психологический словарь, 2003б, с. 113).

В связи с вышеизложенным основная задача данного параграфа состоит в выявлении существенных отношений, описываемых дифференционно-интеграционным принципом развития, условий и сферы его действия с включением принципиально новых материалов, которые не получили должного освящения в работах Н. И. Чуприковой.

Идея универсального закона развития в философских учениях древности

Идея о всеобщем универсальном законе развития запечатлена в философских учениях древности. Дошедшие до нас отрывки произведения Анаксимандра «О природе» показывают, что развитие, или «рождение нового», происходит из единого целого за счет обособления противоположностей:

«Некоторые полагают, что из единого выделяются соединенные в нем противоположности <...> рождение происходит не через изменение стихии, а через обособление благодаря вечному движению противоположностей... А противоположности эти: теплое и холодное, сухое и влажное...» (Анаксимандр, 2001, с. 22). Анаксимандр считает, что первооснова природы – это не воздух, не вода, а нечто неопределенно-беспредельное.

Эмпедокл, решая проблему единства и многообразия мира, приходит к умозаключению, что истинная природа многообразного мира – небольшое единое материнское тело «шару подобный, окружным покоем гордящийся Сферос» (Эмпедокл, 2001, с. 63), извергающее из себя вещи, отличные только, тем, больше или меньше досталось им этого материнского вещества, плотней или разреженной наполнены этим веществом их видимые оболочки. Природу каждой вещи определяет ее внутренний склад (логос), взаиморасположение составляющих ее стихий (элементов). Логос есть распорядитель природного космоса. Космос (т. е. мир как упорядоченное целое) не составляет всей Вселенной, но образует лишь некоторую ее небольшую часть, остальная же часть представляет собой необработанную материю. Эмпедокл устанавливает два разных и притом противоположных начала (причины) движения: Любовь, которая сводит все воедино, и Вражда, разделяющая, разрушающее целое на элементы:

Тленного также двояко рожденье, двояка и гибель:
Эту рождает и губит всеобщий порыв к единенью,
То же, разладом питаюсь, в нем вскоре конец свой находит.
Сей непрерывный обмен никак прекратиться не в силах:
То, Любовью влекомое, сходится все воедино,
То ненавистным Раздором вновь гонится врозь друг от друга.

(Эмпедокл, 2001, с. 62).

Эти два принципа «властвуют поочередно» и действуют во всей Природе (человек, животные, растения, недра).

Дифференционно-интеграционные механизмы познания, способность видеть различное в общем, а в различном – общее, являются основной «диалектической методы» Платона:

«Разделять по родам <...> (значит) в достаточной степени различить одну идею, повсюду проходящую через многие, в котором каждое отдельное разобщено с другим, далее, различить, как многие отличные друг от друга идеи обнимаются извне одною и как, обратно, одна идея связана в одном месте многими, и как, наконец, многие совершенно отделены друг от друга. Это все называется уметь различать по родам...» (Платон, 2001, с. 273).

Прокл в своем труде «Первоосновы теологии», рассматривая категории «единое и многое», приходит к выводу, что «существует первая причина сущего, от которой, как из корня, эманурует каждая вещь» (Прокл, 2001, с. 935). Рождение нового есть путь от несовершенного к противоположному ему совершенному: «первичное (менее совершенно), чем вторичное, а вторичное менее совершенно, чем последующее. Самое же последнее совершеннее всего» (Прокл, 2001, с. 938). Прокл детально раскрывает механизм возникновения нового: «эманации, возникающие через ослабление, повсюду умножают первичное, нисходя к вторичному. А то, что эманурует, получает для себя распорядок сообразно с уподоблением производящему так, чтобы целое некоторым образом оставалось тождественным и эманурующее – отличным от того, что пребывает до эманации, будучи различным вследствие ослабления и, с другой стороны, не выходя за пределы своего тождества с ним вследствие своей непрерывности. Каково оно в первичном, таковым оно становится во вторичном, сохраняя неразрывную связь ряда» (Прокл, 2001, с. 947). В учении древнеримского философа можно увидеть прообраз будущих идей А. Богданова, Ч. Дарвина, И. И. Шмальгаузена. Согласно А. Богданову (1989а, б), суть системной дифференциации заключается в том, что при расхождении целого разрыв связи между элементами системы совершается не в полной мере, оставляя место для конъюгационных процессов.

В философии ведического периода Индии появляются учения (например, учение Уддалаки), в которых проводится идея развития мира из первоначально недифференцированного бытия, проходящего через ряд последовательных стадий (жар, вода, земля, или га-

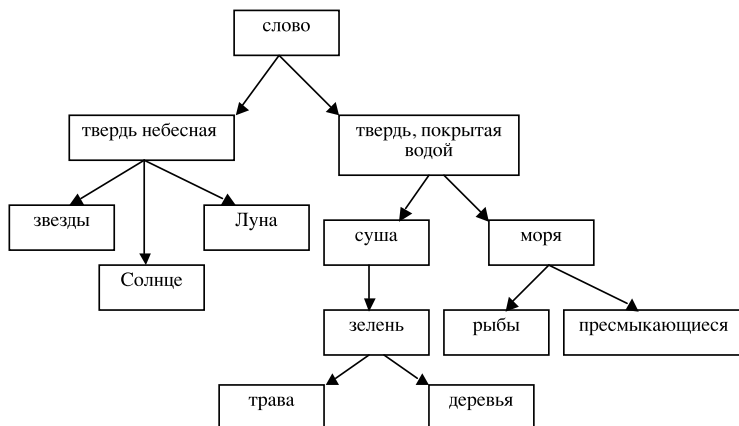


Рис. 1. Схема действия принципа системной дифференциации, по книге Моисея «Бытие»

зообразное, жидкое, твердое) вплоть до многообразия реальной действительности, включая психические и духовные феномены (Чхандогья-упанишада, 2001).

В книге Моисея «Бытие» (Бытие, 2001, с. 97–101) (древнееврейская философская и религиозная мысль) также описан принцип системной дифференциации: вначале было «слово», затем «сотворил Бог небо и землю», затем «отделил Бог свет от тьмы» (результаты «божественной дифференциации» см. на рисунке 1).

В учении древнекитайского мыслителя Лао Цзы «Дао дэ цзин» универсальный путь развития – «естественный путь вещей» отражен в понятии *дао*, являющееся «праотцом» всех вещей:

«*Дао* туманно и неопределенно. Однако в его туманности и неопределенности содержатся образы. Оно туманно и неопределенно. Однако в его туманности и неопределенности скрыты вещи. Оно глубоко и темно. Однако в его глубине и темноте скрыты тончайшие частицы. Эти тончайшие частицы обладают высшей действительностью и достоверностью» (Лао Цзы, 2001, с. 613). Благодаря ему (*дао*) все сущее рождается и не прекращает своего роста: «*Дао* рождает одно, одно рождает два, два рождают три, а три рождают все существа. Все существа носят в себе *инь* и *ян*, наполнены *ци* и образуют гармонию» (Лао Цзы, 2001, с. 621).

Идеи древнекитайского мыслителя Лао Цзы очень напоминают идеи Г. Гегеля, согласно которому вначале имеется чистая чувствен-

ность, которая бесконечно богата и вместе с тем абсолютно бедна. Это нечто, в котором содержится все, и еще нет ничего.

Итак, естественный путь развития из первоначально недифференцированного бытия к дифференцированному, определенному и гармонично связанному описан уже в трудах древних мыслителей. Особый интерес представляет идея о внутреннем складе (логосе), взаиморасположении составляющих стихий определяющих природу, сущность каждой вещи.

В философских учениях древности на мифологическом, религиозно-мистическом уровне выделены такие существенные элементы дифференционно-интегративного принципа развития как:

- 1) генетически исходное целое, содержащее в себе будущие потенции развития;
- 2) механизм развития – обособление противоположностей;
- 3) стадийность процесса развития;
- 4) гармония,
- 5) внутренний склад, субстрат природных свойств той или иной вещи.

Но все это лишь гениальные догадки великих мыслителей древности, основанные на наблюдениях и размышлениях о загадках мира.

Всеобщие законы развития природы, общества и мышления в работах Г. Гегеля и Ф. Энгельса

Анализируя историю общих воззрений на природу, Ф. Энгельс писал, что после долгого периода, когда естествоиспытатели считали мир «чем-то окостенелым, неизменным, а для большинства чем-то созданным сразу» (Энгельс, 1982, с. 10), «мы снова вернулись к взгляду великих основателей греческой философии о том, что вся природа, начиная от мельчайших частиц ее до величайших тел, начиная от песчинок и кончая солнцами, начиная от протистов и кончая человеком, находится в вечном возникновении и исчезновении, в непрерывном течении, в неустанном движении и изменении. С той только существенной разницей, что то, что у греков было гениальной догадкой, является у нас результатом строго научного исследования, основанного на опыте, и поэтому имеет гораздо более определенную и ясную форму» (Энгельс, 1982, с. 15).

Универсальный механизм эволюции – дифференциация – прослеживается в работах Г. Гегеля, Ф. Энгельса на всех этапах развития природы, общества, сознания. Г. Гегель считает, что поступательное движение состоит в том, «что оно начинается с простых определенностей и что последующие становятся все богаче и конкретнее. Ибо результат содержит в себе свое начало, и дальнейшее движение этого начала обогатило его (начало) новой определенностью... На каждой ступени дальнейшего определения всеобщее поднимает выше всю массу своего предыдущего содержания и ничего не теряет вследствие своего поступательного движения <...> но уносит с собой все приобретенное и уплотняется внутри себя» (Гегель, 1939, с. 315).

Согласно Ф. Энгельсу (Энгельс, 1982, с.16–18), из вихреобразно вращающихся раскаленных газообразных туманностей развились благодаря сжатию и охлаждению бесчисленные солнца и солнечные системы. На образовавшихся таким путем отдельных телах господствует сначала теплота. Вместе с прогрессирующим охлаждением на первый план выступает взаимодействие превращающихся друг в друга физических форм движения, затем – химическое сродство «химически индифферентные до тех пор элементы химически дифференцируются один за другим, приобретают химические свойства и вступают друг с другом в соединения» (Энгельс, 1982, с. 16). Эти соединения все время меняются, вместе с понижением температуры части газообразной материи переходят в жидкое, а потом в твердое состояние. Появляется жизнеспособный белок, образуется живая протоплазма. Совершенно бесструктурный белок выполняет все существенные функции: пищеварение, выделение, движение, сокращение, реакцию на раздражения, размножение. Прошли тысячелетия, прежде чем возникли условия, при которых из бесформенного белка образовалась первая клетка, послужившая основой для формообразования всего органического мира. Согласно данным палеонтологической летописи, первоначально появились бесчисленные виды бесклеточных и клеточных протистов, из которых до нас дошел *Eozoon canadense*; одни из них дифференцировались постепенно в первые растения, а другие – в первых животных. А из первых животных путем дальнейшей дифференциации развились бесчисленные классы, отряды, семейства, роды и виды животных и, наконец, та форма, в которой достигает своего наиболее полного развития нервная система, а именно позвоночные, и опять-таки, наконец, среди них то позвоночное, в котором природа приходит к осознанию

самой себя, – человек. Человек возникает путем дифференциации, и не только индивидуально, – развиваясь из одной-единственной яйцевой клетки до сложнейшего организма, какой только производит природа, – но и в историческом смысле. «Когда после тысячелетней борьбы рука, наконец, дифференцировалась от ноги и установилась прямая походка, то человек отделился от обезьяны, и была заложена основа для развития членораздельной речи и для мощного развития мозга, благодаря чему пропасть между человеком и обезьяной стала непроходимой» (Энгельс, 1982, с.18).

Понятие «развитие» Ф. Энгельс связывает с понятием «система»: «Вся доступная нам природа образует некую систему, некую совокупную связь тел, причем мы понимаем здесь под словом тело все материальные реальности... В том обстоятельстве, что эти тела находятся во взаимной связи, уже заключено то, что они воздействуют друг на друга, и это их взаимное воздействие друг на друга и есть именно движение» (Энгельс, 1982, с. 51). Ф. Энгельс выделяет следующие формы движения: механическое, физическое, химическое, биологическое и мышление. Каждая высшая форма движения содержит в себе как подчиненный момент низшую форму, но не сводится к ней.

Принцип дифференциации в развитии научного познания

Дифференционно-интеграционные принципы развития научного познания отражены в высказываниях Гераклита Эфесского, утверждавшего, что только тогда можно познать суть вещей, когда знаешь их происхождение и развитие; по мнению Ф. Аквинского, истина определяется через сходство интеллекта и вещи и «состоит в составлении и разделении постигнутого интеллектом» (Аквинский, 2001, с. 160).

Г. Спенсер (1879, 1886) рассматривал прогресс развития научного познания как почти бесконечное разрастание суммы знаний из сравнительно небольшого числа исходных корней, т. е. в большем и большем расчленении форм, бывших на каждой предшествующей ступени более слитными, чем на каждой последующей. Одновременно с процессом дифференциации происходит собирание и обособление расчлененных фактов в группы с нарастающей специализацией знаний и в группы с нарастающей общностью. По мере того как знание дробится, умножается и число точек соприкосновения между фактами.

Постижение истины, согласно В. С. Соловьеву, или «логическое развитие умопостигаемой идеи, повинуетса общему закону всякого развития, по которому выделение и обособление отдельных частей и элементов, составляющих второй главный момент развития, не продолжается бесконечно (ибо тогда не было бы никакого развития, а только распадение), но переходит в новое, дифференцированное единство, которое и составляет цель развития» (Соловьев, 2000, с. 289).

В рамках дифференционного подхода решение проблемы сущности и путей развития знаний было предложено Н. О. Лосским (1991): человеку в ощущениях и восприятиях даны не субъективные образы объективного мира, а бесконечное богатство внешнего мира со всеми его связями и отношениями. Но эта непосредственная данность объективного мира не является знанием в собственном смысле слова, а лишь условием его возникновения. Знанием она становится благодаря дополнительному процессу, идущему со стороны познающего субъекта, – процессу сравнения, ведущему к различению. Благодаря различению начинают выделяться и обособляться различные объекты, их свойства – цвет, форма, положение и т. д. Живая жизнь обретает форму, превращается в представление или понятие. Знание – это «процесс дифференцирования действительности путем сравнения» (Лосский, 1991, с. 195).

Развитие знаний понимается Н. О. Лосским как все больший перевод многократных последовательных сравнений бесформенных текуче-слитных образов действительности во все более и более дифференцированную форму представлений и понятий.

Истинное знание – это такой дифференцированный образ объекта, в который не привнесено ничего извне и в котором представлены все его элементы. Путь к истинному знанию труден и требует множества дифференциаций. Из-за трудности актов сравнения и различения многие явления выступают в сознании либо с привнесенными посторонними элементами, либо без каких-то элементов, присущих данному явлению в действительности. И только глубокое и утонченное дифференцирование показывает окончательно, какие элементы действительности и в какой связи имеют объективное значение. Эта работа так трудна, что первоначально истина высказывается в грубом смещении с ложью. Весь процесс развития науки «есть процесс очистки от лжи путем дифференцирования объектов» (Лосский, 1991, с. 198).

Н. О. Лосский подчеркивал, что эволюция не является линейным прогрессом и «в смысле творения новых видов и вообще новых форм жизни осуществляется не только в среде животных и растений, но и во всех областях царства психо-материального бытия, начиная от электронов и протонов, образующих атомы, молекулы...» (Лосский, 1995, с. 246).

С. Франк, также отмечал непосредственность познания субъектом транссубъективного (внешнего) мира. Рассматривая вопросы о природе отвлеченного знания, он показал, что «первоосновой всякого знания является интуиция всеединства, непосредственное усмотрение частного содержания к целостности всего иного» (Франк, 2000, с. 334). «Развитие знания из этого единства, – пишет С. Франк, – совершается в той форме, что каждая выделенная определенность <...> вместе с тем мыслится на почве этого единства и потому непосредственно связана с тем, что выходит за ее пределы... Нить, связывающая отдельные определенности <...> проходит через глубину того исконного единства, из которого они произрастают и в котором укреплены, подобно тому, как листья дерева соединены между собой не на поверхности <...>, а лишь через их общую связь с единым стволом и корнем...»; «...знание, выражаемое как связь определенностей, как А-В-С, возможна только на почве <...> исконного единства аbc, предшествующего возникновению отдельных определенностей». Ученый подчеркивал: «Нельзя познать, выявить одно содержание без того, чтобы в нем уже не иметь потенциально того, что лежит за его пределами, т. е. того, что связывает его с иным содержанием» (Франк, 2000, с. 261).

На основе закона трансформации этапов развития системы в структурные уровни ее организации и функциональные ступени дальнейших развивающихся взаимодействий (сокращенно ЭУС) Я. А. Пономарева «модель генерального механизма движения» (Пономарев, 1999, с. 453) знаний может быть представлена следующим образом (таблица 1):

- первый (*генетически первичный, созерцательный*) тип знаний фиксирует лишь поверхность явлений;
- второй тип знаний (*эмпирический*) формируется в недрах предшествующего, ориентирован на действенный способ знаний; исследуемое бессистемно членится на основании субъективных

Таблица 1
Развитие специфического механизма
общественно-исторического познания

Этап		Характеристика этапа	Типы знания
1	Становление, возникновение новых форм управления, развивающихся затем в науку	Потребность в новом типе управления приводит к структурированию разрушающих исходную организацию системы побочных продуктов, возникает «надстройка», новый уровень	Созерцательно-объяснительный тип знаний Формируются конкретные знания,
2	Первичное отражение предпрактического в плане объектных моделей	Процессы прапрактики слиты с ее продуктами – способы деятельности не вычлняются. Деятельность фиксируется во внешних по отношению к организму преобразованиях	представляющие синкретичные (нерасчлененные) модели явлений
3	Расчлененное отражение в объектном модельном плане процессов и продуктов деятельности	Разделение предпрактики на практику и теорию. Происходит дифференциация процессов и продуктов деятельности, но эти процессы еще слиты с преобразованиями внутри предметов деятельности. Предмет деятельности и объект выступают еще в нерасчленном виде. Под влиянием теоретических задач оттачиваются способы практических действий	Эмпирический тип знаний Эмпирические знания конкретны, но уже не синкретичны. Они расчленены на основе практических задач
4	Расчлененное отражение в объектном модельном плане продуктов действий и тех преобразований, которые происходят внутри самого предмета действия	В чистом виде отражаются субъектно-объектные взаимодействия. Начинается процесс формализации. Однако внутрипредметные взаимодействия на данном этапе не расчленяются. Знания сохраняют свою непосредственную конкретность, они дифференцированы лишь с позиции практических целей и обобщены на эмпирическом уровне	и представляют собой эмпирические модели различных сторон исследуемых явлений
5	Расчленение в объектном модельном плане внутрипредметных взаимодействий	Возникновение абстрактно-аналитических знаний, отображающих законы выявляемых абстракцией внутрипредметных взаимодействий. Появляется предметная логика, сближающая с объективной истиной	Абстрактно-аналитический тип знания Иерархизация конгломерата эмпирических моделей явления с построением их дискретных (абстрактно-аналитических) моделей
6	Построение аналитико-синтетических объектных моделей путем синтеза законов внутрипредметных взаимодействий	Синтез закономерностей внутрипредметных взаимодействий с целью построения аналитико-синтетических объектных моделей исследуемых явлений, движение к формированию конкретных, но уже не синкретических и не эмпирических, а аналитико-синтетических знаний	Аналитико-синтетический тип знаний

критериев, создается эмпирическая многоаспектность, не охватывающая внутреннюю структуру изучаемого;

- третий тип знаний (*абстрактно-аналитический и аналитико-синтетический*) также формируется в недрах предшествующего, в исследовании включается внутренняя структура изучаемого.

Данный закон, согласно Я. А. Пономареву (1999, с. 424), может быть использован как для построения онтологической картины мира, где в качестве структурных уровней организации системы выступает иерархия форм движения материи, так и для гносеологической теории, где в качестве структурных уровней выступают типы знания, он также применим к анализу живых систем любой стадии развития.

В работах К. Р. Поппера (2008) эволюция знаний рассматривается как борьба за выживание между конкурирующими теориями, в которой выживают наиболее приспособленные теории. Эволюционный рост определяется ученым как тенденция к повышению вариативности, к созданию все более и более дифференцированных видов, поскольку новые проблемы возникают и решаются, приводя к новым проблемам.

Характерной особенностью развития понятийного аппарата фундаментальных наук, по определению А. А. Данцева (1991), является тенденция к усложнению структурности, которая реализуется, с одной стороны, в дифференцировании (выделении, накоплении) основополагающих знаний, с другой стороны, она проявляется в выработке знаний, отражающих определенный момент действительности на новых уровнях его изучения, ведущий к синтезированию системных знаний о нем.

Как мы видим, первоначально познание вычленяет самое общее, существенное. Последовательная дифференциация и интеграция «бесформенных текуче-слитных образов действительности» ведет к формированию все более дифференцированных представлений и понятий. При этом каждое новое содержание знания имеет предпосылки того, что лежит за его пределами, т. е. того, что связывает его с иным содержанием. Постепенно складывается такой образ объекта, в который не привнесено ничего извне и в котором представлены все его элементы. Иначе говоря, принцип системной дифференциации применительно к философии познания – это путь, «Дао», закон постижения истины.

Понимание развития в работах В. С. Соловьева

В. С. Соловьев рассматривая действие великого логического закона к историческому развитию человечества (сфера творчества, сфера знания и сфера практической деятельности), указывает, что по «закону развития общечеловеческий организм должен относительно указанных сфер и степеней своего бытия пройти три состояния (три фазы, три момента своего развития)»:

- 1) зародышное состояние – в нем составные формы и элементы организма еще не имеют своего строго определенного места и назначения, они смешаны, индифферентны, их различие представляется существующим только потенциально, они не выделились, не проявили своих особенностей, не обособились;
- 2) переходное состояние – выделение или обособление образующих форм и элементов организма ввиду их нового, уже вполне органического соединения;
- 3) совершенное состояние – образующие формы и элементы организма связаны между собой внутренне и свободно по особенности своего собственного назначения, поддерживают и восполняют друг друга в силу своей внутренней солидарности.

Анализируя понятие «развитие», В. С. Соловьев подчеркивал, что развитие предполагает:

- 1) «развивающегося» – им может быть только единое существо, содержащее в себе множественность элементов, внутренне между собой связанных, то есть живой организм;
- 2) не всякие изменения в организме образуют его развитие, а «только такие изменения, которые имеют свой корень или источник в самом развивающемся существе, из него самого вытекают и только для своего окончательного проявления, для своей полной реализации, нуждаются во внешнем воздействии», способ и содержание развития определяется изнутри самим развивающимся существом;
- 3) всякое развитие подчинено закону непрерывности, вследствие которого мы не можем указать абсолютную границу между разными фазисами или ступенями этого развития, они всегда

тесно переплетены, и новый фазис начинается, когда предыдущий не достиг своей цели (Соловьев, 2000, с. 19, 187–188).

Общие и частные закономерности развития экологических систем

В философских учениях древности, работах Г. Гегеля, Ф. Энгельса, Х. Вернера, И. М. Сеченова, Н. О. Лосского, В. С. Соловьева показано действие дифференционно-интеграционных тенденций на всех этапах развития природы, общества, человека. Однако вопрос о границах применимости дифференциально-интеграционного принципа развития остается открытым. Для решения данной проблемы обратимся к анализу обобщенной иерархии системных образований или «системы систем», состоящей из подуровней и рядов иерархии неживой и живой природы, согласно представлениям Н. Ф. Реймерса. Система – это совокупность взаимодействующих элементов, составляющих более или менее ограниченное целостное единство. Поскольку связи между элементами внутри системы сильнее, чем с внешними элементами, то у системы имеются морфологические или функциональные границы. Выделяют разные типы систем: открытые и закрытые; статические и динамические; жесткие и мягкие; суммативные и целостные; механические, физические, химические, биологические и социальные, и т. д.

Н. Ф. Реймерс называет обобщенную иерархию системных образований «периодической таблицей всего сущего» и показывает, что такая «особенность как – с одной стороны объединение, а с другой разъединение – характерна для многих биотических образований» (Реймерс, 1994, с. 38–39). По мнению Н. Ф. Реймерса, эта всеобщая тенденция всего сущего к усложнению организации и дифференциации функций и подсистем была сформулирована (или стала широко известна) в виде закона усложнения системной организации К. Ф. Рулье: историческое развитие живых организмов (а также всех иных природных и социальных систем) приводит к усложнению их организации путем нарастающей дифференциации функций и органов (подсистем), выполняющих эти функции.

Между историко-эволюционными процессами развития и ходом развития индивидуальных систем существуют связи. Например, закон эмбрионального развития К. Бэра, биогенетический закон Э. Геккеля (онтогенез есть краткое и сжатое повторение филогене-

неза данного вида, т. е. индивид в своем развитии повторяет историческое развитие своего вида), биогенетический закон В. Штерна (развитие психики как повторение основных стадий биологической эволюции и этапов культурно-исторического развития человечества). Аналогом данной закономерности для абиотических систем является геогенетический закон Д. В. Рундквиста: минералогические процессы в короткие интервалы времени как бы повторяют (в измененном виде, со своими «акцентами») общую историю геологического развития. Ю. И. Александров (системная психофизиология), рассматривая индивидуальное развитие как формирование систем субъективного опыта и их нейронное обеспечение, обосновывает сходство динамики дифференциации в процессах филогенеза, онтогенеза, научения и реализации дефинитивного поведения: «Онтогенез повторяет филогенез, научение повторяет онтогенез, а развертывание поведенческого акта повторяет научение». Более того, процессы созревания в раннем онтогенезе и научения у взрослого сходны на молекулярно-генетическом уровне (Александров Ю. И., 2009, с. 24, 159).

Сходным образом развиваются экосистемы в ряду сукцессий, происходит познание мира ребенком, идет развитие техники и т. д. Поразительный параллелизм, существующий между историей развития органического мира в целом и историей развития отдельного организма, отмечал Ф. Энгельс (1982, с. 14). Л. М. Веккер (1974, с. 9) в работах отмечает глубокую и все более отчетливо раскрывающуюся аналогию между фазами становления отдельных актов индивидуального человеческого познания и ступенями исторического развития научных понятий.

Отсюда и закон последовательности прохождения фаз развития: фазы развития природной системы могут следовать лишь в эволюционно и функционально закрепленном порядке, обычно от относительно простого к сложному. «Очевидно, – пишет Н. Ф. Реймерс, – существует общий системогенетический закон: природные (а возможно и все) системы в индивидуальном развитии повторяют в сокращенной и нередко в закономерно измененной и обобщенной форме эволюционный путь развития своей системной структуры» (Реймерс, 1994, с. 51). Каждая подсистема следует за своей системой от бесконечно большого Космоса до бесконечно малых элементарных частиц. Развитие надсистемы определяет многие ограничения в развитии входящих в нее подсистем. Такой процесс «подталкива-

ния» направления развития характерен для всего системного мира. Ограничение числа и форм взаимодействия подсистем одного системного уровня определяет строго лимитированный закономерный ряд образований. Целое ограничивает число степеней свободы своих частей, то же делают части целого по отношению друг к другу и к целому.

Периодический закон Д. И. Менделеева, по мнению Н. Ф. Реймерса, – первая формализация третьего измерения таблицы «системы систем». Тот же характер имеют закон гомологических рядов и наследственной изменчивости Н. И. Вавилова, периодический закон географической зональности А. А. Григорьева–М. И. Будыко. Н. Ф. Реймерс (1994, с. 37) уверен в том, что существуют аналогичные закономерности для всех членов «системы систем» (по отношению к которой они расположены как ветвистые деревья в третьем по отношению к таблице измерении). Эта идея находит свое подтверждение в экспериментальных исследованиях лаборатории сравнительной нейробиологии института эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова РАН. Ученые за много лет собрали материал о строении липидов мозга позвоночных и беспозвоночных животных. Сравнительный анализ строения ганглиозидов мозга (24 вида рыб, рептилий и земноводных) показал сходство дендрограммы углеводных цепей ганглиозидов с «классическим эволюционным деревом» (Липиды как зеркало эволюции, 2003, с. 5).

Анализ общих закономерностей строения и развития экологических систем показывает, что существуют две глобальные тенденции – с одной стороны, стремление системы к возрастанию энтропии т. е. к беспорядку, разъединению, разрушению структуры (закон возрастания энтропии), с другой стороны, стремление к объединению, проявляющееся на всех уровнях организации материи и ведущее к значительному вещественно-энергетическому или информационному выигрышу. Данные закономерности отражены во многих принципах, законах, правилах, теоремах экологии, например, в принципе кооперативности (относительно однородные системные единицы образуют общее целое) и законе системного сепаратизма (разнокачественные составляющие системы всегда структурно независимы, между ними существует функциональная связь, может быть, взаимопроникновение, но это не лишает их целостности и структурной самостоятельности при общности цели – построение и саморегуляция общей системы).

Внутреннее развитие систем осуществляется по правилу системно-динамической комплементарности: любая саморазвивающаяся система состоит из двух рядов структур, один из которых сохраняет и закрепляет ее строение и функциональные особенности, а другой способствует видоизменению и даже саморазрушению системы с образованием новой функционально-морфологической специфики, как правило, соответствующей обновляющейся среде существования системы. На двойственный характер взаимодействия указывают В. Г. Данилкин и Р. Т. Сарсенов: с одной стороны, «проявление динамического аспекта и, с другой стороны, стремление к устойчивости, упорядоченности материальных явлений» (Данилкин, Сарсенов, 1975, с. 65).

Если в замкнутых системах энтропия либо остается неизменной, либо возрастает, то в открытых системах, согласно теореме сохранения упорядоченности И. Р. Пригожина, энтропия падает до тех пор, пока не достигается минимальная постоянная величина, всегда большая нуля. При этом в системе вещество распределено неравномерно и организуется таким образом, что местами энтропия возрастает, а в других местах снижается. Все системы экологии негэнтропийны, упорядочены таким образом, что по выражению многих ученых «как бы откачивают из сообщества неупорядоченность». Согласно И. Пригожину и И. Стенгерс (2008, с. 30), микроскопическая формулировка эволюционной парадигмы может быть представлена с помощью второго начала термодинамики, которое описывает отбор и ограничение начальных условий, благодаря чему задается направление эволюции.

Как мы видим, с одной стороны, существуют процессы, ведущие к разрушению структуры, с другой – к объединению структур. Это происходит до тех пор и постольку, поскольку действует принцип Ле Шателье–Брауна: если на систему, находящуюся в состоянии устойчивого равновесия, оказано внешнее воздействие, то равновесие смещается в том направлении, которое ослабляет это воздействие. Этот механизм, как постулировал В. И. Вернадский, служит основным регулятором общеземных процессов с участием систем живого вещества.

Дифференциации как процессу порождения нового предшествует неравновесное состояние, развитию и разрешению которого соответствует характерное изменение динамики энтропии состояния структуры индивидуального знания (Александров И. О., 2006, с. 528).

Краткий анализ общих и частных закономерностей развития экологических систем показывает применимость дифференциально-интеграционного принципа развития ко всем системам с участием живого вещества, к информационно саморазвивающейся, термодинамически открытой совокупности биотических экологических компонентов и абиотических источников вещества и энергии, единство и функциональная связь которых обеспечивает превышение на этом участке внутренних закономерных перемещений веществ, энергии и информации над внешним обменом и на основе этого неопределенно долгую саморегуляцию и развитие целого под управляющим воздействием биотических и абиотических составляющих (Реймерс, 1994, с. 44).

Закон относительной различимости как частный случай дифференциально-интеграционного принципа развития

Одним из математически оформленных законов, отражающих функциональную зависимость эффективности реакций от степени различимости одномерных стимулов, является закон относительной различимости Б. Б. Коссова (ЗОР). В обобщенном выражении этот закон имеет следующий вид:

$$y = a/x + b \cdot x + c.$$

В уравнение входят два фактора: гиперболический (a/x – степень различия стимулов по одному признаку) и линейный ($b \cdot x$ – ориентировочно-исследовательское поведение, рефлекс), тормозящее влияние которого возрастает с увеличением различия между эталоном и альтернативным стимулом.

Б. Б. Коссов, сформулировав первоначально этот закон для восприятия, различения и опознания простых и сложных объектов, показал применимость его к широкому кругу познавательных процессов, включая ситуацию с объектами разной сложности и модальности, с разными функциональными критериями (время реакций, его вариативность, частота правильных реакций, абсолютная или различительная чувствительность как частный случай критерия частоты реакций и др.), процессу обучения, развитию творческого мышления и всей сферы личности в целом (Коссов, 2003, с. 59).

В различных модельных экспериментах, на разных объектах, включая обучение математике, Б. Б. Коссову удалось доказать пре-

имущество приема различения для более эффективного выделения релевантного признака, что полностью объясняется законом относительной различимости. Более того, ученый на экспериментальном материале показал более легкое выделение признаков различия, чем сходства и тем более тождества. Такое соотношение действительности признаков сходства и различия имеет место в памяти при сравнении понятий.

По Б. Б. Коссову, основой обобщения является неосознаваемое восприятие и выделение различительного признака. При этом критерием начала обобщения, по мнению ученого, может служить изменение формы кривой времени реакций с увеличением числа альтернатив вопреки закону Хика (2003, с. 59). Успешное формирование целостного образа также существенно зависит от различительных признаков.

ЗОР имеет отношение и к механизмам творческого мышления. Анализ творческих задач по работам гештальтпсихологов, С. Л. Рубинштейна, исследование условий творческой активности ученого Д. И. Менделеева и шахматиста А. Карпова, собственные экспериментальные исследования помогли Б. Б. Коссову показать роль фактора относительной различимости и высокой различительной чувствительности в условиях творческого процесса. Важную роль при выделении информации, необходимой для решения творческой задачи, выполняет сосредоточение внимания на ключевом признаке решения задач, замаскированном более заметными, но менее существенными признаками. Эффективность выделения ключевого признака подчиняется закону относительной различимости (ЗОР) объектов по этим признакам. Можно предсказать направление реальных действий человека при решении творческих задач, но при этом необходимо учитывать такой важный параметр самого человека, как его специальные способности (чувствительность к конкретным условиям проблемной ситуации).

Исследуя механизмы относительной различимости, ученый выявил закономерную прямую связь между относительной действительностью некоторого различительного признака и различительной чувствительностью по этому признаку, полагая, что различимость объектов для индивида имеет не только ситуативные, но и достаточно глубокие психофизиологические основания.

В исследованиях Б. Б. Коссова выяснилось, что в оценках своих личностных особенностей «более творческие субъекты отличаются

более высоким уровнем дифференцированности» (Коссов, 1997, с. 4). Таким образом, ЗОР позволяет объяснить не только процессы обучения и творчества, развитие познавательных процессов, но и всей сферы личности в целом.

Дифференциация и интеграция в системной психофизиологии

Ю. И. Александров (2009, с. 18) рассматривает формирование новой системы, направленной на достижение полезного приспособительного результата (системогенез), как фиксацию этапа индивидуального развития, формирование нового элемента субъективного опыта в процессе научения. Согласно ученому, индивидуальное развитие может быть представлено как процесс формирования новых систем, в основе которых лежит процесс специализации нейронов относительно вновь сформированной системы и использования нового варианта реализации соответствующего индивидуального генома. Формирование новой системы осуществляется благодаря интеграции нейронов в функциональную систему, запускаемой на молекулярном уровне экспрессией ранних генов, при этом само вовлечение нейрона в систему, его специализация относительно формируемой системы является новым шагом дифференциации клетки.

В исследованиях Ю. И. Александрова показано, что в актах целенаправленного поведения реализуется иерархия функциональных систем, уровни развития которых отражают стадии онтогенетического становления механизмов поведения. В каждом поведенческом акте оказываются задействованными все последовательно формирующиеся функциональные системы: врожденные (самые древние), базовые (генерализованные и наиболее рано формирующиеся в онтогенезе) и дифференцированные подсистемы, соотносящиеся со средой все большей «дробности». Системы, составляющие иерархию поведенческого акта исторически ранжированы следующим образом: от врожденных подсистем через базовые к дифференцированным системам.

Вновь сформированные в процессе индивидуального развития, все более дифференцированные системы не заменяют ранее сформированные, а «наслаиваются» на них. Таким образом, реализация того или иного поведения является реализацией истории формирования поведения, множества систем, фиксирующих этапы становления

данного поведения. Внешне сходные поведенческие акты, но направленные на достижение разных результатов, обеспечиваются активацией сходных нейронов, специализированных относительно низкодифференцированных систем, и существенно разных наборов нейронов относительно систем высокодифференцированных.

Ю. И. Александров отмечает: чтобы понять работу ума, необходимо анализировать отношения субъективного опыта человека и культуры, их структуру и динамику (Aleksandrov, 2007). Субъективный опыт человека представляет собой систему структур различного возраста с разной степенью дифференцированности. Культура – важный фактор, определяющий психическое развитие. Культурная специализация может быть рассмотрена как структура субъективного опыта в данной культуре, комплементарная другим индивидуальным структурам. Формирование элементов субъективного опыта разворачивается в культурной окружающей среде, и у каждого из ее элементов есть «культурное содержание».

Ю. И. Александров выделяет следующие аналогии между системами структур субъективного опыта и культуры: 1) формирование структур базируется на принципе избирательности; 2) развитие структур происходит как переход от менее дифференцированным к более дифференцированным формам; 3) вновь сформированные в процессе развития системы не заменяют ранее сформированные, а «наслаиваются» на них; 4) реализация поведения – актуализация множества систем разного возраста, фиксирующих этапы становления данного поведения (Aleksandrov, 2007).

Результаты анализа и обобщения эмпирических и теоретических исследований

Результаты анализа и обобщения эмпирических и теоретических исследований по проблеме границ, условий действия дифференциционно-интеграционного принципа и существенных отношений, связываемых данным принципом, можно сформулировать в виде кратких положений.

1. *Развитие* предполагает развивающийся объект.
2. *Развивающийся объект* – объект, содержащий в самом себе источники, способы и содержание развития; генетически исходное

целое, потенциальные возможности развития которого актуализируются при эволюционно-отобранном типе взаимодействия.

3. *Условиями развития* являются развертывающиеся в системах процессы дифференциации и интеграции, причиной которых может быть неоднородность или неравновесность систем.
4. *Носителем развития* является структура, внутренний склад, субстрат природных свойств объекта.
5. *Выявление способа познания* определяющего начала, составных элементов и источника развития возможно по пути познания иерархии явлений.
6. *Непрерывность развития* состоит в том, что фазы развития тесно переплетены, новый фазис развития формируется в недрах предшествующего, когда предыдущий еще не достиг своей цели.

В структурных образованиях индивидуального знания фиксирована история предшествующих дифференциаций. Процесс дифференциации не одномоментный, он может занимать длительные интервалы времени (Александров И. О., 2006, с. 528).

7. *Направленность развития обусловлена тем, что* каждая подсистема следует за своей системой, развитие надсистемы определяет многие ограничения в развитии входящих в нее подсистем; особенности отбора, ограничения начальных условий и тем самым определения направления эволюции можно установить по второму закону термодинамики.
8. *Стадийность развития* (закон последовательности прохождения фаз развития) – от несовершенного к совершенному: первичное менее совершенно, чем вторичное; вторичное менее совершенно, чем последующие; последнее совершеннее всего (Прокл, 2001); от состояний относительной глобальности и отсутствия или слабой дифференцированности к состояниям большей дифференцированности, расчлененности и иерархической интеграции.
9. *Понятие «зрелость» (совершенство)* может быть конкретизировано через соотношение процессов интеграции и дифференциации как общем ортогенетическом законе развития: специализированные части целого, возникшие в результате дифференциации, дополняют друг друга и тем самым повышают связанность, устойчивость системы, ее организованность, ее прочность по отношению к ударам со стороны внешних дестабилизирующих

воздействий (Богданов, 1989); истинное знание – это такой дифференцированный образ объекта, в который не привнесено ничего извне и в котором представлены все его элементы (Лосский, 1991).

Анализ теоретических и эмпирических исследований позволяет выделить существенные отношения/связи между:

- 1) стадиями развития – в недрах предшествующих стадий формируются предпосылки следующих стадий, развитие которых осуществляется в определенной последовательности: от менее совершенных к более совершенным;
- 2) между историко-эволюционными процессами развития и ходом развития индивидуальных систем;
- 3) между частью и целым – целое ограничивает число степеней свободы своих частей, то же делают части целого по отношению друг к другу и к целому;
- 4) между внутренним субстратом развития и внешними условиями:
 - любая саморазвивающаяся система состоит из двух рядов структур, один из которых сохраняет и закрепляет ее строение и функциональные особенности, а другой способствует видоизменению и даже саморазрушению системы с образованием новой функционально-морфологической специфики, как правило, соответствующей обновляющейся среде существования системы;
 - источники, способы и содержание развития актуализируются при эволюционно-отобранном типе взаимодействия.

Эти связи характеризуется устойчивостью в пространственно-временном отношении и с необходимостью вытекают из самой сущности развивающегося объекта (открытой саморазвивающейся системы). Необходимость действия принципа развития проявляется только при условии развертывания в открытых саморазвивающихся системах процессов дифференциации и интеграции, причиной которой может быть неоднородность или неравновесность систем (Н. Ф. Реймерс, И. Пригожин, И. Стенгерс, И. О. Александров и др.). Действие данного принципа подтверждается в таких сферах, как природа, общество, мышление.

1.3. Структуры ментального опыта субъекта

В предыдущих разделах говорилось, что носителями способностей являются ментальные структуры. В данном разделе на основе современных данных мы рассмотрим, что они могут собой представлять и как они могут быть описаны.

Представления о субстрате, носителе психических свойств субъекта, детерминирующих поведение и деятельность, складывалось в различном терминологическом оформлении как в отечественной, так и зарубежной психологии: «когнитивные карты» (Э. Толмен) «образ мира» (А. Н. Леонтьев, С. Д. Смирнов), «субъективная модель мира» (Дж. Брунер), «внутренний мир человека» (Б. Г. Ананьев), «внутренний план умственных действий» (Я. А. Пономарев), «план» (Дж. Миллер, Е. Галантер, К. Прибрам), «когнитивные репрезентативные структуры» (Н. И. Чуприкова), «ментальный опыт», «концептуальные структуры» (М. А. Холодная), «ядерные структуры» (Е. А. Сергиенко), «репрезентация» (Ж. Ф. Ришар, Р. Солсо, Ф. Крейк, И. Бялысток), «схема» (Ф. Бартлетт, И. Кант, Ж. Пиаже, У. Найссер), «структура индивидуального опыта» (И. О. Александров, Ю. И. Александров) и т. д.

Разные авторы вкладывают разное содержание в эти термины. Дж. Миллер, Е. Галантер, К. Прибрам (Миллер, Галантер, Прибрам, 2000) рассматривают образ как накопленные и организованные знания организма о себе самом и о мире. Для того чтобы использовать образ, необходим план. План – иерархия инструкций поведения, всякий иерархически построенный процесс в организме, способный контролировать порядок, в котором должна совершаться какая-либо последовательность операций. План может стать частью образа, а образы составляют часть плана.

В. А. Барabanщиков (2000) выделяет: предобраз – зародышевая клетка восприятия; элементарный перцептивный образ (отражение локального фрагмента ситуации), макрообраз – «отражает поведенческую ситуацию в целом»; мегаобраз – пролонгированный компонент жизнедеятельности индивида, регулятор взаимодействия субъекта восприятия с объектом на предельно высоком уровне организации перцептивной системы.

Перцептивная схема и план едины, это родственные (одноколенные) когнитивные образования, обслуживающие один и тот же процесс, но выполняющие разные функции: схема отражает струк-

туру ситуации, план – возможный способ ее полезного изменения. Перцептивная схема – это кристаллизованная система знаний о самом себе и об окружающем. Предметная организация информационного содержания восприятия обеспечивается когнитивной схемой, или когнитивной структурой, которая несет в себе «смысловое ядро» ситуации – ее главные (существенные) и типичные черты.

Схема представляет собой активную организацию прошлых реакций или прошлого опыта (Bartlett, 1932).

Схемы – это компоненты формирующейся структуры. Схемы вступают в отношения координации и обладают способностью дифференцироваться, т. е. быть предшественниками более специализированных схем (Пиаже, 1969).

Схема – обобщенная форма организации опыта, способная к модификациям и фиксации нового опыта взаимодействия; целостные образования, обладающие относительной автономией, внутренней организацией, могут рассматриваться как репрезентации действий с объектом и взаимодействия с предметным миром (Ребеко, 2002).

В когнитивной структуре зафиксировано, что, где, как и в какой последовательности должно быть выполнено (Александров И. О., 2006).

У. Найссер (1998) использует термин «ориентировочная схема» как синоним «когнитивной карты». Схема – это не только план, но и исполнитель плана.

Ж. Ф. Ришар (1998), М. А. Холодная (2002) используют термин «репрезентация» для нестабильных конструкций, связанных с обстоятельствами, с работой оперативной памяти. Такие ментальные репрезентации Ле Ни (см.: Ришар, 1998) называет «сиюминутные репрезентации», Эрлих (см.: Ришар, 1998) – «структуры, связанные с обстоятельствами». В то время как устойчивые структуры, связанные с долговременной памятью, Ле Ни называет «репрезентации-типы», Эрлих – «перманентные структуры», М. А. Холодная – «ментальные структуры»; Н. И. Чуприкова – «репрезентация», «когнитивная репрезентативная структура».

Как мы видим, образ определяется через схему, план, когнитивную структуру, репрезентацию, которые, в свою очередь, часто используется как синоним плана, когнитивной карты и т. д. В одном случае репрезентация рассматривается как устойчивая система знаний, в другом – как неустойчивая. Таким образом, на сегодняш-

ний день не представляется возможным однозначно определить отношения между данными понятиями. Однако все перечисленные термины имеют общую генетическую основу – являются моделями психического отражения. Отражение понимается нами вслед за С. Л. Рубинштейном как результат взаимодействия, «явление другому» (Рубинштейн, 2003, с. 328); как процесс и как образ. Психика, согласно Я. А. Пономареву, – это «динамическая структура нервной массы, модель действительности, несущая в себе копии. Но какой эта структура окажется, зависит не только от самой массы, но и прежде всего от того взаимодействия человека с окружающим, которое как бы лепит динамическую структуру мозга». Модель – объективно реальный продукт взаимодействия вещей. Содержанием модели, «которое абстрагируется познающим человеком в форме копии оригинала при установлении факта сходства между двумя предметами», является образ. Образ – «копия оригинала, идеальное отображение одного предмета в другом» (в гносеологическом значении), оно «всегда дублировано материальными структурами, складывающимися в ходе взаимодействия материальных систем» (Пономарев, 1999, с. 46, 58–59, 73). Таким образом, понятия «план», «репрезентация», «схема» и др. могут быть рассмотрены как модели взаимодействия, несущие в себе копию оригинала (рисунок 2). Модель взаимодействия обладает определенным строением, структурой, которая представлена множеством компонентов, связанных отношениями, обеспечивающими взаимодействие для достижения полезных приспособительных результатов (Александров И. О., 2006, с. 15).

По мнению А. В. Брушлинского и Е. А. Сергиенко, «модель ментальной репрезентации является, в сущности, вариантом разработки проблемы психического отражения, включающей проблему субъективного образа», но делающей упор на когнитивной функции психического (Брушлинский, Сергиенко, 1998, с. 9).

Слово «репрезентация» означает «представленность», «изображение», «отображение» одного в другом или на другом, т. е. речь идет о внутренних структурах, формирующихся в процессе жизнедеятельности человека, в которых представлена сложившаяся у него картина мира, общества и самого себя (Чуприкова, 1995, с. 9).

Центральным понятием дифференционно-интеграционной концепции специальных способностей является «ментальные структуры», которое мы рассматриваем как родовое понятие по отношению к понятиям «план», «когнитивная структура», «концептуальная



Рис. 2. Роль понятия «ментальная репрезентация» в разработке проблемы психического отражения

структура», «репрезентация», «схема» и др. Ментальные структуры как объект теоретического исследования описывают отношения соответствия, возникающие в результате взаимодействия субъекта и объекта деятельности. В хаосе поступающих сигналов, ментальные структуры выделяют наиболее устойчивые инварианты действительности: на уровне безусловных рефлексов – врожденные планы, программы и структуры поведения; на уровне условных рефлексов – структуры, отражающие инварианты изменяющихся условий действительности. В ментальных структурах фиксируются предметная, операциональная, мотивационная и аффективная стороны деятельности, в которой они сформировались. Если элементарные частицы являются праобразами материи, нуклеиновые кислоты – «праорганизмами», первообразами, несущими в себе идею живого вещества (Гейзенберг, 2010), то ментальные структуры – идею существа разумного. Нуклеиновые кислоты, по сути, являются удобными запоминающими устройствами для хранения информации о структуре живых существ, ментальные структуры – о структуре сознания. Они – представители центрального порядка.

Анализ литературных источников позволяет выделить такие базовые свойства ментальных структур, как: репрезентативность, активность, развитие, обобщенность, избирательность, иерархичность, генетическая готовность.

Важнейшим свойством ментальных структур является *активность*. И. Пригожин, И. Стенгерс связывают активность материи с неравновесными условиями, порождаемыми самой материей. Я. А. Пономарев понимает активность как эффект аккумуляции

ных взаимодействий. М. А. Холодная объясняет интеллектуальную активность через накопление форм психической организации. Проблема активности структур неразрывно связана с проблемой актуализации. В исследованиях И. О. Александра было установлено, что актуализация компонентов структуры происходит градуально и чем выше вероятность реализации акта поведения, тем выше уровень актуализации компонентов структуры индивидуального опыта, лежащего в его основе. М. А. Холодная указывает, что актуализация не сводится только к разворачиванию готового взаимодействия, а представляет собой одновременно генезис нового взаимодействия с предметным миром. Согласно У. Найссеру, активность схемы вызывается информацией нужного вида.

Следующее свойство ментальных структур – *возможность развиваться*. Свойства компонентов ментальной структуры являются продуктом внутреннего и внешнего взаимодействия. В самом взаимодействии «уже заложена тенденция к неизбежному развитию» (Пономарев, 1999, с. 107). Взаимодействие не просто «информирует» индивида, обеспечивая его знаниями, но и трансформирует, развивает его (Брушлинский, Сергиенко, 1998, с. 6). В ходе развития внутренняя структура как бы впитывает в себя внешнюю структуру, их связи, подготавливая тем самым новый этап развития, начинающийся с преобразования способа взаимодействия (закон трансформации этапов развития явления в структурные уровни его организации) (Пономарев, 1999). Когнитивные структуры вступают в отношения координации и обладают способностью дифференцироваться, т. е. быть предшественниками формирующихся более специализированных когнитивных структур (Пиаже, 2002). Развитие психологических структур может быть описано ветвящимися траекториями: в процессе формирования структур на латентном этапе новый компонент проходит несколько стадий дифференциации: от неопределенного состояния к определенному; компоненты дифференцируются из предшественников – протокомпонентов. На психофизиологическом уровне протокомпоненты можно соотнести с группой преспециализированных нейронов, а компоненты можно рассматривать как результат дифференциации протокомпонентов в группы специализированных нейронов (Александров И. О., 2007).

В последнее время все больше появляется данных в пользу такого свойства психологических структур, как *генетическая готовность развиваться определенным образом при взаимодействии с опреде-*

ленной средой. Врожденный план не выполняется, пока не обнаружатся соответствующие условия (Миллер, Галантер, Прибрам, 2000, с. 83). Я. А. Пономарев подчеркивал, что во взаимодействии человека с окружающей его действительностью следует видеть специфическую по своим законам, присущую лишь человеку форму взаимосвязи с ней (Пономарев, 1999, с. 114). Исследования по онтогенезу когнитивных репрезентаций показали (Виленская, 1998; У. Найссер, 1981; Сергиенко, 1998а, 1998б, 2009а, 2009б), что не существует ни одной взрослой формы психического отражения или ментальной репрезентации, которая не имела бы своего прототипа, предшествующей формы, «архетипа» в раннем онтогенезе человека. «Феномен человека, подготовленный всем ходом филогенетического развития, имеет необходимый потенциал, генетическую готовность» (Брушлинский, Сергиенко, 1998, с. 15), которая настраивается и направляется экологически ожидаемой средой. В жизни человека нет такого периода, когда он был бы полностью лишен схем; самые маленькие дети обладают некоторым врожденным перцептивным снаряжением, не только органами чувств, но и нейронными схемами для управления ими. Схема развивается в направлении от общего к частному, от недифференцированного к точному (Найссер, 1998, с. 84–85).

Психологические структуры – это не слепки воспринятого, а обобщенно-абстрактные продукты умственной переработки, в которых представлены устойчивые характеристики мира и инвариантные отношения между ними, включающие как сами знания, так и способы их получения (Чуприкова, 2007). Соглашаясь с выводами Н. И. Чуприковой, Т. А. Ребеко (1998, с. 48–49) указывает, что ментальную репрезентацию следует рассматривать не только как формат хранения информации, но и как модус процесса когнитивной переработки. В работе И. О. Александрова показано, что структура индивидуального знания обладает основными атрибутами психологической структуры, а процессы организации и становления структуры индивидуального знания можно рассматривать как обобщенное описание психологических процессов (Александров И. О., 2007, с. 45). Схемы, обеспечивающие прием и переработку информации и направляющие дальнейший ее поиск, не являются зрительными, слуховыми или тактильными, они носят обобщенно-перцептивный характер (Найссер, 1998, с. 51). Согласно И. О. Александрову (2006, с. 85), степени амодальности структур – различные уровни обобщения предметной области.

Накоплено множество экспериментальных данных, подтверждающих свойство обобщенности психологических структур. Например, эксперименты на опознавание показали, что испытуемые практически не замечали, в какой модальности представлены стимулы (рисунок, слово). Следовательно, элементы репрезентировались в памяти в форме обобщенных описаний, а не в той конкретной форме, в какой были восприняты. Эксперименты на воспроизведение предложений показали, что испытуемые не могли отличить фактически предъявленные предложения от таких, которые содержали фрагменты указанной ситуации, но в действительности не предъявлялись. Таким образом, в памяти откладывались не предложения, но определенная схема событий, связывающая эти предложения между собой (Чуприкова, 1995).

Иерархичность как свойство психологических структур определяется способом хранения в памяти продуктов умственной обработки в виде более или менее упорядоченных систем, состоящих из ряда подсистем и иерархических уровней (Чуприкова, 2009). Е. А. Сергиенко (1998а, 1998б, 2009а), анализируя собственные и литературные данные, доказывает, что само развитие при усложнении когнитивных репрезентаций является непрерывным процессом, иерархически организованным и обусловленным разными факторами. Процесс иерархизации систем, уровней и связей продолжается в течение всего онтогенетического развития, имея свои сензитивные периоды, которые можно представить как «фильтры» взаимодействия человека с миром (Брушлинский, Сергиенко, 1998, с. 8). В любой иерархии всегда имеется «ведущее звено» или системообразующий фактор. Значительный успех А. Ньюэлла, Дж. Шоу и Г. Саймона (Newell, Shaw, Simon, 1958) в применении иерархической структуры перечней в работе с «языками для обработки информации» подтверждает правильность гипотезы, что иерархическая структура является основной формой организации при решении задач.

Об *избирательности*, предпочтении, направленности к определенным аспектам взаимодействия как свойстве психологических структур свидетельствуют экспериментальные данные Е. А. Лупенко (1998, с. 99), показавшие существование устойчивых предпочтений цвета и формы. Исследования Е. А. Сергиенко (2009, с. 146) позволили обнаружить когнитивную способность младенцев на самых ранних этапах развития избирательно взаимодействовать с миром, упорядочивать события и предвосхищать изменения. Эта способность

развивается постепенно, отражая взаимодействие генетической готовности и закономерностей организации внешнего мира. Согласно М. А. Холодной (1983, с. 46), избирательность связана со степенью сформированности концептуальных структур. М. А. Холодная (2002) отмечает, что избирательность индивидуальной интеллектуальной активности определяют структуры интенционального опыта: предпочтения, убеждения и умонастроения. О наличии предпочтений свидетельствуют многочисленные факты «фатального» выбора личностью определенной предметной области, средств ее изучения, источников получения информации, способов ее переработки. Е. И. Горбачева (2001) в качестве психологического индикатора умственных предпочтений рассматривает избирательность в оперировании конкретными формами репрезентации предметного материала, предрасположенность к использованию тех или иных языков кодирования. Об избирательности как свойстве ментальных структур свидетельствуют опыты П. П. Блонского, Е. И. Горбачевой, Т. Полка и М. Фараха, С. Скрибер, Ф. Гобэ, Э. Торндайка, А. де Грота, Х. Саймона и В. Чейза, С. Мангины и др. На психофизиологическом уровне исследования структуры индивидуального знания (СИЗ) И. О. Александровым показано, что «неоднородность СИЗ как сетевой структуры обеспечивает возможность перехода в актуализированное состояние лишь части ее составляющих, избирательность актуализации» (Александров И. О., 2007, с. 32). Согласно В. Маунткласу, избирательность когнитивных структур имеет свою физиологическую основу в виде избирательной активности нейронов: нейроны специализированы – избирательность их активности очевидна («нейроны места» у крыс, «нейроны лиц» у человека и т. д.)

Ментальные структуры являются носителями и знаний, и способностей. Знания могут храниться на всех уровнях памяти, но если речь идет о способностях, то следует иметь в виду, прежде всего, структуры долговременной памяти. С точки зрения когнитивного функционирования, знания из долговременной памяти «должны быть актуализированы для того, чтобы стать действенными» (Ришар, 1998, с. 6), тогда как репрезентации, лежащие в основе способностей являются действенными непосредственно. Способности, согласно Ф. Кликсу (1983), К. Р. Попперу (2008), первичны по отношению к знаниям, поскольку для того чтобы усваивать знания, необходимо обладать минимальными способностями к обучению, сформировавшимся в результате адаптации к быстро изменяющимся условиям

жизнедеятельности и обеспечивающими большую выживаемость индивида по сравнению с биологическими программами поведения. *Носителем способностей являются ментальные структуры высшего уровня зрелости.* Между способностями и знаниями существуют отношения дополнительности (способности не сводятся к знаниям, но знания более способного отличаются от знаний менее способного по своей структуре, прочности, мобильности, объему). Способности, с одной стороны, обеспечивают усвоение знаний, с другой стороны – могут развиваться в процессе освоения знаний.

Обзор представлений об организации ментальных структур. Репрезентативные когнитивные структуры как носители умственного развития

Н. И. Чуприкова определяет репрезентативные когнитивные структуры как носители психического развития через понятие «репрезентация»:

1. «Репрезентация» относится к способу описания и хранения в долговременной памяти знаний в самом широком смысле слова, включая образы, события, слова, сюжеты, тексты, понятия, законы, теории и т. д.
2. Знания хранятся в памяти не только и не столько как простые непосредственные «слепки» воспринятого (хотя такой способ хранения не отрицается). Они хранятся в виде более или менее обобщенно-абстрактных продуктов умственной переработки воспринятого. В этих продуктах представлены устойчивые характеристики предметного мира, инвариантные отношения между его компонентами, а также инвариантные характеристики внутренних состояний субъекта и субъект-субъектных отношений.
3. Хранящиеся в памяти продукты умственной обработки образуют более или менее упорядоченные системы, состоящие из ряда подсистем и иерархических уровней.
4. Эти системы представляют собой не только системы хранения знаний, но и средство познания. Они являются своего рода внутренними умственными психологическими формами (матрицами, шаблонами, схемами, планами, сетками), посредством которых человек смотрит на окружающий мир и на самого себя.

Это те структуры, с помощью которых человек извлекает информацию, на которых происходит анализ и синтез всех поступающих новых впечатлений и сведений. Чем больше они развиты, тем больше возможности получения, анализа и синтеза информации, тем больше видит и понимает человек в окружающем его мире и в самом себе. В когнитивных структурах записаны не только сами знания в виде отображения множества связей между разными сторонами, свойствами и отношениями действительности, но и способы перехода от сырых чувственных данных к их все более абстрактным и обобщенным репрезентациям.

Развитие когнитивной дифференцированности структур осуществляется по следующим направлениям:

- 1) увеличение количества структурных уровней, на которых осуществляется репрезентация и регуляция деятельности;
- 2) увеличение количества размерностей (осей), на которых осуществляется репрезентация разных свойств и отношений действительности;
- 3) увеличение количества размерностей, которыми индивид может оперировать независимо от других в соответствии с требованиями инструкции, ситуации;
- 4) увеличение метрической определенности соответствующих размерностей.

Обогащение признакового состава репрезентаций за счет извлечения все новых инвариантов из окружающей действительности необходимым образом связано с обогащением и дифференциацией взаимодействия с действительностью. Речь идет о признаковом составе репрезентаций и о развитии этого состава, а не о некоторых объективных признаках, присущих объектам и явлениям как таковым. Например, определим признаки формы и признаки дискретных и непрерывных величин:

- 1) перцептивные признаки являются следствием непосредственно чувственного отражения разных свойств объекта (горизонтальности – для длины, вертикальности – для высоты, множественности – для дискретного количества, «массивности» зрительного воздействия – для количества вещества);

- 2) перцептивно-операциональные признаки формируются как следствие установления связей между изменениями впечатлений и характером соответствующих действий (действия раскатывания и сжатия изменяют вертикальную и горизонтальную составляющие, а действия прибавления и убавления изменяют впечатления множественности или массивности зрительных воздействий и впечатления тяжести);
- 3) перцептивно-операционально-измерительные признаки – формируются в результате применения разных мер и разных способов измерения;
- 4) операционально-измерительные признаки – не основываются на непосредственно-чувственном отражении данного свойства.

Внутренние познавательные структуры коррелируют со структурами объективной реальности, но не тождественны им.

Организация структуры ментального опыта

Опыт, согласно М. А. Холодной (2002, с. 82–83), включает «фиксированные формы опыта (то, что человек усвоил в прошлом), оперативные формы опыта (то, что происходит в ментальном опыте этого человека в настоящем), потенциальные формы опыта (то, что появится в его ментальном опыте в качестве новообразований в ближайшем или отдаленном будущем)». Уровни ментального опыта: когнитивный; метакогнитивный; интенциональный.

Ядром ментального опыта являются ментальные структуры, порождающие ментальное пространство, в поле которого возникают ментальные репрезентации – оперативный образ той или иной ситуации.

Ментальные структуры – это система психических образований, которые в условиях познавательного контакта с действительностью обеспечивают возможность поступления информации о происходящих событиях и ее преобразование, а также управление процессами переработки информации и избирательность интеллектуального отражения, которые выстраиваются, накапливаются, видоизменяются в опыте субъекта в ходе его взаимодействия с предметным миром. Ментальные структуры обладают такими специфическими свойствами, как: репрезентативность; многомерность; конструктив-

ность; иерархичность; способность к регуляции и контролю типов восприятия действительности.

Ментальное пространство – это динамическая форма ментального опыта, которая актуализуется в условиях познавательного взаимодействия субъекта с миром.

Когнитивная схема – обобщенная и стереотипизированная форма хранения прошлого опыта относительно строго определенной предметной области, отвечающая за прием, сбор и преобразование информации в соответствии с требованием воспроизведения устойчивых, типичных характеристик происходящего.

Обязательным составным компонентом ментальных структур являются понятийные структуры. В состав понятийной структуры включены образы разной степени обобщенности, которые обеспечивают эффект визуализации содержания понятийной мысли. Понятийное обобщение является особой формой семантического синтеза, благодаря которому любой объект одновременно осмысливается в единстве его конкретно-ситуативных, предметно-структурных, функциональных, генетических, видовых и категориально-родовых признаков. Будучи интегральным когнитивным образованием, понятийные структуры принимают активное участие во всех других формах ментального опыта (Холодная, 2000).

Организация структуры индивидуального знания

И. О. Александров рассматривает структуру индивидуального знания (СИЗ), используя модель семантических сетей как наиболее общее представление об организации структур, поскольку в сетевые модели могут быть преобразованы другие модели (например, признаковые). Сетевые модели – это класс неоднородных сетей, в которых компоненты связаны отношениями разного типа.

И. О. Александров выделяет домены и стратегии. Домены – высокоспециализированные структуры, релевантные относительно предметной области, в которых компоненты связаны между собой синхроническими отношениями. Стратегии – устойчивые последовательности действий, связанные диахроническими отношениями. Стратегии как структуры гибко формируются для того, чтобы учитывать и преодолевать изменяющиеся обстоятельства. Они обеспечивают антиципацию изменения ситуации в предметной области и достижение отдаленных целей.

Диахронические отношения (СПС – семантическая пропозициональная сеть) определяют порядок актуализации наборов компонентов структуры индивидуального знания. Синхронические отношения (САС – семантическая ассоциативная составляющая сети) определяют состав одновременно актуализированных компонентов. Несмотря на относительную независимость этих структурных образований, о чем свидетельствуют временные сдвиги формирования САС по отношению к СПС, эти структуры реализуются на одних и тех же компонентах СИЗ, но представляют разные принципы организации. Неоднородность структуры лежит в основе образования групп компонентов различного типа и обеспечивает возможность перехода в актуализированное состояние лишь части ее компонентов, определяя тем самым избирательность актуализации.

Компонентный состав СИЗ представлен протокомпонентами, которые можно соотнести с группой преспециализированных нейронов, и компонентами, которые можно рассматривать как результат дифференциации протокомпонента в группы специализированных нейронов. Количество компонентов, которые формируются на основе одного компонента, повышается в возрастном диапазоне 6–16 лет.

И. О. Александров выделяет три типа синхронических отношений и четыре типа диахронических отношений. AND, XOR, IOR – логические операторы синхронических отношений. Отношения XOR, IOR обеспечивают расчлененность доменов на субдомены, их связность, сложность организации. Формирование именно этих типов отношений ведет к увеличению дифференцированности доменной организации при сохранении количества компонентов, сохраняющих субдомены. AND-отношения образуют наиболее глубокие, далее нерасчленяемые области доменов. A1, B1, B2, B3 – диахронические отношения, организующие компоненты в группы, – стратегии трех типов: линейные (B1), циклические (B3 + B1), петли (B2 + B1), A1 – отношения следования. По мнению И. О. Александрова, «стратегии» аналогичны «антиципирующим обратимым операторным структурам» Ж. Пиаже и Б. Инельдер.

Экспериментальные данные И. О. Александрова показывают, что формирование СИЗ подчиняется принципу системной дифференциации и может быть описано ветвящимися траекториями.

Ядерные системы репрезентации знаний

Существование априорных категорий постулировалось в работах Ф. Аквинского: «Нам по природе присуще некое общее и смутное знание» (Аквинский, 2001, с. 52). Эта точка зрения разделялась И. Кантом, К. Лоренцом, К. Поппером. Так, согласно К. Попперу (2008, с. 31–32), наибольшая часть субъективного знания заключается во врожденных способностях, предрасположенностях реагировать определенным образом в определенных ситуациях. Приобретенные способности являются результатом модификации врожденных способностей. Дж. Миллер, Е. Галантер, К. Прибрам полагают, что «наследуется определенный план, а не поведение» (Миллер, Галантер, Прибрам 2000, с. 82). По мнению У. Найссера, «мы, видимо, появляемся на свет, обладая схемами, чувствительными к выражению эмоций и интенций» (Найссер, 1998, с. 173–174).

Вопрос о существовании доопытного знания перестал быть предметом одних лишь умозрительных построений. Исследования подтверждают существование самых общих аспектов наших знаний о мире, таких как представления о постоянстве существования предметов и трехмерности пространства (Величковский, 2006б, с. 15–16). Согласно В. А. Барабанщикову, «жесткий врожденный перцептивный план лежит в основе ориентировочных реакций организма» (Барабанщиков, 2000, с. 176).

Анализ литературных данных (С. Кэрри, М. Легорсти, Э. Спелке, А. Лешли, С. Барон-Коэн), а также исследований, проведенных Е. А. Сергиенко (1997, 1998, 2007, 2009) и другими авторами (Лебедева, Прусакова) в области раннего онтогенеза познавательного развития, свидетельствует о наличии генетически врожденных или ядерных систем (схем) знаний. Дифференциация, новые знания, навыки и формы поведения строятся на этих ядерных системах. Сравнительный анализ поведения младенцев и животных предоставляет доказательства существования пяти ядерных систем знаний: неживые объекты и механизмы их взаимодействия; агенты и их целенаправленные действия; множества и числовые отношения (уменьшение, увеличение); местоположение в пространстве; закономерности геометрических отношений.

Каждая ядерная система направлена на установление принципов, служащих для определения сущностей в данных областях, что позволяет прогнозировать объектные и субъектные события. Например, ядерная система репрезентации объекта направлена

на принципы пространственно-временной связности, непрерывности, константности позволяющие младенцам и животным воспринимать границы объекта, репрезентировать форму, предвосхищать движение и местоположение объекта, даже частично или полностью скрытого от наблюдения.

Ядерные системы агента лежат в основе развития знаний о социальных агентах, их интенциях, возможных прогнозах их действий и взаимодействий, освоения культуры. Экспериментально подтверждено предпочтение новорожденными звуков родного языка, лиц своей национальной принадлежности и т. д.

Е. А. Сергиенко, анализируя ядерные системы знаний, подчеркивает, что «во всех случаях ядерные системы знаний составляют основу и дают преимущество человеческому когнитивному развитию, поскольку принципы, на которых они построены, универсальны, адаптивны и устойчивы». В глобальных ядерных репрезентациях уже заложены «истоки развития и реализации частных признаков объектов и событий» (Сергиенко, 2009а, с. 138, 143).

Особый интерес представляет становление понятий в младенческом возрасте, которое осуществляется по пути от глобального к базовому уровню, а затем – к уровню детализации. Полученные данные подтверждают генетическую predisposition дифференциации целостного образования, которая реализуется только благодаря коактивации генетико-средовых взаимодействий.

Критерии и подходы к обоснованию онтологического статуса ментальных структур

Работы, направленные на исследование особенностей психологических структур (репрезентации, схемы, концепты и др.), ведутся как в нашей стране, так и за рубежом. Однако вопрос о существовании ментальных структур как психической реальности остается открытым. Впервые данная проблема была сформулирована в работах М. А. Холодной (2002). Обоснование онтологического статуса ментальных структур может быть реализовано с применением разных подходов – теоретического, эмпирического, эволюционного, гносеологического.

Теоретический подход направлен на выявление прагматической ценности и полезности данного конструкта (внешнее оправда-

ние); его способности быть средством эффективного решения теоретических проблем и постановки новых (внутреннее оправдание) (Лебедев, 2010).

Внешнее оправдание

Конструкт «ментальная структура» (когнитивная структура, схема, план, репрезентация...) *определяет способ мышления.*

«Ментальные структуры» *обрабатывают бесформенную информацию* и придают ей определенную форму и смысл: рассудок субъекта строит из чувственных данных систему природы подобно тому, как архитектор создает стройное знание из хаоса строительных материалов (И. Кант, 1994). Согласно М. А. Холодной (2002), назначение интеллекта – создавать порядок из хаоса. Благодаря схемам индивид воспринимает окружающее не хаотично, а как некоторое единое целое, организованное в пространстве и времени: произносимые звуки – как слова, мазки красок на полотне – как изображения. Схемы обеспечивают панорамность отражения (Барabanщиков, 2000). В процессе взаимодействия со средой схема выполняет три функции: упорядочивание воспринимаемого, антиципация изменений ситуации, направление активности субъекта (Пиаже, 1969).

Конструкт «ментальные структуры» *объясняет избирательность* восприятия: «Различие видения не будет обусловлено объектом, потому что всем будет предстоять один и тот же объект <...> оно будет обусловлено различной способностью (каждого) интеллекта» (Аквинский, 2001, с. 109). В работе Н. О. Лосского (1917) приводится следующее остроумное высказывание Шеллинга: большое количество людей не способны к созерцанию математических идей, однако это не означает, будто учения математиков суть продукты их фантазии; художники всегда видят то, чего не видят другие. Следовательно, для созерцания объекта нужны, кроме наличности объекта, еще и психологические условия в самом субъекте. В каждом воспринимающем организме должны существовать определенного рода структуры, позволяющие ему замечать одни аспекты среды больше, чем другие, или вообще что-либо замечать (Найссер, 1998, с. 31); любая информация воспринимается только в том случае, если имеется развивающийся формат, готовый к ее приему; информация не соответствующая такому формату, остается неиспользованной (с. 75).

Благодаря данному конструкту решаются вопросы относительно *экономики мышления и памяти*: «большое преимущество... Планов в том, что из них можно вывести бесконечное число вариаций непредвиденных ситуаций. Преимущество, вытекающее из наличия Планов, из которых можно вывести другие Планы так велико, что ни один умный автомат, живой или мертвый не может обходиться без них» (Миллер и др., 2000, с. 185). Если бы все знания хранились в виде прямых копий воспринятого, долговременная память должна была бы располагать неограниченным пространством для их хранения. Неясно, как можно было бы использовать такие знания в качестве базы понимания и осмысления новых впечатлений и событий. А обобщенно-абстрактная форма хранения, во-первых, делает репрезентации более сжатыми и компактными, во-вторых, их абстрактно-обобщенные «ячейки» оказываются пригодными для анализа и синтеза практически бесконечного множества объектов и событий, так как вычерпывают из текущей информации соответствующие этим «ячейкам» свойства и отношения (Чуприкова, 1995, с. 30–31). М. А. Холодная отмечает: «Строго говоря, в пустую голову никакая информация вообще попасть не может. А если бы даже она туда и попала, то ее упорядочивание и преобразование были бы невозможны» (Холодная, 2002, с. 107). Хорошо организованные ментальные структуры превращают индивидуальный интеллект в своего рода безразмерную губку, готовую впитывать любую информацию, что существенно расширяет возможности человека к комбинированию, трансформации и порождению идей.

В работе Ж. Ф. Ришара (1998) показано, как посредством психологических структур (репрезентаций, схем, сетей, концептов, знаний) реализуются такие виды ментальных деятельностей, как понимание, когнитивное функционирование, оценивание.

Чтение, слушание, осязание и смотрение, запоминание, воображение, речь, мышление и другие формы когнитивной деятельности становятся более понятными, если рассматривать их как проявление действия одних и тех же фундаментальных когнитивных структур (Найссер, 1998, с. 35).

К. Поппер объясняет способность к обучению врожденными предрасположенностями (субъективными знаниями): дети, рождающиеся слепыми и глухими, могут не только научиться говорить при помощи тактильного языка, но и стать великими писателями и совершенно полноценными людьми. И важно то, что их интеллект,

их воображение не требует ни глаз, ни ушей. «Основа их развития – их совершенное врожденное знание, их совершенная способность выучить человеческий язык» (Поппер, 2008, с. 37).

Внутреннее оправдание

Внутреннее оправдание конструкта «ментальные структуры» заключается в способности быть средством эффективного решения теоретических проблем и постановки новых. Такие задачи решались в теоретико-экспериментальных исследованиях умственного развития и обучения Н. И. Чуприковой (1990, 1995, 1997, 2003, 2007) и Т. А. Ратановой (1987, 1996, 2004, 2009), решение проблемы интеллекта как психической реальности в работах М. А. Холодной (1990, 2002, 2004, 2009); развитие модели психического в онтогенезе человека в исследованиях Е. А. Сергиенко, Е. И. Лебедевой, О. А. Прусаковой (2009); исследования соотношения формальных описаний структуры знаний с активностью мозга в работах И. О. Александрова (2006, 2007); изучение системогенеза чувственного восприятия в работах В. А. Барабанщикова (2000); обоснование существования математических способностей в работе В. А. Крутецкого (1998) и др.

Эмпирический подход предполагает анализ группы эмпирических фактов, которые могут быть рассмотрены как свидетельства существования ментальных структур – эмпирический критерий.

Известны многочисленные факты, свидетельствующие об избирательности внимания, памяти, мышления (Блонский, 1979; Горбачева, 2001; Лупенко, 1998; Маунткасл, 1981; Александров, 2006; Chase, Ericson, 1982; Mangina, 2009; Simon, Chase, 1973; и др.); о способности испытуемых «видеть» в бесформенных пятнах Роршаха определенные образы и сцены, о способности врачей по бесконечно разнообразным наборам симптомов ставить диагноз болезни, об умении опытного кардиолога «видеть» в наборе «значков» кардиограммы картину состояния работы сердца. Вряд ли может существовать иная причина, кроме наличия внутренних схем-структур, в которых обрабатывается бесформенная информация и которые придают ей определенную форму и смысл, причем в той степени, в которой они сами развиты и структурированы (Чуприкова, 1995).

О том, что абстрактно-обобщенные «ячейки» оказываются пригодными для анализа и синтеза практически бесконечного множества объектов и событий, так как извлекают из текущей информации со-

ответствующие этим «ячейкам» свойства и отношения, убедительно свидетельствуют эксперименты, проведенные К. Эриксоном. Ученый показал, что, учитывая сформировавшиеся интересы испытуемых, можно постепенно научить их демонстрировать выдающиеся достижения в запоминании, казалось бы, бессмысленного материала. Так, один из его испытуемых смог улучшить свои показатели непосредственного запоминания с 8 до 80 цифр. Большой любитель спорта, он научился кодировать цепочки цифр в форме репортажа о результатах фиктивных соревнований по бегу на различные дистанции (см.: Практический интеллект, 2002).

Аналогичный мнемотехнический прием (метод мест) был описан в работе А. Р. Лурия (1968, 1981). Герой данной книги знаменитый мнемонист Ш., часто использовал в качестве интерактивного ментального контекста для кодирования и воспроизведения московскую улицу Горького, что позволяло ему запоминать после однократного ознакомления гигантский по человеческим меркам объем материала.

Накоплены многочисленные факты различий когнитивной активности между шахматистами-мастерами и новичками (Simon, Chase, 1973; Simon, Gilmartin, 1973; de Groot, 1978), тренированными и нетренированными наблюдателями (Gibson, 1977); новорожденными и старшими детьми (Найссер, 1998), более и менее успешными в обучении дошкольниками, школьниками, студентами (Ратанова, 1987, 1996, 2005, 2009; Чуприкова, 2005; и др.), свидетельствующие о том, что старшие, более тренированные, более успешные при решении задач опираются на более обширные и дифференцированные знания, недоступные новичкам.

Эволюционный подход предполагает выявление и фиксацию этапов развития – эволюционный критерий. Статусом существования обладают только те объекты, процессы и явления, которые сформированы в филогенезе или онтогенезе, которые подчиняются единым принципам эволюции, поскольку процесс эволюции может совершаться только при условии фиксации продуктов эволюционного развития (Александров И. О., 2006, с. 98). Согласно Я. А. Пономареву (1999), К. Попперу, «взаимодействие <...> представляется если не необходимым, то достаточным критерием реальности» (Поппер, 2008, с. 37), если объект существует, то можно воздействовать на него и получать обратную связь от результата воздействия.

Гносеологический подход предполагает изучение такого момента бытия, как «представленность одной реальности в другой»,

и касается отражения или превращения свойств среды во внутреннее состояние субъекта – в образ. Без гносеологического плана онтология психического невозможна (Барабанщиков, 2008, с. 23). Для того чтобы тот или иной сигнал был воспринят, необходимо наличие ментальных структур, фиксирующих существенные признаки этого сигнала. Таким образом, гносеологический подход к обоснованию онтологического статуса ментальных структур состоит в выделении признакового состава и структуры информации как результата отражения и изучении развития этого состава. Например, И. В. Блинникова (1998) в качестве индикаторов существования «карты-обозрения» приводит различные характеристики пространственного поведения: репродуцирование точного плана местности на основе координатной сетки; оценка расстояний между пунктами по прямой и нахождение альтернативных путей достижения цели и др.

Понятие зрелости структур ментального опыта субъекта

Понятие «зрелость» (уровень развития, степень сформированности) является одной из важнейших для характеристики структур ментального опыта субъекта. Многие исследователи используют категорию «зрелость» в контексте высших жизненных достижений (Альбуханова, 1991, 1997), высшей стадии развития (Русалов, 2007), степени подготовленности человека к определенному виду деятельности (Бодров, 2007), как показатель развития личности (Харламенкова, 2007).

Е. А. Сергиенко (2008), рассматривая развитие субъекта как непрерывный процесс становления разных его уровней, где на каждом уровне сохраняется целостность, уникальная индивидуальность, избирательность субъекта и его активность в отношении с миром, утверждает, что критерии зрелости субъекта могут быть только уровневыми. Психологическая зрелость – это, прежде всего, согласование задач личности и интегральных возможностей субъекта, проявляющаяся в спонтанности поведения человека.

В нашем понимании понятие «зрелость» синонимично понятию «сформированность» и рассматривается как высшая степень дифференцированности и интегрированности ментальных структур, позволяющих адекватно отражать действительность. Данный подход имеет давнюю историю. Так, согласно Ф. Аквинскому, совершенным называется нечто вполне завершенное, приобретенное через видо-

вые отличия, через которые характеризуется род (Аквинский, 2001, с. 73–74) и «определяется через сходство (по форме) интеллекта и вещи... И это интеллект делает, составляя и разделяя» (Аквинский, 2001, с. 157). В.С. Соловьев (2000, с. 187–188) характеризует совершенное состояние как внутреннюю связность свободных и обособленных форм, элементов образующих организм, поддерживающих и восполняющих друг друга в силу своей внутренней солидарности. Согласно Н. О. Лосскому (1917, с. 72), в совершенном организме осуществление принципов органического строения (т. е. дифференциации и интеграции) доведено до предела, элементы которого гармонично сочетаются друг с другом, взаимно проникают и дополняют друг друга, образуя неделимый стройный организм.

Х. Вернер (Werner, 1957) выделяет пять оппозиций, по которым более высокие ступени развития отличаются от более низких: 1) синкретичность–дискретность; 2) диффузность–расчлененность; 3) неопределенность–определенность; 4) ригидность–подвижность; 5) лабильность–стабильность.

Ж. Пиаже и Б. Инельдер (2002) в качестве показателей зрелости логических структур классификации и сериации рассматривали взаимную дифференцированность и согласованность объема и содержания понятия класса, иерархичность отношений сходства и различия, образующих содержание разных классов, «включающих» или «включенных».

Данный подход к раскрытию категории зрелости согласуется с подходами Н.И. Чуприковой, М.А. Холодной, Т.А. Ратановой, В.А. Барабанщикова, А.Н. Поддьякова, Т.А. Ребеко и др. Так, согласно А.Н. Поддьякову (2007), понятие «зрелость» может быть конкретизировано через соотношение процессов интеграции и дифференциации. Согласно В.А. Барабанщикову, «зрелый перцептивный образ <...> отличается относительно высокой дифференцированностью ядра, информационное содержание которого адекватно предмету восприятия, <...> внутренней организованностью своих компонентов» (Барабанщиков, 2000, с. 210–211).

Т.А. Ребеко (2007), рассматривая процессы дифференциации и интеграции ментальных репрезентаций, полагает, что зрелая ментальная репрезентация должна включать не только дифференцированные отдельные свойства объекта или события, но и их интеграцию. Одним из критериев зрелости может быть факт выделения в ментальном пространстве дифференцированных, но согласованных

между собой измерений, проявляющийся в способности выделять в объекте признаки, необходимые и достаточные для организации своего поведения.

В исследованиях М. А. Холодной (1983, 2002) выявлено: чем более зрелой, обобщенной является понятийная структура, тем более широко и разнообразно представлены в ней индивидуально-предметные слои и в то же время в большей степени расширяется представительство высокообобщенных родовых уровней.

Помимо таких критериев зрелости когнитивных структур, как адекватность отражения действительности (правильность, безошибочность, точность), степень когнитивной дифференцированности-интегрированности, избирательности памяти и избирательности психомоторной активности (Волкова, 2002), экспериментальные данные указывают на возможное существование еще одного критерия, производного от критериев «адекватность» и «когнитивная дифференцированность-интегрированность» – константность скорости дифференцирования стимулов. Данные показатели будут более подробно описаны в § 2.1.

На основании вышеизложенного понятие «зрелость» может быть определено как уровневая характеристика развития ментальных структур, важнейшими индикаторами которой является адекватность, степень дифференцированности-интегрированности и константность скорости дифференцирования стимул-объектов, тесно связанных событий.

1.4. Выводы

В разрабатываемой дифференционно-интеграционной концепции специальных способностей развитие положений общей теории способностей предпринимается по пути изучения возникновения, становления и развития специальных способностей, поиска их психического носителя. Базовыми методологическими основаниями, на которых строится данная концепция, являются дифференционно-интеграционный принцип развития и представление о структурах ментального опыта субъекта как психическом носителе общих и специальных способностей.

Дифференционно-интеграционный принцип развития – это способ, путь познания истины, фундаментальное правило проведения научной процедуры в психологическом исследовании, задающее еди-

ницы анализа и технологию исследования, являющееся средством объединения разных концепций и подходов. Понятие «ментальные структуры» определяет предметное содержание исследования, выполняет функцию идеальной модели, позволяющей упорядочить экспериментальные факты, определить требования к эмпирическому исследованию и предоставляет средства интерпретации и прогноза успешности субъекта в той или иной деятельности.

Рассматривая способности как целостное, интегральное психическое образование, проявляющееся в контексте реальной жизнедеятельности субъекта, мы предлагаем уточнить содержание термина и рассматривать способности как меру соответствия индивидуально-психологических особенностей субъекта объекту жизнедеятельности.

Разработка нового подхода к исследованию специальных способностей связана с разработкой соответствующей методологии исследования – концептуальной схемы системной реконструкции структур ментального опыта субъекта как психического носителя общих и специальных способностей, эта схема позволяет интегрировать теоретические и эмпирические данные на макро-, мезо- и микроуровнях.

Необходим поиск объективных количественных характеристик ментальных структур как психических носителей специальных способностей и методов их измерения на основе данных о связях показателей ментальных структур, лежащих в основе тех или иных способностей, с показателями уровня развития этих способностей. Необходимо экспериментальное обоснование дифференционно-интеграционной концепции специальных способностей на примере конкретных специальных способностей. Решению этих задач будут посвящены следующие главы монографии.

Глава 2

Методология системного исследования специальных способностей

2.1. Концептуальная схема системной методологии реконструкции структур ментального опыта субъекта

Мы рассматриваем специальные способности как интегральное психическое образование, как проявление целостной личности (субъекта) в реальном процессе жизнедеятельности, базовой характеристикой которых является мера соответствия индивидуально-психологических особенностей субъекта объекту жизнедеятельности. Мир в целом и отдельные его компоненты (субъект, объект и др.), взаимообусловленные, взаимосвязанные и опосредованные, как части бытия находятся в постоянном движении (взаимодействии). Поэтому анализ природы специальных способностей с необходимостью требует выхода за пределы собственно специальных способностей, поскольку «всякое содержание получает оправдание лишь как момент целого, вне которого оно есть необоснованное предположение» (Гегель, 1974, с. 100). Необходимость применения системного подхода для изучения психических явлений обоснована в фундаментальных работах Б. Ф. Ломова (1984, 1996), В. А. Барабанщикова (2000, 2003, 2005, 2007), его реализация вне системного метода исследования невозможна. В связи с этим основная задача данной главы состоит во всестороннем раскрытии системной методологии исследования и реконструкции структур ментального опыта субъекта, являющихся субстратом специальных способностей. Разработанная методология предполагает исследование специальных способностей на уровнях культурогенеза (макроуровень), субъектогенеза (мезоуровень) и отдельных компонентов специальных

способностей (микроуровень). Фактором сопряжения этих уровней исследования выступают структуры ментального опыта. Рассмотрим концептуальную схему рассматриваемой методологии применительно к исследованию специальных химических способностей:

Макроуровень – культурогенез специальных способностей

Задачи

- Изучение возникновения, становления, функционирования и преобразования специальных способностей и ментальных структур, лежащих в их основе, в процессе культурно-исторического развития.
- Выявление уникальных (специфических) свойств объекта познания; обоснование невозможности сведения свойств данного объекта к свойствам каких-либо других объектов; разработка модели понятийной системы химии на основе существенных свойств объекта, отраженных в понятиях; выявление стадий развития объекта.

Гипотезы

- В процессе культурно-исторического развития происходит дифференциация способностей, отражающая общественную потребность в специализации деятельности.
- Поскольку исходная специфичность психического состоит в предметности, в формулируемости его в терминах свойств объекта, а мера глубины познания и понимания объекта определяется умением идеально или материально воспроизвести этот объект, то мера адекватности модели реальности может свидетельствовать о полноте выделения существенных признаков объекта и отношений между ними, о степени сформированности ментальных структур, отображающих и воспроизводящих свойства и отношения объекта.

Методы

- Реконструкция исходных корней генезиса специальных химических способностей на основе анализа орудий производства и технологий их изготовления, в которых способности и знания человека, изготовившего эти орудия, находят свое материальное воплощение.

- Логико-психологический анализ историко-культурного развития химии, позволяющий воспроизвести зафиксированные и опредмеченные в культуре схемы видения мира, преобразования мира и взаимодействия с ним, характерные для деятельности химика.
- Моделирование – построение гипотетической модели мыслительной деятельности, направленной на решение химических задач на основе анализа логической структуры понятийной системы химии и логико-психологического анализа особенностей мыслительных процессов, задействованных при решении соответствующего класса задач.

Мезоуровень – субъектогенез специальных способностей

Задачи

- Изучение динамики становления специальных способностей в процессе жизнедеятельности субъекта, соотношения общих и специальных способностей.
- Сравнительный анализ показателей общих и специальных способностей, формально-динамических свойств индивидуальности и личностных черт в разных группах испытуемых.

Гипотезы

- В процессе жизнедеятельности субъекта происходит все более тонкое отражение объекта деятельности и на базе общих способностей формируются специальные способности.
- Мера соответствия ментальных структур субъекта объекту в группах испытуемых с разным уровнем специальных способностей будет значимо различаться.

Методы: биографический, наблюдение, констатирующий и формирующий эксперименты.

Микроуровень – микрогенез специальных способностей

Задача: сравнительный анализ особенностей познавательных процессов и индивидуально-психологических особенностей личности в группах испытуемых с разным уровнем специальных способностей.

Гипотезы

- Показатели химической направленности ума, химического языка, химической памяти, химического мышления будут значительно различаться в группах испытуемых с разным уровнем химических способностей.
- Ключевым фактором, определяющим особенности познавательных процессов, уровень интереса к предмету и успешность его освоения является когнитивная дифференцированность-интегрированность основных конституирующих логику химии концептуальных структур.

Методы: констатирующий и формирующий эксперименты, наблюдение, логико-психологический анализ особенностей мыслительных процессов, задействованных при решении химических задач.

Стержнем, интегрирующим все уровни исследования специальных способностей, являются ментальные структуры. Ментальные структуры как носители разных видов опыта (видового, индивидуального и др.) не только затрагивают глубинные механизмы и закономерности внутренней организации субъекта, личности как высшего уровня психической интеграции, но и сами участвуют в формировании опыта. Ментальные структуры, будучи свойством субстрата психики, сохраняют инвариантными характеристики ее объекта, являются состояниями физического взаимодействия субстрата с объектом, носителем специфической психической энергии (Веккер, 1974).

Ментальные структуры непосредственно не наблюдаемы, о них можно узнавать, наблюдая, сопоставляя их проявления: на уровне внешнего – точность, адекватность поведения и деятельности, на уровне внутреннего – субъективные переживания, самооценки. Функция ментальных структур состоит в посредничестве между поступающей разнообразной сенсорной информацией и действием. Для того чтобы сигнал, несущий определенную информацию об объекте, был воспринят, необходимо, чтобы конфигурация сигнала соответствовала группе нейронов, являющихся нейрологическим коррелятом ментальных структур. А для того чтобы совершилось действие, необходимо, чтобы в ментальных структурах содержалась информация о структуре действия (мотивы, цели и задачи, последовательности операций, способы оценивания и др.).

Важнейшими показателями ментальных структур как носителей специальных способностей являются:

1. *Адекватность* (мера соответствия) ментальных структур области действительности (ошибки, точность). Соответствие – это порог распознавания стимул-объектов, тесно связанных событий с определенной степенью точности. С данных позиций способности можно определить как меру эффективности, с какой система распознает определенный диапазон входящих сигналов. Под распознаванием мы понимаем избирательную и характерную для данной группы индивидов дискриминативную реакцию мозга. Ментальные структуры своей упорядоченностью противостоят общей тенденции возрастания энтропии: из хаоса раздражителей внешнего и внутреннего мира вычлениют определенные сигналы, на основе которых строится модель источника информации, регулируется поведение и деятельность. Количественным выражением меры организации структур являются ошибки. Чем выше мера соответствия ментальных структур объекту, тем меньше ошибок поведения и деятельности.

2. *Зрелость* ментальных структур (степень дифференцированности-интегрированности инвариантных признаков объекта, константа оперативного порога различения) определяется по показателям – время дифференцировочных реакций и число ошибок.

Согласно первому закону термодинамики (Кикоин, Кикоин, 1976), при выполнении дифференцировочных реакций организм затрачивает внутреннюю энергию $\Delta U = Q + A$, которая идет на изменение количества теплоты системы (Q) и совершение определенной работы (A). Игнорируя незначительный расход энергии, передаваемой в форме теплоты окружающей среде, поскольку температура тела испытуемого, вероятно, если и меняется, то весьма незначительно, получаем $\Delta U = A$. Так как работа (A) измеряется произведением мощности (N) на время (t) – $A = N \cdot t$, то в качестве наиболее доступного показателя общей величины работы может быть использовано время различения стимул-объектов.

Более способные испытуемые выполняют работу легко (с меньшим количеством пота и слез – Дружинин, 1999), с меньшими энергетическими затратами, следовательно, время различения стимул-объектов в группах более способных испытуемых будет значительно меньше, чем в группе менее способных.

При высоком уровне зрелости структур, высокой степени общения существенных признаков объекта определенного уровня

отражения скорость (время) осуществления дифференцировочных реакций (показатель дискриминативной способности мозга – способности мозга к разграничению, концентрации и относительной независимости сложных ансамблей возбуждения – Бойко, 2002) является величиной постоянной (см. рисунки 5, 6, 7).

3. *Форма упорядоченности* структур (количество уровней обобщенности, особенности их интеграции). Каждый уровень обобщенности характеризуется определенным числом выделяемых и кодируемых признаков объекта, а, следовательно, и своими частотными характеристиками. Родовому уровню обобщенности ментальной структуры соответствует большая частота встречаемости признаков и меньшее их количество по сравнению с видовым и тем более индивидуальным, которым соответствует меньшая частота встречаемости и большее количество активно перерабатываемой психической информации. Для противодействия законам энтропии, ведущим к выравниванию вероятности, снятию различий между уровнями обобщения, необходимы определенные энергетические затраты, количественной характеристикой которых является работа ($A=N \cdot t$).

Согласно А. К. Кикоину и И. К. Кикоину (1976), оценки энергетических затрат осуществляются на основе второго закона термодинамики, накладывающего строгие ограничения на эффективность преобразования энергии в работу и позволяющего ввести критерии возможности самопроизвольного протекания процесса ($\Delta U < 0$ для открытых систем).

Для изобарно-изотермических условий, в которых проводится большинство экспериментов по психологии ($P = \text{const}$, $T = \text{const}$), и поскольку объем системы (испытуемого) также если и изменяется, то незначительно, формула второго закона термодинамики имеет вид $\Delta G = \Delta U - T\Delta S$ (G – изобарно-изотермический потенциал, энергия Гиббса; T – абсолютная температура системы, постоянная в условиях эксперимента, ΔS – изменение энтропии системы, мера упорядоченности системы $S = k \cdot w$, w – число микросостояний системы, вероятность).

Для равновесных состояний $\Delta G = 0$. Тогда, $\Delta U = T\Delta S$. Поскольку $\Delta U = A$ и $A = N \cdot t$, то $T\Delta S = N \cdot t$. Таким образом,

$$\Delta U \sim T\Delta S \sim N \cdot t.$$

Поскольку степень упорядочивания системы при переходе с глобального на детализированный уровень выше, то время различения

родовых признаков объекта как наиболее частотных и менее упорядоченных должно быть меньше, чем время различения видовых и индивидуальных признаков.

Дифференциация проявляется в разведении уровней обобщенности признаков объекта и поддержании инвариантности между ними. Следствием уровневой дифференциации ментальных структур являются «интеллектуальные пороги», повышение чувствительности к специфическим свойствам объекта. Согласно принципу двойной интеграции, интеграция «снизу» (от сенсорных до концептуальных структур) осуществляется за счет процессов созревания в процессе биологического и социально детерминированного развития; интеграция «сверху» ведет к формированию способностей и детерминируется проникновением формы организации высшего понятийного слоя во все нижележащие ментальные структуры и их сквозной перестройкой по образу и подобию концептуальной системы (Веккер, 1976). Следовательно, ключевым фактором, определяющим уровень развития специальных химических способностей, является мера соответствия концептуальных структур как высшего уровня ментальных структур системе основных, конституирующих логику самого объекта коренных понятий химии.

4. Скорость, легкость формирования структур, отражающих определенную область действительности, и их устойчивость, легкость их актуализации.

Реконструкция ментальных структур на мезо- и микроуровнях требует проведения комплекса эмпирических исследований. Описанию их методов посвящены §§ 2.2, 2.3, 2.4

2.2. Характеристика экспериментальной выборки

Современная химия сильно отличается от классической, поэтому наиболее оптимальной выборкой исследования должны быть испытуемые на стадии становления общих химических способностей (школьники) и студенты вторых курсов химических факультетов классических университетов. Для целей исследования важны следующие условия: акцент в учебной деятельности только на дисциплины химического цикла; стаж углубленных занятий по химии более пяти лет; отсутствие ярко выраженной дифференциации на отдельные направления химии.

В экспериментальном исследовании, которое проводилось с 1997 по 2007 г., участвовало 1011 человек: 428 испытуемых из 33 образовательных учреждений и 25 городов и районов Екатеринбурга и Свердловской области и 575 студентов химического факультета УрГУ (Екатеринбург).

Число испытуемых	99	82	144	103	66	375	60	60	14
Средний возраст	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Класс/курс	8	9	10	11	1	2	3	4	5
	Школьники				Студенты				

Формирующий эксперимент проводился г. Камышлов Свердловской области с 1997 по 2001 г. и включал 3 этапа:

1-й этап (констатирующий эксперимент – 1997 г.) – возрастной срез показателей зрелости ментальных структур, специальных химических способностей и показателей интеллекта в разные периоды подросткового возраста: 64 учащихся (14 лет – 24 чел., 16 лет – 19 чел., 17 лет – 21чел.) школы № 58;

2-й этап (1998–1999 гг. – пилотажный эксперимент) – разработка программы «Когнитивное обучение на уроках химии» и оценка возможности формирования концептуальных структур, обуславливающих специальные химические способности в процессе изучения школьного курса химии: 24 учащихся 14 лет школы № 58;

3-й этап (1999–2001 гг. – формирующий эксперимент) – сравнительный анализ показателей зрелости ментальных структур, специальных химических способностей и показателей интеллекта в группах подростков, осваивавших химию по разным учебным программам: экспериментальная группа – 26 учащихся школы № 58; контрольная группа – 28 учащихся школы № 5.

Помимо констатирующего и формирующего экспериментов, проводилось лонгитюдное исследование динамики формирования концептуальных структур химии у призеров олимпиады «Юные интеллектуалы Урала» и студентов химического факультета УрГУ им. М. А. Горького.

Особенность географического местоположения Екатеринбурга состоит в том, что он расположен в центре России, фактически на границе между Европой и Азией (примерно в тридцати километрах от центрального столба, отделяющего Европу от Азии). И можно полагать, что результаты, полученные нами на экспериментальной

выборке, сопоставимы с результатами других территориальных округов. Данное предположение косвенно подтверждается результатами централизованного абитуриентского тестирования по химии, которые сопоставимы с общероссийским уровнем. А. В. Мальцев и Н. А. Пракина (2006) отмечают, что процент правильных ответов по химии в централизованном абитуриентском тестировании учащихся Екатеринбурга и Свердловской области в 2000, 2001, 2003 гг. был несколько ниже общероссийских, а в 2002, 2004, 2005 гг. – выше. Данные, представленные авторами, показывают, что результаты участников тестирования в Свердловской области сопоставимы с общероссийскими. Таким образом, можно говорить о репрезентативности результатов исследования.

2.3. Комплекс диагностических методик

Для решения стоящих перед нами задач был разработан комплекс диагностических методик, состоящий из трех блоков.

Блок 1. Методики диагностики специальных химических способностей: авторский компьютерный тест «GreatChemist», МИКОСС (методика исследования компонентов общих и специальных способностей), химический диктант; химическое кодирование; химическая память, классификация химических понятий; показатели успеваемости по предмету (Волкова, 2008); тестовые задания для итогового контроля качества знаний (Лидин, Андреева, 1994), карта интересов А. Е. Голомштока.

Блок 2. Методики диагностики общих познавательных способностей:

- интеллекта – детский вариант теста Д. Векслера (Панасюк, 1973); методика исследования интеллекта для взрослых Д. Векслера (WAIS) (Филимоненко, Тимофеев, 1995); «Стандартные прогрессивные матрицы» (СПМ) Дж. Равена (Равен и др., 1996); тест интеллектуальных и профессиональных способностей (Шмелев, 2004);
- креативности – тест Е. Торренса (Туник, 1998);
- когнитивной дифференцированности структур ментального опыта – компьютерный вариант скоростной классификации стимул-объектов (Чуприкова, Ратанова; 1991); методика «Включенные фигуры» Г. Уиткина для диагностики когнитивного стиля полезависимость/полenezависимость.

Блок 3. Методики диагностики индивидуально-психологических особенностей:

- формально-динамических свойств индивидуальности – ОФДСИ В. М. Русалова (1997); опросник для выявления соотношения двух сигнальных систем Б. Р. Кадырова (1990);
- личностных особенностей – 16 PF Кеттелла; B5+ (Шмелев; 2004); дифференциально-диагностический опросник (ДДО) Е. А. Климова, методика направленности личности (В. Смекалы и М. Кучеры).

Статистические методы обработки экспериментальных данных (описательные статистики; параметрические и непараметрические методы выявления различий и методы выявления связей: корреляционный анализ, факторный анализ, линейный регрессионный анализ, дисперсионный анализ (ANOVA) и его непараметрический аналог – Jonckheere-Тerpstra Test (a). Математическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета – SPSS 10.

Достоверность и обоснованность результатов обеспечивается исходными общеметодологическими позициями; адекватностью методов объекту исследования; совпадением результатов теоретической дедукции с данными наблюдений, эксперимента и жизненной практики; соответствием теоретической модели понятийной системы химии результатам эмпирического исследования химических концептов; соответствием показателей зрелости концептуальных структур химии уровню развития специальных химических способностей; соотносённостью полученных автором данных с результатами других исследований; использованием большого числа взаимодополняющих методик, позволяющих получить ряд зависимых и независимых показателей (256), характеризующих когнитивную дифференцированность, уровень развития интеллекта, личности и специальных способностей химиков.

2.4. Методики оценки зрелости концептуальных структур химии и показателей специальных способностей

На сегодняшний день известно достаточно методов и методик исследования, предназначенных для выявления строения психологических структур, таких как «Когнитивные дифференцировки

стимул-объектов» Н. И. Чуприковой, Т. А. Ратановой (2004); «Методика контролируемого формирования компетенции в позиционной стратегической игре» И. О. Александрова (2006); «Когнитивная диагностика» М. Г. Ковтунович (2004, 2007); «Критериально-ориентированное тестирование» Е. И. Горбачевой (2001), диагностика строения когнитивных репрезентативных структур, формирующихся в процессе изучения школьного курса физики Д. П. Власюка (1997) и др.; методы математического анализа: многомерное шкалирование и иерархический кластерный анализ и др.

Методик, позволяющих диагностировать зрелость ментальных структур, обуславливающих химические знания и химические способности, нам найти не удалось. Тем не менее следует отметить комплекс методик, разработанный Л. А. Коробейниковой и Г. В. Лисичкиным (2003) для определения склонности к профессиональной деятельности химика: «Наблюдательность и зрительная память», «Координация движений», «Линейный глазомер», «Глазомерная оценка массы вещества», «Глазомерная оценка объема растворов», «Гравитационные ощущения», «Тепловые ощущения», «Обоняние», «Цветощущение и цветовосприятие», «Память», модифицированная методика ДДО Е. А. Климова, в которую включена шкала *Человек-вещество*. Названные методики позволяют получить интересную информацию, но для того чтобы их использовать в качестве надежного инструментария диагностики специальных химических способностей, необходима их доработка и стандартизация.

С целью возможности использования существующих стандартизированных методик для решения стоящих перед нами задач был проведен качественно-содержательный анализ особенностей выполнения методики Е. Торренса в разных группах испытуемых (100 девочек и 100 мальчиков в возрасте 5–6 лет), студентов старших курсов психологического факультета (130 чел.), студентов-химиков (375 чел.), методики СПМ Равена в группах испытуемых с разным уровнем успешности по химическим дисциплинам (333 студента второго курса химического факультета). Краткое изложение результатов анализа представлено в §§ 3.2.5 и 3.2.6, более подробное содержание – в работе автора (Волкова, 2008).

Для оценки показателей специальных химических способностей были сконструированы методики, специально предназначенные для раскрытия степени дифференцированности ментальных структур как основы химических знаний и химических способностей.

Методика «Химические дифференцировки»

Цель: оценка зрелости концепта «вещество», изучение ментальных репрезентаций простых и сложных веществ и основных классов неорганических соединений.

Психологическое обоснование методики

Идея о том, что тесты сенсорного различения могут служить для измерения интеллектуальной одаренности человека, содержится в работах Ф. Гальтона. В 1950-х годах в лаборатории Е. И. Бойко разработан метод тестирующего стимула, позволяющий изучать механизмы аналитико-синтетической деятельности мозга (Бойко, 2002; Власова, 1960, 1965; Чуприкова, 1967; Ушакова, 1961). В 1970-х годах зарубежные психологии стали применять аналогичный метод исследования «ментальная хронометрия» для изучения структур хранения семантической информации в долговременной памяти и динамики их работы (Posner, 1980; Marsel, Forrin, 1974; Warren, 1972, 1977).

На сегодняшний день в литературных источниках имеется много данных о связи скорости реакций человека с показателями тестов интеллекта: чем выше интеллект, тем быстрее осуществляются многие реакции, требующие различения, идентификации, отождествления, нахождения свойств и различий разного рода стимул-объектов (Jensen, Whang, 1993; Jensen, 1998; Geary, 1997; Deary, 2000; Айзенк, 1995; Чуприкова, 1995, 2004; Чуприкова, Ратанова, 1995, 2004; Линн, 2010). Например, Р. Линн на материале собственных исследований, посвященных особенностям интеллекта представителей всех человеческих рас, и анализа работ других авторов приводит данные, показывающие: 1) время реакции различения меньше в выборках испытуемых с более высокими показателями интеллекта, 2) имеются статистически значимые корреляции между временем сложной реакции и результатами выполнения СПМ Равена.

Н. И. Чуприкова и Т. А. Ратанова выдвинули положение о том, что процесс переработки и приобретения информации подчиняется принципу системной дифференциации. Исследователями было доказано, что чем выше интеллект, тем больше скорость мышления, способность к выделению существенных признаков и их отношений. По мере возрастного развития и развития интеллекта школьников эта общая способность совершенствуется, что позволяет специали-

зироваться на более тонких свойствах изучаемых объектов, более разносторонних их связей и отношений. Экспериментальные исследования Н. И. Чуприковой, Т. А. Ратановой (2005), Т. А. Ратановой (1987, 1996, 2009), Н. П. Локаловой (2003, 2009), а также аспирантов под их руководством показали, что в большинстве случаев у испытуемых с более высоким интеллектом время скоростных классификаций короче, чем у испытуемых с более низким интеллектом, и эти различия всегда являются статистически значимыми. Эти данные подтвердили возможность использования методики скоростной классификации стимул-объектов для оценки качества процессов анализа и синтеза, способности индивида к различению и дифференцированию сигналов.

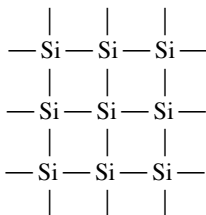
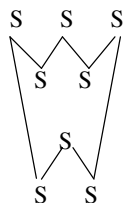
Методика «Химические дифференцировки» (дифференцировка – различение близких сигналов и выбор единственного подходящего к сигналу ответа) состоит в том, что испытуемый получает последовательно несколько колод карточек с изображенными на них формулами химических соединений, которые раскладывает как можно быстрее на определенные группы, согласно словесной инструкции. Время, затраченное на сортировку каждой колоды, измеряется ручным секундомером.

На скоростную классификацию было составлено три типа задач, позволяющих выявить по количеству ошибок и их характеру *меру адекватности* концепта «вещество» системе понятийных отношений «вещество» (рисунок 3); зрелость концептуальных структур – по стабилизации времени дифференцировок при высокой точности ответа (лонгитюдные исследования); *форму упорядоченности* концептуальных структур по числу сформированных уровней – глобального, базового и детализированного; *скорость, легкость формирования* концепта и его устойчивость (данные наблюдения, формирующий эксперимент – глава 4).

Задания

1. Простая дифференцировка – глобальный уровень иерархии концепта «вещество» (родовые признаки) – классификация изображений простых и сложных веществ. Были предложены следующие химические формулы:

O_2 , HCl , H_2SO_4 , CO , Au , C , Co , $NaCl$, K , CH_4 , H_2O , NH_3 , P_4 , Cl_2 , F_2 , Ca , $N=N$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $CaCO_3$, O_3 , Fe , He , $Ca_3(PO_4)_2$, H_3PO_4 , CH_3COOH ,



B, $-C\equiv C-C\equiv C-$, CO_2 , BaO, Cu, ZnO, Zn, NH_4OH , NH_4NO_3 , Na_2O , Na, N_2 , $Fe(OH)_3$, Br_2 , H_2 , I_2 и др.

2. Сложная дифференцировка – базовый уровень иерархии концепта «вещество» (видовые признаки) – классификация формул соединений по принадлежности к определенному классу веществ:

Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , H_2CO_3 , CrO_3 , CrO, SO_3 , CO_2 , BeO, HCl, Na_2O , H_2SiO_3 , $NaHCO_3$, HCOOH, $Ca(OH)_2$, $CrCl(NO_3)_2$, Al_2O_3 , $Al(OH)_2Cl$, $Al_2(SO_4)_3$, Na_2HPO_4 , $Be(OH)_2$, $Zn(OH)_2$, $Cu(NO_3)_2$, NaCl, KOH, $Ba(OH)_2$, H_3PO_4 , HNO_3 , CH_3COOH , HClO, H_2SO_4 , P_2O_5 , NH_4OH , CaO, ZnO, FeO, CuO, BaO, Na_2KPO_4 , $Zn(OH)NO_3$, H_2SO_3 , NH_4OH , NH_4NO_3 , SO_2 и др.

Формулы веществ подбирались таким образом, чтобы отношения по признакам принадлежности к определенному классу соединений входили в противоречие с известными испытуемыми правилами. Так, атом водорода (H) присутствовал в кислотах (HCl), кислых солях ($NaHCO_3$), солях аммония (NH_4Cl), основаниях (NaOH). Гидроксогруппу (OH) можно увидеть в органических кислотах (CH_3COOH), основаниях (KOH), основных солях ($Zn(OH)NO_3$).

3. Сложнейшая дифференцировка («химический пасьянс») – детализированный уровень иерархии концепта «вещество». Вводятся дополнительные признаки классификации. Так, например, уже недостаточно опознать оксиды среди предъявляемых стимулов, необходимо определить, какие из них относятся к «основным», «кислотным» и «амфотерным». Аналогично, по определенным признакам необходимо осуществить более глубокую классификацию оснований, кислот и солей.

В таблице 2 отмечается время выполнения задания (в с).

За каждую ошибку, допущенную испытуемым, к общему времени выполнения задания прибавляется «штрафное» время – 9 с. «Штрафное время» – 9 секунд – было определено методом оптимизации (полученный результат согласуется с данными В. П. Беспалько «Педагогика и прогрессивные технологии обучения», согласно

Таблица 2
Представление данных

№	Фамилия, имя испытуемого	Дифференцировки								
		Простая			Сложная			Сложнейшая		
		Время, с	Число ошибок	Характер ошибок	Время, с	Число ошибок	Характер ошибок	Время, с	Число ошибок	Характер ошибок
1										
2										
3										
...										

которому скорость переработки одной двоичной единицы информации соответствует временным затратам от 2 до 10 с). Таким образом, итоговое время рассчитывается по формуле $T = t_{\text{экс}} + 9n$, где n – число ошибок.

Психодиагностическая методика «GreatChemist»¹

Тест «GreatChemist» построен на тех же методологических основаниях, что и методика «Химические дифференцировки», но охватывает более широкий круг базовых понятийных отношений, составляющих основу современной химии.

Цель теста: оценка адекватности, зрелости, формы упорядоченности, а также скорости формирования основных, конституирующих логику самого предмета концептуальных структур химии. Скорость формирования концептуальных структур определяется по количеству проб, необходимых для выявления всех существенных признаков понятия и безошибочного выполнения задания в максимально скоростном для испытуемого режиме.

Области применения «GreatChemist» – профессионально-психологическая оценка уровня развития химических способностей, педагогическое и психологическое тестирование, экспертиза и мо-

1 Сертификат качества № 20070005 выдан на основании решения экспертного совета по сертификации психологических технологий РПО № 125 от 12.09.2007. Авторские свидетельства: Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006614415 GreatChemist от 28 декабря 2006 г.

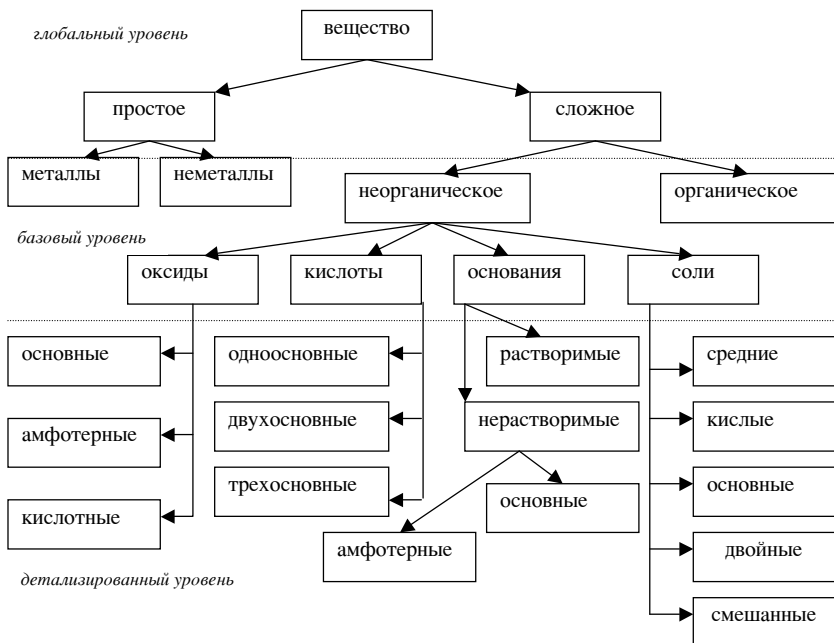


Рис. 3. Система понятийных отношений «вещество»

ниторинг в системе образования. Тест «GreatChemist» является составной частью компьютерной оболочки с одноименным названием – системы тестирования, сбора, обработки и представления данных. Компьютерная программа «GreatChemist» может работать и в режиме тренинга, т. е. осуществлять коррекцию структур репрезентации химических знаний. По результатам тестирования можно определить качество знаний по темам, зону актуального и зону ближайшего развития специальных способностей; оценить эффективность развивающего потенциала инновационных программ по химии; формулировать рекомендации по организации образовательного процесса.

Необходимо отметить, что, во-первых, без непосредственного опыта взаимодействия с веществом, особой химической наблюдательности, практики решения химических задач невозможно сформировать большинство понятий химии, а следовательно, справиться с тестовыми заданиями, несмотря на их простоту; во-вторых, любой тест может быть использован лишь как допуск к самостоятельной

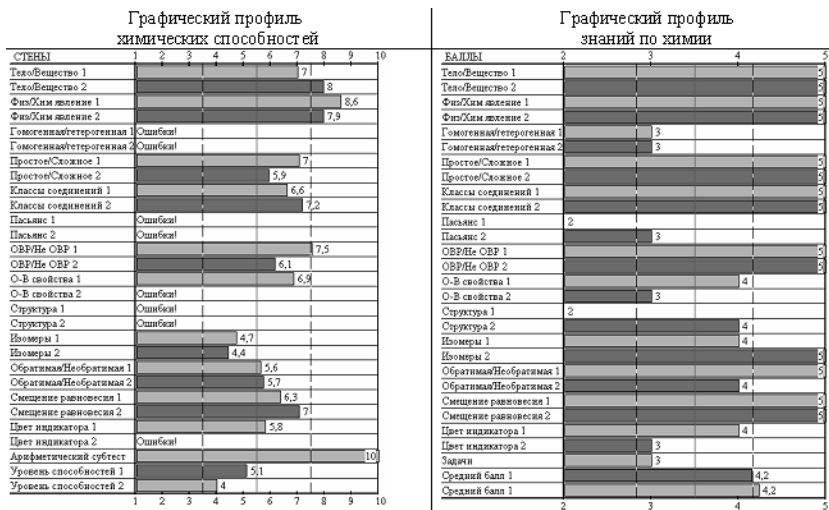


Рис. 4. Графический профиль показателей химических способностей и химических знаний испытуемого А. Г. Р., 36 лет

творческой деятельности в химии, как допуск на беседу с преподавателем, личность которого является главным инструментом оценки знания и специальных способностей, но при этом тест позволяет надежно выделить среди участников олимпиады будущих призеров; в-третьих, тест основан на измерении времени реакции испытуемого при решении разного рода химических задач (более 1000 заданий за 1–1,5 часа), поэтому при одинаковом объеме знаний по химии испытуемые с разным уровнем специальных химических способностей показывают разные результаты времени реакции, времени сложного выбора (см. рисунок 4).

Описание процедуры разработки и проверки качества методики

Методика «GreatChemist» состоит из 16 субтестов, которые выполняются только в умственном плане и без опоры на какой-либо информационный материал:

субтест 1 «Вещество и тело»,

субтест 2 «Физические/химические явления»,

субтест 3 «Гомогенные/гетерогенные системы»,

субтест 4 «Простое/ сложное вещество»,
субтест 5 «Классы неорганических соединений»,
субтест 6 «Химический пасьянс»,
субтест 7 «Окислительно-восстановительные процесс (ОВП) – не ОВП»,
субтест 8 «Окислитель – восстановитель – двойственность»,
субтест 9 «Пространственная структура»
субтест 10 «Изомеры/неизомеры»,
субтест 11 «Обратимый/ необратимый химический процесс»,
субтест 12 «Смещение химического равновесия»,
субтест 13 «Гидролиз» (определение цвета индикатора в растворе соли),
субтест 16 «Арифметический».

В тринадцати субтестах испытуемому предлагалось как можно быстрее и точнее в соответствии со словесной инструкцией (задания на классификацию, установления тождества-различия, выявление причинно-следственных связей, вероятностное оценивание и др.) разделить появляющиеся на экране в случайном порядке стимулы (13 субтестов, в каждом субтесте две пробы по 42 стимула) на группы (2, 3, 4, 14). Каждое задание выполняется 2 раза (стандартная установка), фиксируется затраченное время и число ошибок. База стимульного материала значительно шире, чем число стимулов, предъявляемых для опознания (принцип избыточности базы стимулов). Поэтому вторая проба является своеобразным заданием «на перенос»: если все существенные признаки понятия, необходимые для выполнения субтеста в первой пробе, выявлены полностью, то во второй пробе снижается время, затраченное на классификацию, и число ошибок.

Субтесты 14 и 15 предполагают развернутые письменные ответы творческого характера по теме неорганической и органической химии, которые позволяют выявить следующие характеристики: химическая направленность ума, гибкость мышления, оригинальность и разработанность (выполняются на отдельном бланке и оцениваются «вручную»).

16 субтест – «арифметический» позволяет оценить способность к формализованному восприятию химического материала, схва-

тиванию формальной структуры задачи, уровень вычислительных способностей, т. е. сформированности концептуальных структур химии, отвечающих за способность осуществлять специфические качественно-количественные расчеты. Данный субтест состоит из 16 расчетных задач, которые нужно решить в умственном плане за ограниченное время. Фиксируется время, затраченное на каждую задачу.

Среднее время выполнения теста – 1,5 часа. Результаты теста могут быть представлены в трех формах:

- 1) графический профиль, указывающий значения факторов;
- 2) текстовые сообщения – интерпретация данных;
- 3) табличные данные для отдельного испытуемого (сырые баллы, стены, T-баллы, z-баллы) и для группы испытуемых в формате Excel (сырые баллы – время в секундах и число ошибок), нормализованные стандартные баллы (уровень сформированности концептуальных структур по отдельным субтестам), общий уровень специальных способностей, развиваемость (изменение скоростных показателей), а также уровень знаний (число ошибок) и обучаемость (изменение уровня знаний).

Критерии оценки уровня знаний: более 95% правильных ответов – «отлично», 85–95% – «хорошо», до 75–85% – «удовлетворительно», менее 75% – «неудовлетворительно».

Показатель зрелости концептуальных структур определяется по времени только тех заданий, в которых из 42 стимулов было допущено не более 4 ошибок.

История создания и психометрические параметры

На основе анализа историко-культурного развития предметного содержания химии, существующих психолого-педагогических исследований в области химии, структурно-логического анализа содержания учебной дисциплины разработана базовая модель понятийной системы химии (приложение) и подобран стимульный материал, позволяющий определить показатели сформированности концептуальных структур, конституирующих логику базовых отношений химии.

Экспериментальная проверка теста осуществлялась с 2002 по 2007 г. Всего в экспериментальном исследовании было задействовано 1011 человек: 428 испытуемых в возрасте от 14 до 17 лет 33

образовательных учреждений из 25 городов и районов г. Екатеринбург и Свердловской области. 575 студентов химического факультета УрГУ. На этой выборке испытуемых рассчитаны стандартные нормы.

Определение валидности

Концептуальная валидность – степень соответствия заданий, измеряющих какое-либо свойство, общепринятым теоретическим представлениям об этом свойстве (глава 1, § 2.1).

Эмпирическая валидность – степень соответствия результатов теста реальным достижениям. Проверка эмпирической валидности теста осуществлялась по результатам областных олимпиад школьников «Юные интеллектуалы Урала» (таблица 3). Для выборки студентов было выявлено значимое соответствие оценки знаний по тесту «GreatChemist» со средним показателем успеваемости по дисциплинам химического цикла и отсутствие значимых связей между показателями уровня химических способностей и средним показателем

Таблица 3

Согласованность результатов теста «GreatChemist» с результатами областной олимпиады школьников «Юные интеллектуалы Урала»

Показатель	Критерий	Экспериментальные выборки					
		Испытуемые 16 лет (10-й класс)			Испытуемые 17 лет (11-й класс)		
		Pearson Correlation	Kendall's tau_b	Spearman's rho	Pearson Correlation	Kendall's tau_b	Spearman's rho
Уровень способностей 1-я проба	Значение коэффициента	0,507***	0,357***	0,508***	0,711*	0,527*	0,709*
	Значимость	0,000	0,000	0,000	0,014	0,024	0,015
	Число испытуемых	58	58	58	11	11	11
Уровень способностей 2-я проба (ретест)	Значение коэффициента	0,401**	0,471***	0,644***	0,525	0,455	0,600
	Значимость	0,002	0,000	0,000	0,097	0,052	0,051
	Число испытуемых	58	58	58	11	11	11

успеваемости по дисциплинам химического цикла, что подтверждает концептуальную валидность теста (Волкова, 2008). Студенты, получившие высокие баллы по уровню специальных химических способностей в тесте «GreatChemist», оказались либо бывшими призерами олимпиад по химии областного уровня, либо призерами всероссийских олимпиад по химии среди студентов. Высокий уровень химических способностей у данных студентов отмечали как преподаватели, так и сокурсники.

Содержательная валидность определяется путем включения заданий для оценки максимального числа параметров того свойства, которое она измеряет. В нашем случае такими показателями являются «адекватность», «зрелость», «форма упорядоченности» и «скорость формирования» концептуальных структур.

С точки зрения К. Д. Кирнарской (2004), тесты на специальные способности должны быть тоже специальными: будущие музыканты будут иметь дело со звуками, филологи – со словами, Пироговы – с кошками и рыбками, дипломаты – общаться со сверстниками и взрослыми по особым правилам, поэтому мы подобрали тот стимульный материал, который позволяет выявить все критериальные признаки того или иного понятия и который соответствует достижениям современной химии.

Следует отметить, что студенты при обучении в вузе часто оперируют более разнообразными и более «классическими» мыслительными и практическими действиями, чем те, с которыми они будут впоследствии сталкиваться в своей профессиональной деятельности. Анализ результатов проведения тестирования («GreatChemist») среди преподавателей и бывших выпускников УрГУ показал, что, несмотря на то, что они уже давно забыли, что когда-то учили в школе, вузе, получив обратную связь после прохождения первой пробы, сразу же выполняли следующую пробу практически без ошибок.

Сопоставление результатов учителей и обучаемых ими учеников, а также преподавателей и студентов показал, что чем выше сформированность концептуальных структур, отражающих логику коренных понятий химии у обучающихся, тем выше уровень способностей и качество знаний у обучаемых. Результатам теста заслуженного учителя химии (школа №9, Екатеринбург), из года в год показывающего выдающиеся результаты в подготовке призеров олимпиад по химии разного уровня, и его учеников могли бы позавидовать многие студенты и преподаватели химических факультетов.

*Константность временных показателей
химических дифференцировок как показатель зрелости
концептуальных структур*

Анализ результатов выполнения теста «GreatChemist» разными группами испытуемых показывает, что концептуальные структуры «вещество» сформированы у большего количества испытуемых, чем концептуальные структуры «процесс» (таблица 4).

Таблица 4

Испытуемые, безошибочно справившихся с дифференцировками химических стимул-объектов (%)

Вещество	Процесс
«вещество и тело» – 51%	«ОВП/не ОВП» – 50%
«простые и сложные вещества» – 62%	«обратимые/необратимые химические процессы» – 10,7%
«классы неорганических соединений» – 66%	«гидролиз» – 3,2%
«изомеры/неизомеры» – 9,1%	«смещение химического равновесия» – 1,6%

На рисунках 5–7 показана флуктуация временных показателей химических дифференцировок возле определенного значения показателя. Такая картина – константность времени дифференцировок – характерна для всех зрелых структур.

Анализ динамики временных показателей наиболее сформированных структур (меньшее число ошибок, меньшее время выполнения, меньшее число испытуемых, не справившихся с дифференцировками) у призеров олимпиад и студентов, представленных в таблицах 5 и 6, показывает отсутствие достоверных различий.

Обнаружена константность индивидуальных показателей. У школьников – призеров олимпиад по химии, формируются концептуальные структуры, временные характеристики которых сопоставимы с временными характеристиками студентов-химиков. Дальнейшие наблюдения показали, что такой результат обладает высокой устойчивостью во времени (пять, а возможно, более лет). Эти данные свидетельствуют о существовании еще одного показателя зрелости структур ментального опыта субъекта, являющегося производным от показателей «адекватность», «когнитивная диффе-

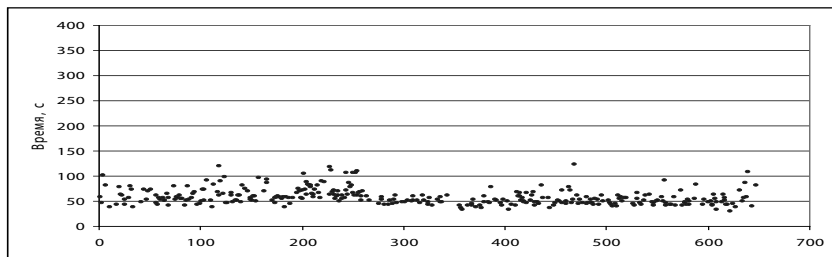


Рис. 5. Время различения стимул-объектов «вещество/тело» N испытуемого

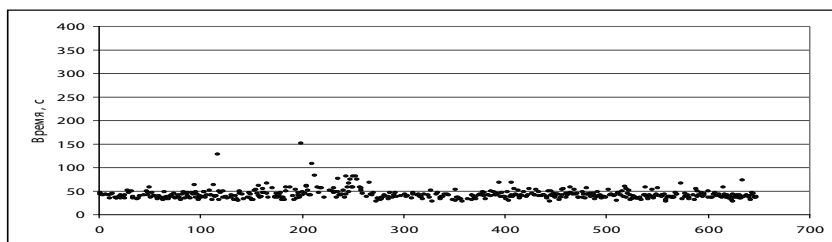


Рис. 6. Время различения стимул-объектов «простое/сложное вещество» N испытуемого

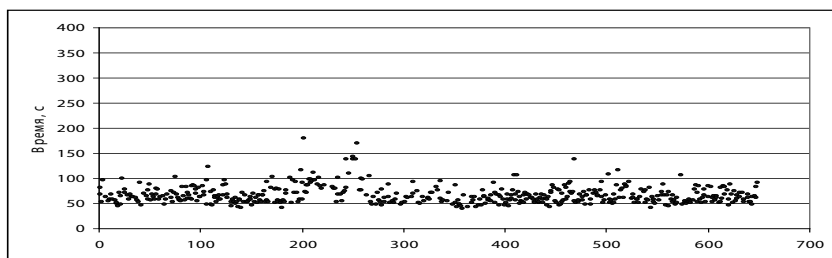


Рис. 7. Время различения стимул-объектов «классы соединений» N испытуемого

ренцированность-интегрированность» – временная константность дифференцирования стимул-объектов.

Существование константных величин, характеризующих определенный уровень развития, косвенно подтверждается многочисленными исследованиями, например, И. И. Шмальгаузен показал, что «эмбриональный рост <...> амниотов и отдельных их органов <...> характеризуется четко определенной скоростью роста для каж-

Таблица 5

Динамика изменения показателей времени химических дифференцировок у призеров олимпиады «Юные интеллектуалы Урала» (лонгитюд)

№	Показатель	Проба	Среднее время выполнения задания, с					
			Группа испытуемых 6 чел.			Группа испытуемых 5 чел.		
			9-й класс	10-й класс	Т-критерий Стьюдента для связан- ных выборок	10-й класс	11-й класс	Т-критерий Стьюдента для связан- ных выборок
1.	Вещество и тело	2	52,5	52,5	–	53,2	55,8	–0,325
2.	Физические и химические явления	2	72,66	86,0	0,275	79,75	67,75	2,063
4.	Простое– сложное вещество	2	44,66	42,0	1,000	46,8	46,4	0,065
5.	Классы неор- ганических веществ	2	65,33	64,66	0,147	60,0	60,6	–0,156

Примечание. Учитывалось время только тех заданий, где ошибок меньше 1–2%.

дой стадии» (1984, с. 135). Аналогичные данные представлены в работах В. Д. Сонькина (2009).

В работах Н. И. Чуприковой (1971) выявлена стабилизация времени реакций при большом числе хранящихся в памяти эталонов. Об индивидуальной устойчивости времени реакции выбора свидетельствуют опыты Б. Г. Будашевского и Л. С. Хачатурьянца. Такие устойчивые особенности реакции выбора начинают обнаруживаться только после определенного периода тренировки (Суздалева, 1975). В работе Д. И. Шпаченко (1974) показана возможность использования скоростных параметров восприятия сигналов азбуки Морзе в начале обучения для профессионального отбора радиотелеграфистов.

Данные факты указывают на существование устойчивых временных закономерностей становления ментальных структур, названных нами правилом константности времени различения стимулов-объектов, тесно связанных событий при высокой степени зрелости структур соответствующего уровня – $t = \text{const}$.

Таблица 6

Динамика изменения времени химических дифференцировок у студентов химического факультета (лонгитюд)

Показатель	Среднее время выполнения задания, с											
	2007–2008				2005–2006				2004–2006			
	1-й курс 66 чел.		2-й курс 57 чел.		2-й курс 61 чел.		3-й курс 48 чел.		2-й курс 62 чел.		4-й курс 48 чел.	
	N*	T, с	N*	T, с	N*	T, с	N*	T, с	N*	T, с	N*	T, с
Вещество и тело	55	52	43	53	53	61	45	51	50	60	44	50
Простое–сложное вещество	61	53	52	41	57	44	46	42	61	40	44	40
Классы неорганических веществ	57	67	52	63	61	64	48	58	61	65	46	63
Химический пасьянс	4	133	6	151	7	118	7	117	5	157	4	134
ОВП – не ОВП	41	103	42	104	53	112	46	100	49	118	38	111

Примечание. N* – число испытуемых справившихся с 95% задания.

Экспериментальные данные надежности

Показатели надежности помогают оценить стабильность результатов тестирования. Данный тест скоростной, для скоростных тестов, согласно «Стандартным требованиям к психологическим тестам» (1991), не следует вычислять внутреннюю согласованность. Тестовые баллы под влиянием обучения и развивающих воздействий могут сильно изменяться, и к тому же в самой методологии теста заложен принцип обучения и развития. На результаты может сильное влияние оказывать установка, уровень способностей, усталость. Испытуемые со слабой нервной системой быстро устают и их ре-

Таблица 7
Эмпирические критерии надежности

	Критерии надежности	Данные по всей выборке студентов		Студенты 2-го курса	
		Уровень способностей 1-я проба	Развиваемость (химия)	Уровень способностей 1-я проба	Развиваемость (химия)
Уровень способностей 2-я проба (ретест)	Pearson Correlation	0,827 (***)	0,458 (***)	0,720 (***)	0,461 (***)
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	630	632	288	288
Уровень способностей 2-я проба (ретест)	Kendall's tau_b	0,585 (***)	0,238 (***)	0,516 (***)	0,292 (***)
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	630	632	288	288
Уровень способностей 2-я проба (ретест)	Spearman's rho	0,775 (***)	0,347 (***)	0,712 (***)	0,417 (***)
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	630	632	288	288

Таблица 8
Эмпирические критерии надежности

	Критерии надежности	Испытуемые 16 лет (10-й класс)		Испытуемые 17 лет (11-й класс)	
		Уровень способностей 1-я проба	Развиваемость (химия)	Уровень способностей 1-я проба	Развиваемость (химия)
Уровень способностей 2-я проба (ретест)	Pearson Correlation	0,903 (**)	0,244 (*)	0,882 (**)	0,665 (**)
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,012	0,000	0,000
	N	101	105	55	56
Уровень способностей 2-я проба (ретест)	Kendall's tau_b	0,656 (**)	0,187 (**)	0,737 (**)	0,380 (**)
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,005	0,000	0,000
	N	101	105	55	56
Уровень способностей 2-я проба (ретест)	Spearman's rho	0,845 (**)	0,261 (**)	0,898 (**)	0,554 (**)
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,007	0,000	0,000
	N	101	105	55	56

зультаты заметно ухудшаются. У испытуемых с сильной нервной системой и высокими специальными способностями результаты улучшаются. Поскольку база стимульного материала значительно шире, чем число стимулов предъявляемых для опознания, вторая проба является своеобразным ретестом. При выполнении теста испытуемый решает 1108 заданий на классификацию, установление тождества или различия, аналогию и др., происходит обучение и развитие, о чем свидетельствуют достоверные корреляционные связи между временем второй пробы (ретеста) и развиваемостью. Но, несмотря на это, мы получили значимое соответствие результатов теста и ретеста, что свидетельствует о надежности методики (таблицы 7, 8).

Химическая память

Цель: определение объема сохранения в кратковременной памяти различного семантического материала при слуховом запоминании.

Психологическое обоснование методики

Основной идеей этих опытов послужили данные о роли когнитивных схем, полученные в экспериментах на шахматистах Х. Саймона и В. Чейса (Simon, Chase, 1973), Х. Саймона и К. Джилматрина (Simon, Gilmartin, 1973), Е. И. Горбачевой (2001) и др.

Согласно информационным теориям памяти, активность субъекта в процессах кодирования и декодирования регламентируется качеством и содержанием задействованных в них когнитивных процессов. Так, например, признаки и связи, вычленяемые конкретным субъектом и составляющие предметную основу для запоминания материала, другим субъектом могут не выделяться. Е. И. Горбачева (2001) в своих исследованиях показала, что природа избирательной активности сопряжена с усвоением форм мыслительной обработки предметного материала. В процессах памяти задействованы системы усвоенных и интегрированных в опыте субъекта понятий с предметно-специфическим составом признаков и связей между ними. Схемы их операциональной обработки ориентированы на решение определенных задач и находятся как бы в постоянной готовности по их включению в процессы запечатления

и обработки материала. Согласно М. А. Холодной (1983, с. 46), избирательность поступления в работу мысли информации как со стороны отображаемой ситуации, так и со стороны долговременной памяти связана со степенью сформированности концептуальных структур.

Можно полагать, что одним из критериев зрелости концептуальных структур химии является избирательность мнемической активности памяти, так как чем более дифференцированы и интегрированы концептуальные структуры химии, тем выше мнемическая активность субъекта при запоминании химической информации, тем больше данной информации субъект может переработать и сохранить в памяти. Субъект с диффузной, глобальной, нерасчлененной структурой предметных знаний будет проявлять низкую мнемическую активность при запоминании химической информации, следовательно, меньше данной информации сможет сохранить и переработать.

Задания

Для анализа зависимости объема кратковременной памяти от особенностей семантического материала при слуховом запоминании были подготовлены 4 группы слов: А – слова; В, С, D – названия химических элементов:

В – отражена закономерность расположения элементов в группах,

С – периодическая закономерность расположения элементов,

D – элементы различных групп и периодов, не связанных определенной закономерностью (вразброс).

Группы слов В, С, D характеризуют химическую память.

А	В (группа)	С (период)	D (вразброс)
дирижабль	водород	натрий	цинк
лампа	фтор	магний	бром
яблоко	хлор	алюминий	кислород
карандаш	бром	кремний	барий
гроза	йод	фосфор	золото
утка	литий	сера	углерод
обруч	натрий	хлор	марганец
мельница	калий	аргон	гелий
попугай	цезий	калий	калий
листок	франций	кальций	железо

Обработка результатов

По каждой группе подсчитывается количество правильно воспроизведенных слов; чем оно ближе к 10, тем лучше сохраняется данная смысловая информация в памяти.

Химические элементы (вразброс), не объединенные в группу по какому-либо признаку, сохраняются в памяти хуже, чем обычные слова русского языка. Данный факт можно объяснить тем, что химические термины встречаются в обыденной речи гораздо реже, чем слова родного языка, поэтому элементы вразброс сохраняются в памяти хуже, чем слова.

Результаты корреляционного и дисперсионного анализа (ANOVA) выявили достоверные связи между показателями объема сохранения химической информации в кратковременной памяти при кратковременном запоминании и показателями химических дифференцировок (см. § 3.2.4).

Результаты дисперсионного анализа связей показателей «GreatChemist» и «Химическая память» у студентов-химиков второго курса (197 чел.):

Количество значимых связей	Показатели химической памяти			
	A (слова)	B (группа)	C (период)	D (вразброс)
Показатели теста GreatChemist	2	21	22	7

У более успешных испытуемых сформированы концепты «период» и «группа», позволяющие объединить все предъявляемые стимулы в единые целостные единицы «период» или «группа», что приводит к возрастанию воспроизведения названий элементов даже по сравнению с более частотными словами русского языка. Данный вывод согласуется с результатами экспериментальных исследований на воспроизведение пропущенных слов, в которых было показано, что вероятность воспроизведения слова возрастала при увеличении сложности предложения, причем этот рост был выражен более сильно в том случае, когда слова могли быть включены в контекст предложения. Но если слово и предложение не могут образовывать целостный контекст, то степень воспроизведения оставалась невысокой (Craik, Tulving, 1975).

Следовательно, факт возрастания воспроизведения названий элементов, объединенных в группу или период, по сравнению с более частотными словами русского языка может быть использован в качестве критерия зрелости концептов «период» и «группа».

Химический диктант

По результатам проведения диктанта оценивается способность сохранения в долговременной памяти семиотической системы химического языка. Поскольку диагностируется долговременная память, то химический диктант целесообразно проводить после каникулярного отдыха испытуемых и до начала учебных занятий по предмету (т. е. когда учащиеся успевают основательно забыть многие химические знания).

Психологическое обоснование методики

В современной психологии память рассматривается как результат широты и глубины анализа воспринятого материала. Считается, что материал может обрабатываться на разных уровнях организации познавательной системы – на поверхностном, сенсорно-перцептивном уровне и на более глубоких семантических уровнях – и что чем глубже уровень анализа и чем шире анализ на том или ином уровне, тем лучше сохранение в памяти (Величковский, 2006; Познавательная активность в системе процессов памяти, 1989; Craik, Tulving, 1975; Tulving, 1985, 1987; Craik, Lockhart, 1972; Смирнов, 1966; и др.). Можно полагать, что у испытуемых, обладающих более высокой расчлененностью и дифференцированностью восприятия и обработки химического материала, объем сохранения информации в долговременной памяти будет больше. Следовательно, критерием зрелости концептуальных структур химии может служить объем сохранения предметной информации в долговременной памяти. Данное положение подтверждается В. А. Крутецким в исследовании математических способностей: у способных учащихся эффективность сохранения в памяти обобщенных существенных отношений оставалась очень высокой и составляла 92,8%, а через 3 месяца – 85,6%; средние и малоспособные к математике учащиеся хуже помнили типовые особенности задачи или не помнили совсем (1998).

Задания

1. Напишите названия химических элементов, используя химическую символику. Подчеркните знаки химических элементов, образующих простые вещества – металлы.
Cl, P, Ag, Pb, Na, Mn, Si, Ca, I, Fe, Br, Ba, N.
2. Составьте формулы оксидов. Подчеркните формулы амфотерных оксидов.
SO₂, SO₃, NO₂, FeO, BeO, Mn₂O₃.
3. Составьте формулы гидроксидов. Подчеркните формулы амфотерных гидроксидов.
KOH, Cu(OH)₂, Fe(OH)₃, Be(OH)₂, Cr(OH)₃, Mg(OH)₂.
4. Составьте формулы кислот. Подчеркните формулы органических кислот.
H₂SO₃, H₂CO₃, HNO₃, H₂SiO₃, HCOOH.
5. Составьте формулы солей.
KCl, Ca₃(PO₄)₂, Cr₂S₃, Fe(NO₃)₃, Na₂SiO₃, CaSO₄, (CuOH)₂CO₃.

Обработка результатов

Во всей работе 50 элементов знания, из них 20 – простые и 30 – сложные. Определяется доля правильно закодированной информации (простая, сложная, суммарная).

У лучше успевающих по химии испытуемых экспериментально-го класса (глава 5) доля сохранения простой и сложной химической информации в долговременной памяти приближается к 1. Связывая эти данные с результатами выполнения химических дифференцировок – минимальное число ошибок (1%, 2%, 5%), допускаемых во время классификаций разного уровня сложности и уменьшение времени классификаций химических понятий – можно констатировать, что у данных испытуемых фактически завершено формирование иерархии концепта «вещество» и структур химического языка.

Объем сохранения химической информации в долговременной памяти значимо связан с показателями зрелости концептуальных структур химии: выявлена 31 достоверная связь (например: классы неорганических соединений – $F = 3,233^{***}$) (см.: Дисперсионный анализ связей показателей «GreatChemist» и «Химический диктант» у студентов-химиков второго курса, 216 чел.).

Дальнейшие наши наблюдения и экспериментальные исследования на студентах, участниках олимпиад по химии и взрослых показали, что такой уровень зрелости концептуальных структур химии отличается высокой устойчивостью во времени и определяет успех в профессиональной деятельности. Таким образом, в качестве критерия зрелости концептуальных структур химии можно рассматривать объем сохранения химической информации в долговременной памяти.

Химическое кодирование

Цель: оценка зрительно-моторной скорости кодирования цифр знаками химических элементов.

Психологическое обоснование методики

Идея постановки данного опыта возникла в результате наблюдений за подростками. Хуже успевающие по химии подростки, как правило, характеризовались более высоким темпом психомоторного поведения, более высокой скоростью в различных видах двигательной активности, однако при выполнении специфически предметных действий проявляли меньшую психомоторную скорость по сравнению с лучше успевающими школьниками. Аналогичные факты можно получить, наблюдая за действиями спортсменов, музыкантов и др.

Можно полагать, что у субъектов с глобальными, нерасчлененными ментальными структурами, лежащими в основе химических знаний и химических способностей, скорость специфических предметных действий будет ниже, чем у субъектов с расчлененными и тонко дифференцированными структурами. Для выявления факта увеличения скорости кодирования, обусловленного более высоким уровнем зрелости концептуальных структур химии, мы модифицировали 11 субтест «кодирование» теста интеллекта Д. Векслера: «лист А» – элементы расположены в произвольном порядке; «листы В, С» – почти все цифры совпадают с номерами групп элементов (закономерность расположения элементов в периоде); «лист D» – многие цифры совпадают с номерами периодов элементов (закономерность расположения элементов в группе).

Обработка результатов

По каждому листу подсчитывается число правильно закодированных цифр. Полученные результаты заносятся в таблицу.

№	Фамилия, имя	А	В	С	Д
1					
2					

Экспериментальные результаты, подтверждающие возможность использования данной методики для определения зрелости концептуальных структур химии представлены в таблице 9. Обнаружена та же закономерность, что и в случае исследования сохранения химической информации в кратковременной памяти: кодирование цифр знаками химических элементов вразброс как у лучше, так и у хуже успевающих испытуемых происходит с меньшей скоростью, чем кодирование элементами, объединенных групповой или периодической закономерностью. Скорость кодирования цифр знаками химических элементов у лучше успевающих по химии испытуемых выше, чем у хуже успевающих. Полученные данные не обусловлены индивидуально-психологическими особенностями личности, так как психомоторная скорость у хуже успевающих по химии испытуемых, согласно показателям ОФДСИ В. М. Русалова, выше, а скорость кодирования цифр знаками химических элементов ниже, чем у лучше успевающих испытуемых.

Дисперсионный анализ позволил выявить значимые связи между скоростью кодирования цифр знаками химических элементов и показателями времени сложной ($F=2,73^{***}$) и сложнейшей химической дифференцировки ($F=1,628^*$) у студентов-химиков второго курса (239 чел.)

Следовательно, можно полагать, что предметная избирательность психомоторной активности, как и предметная ориентация мнемической активности, является одним из критериев зрелости ментальных структур, обуславливающих специальные химические способности.

«МИКОСС»

Методика прямого шкалирования компонентов общих и специальных способностей «МИКОСС»: испытуемым предлагается оценить

Таблица 9

Скорость кодирования различного семантического материала в группах лучше и хуже успевающих подростков экспериментального и контрольного класса

Показатели		Экспериментальная группа		Контрольная группа	
		Лучше успевающие	Хуже успевающие	Лучше успевающие	Хуже успевающие
1	Число цифр закодированных элементами вразброс	79,66	63,45	78,16	70,66
2	Число цифр закодированных элементами одного периода	86	67,75	81	75,26
3	Число цифр закодированных элементами групп	82,5	64,8	78,66	74
4	Скорость психомоторная (ОФДСИ В.М. Русалова)	29,33	31,15	32,69	34,4

актуальный и желаемый уровень развития общих и специальных химических способностей.

Инструкция

1. На линиях, расположенных против каждого компонента способностей, поставьте вертикальную черточку так, чтобы расстояние от начала линии до черточки показывало, насколько развито у вас это качество. Полная длина всей линии соответствует высшему уровню развития соответствующего качества.
2. Отметьте на той же линии крестиком, до какого уровня надеетесь развить у себя это качество.
3. Измерьте в миллиметрах длины отрезков. Полученные данные запишите в таблицу.
4. Постройте индивидуальные профили актуального (по штрихам) и желаемого (по крестикам) уровней развития компонентов способностей.
5. Вычислите среднее значение по группам качеств:
 - а) по химическим способностям;
 - б) по общим способностям.

Ф.И.О. ...

Группа ...

Химическая направленность ума	1	-----
Химическая память	2	-----
Химическая интуиция	3	-----
Химический язык	4	-----
Химическое мышление	5	-----
Экспериментальные способности	6	-----
Способности осуществлять химические расчеты	7	-----
Память	8	-----
Интуиция	9	-----
Мышление	10	-----
Языковые способности	11	-----
Умелые руки	12	-----
Математические способности	13	-----
Способности решать задачи по физике	14	-----

0%

100%

Стимульный материал к методике «МИКОСС»

	1	2	3	4	5	6	7	Химические способности	8	9	10	11	12	12	14	Общие способности
Актуальные способности																
Желаемые способности																

Методика оценки интереса к химии

Уровень развития интереса к химии определялся по рангу интереса испытуемых к химии по сравнению с 24 сферами деятельности, представленными в методике «Карта интересов» А. Е. Голомштока.

Для студентов-химиков второго курса (230 чел.) уровень интереса к химии связан (ANOVA), прежде всего, со способностью различать вещество и тело ($F = 1,720^*$); физические и химические явления

Таблица 10
Средние показатели в группах испытуемых

Показатели	N	Percentiles		
	Valid	Ниже среднего	Средний уровень	Выше среднего
Средняя оценка по химиям	282	3,50	3,50–4,08	4,08
Химическая направленность ума	282	49,00	49,00–63,00	63,00
Химическая память	282	51,30	51,3–67,66	67,66
Химическая интуиция	282	49,16	49,16–63,00	63,00
Химический язык	282	51,00	51,00–70,00	70,00
Химическое мышление	282	50,00	50,00–66,00	66,00
Экспериментальные способности	282	55,00	55,00–72,00	72,00
Способности осуществлять химические расчеты	282	52,00	52,00–70,00	70,00
Способности решать задачи по математике	282	43,00	43,00–68,00	68,00
Способности решать задачи по физике	282	30,00	30,00–51,00	51,00
Самооценка химических способностей	282	53,28	53,28–65,00	65,00
Самооценка общих способностей	282	52,42	52,42–63,57	63,57

($F = 2,134^{**}$); однородные и неоднородные вещества ($F = 2,243^{**}$); простые и сложные вещества ($F = 2,098^*$); устанавливать более тонкие различия внутри классов неорганических веществ ($F = 3,106^{***}$); определять направление химического процесса ($F = 1,979^*$) и его особенности (ОВП – не ОВП, $F = 4,426^{***}$), результат гидролиза ($F = 1,898^*$); решать химические задачи ($F = 1,766^*$). Как мы видим, зрелость концептуальных структур химии не только определяет успешность обучения по химии в вузе, но и обуславливает уровень интереса к предмету.

Тест Р. А. Лидина и Л. Л. Андреевой

Тест Р. А. Лидина и Л. Л. Андреевой (1994) «Основные понятия химии. Стехиометрические законы. Атомно-молекулярное учение» состоит из 70 вопросов с выбором ответа. Тест составлен из теоретических и расчетных заданий. Задания выполняются без калькулятора, таблицы Д. И. Менделеева, таблицы растворимости и только в умственном плане.

Чтобы исключить случайность правильных ответов, перед испытуемыми была поставлена задача: отвечать только на те вопросы, на которые им интересно отвечать, сокращено время выполнения теста и контролировался характер выполнения задания. Вероятность угадывания снижалась за счет того, что среди 4 предъявленных стимулов может быть несколько правильных ответов. Учитывалось только *полностью* выполненное задание. Правильно ответить на многие вопросы в такой короткий промежуток времени (10 минут) можно, лишь опираясь на «химическую интуицию», т. е. способность усматривать существенные признаки качественно-количественных отношений химии. Самый высокий показатель – 52 задачи за 10 минут у призера Всероссийской олимпиады по химии среди студентов.

В качестве примера рассмотрим одно из наиболее легких заданий: наибольшую относительную молекулярную массу имеет ортофосфат: а) калия, б) лития, в) натрия, г) цезия?

Чтобы ответить на этот вопрос нужно рассчитать относительные молекулярные массы всех приведенных солей. Например:

$$M_r(\text{Li}_3\text{PO}_4) = 3 \cdot 7 + 1 \cdot 31 + 4 \cdot 16 = 116,$$

$$M_r(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 3 \cdot 23 + 1 \cdot 31 + 4 \cdot 16 = 164,$$

$$M_r(\text{K}_3\text{PO}_4) = 3 \cdot 39 + 1 \cdot 31 + 4 \cdot 16 = 212,$$

$$M_r(\text{Cs}_3\text{PO}_4) = 3 \cdot 133 + 1 \cdot 31 + 4 \cdot 16 = 494.$$

На такой способ решения приходится затрачивать много времени. К тому же необходимо помнить атомные массы элементов. Но если «усмотреть» принадлежность всех этих элементов к первой группе главной подгруппы, то состав солей можно описать общей формулой – $\text{Э}_3\text{PO}_4$, поэтому чем больше относительная атомная масса элемента, тем больше относительная молекулярная масса соли. А в группе с увеличением порядкового номера атомная масса элемента увеличивается. Таким образом, отпадает необходимость в трудоемких расчетах, т. е. в данном случае облегчение и ускорение выполнения задания, выражается в активации целых семантических областей понятия «группа» – структур, отражающих качественно-количественные отношения между элементами и их соединениями в группе. Испытуемый как будто «видит» правильный ответ.

Тест на проверку качества знаний о первоначальных понятиях химии в данных условиях работает как тест на интуицию-редукцию, мгновенное усмотрение истины, связанное со структурами

долговременной памяти, высоким уровнем глубины проработки материала и свернутости мыслительных процессов.

Данный показатель «интуиции-редукции» у студентов-химиков значимо связан (ANOVA) с показателями зрелости концептуальных структур химии (21 связь): «простое и сложное вещество», «классы неорганических соединений», «химический пасьянс», «физические и химические явления», «способность решать химические задачи» и т. д.

Показатель «интуиции-редукции» по тесту Лидина и Андреевой у студентов-химиков (263 чел.) достоверно коррелирует с показателем интуиции по тесту МИКОСС ($r=0,238^{***}$), что свидетельствует о согласованности результатов исследования химической интуиции по разным методикам и с показателями долговременной памяти «химический диктант» ($r=0,422^{***}$), которые подтверждают утверждение П. В. Алексеева и А. В. Панина, что необходимым условием интуиции является наличие хорошей долговременной памяти (Алексеев, Панин, 1997, с. 239).

Показатель успеваемости по химии

Показатель успеваемости по химии рассчитывался как средний балл всех текущих оценок по предмету за учебный год (для школьников) и как средний балл по всем дисциплинам химического цикла (для студентов).

Для выборки студентов-химиков (246 чел.) второго курса выявлено 36 достоверных связей показателей успеваемости по химии с показателями когнитивной дифференцированности концептуальных структур химии (ANOVA) по методике «GreatChemist». Следовательно, сформированность концептуальных структур химии определяет успешность освоения химии в вузе (Волкова, 2008).

2.5. Выводы

В данной главе представлена концептуальная схема методологии системного исследования специальных способностей на основе реконструкции структур ментального опыта субъекта, обеспечивающих успешность деятельности и усвоения знаний. Определены объективные количественные показатели ментальных структур как психических носителей специальных способностей:

- 1) адекватность (мера соответствия) ментальных структур соответствующей области действительности (ошибки, точность);
- 2) зрелость ментальных структур (степень дифференцированности-интегрированности инвариантных признаков объекта, константа оперативного порога различения);
- 3) форма организации ментальных структур;
- 4) скорость, легкость формирования структур, отражающих определенную область действительности, и их устойчивость.

Разработаны, обоснованы и верифицированы методики изучения химических способностей, специально предназначенные для раскрытия степени дифференцированности концептуальных структур, лежащих в их основе: «Химическая память», «Химические дифференцировки», «Химический диктант», «Химическое кодирование», «GreatChemist».

Экспериментальные результаты, применения методологии системной реконструкции структур ментального опыта, будут представлены в следующих главах. Данную схему исследования специальных химических способностей необходимо дополнить такими уровнями исследования, как психофизиологический и психофизический, и исходя из принципа дополнительности, соотнести полученные результаты на всех уровнях. Но это тема отдельных фундаментальных исследований. Применительно к специальным химическим способностям более или менее ясно, что и как надо исследовать на психологическом уровне, но вопрос, как это сделать на уровне психофизиологии и психофизики, остается открытым.

Глава 3

Химические способности как психическая реальность и их развитие

Основная проблема, которой посвящена данная и последующие главы, состоит в экспериментальном обосновании положений дифференционно-интеграционной концепции специальных способностей и методологии системной реконструкции структур ментального опыта субъекта на примере раскрытия природы специальных химических способностей, что предполагает: 1) теоретико-эмпирическое обоснование существования специальных (химических) способностей; 2) эмпирическое обоснование положения о ментальных структурах как психических носителях способностей.

Вопрос о химических способностях одним из первых поднял Д. А. Эпштейн (1963): способности к химии существуют как сочетание свойств человека: «химическая голова» плюс «химические руки»; не хватает способа, позволяющего выявить «химическую голову» и отличить «химические руки» от «нехимических».

На основе анализа философских проблем современной химии, анализа специфики химии как объекта деятельности (§3.1), особенностей деятельности и личности великих химиков разных эпох, существующих психолого-педагогических и собственных эмпирических данных (§3.2) мы можем выдвинуть гипотезу о существовании специальных химических способностей.

3.1. Химия как объект деятельности

Исходная специфичность психического процесса состоит в его предметности, в его формулируемости в терминах свойств его объекта. Поэтому субстрат психики и его объект «связаны <...> воедино в туго завязанный узел» (Веккер, 1974, с. 18). Без анализа объек-

та невозможно ни понять содержание психического отражения, ни охарактеризовать субъекта и формы его активности (Барабанщиков, 2005, с. 18).

Познать природу тех или иных специальных способностей – значит понять, какие именно специфические особенности объекта запечатлеваются в субъекте и как при этом изменяются процессуально-результативные характеристики человека как целостной системы.

Химия относится к числу естественных наук, изучающих окружающий нас мир со всем богатством его форм и многообразием явлений. Мир материален. Все существующее представляет собой различные формы движущейся материи. Диалектико-материалистическое понимание материи состоит в том, что материя «есть философская категория объективной реальности, которая дана человеку в ощущениях его, которая копируется, фотографируется, отображается нашими ощущениями, существуя независимо от них» (Ленин, 1967, с. 131). Движение рассматривается нами вслед за Ф. Энгельсом как «способ существования материи, как внутренне присущий материи атрибут», который обнимает собой все происходящие во вселенной изменения и процессы, начиная от простого перемещения и кончая мышлением: «Взаимное воздействие друг на друга и есть именно движение» (Энгельс, 1982, с. 50, 51). Обязательным следствием взаимодействия является причинение взаимных изменений (Лосский, 1917; Данилкин, Сарсенов, 1975). Движение как постоянное изменение присуще материи в целом и каждой мельчайшей ее частице. Правомерно говорить о двух типах движения: с сохранением качества объекта и с изменением качественного состояния. Каждому уровню организации материи соответствует своя форма движения; между формами движения существует генетическая связь, т. е. высшая форма движения возникает на базе низших форм; высшие формы качественно специфичны и не сводимы к низшим (Фролов, 1989). Специфика взаимодействия объектов на разных уровнях движения материи, состоит в том, что при физическом взаимодействии субъект изменяет объект; при химическом – происходит качественное изменение субъекта и объекта (они исчезают в своем прежнем качестве); при физиологическом – субъект ассимилирует объект; при психологическом – субъект имеет для себя объект, оставляя этот объект в полной неприкосновенности. Отдельные формы движения материи изучаются разными науками. Физика рассматривает наиболее общие законы Вселенной, биология изучает самое интересное

во Вселенной – жизнь, а химия изучает то, из чего построены объекты окружающего мира, – вещества (В. В. Еремин, 2010). Из всех известных химии веществ лишь небольшая доля (несколько процентов) имеется в природе, остальные вещества – продукт деятельности химии. Физика и биология изучают то, что создано природой, химия – главным образом то, что создано ею же. Химия как наука изучает химическую форму движения материи (Зенин, 1975; Фролов, 1989; Энгельс, 1982).

Химия и физика.

Проблема редукции химии к физике

Попытки сведения химических процессов к физическим имеют давнюю историю. Еще в античном мире пытались объяснить многообразие мира за счет простого механического смешивания компонентов. Однако Аристотель (2008) указал, что отличие механического смешивания от химического взаимодействия заключается в образовании новых веществ.

Р. Бойль объяснял химические явления с помощью механических моделей. И. Ньютон высказывал предположение, что частицы притягиваются одна к другой за счет сил электростатического притяжения. М. Фарадей отвергал разграничение физики и химии, утверждая, что подобное разграничение является признаком невежества.

С другой стороны, О. Конт, В. И. Курашов (2009) подчеркивали, что в химическом явлении всегда есть нечто большее, чем просто в явлении физическом. Непримируемыми противниками редукции химии к физике выступали В. Оствальд, Н. Н. Семенов, Б. М. Кедров, А. Н. Несмеянов, В. И. Кузнецов, В. И. Курашов, Н. И. Черемных и др. По мнению ученых, наличие химической связи в веществе – главный критерий объекта химического исследования. «Все изменения тел происходят посредством движения», – отмечал М. В. Ломоносов (1961, с.12), и «никакое изменение смешения в химии не может последовать без изменения сцепления частиц» (1961, с. 180). Химическое взаимодействие, ведущее к образованию новых связей, включает электромагнитные взаимодействия, но не сводится к ним. С. В. Зенин (1975, с. 142), исследуя этапы химического взаимодействия, отмечал, что даже простое соударение молекул не может быть объяснено только электромагнитным взаимодействием, поскольку различные молекулы могут находиться друг возле друга в течение

разного времени. А прибор, рассчитанный на регистрацию именно электромагнитных изменений химического объекта, не может регистрировать какие-то другие. Об этом писал Ф. Аквинский: «Все измеряется только чем-то из своего собственного рода, как, например, длина измеряется длиной, а число – числом» (Аквинский, 2001, с. 66). На этот факт обращал внимание Г. Гегель: «...в собственно электрических явлениях химическое отсутствует, а потому оно там и не воспринимается, – химическое может быть воспринято лишь в химическом процессе» (Гегель, 1975, с. 331). Описывая гальванический процесс, Г. Гегель отмечает, что встречающиеся в химическом процессе изменения удельного веса, сцепления, фигуры, цвета, кислотных, едких, щелочных и других свойств оставляются физиками без внимания, все исчезает в абстракции электричества, пусть же перестанут упрекать философию в «абстрагировании от частного и в пустых отвлеченностях, раз физики позволяют себе забыть о всех перечисленных свойствах телесности ради положительного и отрицательного электричества» (Гегель, 1975, с. 330).

Ф. Энгельс видел различия физической и химической форм движения материи в следующем: «В механике мы не встречаем никаких качеств, а в лучшем случае состояния, как равновесие, движение, потенциальная энергия <...> в физике тела рассматриваются как химически неизменные... Химию можно назвать наукой о качественных изменениях тел, происходящих под изменением количественного состава» (Энгельс, 1982, с. 46–47). Г. Гегель подчеркивал: «Тела изменяются в химическом процессе не поверхностно, а всесторонне: в нем исчезают все свойства – сцепление, цвет, блеск, непрозрачность, звук, прозрачность... Именно в химическом процессе <...> тело обнаруживает мимолетность своего существования <...> химический процесс <...> и есть диалектика» (Гегель, 1975, с. 357). Химические отношения характеризуются качественно-количественной определенностью (например, кислоты различаются между собой по своим количественным и качественным отношениям насыщения какой-нибудь щелочью), электрическое отношение «вовсе не содержит в себе такого рода определенности» (Гегель, 1975, с. 329).

В. А. Энгельгардт, анализируя процесс образования гликогена из глюкозы, пишет: «...часть, ранее бывшая самостоятельной, перестает существовать как таковая, становится компонентом внутренне объединенного интегрального целого. Возникает нечто новое, ра-

нее не существовавшее, со свойственными ему новыми качествами» (Энгельгардт, 1984, с. 208).

П. М. Зоркий (1996, с. 20) убедительно показал, что химические соединения построены не из индивидуальных атомов, а из атомных остовов, связанных обобществленным электронным континуумом, обеспечивающим особую целостность химических систем и несводимость их свойств к свойствам составляющих их компонентов. *Дискретность и насыщаемость валентностей, обменное взаимодействие между ядрами, приводящее к обобществлению электронов, как моменты химического взаимодействия не имеют аналогов в физических процессах.*

По мнению Н. Н. Семенова, основными принципами химии, не сводимыми к законам физики, из которых могут быть выведены все химические закономерности, являются: принцип электронного строения молекулярных систем; учение о взаимосвязи строения и свойств молекулярных систем; учение о реакционной способности химических соединений; концепция единства химических явлений.

Н. Н. Семенов отмечает, что сущностью химического, образующего мост между объектами физики и объектами биологии, является химический процесс, рассматриваемый в современной химии как кинетический континуум множества веществ. Известны многообразные формы существования химических соединений: молекула, молекулярный комплекс, макротела, монокристалл, сольватный комплекс и др. Исследования последних лет показали, что изменение агрегатного состояния вещества, которые раньше рассматривали в качестве яркой иллюстрации физического процесса, не всегда можно считать лишь физическим. Часто этот процесс сопровождается образованием межмолекулярных химических связей за счет обобщения электронов в своего рода межмолекулярные орбитали. В настоящее время в недрах учения о химическом процессе зарождается новая концептуальная система химии – эволюционная химия. Теория саморазвития открытых каталитических систем А. П. Руденко (1969, 1983) показала существование особых объектов с неравновесной структурной и функциональной организацией, способных к прогрессивной химической эволюции (например, явление самосовершенствования катализаторов в реакциях, которые обычно приводили к дезактивации). Теоретические исследования необратимых химических процессов И. Пригожина (2008) позволили выявить концептуальные особенности «химического времени»:

все реальные химические процессы необратимы. Уравнения квантовой механики описывают процессы как обратимые, в них различия между прошлым, настоящим и будущим отсутствует. Необратимое время химии невозможно свести к идеализации времени, лежащей в основе квантовой и классической механики.

Необратимость реальных химических процессов задает «направление времени» и предполагает невозможность иного порядка связи состояний, чем тот, который задан в данной системе. Центральным звеном механизма химической реакции является переходное состояние: развертка структуры реагирующих веществ во времени. В понятии «переходное состояние» стирается грань между химической частицей и химической реакцией; оно и то и другое. В эволюционных теориях начинает формироваться концепция нелинейного времени предполагающая неравномерность, наличие временных циклов, разнонаправленное взаимодействие прошлого, настоящего и будущего.

В последнее время появляется все больше работ, доказывающих абсолютную невозможность сведения химии к физике (Hoffmann, Laszlo, 1991; Курашов, 2009): установлена «техническая» невозможность такого отождествления – она состоит в непреодолимых вычислительных трудностях решения задач химии, сформулированных на языке физики; «органическая» – обусловлена целостными свойствами химических процессов и веществ; «логическая» – связана с разной логикой наук (для метода физики на первом месте стоят измерение и измерительный инструмент, а затем логический анализ и математическое описание; для метода химии на первом месте стоит химическое инструментальное и практическое искусство с логическим анализом результатов), и с ограниченными возможностями конечного логического аппарата; «лингвистическая» – невозможность без потерь перевести на язык физики своеобразный понятийно-терминологический аппарат, сформировавшийся в длительном историческом периоде развития химии.

Вопрос о «границах» химии

Трудность определения границ демаркации химии связана не только с проблемой выявления качественной специфики, присущей данному структурному уровню движения материи, но и тем, что в недрах одной формы движения материи создаются предпосылки для формирования качественных специфик, присущих другому уровню.

О. С. Сироткин, раскрывая существо и индивидуальность фундаментальных понятий химии, подчеркивает, что химия начинается с химического соединения (вещества), а не с атома: «Атом – вещество физического, а не химического уровня, то есть между физикой и химией стало возможно наконец-то провести четкую границу» (Сироткин, 2003, с. 28). «Высшим уровнем химизма» (Руденко, 1983, с. 2656), верхней границей химии является учение о химической эволюции, за которым начинается биология. Из всех возможных химических объектов только элементарные открытые каталитические системы (ЭОКС) обладают таким уникальным свойством, как первичный естественный отбор на существование, что роднит их с биологическими системами (Руденко, 1983). Но если в неорганическом мире обратная связь между «следствиями» (конечными продуктами) нелинейных реакций и породившими их причинами встречается редко, то для биологических объектов она является скорее правилом. Сравнительный анализ процессов самоорганизации в живой и неживой природе, по данным И. Пригожина и И. Стенгерс (2008, с. 137), позволяет выделить следующие отличия (таблица 11).

Таблица 11
Особенности процессов самоорганизации
в неживой и живой природе

Природа	«Неживая»	«Живая»
Молекулы, участвующие в реакциях	Простые	Весьма сложные и специфичные
Механизмы реакций	Сложные	Простая схема реакции

У биологических систем есть прошлое, образующие их молекулы – итог предшествующей эволюции; они были отобраны для участия в автокаталитических механизмах, призванных породить весьма специфичные формы процессов организации (Пригожин, Стенгерс, 2008).

Специфика количественных отношений в химии

Математика для химика – это, в первую очередь, полезный инструмент для решения многих химических задач. Поскольку химия имеет дело не с абстрактными величинами, а с конкретными свойствами атомов и молекул, подчиняющихся естественным природным

ограничениям, то применяемые в химии математические методы решения задач должны иметь химический смысл.

В. В. Еремин (2010, с. 64–67) выделяет следующие ограничения, накладываемые химией на решение математических задач:

1. Число атомов в молекуле должно быть положительным целым числом.

Например, для математиков уравнение $12x + y = 16$ описывает прямую линию на плоскости и имеет бесконечно много решений. А для химиков выражение $12x + y$ описывает молекулярную массу углеводорода C_xH_y . Молекулярную массу равную 16 имеет единственный углеводород – метан CH_4 , поэтому только одно решение данного уравнения обладает химическим смыслом: $x = 4, y = 1$.

2. Одно из ключевых понятий химии – валентность – почти всегда является положительным целым числом. Это накладывает ограничения на химические формулы, валентность элементов в которых имеет верхнюю и нижнюю границы.
3. Многие физические величины, используемые для описания химических веществ и реакций, могут принимать только неотрицательные значения массы, объема, концентрации, скорости реакции и т. д. Например, химикам приходится часто решать задачи на расчет состава равновесной системы, описываемые полиномиальными уравнениями относительно доли превращения исходных веществ в продукты. Известно, что полином n -степени имеет ровно n корней, среди которых могут быть и комплексные. Однако во всех уравнениях, возникающих в химии, только один корень будет иметь химический смысл.
4. В химии нет иррациональных чисел, имеющих бесконечное число знаков в десятичной записи. Химия как экспериментальная наука оперирует с результатами измерений, выраженных целыми или дробными числами, но с конечной точностью, как правило, не более четырех знаков после запятой.
5. В химии нет понятия «бесконечность». Самые большие числа, используемые химиками, согласно В. В. Еремину, – число атомов в видимой Вселенной оценивается как 10^{80} , на Земле – 10^{50} , в человеческом организме $\sim 10^{27}$. Аналогично в химии нет и бесконечно малых величин. Каждая физически малая величина – время,

энергия, масса, расстояние – имеет конечное значение, которому присущ химический смысл. Например, время в химии ограничено снизу значением 10^{-14} с характеризующим самую быструю реакцию: $H + H = H_2$. Минимальное значение расстояния $\sim 10^{-10}$ м (характерный размер атома), меньшие значения, с точки зрения химии, не имеют смысла. С той точностью измерения, которая принята в химии, производная $f'(t)$ примерно равна отношению приращений $\Delta f/\Delta t$: $f'(t) - \Delta f/\Delta t \approx 0$.

В химии достаточно часто встречаются системы уравнений, которые невозможно математически точно решить в явном виде, поэтому в химии существуют свои специфические приемы, позволяющие упростить систему, например, определенные правила, по которым можно рассчитать производные и найти искомые функции (в физической химии – прием «составления фазового портрета»). Открытие целого класса колебательных реакций – реакций Белоусова-Жаботинского оказало значительное влияние на развитие теории устойчивости дифференциальных уравнений. Абстрактные задачи, возникающие в химии, приводят к появлению новых областей математики. Так, математики до сих пор работают над доказательством основополагающего для химии второго закона термодинамики, справедливость которого для химиков вытекает из всех известных экспериментальных данных о химических веществах и процессах.

Как мы видим, специфика качественно-количественных отношений химии обуславливает определенные ограничения математических закономерностей.

3.2. Химик как субъект деятельности

Изменения в составе и строении ментального опыта в значительной степени обусловлены активностью человека как субъекта деятельности. Обращение к исследованию субъекта, открывает возможность изучать поведение, деятельность как опосредованные внутренним миром человека, его субъективным выбором и предпочтениями. Субъект на каждом этапе своего развития выступает как носитель сложной многоуровневой системы психической организации (Сергиенко, 2007). Субъектный подход в психологии способностей обосновывает необходимость исследования «внутренних условий» интеллектуальной деятельности, в том числе субъективного опыта, который «изнутри» инициирует и регулирует индивидуально-свое-

образный характер предпосылок и проявлений интеллектуальной активности (Холодная, 2008).

Прежде чем приступить к анализу химика как субъекта деятельности, необходимо определить, кого мы называем «химиком». Истинный химик, согласно М. В. Ломоносову (1961), должен быть теоретиком и практиком. Настоящий химик всегда «чувствует вещество» (Еремин, 2010). Для химиков характерна склонность к профессиям «человек-вещество». К этой сфере деятельности, согласно Л. А. Коробейниковой и В. Г. Лисичкину, можно отнести людей, чья профессиональная деятельность связана с преобразованием и переработкой веществ, получением материалов, т. е. металлургов, нефтепереработчиков, фармацевтов, химиков и т. д. Авторы подчеркивают, что химические способности существовали и до становления химии как науки и «проявлялись в склонности к манипулированию веществом ради использования его полезных свойств» (Лисичкин, Коробейникова, 2003, с. 69). Иными словами, те люди, которые в настоящее время стали скорее бы всего химиками, в прошлом становились ювелирами, аптекарями, гончарами, виноделами, кулинарами, железных дел мастерами и т. д. Химиками по праву можно называть тех людей, чья деятельность непосредственно связана с веществом и его превращениями, в связи с этим не все обладатели диплома химика являются химиками. Химикам присущ уникальный, характерный только для них взгляд на окружающий мир, состоящий в уникальном сочетании абстрактных и наглядных представлений (Эпштейн, 1963; Еремин, 2010). Особенность химического мышления состоит в образных и модельных представлениях о веществах и химических реакциях на уровне микромира. Такое мышление плюс аккуратные, тонко чувствующие руки, плюс особое чувство вещества и химического процесса – основа психологического портрета химика, непосредственно работающего с веществом (Коробейникова, 1991). Истинными химиками следует считать тех химиков, кто рассматривает процессы превращения на молекулярном уровне организации вещества. Типичные представители химиков – «химики-синтетики».

Если обратиться к анализу биографий выдающихся химиков (Волков, Вонский, Кузнецова, 1991; Манолов, 1976; Вудворд, 1998; Гумилевский, 1965; Кедров, 1977; Марковников, 1887; Соловьев, 1981, 1984, 1989; Трифонов, 2004; Харгиттаи, 2003; и др.), то можно выделить такие особенности как: способность видеть целое, прежде его

частей; широкая химическая эрудиция; хорошая память на химическую информацию; универсальность восприятия веществ, процессов, методов (способность увидеть общность механизмов, общность строения, общие закономерности получения и др.); разносторонние интересы и способности; сочетание теоретических и экспериментальных способностей; *способность разнородное объединять в единое целое*, а сложное расчленять на простые элементарные части; оригинальность мышления; целеустремленность и высокая энергичность деятельности; особая тщательность проведения исследований; остроумность решений и т. д. Данный перечень свойств и качеств личности, вероятно, присущ многим выдающимся деятелям, за исключением одной важнейшей особенности – *все эти свойства и качества памяти, ума, интуиции, воображения и пр. направлены на мир химических взаимодействий и опосредованы им*. Именно поэтому в футбольном мяче «видится» молекула бакминстерфуллерена (Харгиттаи, 2009, с. 451), а в змее, кусающей себя за хвост, – строение бензола. Это особое восприятие мира мы увидим при анализе выполнения методики креативного мышления Е. Торренса в группах испытуемых с разным уровнем успешности в химии (см. § 3.2.6).

Что касается личностных особенностей, то такие черты личности как добросовестность, точность и аккуратность в делах, особая тщательность в подготовке эксперимента, надежность, серьезность отношения к жизни и к работе, желание перепроверять в лаборатории свои и чужие экспериментальные данные, являются неотъемлемыми свойствами личности не только выдающихся химиков прошлого и современности, но успешных студентов-химиков (см. § 3.2.7).

Основные мыслительные действия химика: выбор объекта изучения – вещества, свойства веществ, превращения веществ и явления, сопровождающие эти превращения; анализ качественного и количественного состава вещества; изучение свойств веществ; классификации веществ; кодирование и декодирование качественного и количественного состава, химических процессов и явлений, используя семиотическую систему химического языка; прогнозирование – способность на основании качественного и количественного состава вещества предсказывать свойства, а по свойствам определять качественный и количественный состав вещества и разрабатывать способ его получения.

Характерной особенностью биографий многих творцов классической химии является то, что интерес к химическим исследо-

ваниям появлялся у них «с малых ногтей» (Зефирова, 2007, с. 35). В разные возрастные периоды будущих великих химиков привлекали разные особенности химической формы движения материи: раннее детство – интерес к минералогии, к внешним свойствам вещества; отрочество и юношество – химический процесс; известные случаи проявления интереса в зрелом возрасте (К.Л. Бертолле, Дж.Л. Пристли, Н.Н. Зинин).

Среди 134 Нобелевских лауреатов по химии (Волков, 1991) – три женщины (Мария Склодовская-Кюри, Ирен Жолио-Кюри, Дороти Кроуфут-Ходжкин). Самыми молодыми лауреатами по химии являются Ф. Жолио-Кюри (35), Э. Резерфорд (37), Р. Кун (37). В возрасте 83 лет получил Нобелевскую премию Ч. Педерсон, в 82 года – Г. Виттиг. Чаще всего Нобелевская премия по химии присуждается ученым в возрасте 50–54 лет (30 чел.). Как правило, лауреаты Нобелевской премии являются долгожителями: Н.Н. Семенов – 90 лет, Л. Полинг – 93 года.

Анализ немногочисленных исследований по проблеме специальных способностей (Эпштейн, 1963; Голубева, 1991; Борецка, 1993; Очирова, 1995; Оманов, 1995; Коробейникова, 1991; Доманова, 1999; Герасимова, 1999; Рехтман, 2000; Волкова, 2002; Clark, Riley, 2001; Harle, Towns, 2011; и др.) показывает, что словосочетание «специальные химические способности» употребляется, но нечасто (см. работы Эпштейна; Коробейниковой, Домановой, Волковой).

В рамках деятельностного подхода исследователями выделяется разное число компонентов химических способностей: Д. А. Эпштейн – 7 (1963), Е. А. Коробейникова – 3 (1991), К. Борецка – 7 (1993), М. А. Шаталов – 6 (1998), Е. Е. Доманова – 12 (1999), Е. В. Волкова – 7 (2002). В большинстве случаев содержание данных компонентов не позволяет понять, в чем же специфика, какова сущность химических способностей. Например, содержание компонента «химическая голова» в равной степени применима и для других специальных способностей, например, математика, кулинара, слесаря, медика и др.

Если обратимся к компоненту «чувство вещества», то увидим его в составе способностей повара, слесаря, медика. Так, согласно Е. А. Климову (1996), повар должен учитывать изменения цвета, твердости объекта труда, ориентироваться в специфических шумах, обладать тонкой вкусовой и обонятельной чувствительностью. Слесарь должен четко слышать и оценивать специфические шумы, из-

даваемые рабочим инструментом и обрабатываемым материалом; запахи, температурные и вибрационные раздражители.

Трактовка компонента «химические руки» может быть применена к деятельности слесаря, швеи, музыканта и др.

В рамках функционального подхода к исследованию специальных способностей химиков исследователи пытаются сопоставить значимость тех или иных психических функций в деятельности физика, химика и ботаника, выделяя для химика в качестве важнейшей психической функции пространственное воображение (Лисичкин, Коробейникова, 2003). Однако субъективные и компаративные результаты исследования этих авторов на представительной выборке химиков-профессионалов показали, что пространственное воображение занимает лишь восьмое место в ранговой последовательности базовых способностей химиков. К тому же в исследованиях Т. Солтхауза и Д. Митчелл (Salthouse, Mitchell, 1990) показано, что уровень компетентности может не соответствовать базовым способностям: результаты психометрических тестов на зрительно-пространственные способности, диагностирующие различия между молодыми архитекторами и неархитекторами, не выявляют значимых различий у людей более старшего возраста. Как мы видим, деятельностный и функциональный подходы приводят к иллюзии исчезновения химических способностей как психической реальности, не позволяют понять, в чем состоит своеобразная «профессиональная картина мира», «своеобразный тип сенсорно-перцептивной организации поведения» (Климов, 1996).

Химическая направленность ума

Под понятием «умственная направленность» подразумевают индивидуальный почерк в решении задач, границы мыслительной обработки материала, предрасположенность «думать так, а не иначе», индивидуальные предпочтения субъекта в оперировании конкретными формами репрезентации предметного материала, особую наблюдательность, предрасположенность к определенным специфическим характеристикам материала и использованию тех или иных языков кодирования. Отнесение тех или иных людей к группе химиков, биологов, историков, математиков фактически «является реализацией имплицитного знания, что мышление каждого человека предметно-содержательно и качественно-специфично» (Горбачева, 2001, с. 3).

Предметная избирательность мышления – соответствие характеристик мышления индивида содержанию и логике решаемой им задачи.

Согласно А. М. Матюшкину: «Устойчивая избирательность, возможно, составляет одно из оснований развития специальных способностей...» (Одаренность и возраст, 2004, с. 20–21).

В. А. Крутецкий (1998, с. 329–330), анализируя специфику математической направленности ума, определяет ее как определенный «настрой мозга», как тенденцию выделять из окружающего мира раздражителей типа отношений и символов, как сложное индивидуально-психологическое образование, не сводимое к особенностям каких-либо познавательных процессов – восприятия, мышления – и, очевидно, близкое к понятию «установки» грузинских психологов. По мнению ученого, направленность ума включает познавательную, эмоциональную и волевую стороны математической деятельности. Однако Е. И. Горбачева уточняет: общим между мотивом, установкой и предметной избирательностью мышления является то, что предметное содержание переживается субъектом. Отличие состоит в том, что мотив характеризует динамический момент содержательной деятельности, избирательность – предметно-содержательную сторону мышления, установка – определяет готовность индивида реализовать тот или иной способ структурирования и применения материала без учета соответствия способов мыслительного действия содержанию материала.

Особенностью химической направленности ума является то, что *предметное содержание химии* может быть зримым, вещественным, осязаемым, оно *затрагивает всю сенсорно-перцептивную организацию человека*. Об этом писал И. И. Бехер: «Химики – странный народ, движимый практически маниакальным импульсом искать наслаждение среди паров и дыма, копоти и пламени, яда и нищеты. И все же среди этого зла я, кажется, живу так сладко, что скорее умру, чем поменяюсь местами с королем Персии» (цит. по: Strathern, 2000, р. 5). Р. Б. Вудворд говорил, что хотя ему и «нравилась формальная красота математики, ее точность и элегантность, ей не хватало ощущения материи, которое играет такую важную роль в моей привязанности к химии. Я люблю кристаллы, красоту их формы и процесс их выделения; жидкости как дремлющие в своей скрытой силе, так и взрывающиеся вверх в процессе перегонки; клубящиеся дымы; запахи – хорошие и плохие; цветковые радуги; сверкающую посуду всех размеров и форм. Многое из того, что я смог придумать

в химии, не могло бы осуществиться, не будь всех этих вещей – физических, зримых, осязаемых, воспринимаемых органами чувств» (цит. по Вудворд К., 1998, с. 16).

Особенностью слуха музыканта является высокий уровень звуковысотной различительной чувствительности, восприятия художника – чувство формы. Математик обращает внимание на математическую сторону явлений, безотносительно к качеству материала. «Одно и то же положение, – писал Ф. Аквинский, – что земля кругла, доказывают и астролог, и натурфилософ; но астролог посредством математики, т. е. абстрагируясь от материи; натурфилософ же – посредством рассмотрения, связанного с материей» (Аквинский, 2001, с. 35).

Химик смотрит на мир сквозь призму вещества, т. е. качественных изменений задающих и определяющих диапазон количественных изменений. Поэтому ключевой особенностью химической направленности ума является высокий уровень сенсорно-перцептивной различительной чувствительности, лежащий в основе особого «ощущения материи», затрагивающий *все сенсорно-перцептивные системы.*

Результаты экспериментального исследования, представленные в таблицах 12 и 13, групп студентов, лучше и хуже успевающих по химическим дисциплинам, и групп студентов, отобразивших и не отобразивших химические образы в невербальной батарее Торренса¹, показывают значимые различия времени различения стимул-объектов в основном только по сенсорным и перцептивным дифференцировкам.

В то время как данные, полученные по этой методике на таких выборках, как одаренные дошкольники (Иванова, 1999), учащиеся младших классов общеобразовательных школ (Винокурова, 1999), учащиеся 9-х классов средней школы (Гриценко, 1997), студенты физики IV курса педагогического института (Завалина, 1998), студенты математики и филологи IV курса педагогического колледжа (Боровик, 2002), учащиеся 4-х классов художественной школы (Юшко, 1997), учащиеся выпускных классов музыкальной школы и школы искусств (Логанова, 2001), показали наибольшие и статистически значимые различия между лучше и хуже успевающими школьниками и студентами в семантических дифференцировках. Обобщая результаты данных исследований, Т. А. Ратанова указывает на «ключе-

1 Далее, испытуемых, отобразивших и не отобразивших химические образы в невербальной батарее Торренса, мы будем именовать «отобразившие» и «неотобразившие». Эти данные представлены в § 3.2.6.

чевую роль в успешности обучения дискриминативной способности мозга в области семантических отношений» (2004, с. 33–56).

Полученные результаты согласуются с исследованиями Б. Б. Косова, в которых показано, что различимость объектов для индивида имеет не только ситуативные, но и достаточно глубокие психофизиологические основания и «из двух различительных признаков воспринимаемых объектов более действенный признак для данного испытуемого <...> связан с более высокой различительной чувствительностью по этому признаку, чем чувствительностью по другому, менее действенному» (Коссов, 2003, с. 56). Таким, более действенным признаком для успешных химиков является более высокая сенсорно-перцептивная различительная чувствительность. Таким образом, в становлении химической направленности ума ключевую роль может играть дискриминативная способности мозга в области сенсорных и перцептивных отношений, лежащая в основе высокой сенсорно-перцептивной чувствительности (чувства вещества).

Своеобразие сенсорно-перцептивной организации поведения состоит в том, что на основе обонятельной, зрительной, осязательной, слуховой, вкусовой стимуляции медик строит модель заболевания; слесарь ставит технический диагноз (нормальность или ненормальность работы оборудования); повар устанавливает соответствие вкусовым и обонятельным эталонам; *химик же на основе сенсорно-перцептивной информации реконструирует микромир химических взаимодействий и, опираясь на особенности этих взаимодействий на уровне микромира, воссоздает сенсорно-перцептивную информацию на уровне макромира.* Таким образом, своеобразие сенсорно-перцептивной организации поведения и деятельности субъекта определяется специфическими особенностями реконструкции на основе сенсорно-перцептивной информации объекта деятельности в «событии» объекта и субъекта деятельности.

Химическая направленность ума – это не только «ощущение материи», это еще и особый интерес к составу, свойствам, превращениям веществ и явлениям, сопровождающие эти превращения. Это способность от внешне наблюдаемых характеристик вещества и его изменений переходить к рассмотрению его внутреннего строения и кодировать эту информацию при помощи химических знаков и символов (и наоборот).

М. В. Ломоносов в работе «Слово о пользе химии...» так определяет сущность химической направленности ума: «Химик требуется

Таблица 12

Показатели времени дифференцирования стимул-объектов
в группах лучше и хуже успевающих по химическим
дисциплинам студентов 2-го курса

№	Название показателя	Средние значения показателей – время дифференцирования (с)		Значение t-критерия Стью-Дента	Значимость различий по U-критерию Mann-Whitney
		В группе лучше успевающих по химическим дисциплинам (ср. хим. $\geq 4,75$) – 42 чел.	В группе хуже успевающих по химическим дисциплинам (ср. хим. $< 4,75$) – 289 чел.		
Сенсорные дифференцировки					
1	Простая, 1 проба	17,58	19,25	-2,260*	0,028
2	Простая, среднее	16,53	17,90	-2,872**	0,041
3	Сложная, 1 проба	16,96	18,99	-3,608***	0,002
4	Сложная, среднее	16,06	17,54	-3,246***	0,007
Перцептивные дифференцировки					
5	Простая, 1 проба	15,51	17,50	-3,140**	0,002
6	Простая, среднее	14,92	16,42	-2,770**	0,005
7	Сложная, 1 проба	20,85	23,80	-3,103**	0,002
8	Сложная, среднее	18,73	20,35	-2,146*	0,010
Тождество-различие					
9	Простая, 1 проба	26,41	28,35	-2,104*	0,030
10	Простая, среднее	22,18	23,00	-1,360	0,263
11	Сложная, 1 проба	32,14	32,46	-0,246	0,893
12	Сложная, среднее	25,01	25,92	-1,127	0,397
Семантические дифференцировки					
13	Простая, 1 проба	24,31	25,96	-2,450*	0,062
14	Простая, среднее	21,90	22,81	-1,834	0,213
15	Сложная, 1 проба	28,85	30,26	-1,673	0,152
16	Сложная, среднее	25,69	26,25	-0,758	0,785
Личностные дифференцировки					
17	Простая, 1 проба	36,8049	38,8034	-1,705	0,134
18	Простая, среднее	30,2834	31,4312	-1,394	0,240
19	Сложная, 1 проба	42,9756	45,2028	-1,373	0,429
20	Сложная, среднее	36,0072	36,7742	-0,548	0,585
Все дифференцировки					
21	Простая, 1 проба	24,1317	25,9579	-3,059**	0,014
22	Простая, среднее	21,1662	22,3105	-2,611*	0,058
23	Сложная, 1 проба	28,2610	30,1209	-2,228*	0,071
24	Сложная, среднее	24,3067	25,3946	-1,692	0,105
25	Число химических образов в невербальной батарее Торренса	1,48	0,61	3,577***	0,000

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

Таблица 13

Показатели времени дифференцирования стимул объектов в группах отразивших и неотразивших химические образы студентов второго курса

№	Название показателя	Средние значения показателей – время дифференцирования (с)		Значение t-критерия Стьюдента
		В группе отразивших химические образы (105 чел.)	В группе не отразивших химические образы (179 чел.)	
Сенсорные дифференцировки				
1	Простая, 1 проба	18,2	19,22	-2,152*
2	Простая, среднее	18,86	18,04	-2,767**
3	Сложная, 1 проба	17,84	18,97	-2,215*
4	Сложная, среднее	16,5	17,62	-2,896**
Перцептивные дифференцировки				
5	Простая, 1 проба	16,15	17,7	-3,503***
6	Простая, среднее	15,37	16,51	-3,091**
7	Сложная, 1 проба	22,07	23,86	-2,34*
8	Сложная, среднее	19,19	20,47	-2,238*
Тождество-различие				
9	Простая, 1 проба	27,5	28,67	-1,547
10	Простая, среднее	22,23	23,47	-2,310*
11	Сложная, 1 проба	31,98	32,82	-0,871
12	Сложная, среднее	25,58	26,17	-0,970
Семантические дифференцировки				
13	Простая, 1 проба	25,91	25,49	0,640
14	Простая, среднее	22,47	22,74	-0,572
15	Сложная, 1 проба	30,14	29,92	0,303
16	Сложная, среднее	26,09	26,13	-0,078
Личностные дифференцировки				
17	Простая, 1 проба	38,44	38,44	0,001
18	Простая, среднее	31,66	31,04	0,856
19	Сложная, 1 проба	45,74	44,23	0,887
20	Сложная, среднее	36,52	36,67	-0,147
Все дифференцировки				
21	Простая, 1 проба	25,24	25,88	-1,157
22	Простая, среднее	21,72	22,35	-1,516
23	Сложная, 1 проба	29,55	29,9	-0,466
24	Сложная, среднее	24,79	25,44	-1,287

* P ≤ 0,05, ** P ≤ 0,01, *** P ≤ 0,001.

не такой, который только из одного чтения книг понял; но который собственным искусством в ней прилежно упражнялся, <...> который, в изобретениях и в доказательствах привыкнув к Математической строгости, в Натуре сокровенную тайну точным и непоползновенным языком вывести умеет. Бесплезны тому очи, кто желает видеть внутренность вещи, лишаясь рук к отверстию оной. Бесплезны тому руки, кто к рассмотрению открытых вещей очей не имеет. Химия руками, Математика очами Физическими по справедливости называться может. <...> обе в исследовании внутренних свойств телесных одна от другой необходимой помощи требуют...» (1961, с. 162–163).

По мнению Д. А. Эпштейна: «Химик начинается лишь на той ступени познания химического превращения, когда за внешним проявлением перед ним открывается мир мельчайших частиц» (1963, с. 108).

Е. Е. Доманова (1999, с. 67–68) определяет «химическое видение мира» как способность замечать и объяснять химические процессы и явления в повседневной жизни и «включенность» в химический мир.

И. В. Рехтман, изучая психологические условия полноценного усвоения химии в школе, способы формирования основных действий и понятий для данного предмета, обнаружила специфически предметное действие – «переход от макроуровня наблюдений за химической реакцией к микроуровню ее атомно-молекулярного описания на языке химических формул и уравнений (и обратно)» (Рехтман, 2000, с. 8).

Обратимся к таблице 14, в которой представлены результаты экспериментального исследования по разработанной нами методике прямого шкалирования основных компонентов общих и специальных способностей «МИКОСС». В данном эксперименте испытуемым предлагалось оценить актуальный и желаемый уровень развития определенных качеств личности.

Как мы видим, в группе отлично успевающих по химическим дисциплинам студентов были выявлены более высокие показатели химической направленности ума и химического языка (способности от внешне наблюдаемых характеристик вещества и его изменений переходить к рассмотрению его внутреннего строения и кодировать эту информацию при помощи химических знаков и символов), и эти различия достоверны. Оценки специальных способностей и способность оперировать химическим языком у лучше и хуже успевающих студентов достоверно отличаются, а вот значимых различий по по-

Таблица 14
Показатели методики МИКОСС
в разных группах испытуемых
(студенты 2-го курса)

№	Название показателя	Средние значения показателей – время дифференцирования (с)		Значение t-критерия Стьюдента	Значимость различий по U-критерию Mann-Whitney
		в группе лучше успевающих по химическим дисциплинам (ср. хим. $\geq 4,75$) – 32 чел.	в группе хуже успевающих по химическим дисциплинам (ср. хим. $< 4,75$) – 241 чел.		
Специальные способности					
1	Химическая направленность ума	62,62	52,93	3,452***	0,001
2	Химическая память	62,21	57,91	1,380	0,259
3	Химическая интуиция	60,71	53,85	2,054*	0,042
4	Химический язык	69,00	57,96	3,475***	0,003
5	Химическое мышление	65,62	56,21	3,489***	0,001
6	Экспериментальные способности	64,93	62,66	0,699	0,704
7	Способности осуществлять химические расчеты	69,40	58,82	3,389***	0,004
8	Самооценка химических способностей	64,73	57,19	3,107**	0,008
Общие способности					
9	Память	60,43	60,83	-0,112	0,880
10	Интуиция	59,53	62,84	-0,877	0,411
11	Мышление	68,15	62,69	2,418*	0,085
12	Языковые способности	57,84	57,83	0,003	0,905
13	Умелые руки	60,31	65,26	-1,415	0,117
14	Математические способности	60,03	51,60	2,355*	0,090
15	Способности решать задачи по физике	52,25	39,48	3,497***	0,000
16	Самооценка общих способностей	59,35	57,22	0,897	0,251

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

казателям общих способностей выявлено не было. Аналогичные различия (U-критерий) были получены в группе отобразивших (87 чел.) и не отобразивших (156 чел.) химические образы в невербальной батарее Торренса.

Итак, обобщая вышеизложенное, можно отметить следующее. Химическая направленность ума – это особая чувствительность к структурным и содержательным характеристикам химической формы движения материи, системная характеристика индивидуальной психики. Особенностью химической направленности ума как предметной ориентации мышления состоит в том, что оно затрагивает всю сенсорно-перцептивную организацию человека. Химическая направленность ума – это не только «ощущение материи», это еще и особый интерес к составу, свойствам, превращениям веществ и явлениям, сопровождающим эти превращения. Это способность от внешне наблюдаемых характеристик вещества и его изменений переходить к рассмотрению его внутреннего строения и кодировать эту информацию при помощи химических знаков и символов. Химическая направленность ума – это способность на основе сенсорно-перцептивной информации реконструировать микромир химических взаимодействий и, опираясь на умственные модели, фиксирующие особенности тех или иных химических взаимодействий, воссоздавать ту или иную сенсорно-перцептивную информацию.

Язык химического мышления

В системе языковых названий реальных вещей и событий отражается склад ума не только носителя языка, но в известном смысле и его языкового сообщества как особой этнической группы, отражается «когнитивное расчленение реальности» (Кликс, 1983, с. 158)¹.

А. Л. Лавуазье отмечал, что «нельзя ни усовершенствовать язык без усовершенствования науки, ни науку без усовершенствования

1 См. образец химического языка: «Известно химикам, что крепкие водки, растворяя в себе металлы, без прикосновения внешнего огня согреваются, кипят и опалюющий пар испускают, что чрез слитие сильной селитряной кислоты с некоторыми жирными материями не токмо страшное кипение, дым и шум, но и яркий пламень в мгновение ока восплаляется, и, напротив того, теплая селитра, в теплой же воде разведенная, дает толь сильную стужу, что она в пристойном сосуде среди лета замерзает» (Ломоносов, 1966, с. 170).

языка и что как бы ни были достоверны факты, как бы ни были правильные представления, вызванные последними, они будут выражать лишь ошибочные представления, если у нас не будет точных выражений для их передачи...», «Слово должно рождать представление, представление должно изображать факт, это три отгиска одной и той же печати» (Лавуазье, 2008, с. 224–225).

В 1785–1787 гг. по поручению Парижской академии наук Лавуазье, Бертолле, де Морво, де Фуркруа разрабатывают новую систему химической номенклатуры: «Мы давали названия так, чтобы они выражали наиболее общие, наиболее характерные свойства вещества; мы нашли в этом способ помочь памяти начинающих, которые с трудом запоминают новое слово, когда оно совершенно лишено смысла, и приучать их с самого начала не пользоваться словами, с которыми не было бы связано определенное представление» (Лавуазье, 2008, с. 228). В названиях вида указываются частные свойства, присущие исключительно данной группе индивидов, эти различия созданы самой природой. Такие термины как «масло вино-каменное», «купоросное масло», «мышьяковое масло», «цинковые цветы» ошибочны, так как порождают неправильные представления, поскольку в царстве минералов не существует ни масел, ни цветов (Лавуазье, 2008). В наименованиях свойств веществ или процессов отражается специфическое расчленение реальности, обнаруживается, что является критически важным для принятия решений и управления деятельностью, а что можно игнорировать.

Рассмотрим общее и особенное в структуре «химического языка». Как часть целого когнитивные структуры «химического языка» должны подчиняться или следовать закономерностям организации и становления структур, обеспечивающих понимание и порождение речи (Волкова, 2001, 2008). С другой стороны, необходимо отметить несводимое к какой-либо системе знаний исторически сложившееся «своеобразие языка химии, ее понятийно-терминологического и знакового аппарата», особого стиля химического мышления, химического творчества, особенных факторов в научной деятельности химика, которые невозможно оценить рациональным путем (Курашов, 2009, с. 332). Сопоставим основные речевые функции (по классификации Трубецкого) и их содержание в «химическом языке».

Функции экспликации и апелляции «химического языка» мы можем увидеть у химиков разного уровня, но что касается «экспрессии», то она ярко проявляется только у влюбленных в химию

людей¹. Существуют воспоминания о Д. И. Менделееве, в которых сообщается, что ученый разговаривал будто «глыбы языком ворочал». Однако когда затрагивались проблемы химии, речь ученого преображалась, и многие студенты, затаив дыхание, слушали его лекции. Любовью к химии околдовывала, «заражала» слушателей особая выразительность, притягательность речи Ю. Либиха.

Большинство тривиальных названий веществ (берлинская лазурь, турнбулева синь, болонские светящиеся камни, глауберова соль, чилийская селитра и т. д.) представляет собой словесное описание соединения, указывающее на происхождение вещества, способ или место его получения, свойства. Признание научных достижений ученого отражается в названиях приборов, веществ, процессов, элементов (колба Вюрца, реакция Зинина, виттерит, менделевий). Таким образом, в процессе ежедневной работы постоянно звучат имена известных химиков.

Функция *экспрессии* «химического языка» состоит в особом эстетическом отношении к действительности, способности чувствовать красоту веществ, химических процессов и отражать это в речи: «Лучшие образцы органического синтеза не могут не вызывать восхищения красотой и изяществом найденных решений» (Органический синтез, 2001, с. 550). Особенно ярко экспрессивная функция химического языка проявляется в реальных ситуациях научных лабораторий: «хорошая»/«плохая» реакция; «жесткие»/«мягкие» условия; «изящный метод»; «уходящая группа».

Функция *экспликация* «химического языка» направлена на выделение специфически предметной информации, позволяющей понять сущность химической формы движения материи: состав химических соединений (атом, пай, весовой состав); химическое взаимодействие (средство, сила сцепления, химическая реакция); типы и классы химических веществ (простое вещество, соль, кислота); свойства веществ: а) химические (кислотность, основность, щелочность), б) физические (плотность, температура кипения) (Данцев, 1991). Также следует отметить творческую составляющую функции экспликации химического языка: «Чем сложнее становились получаемые структуры, тем смелее химики проявляли фантазию, изобретая образные названия» (Курашов, 2009, с. 524). Кура-

1 По мнению студентов, вопрос «Любите ли вы химичить?» является главным критерием выявления способных химиков.

шов приводит такие примеры: осьминог, птичья клетка, футбол. Удачный термин начинает сам стимулировать развитие понятия.

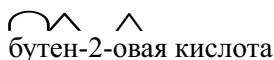
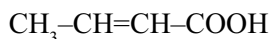
Функция *апелляции* «химического языка» отражает специфику мышления химика, способы экспериментальной и коммуникативной деятельности. В живом общении ученых проявляется деятельность по применению сложившейся системы химических знаний, в которой встречается побуждение («давай посмотрим»), оценка («трудно», «странно», «гораздо проще»); вопросы («А что это значит?»); мудрость («Первое начало: грязь сохраняется. Нельзя что-то отмыть, ничего не запачкав») (Курашов, 2009). Следует отметить, что повседневная речь химика отличается лаконизмом, упрощением, появлением исключительно удобных, хотя и не согласующихся с нормами языка слов («пронитровать», «подупарить») (Курашов, 2009).

Структура языка химии как часть целого может иметь строение, аналогичное строению структур, обеспечивающих понимание и порождение речи, и подчиняться законам системы, но вместе с тем и свои особенности. *Уровень первичных сенсорных ощущений* (звуковые впечатления) и *фонематический уровень* в языке и в предметном языке представлен одинаково, а точнее предметный язык использует эти два уровня. Однако если речь идет о кодировании, то здесь имеются различия: в языке буква (или комплекс букв) является символом звука, а в химии – буква (или комплекс букв) является символом определенного качества (Fe – железо) или особенности процесса (+ΔH – эндотермический процесс), т. е. химический знак «овеществлен». Химический знак – это иконическая репрезентация мысли (химический образ элемента), необходимо заранее знать химическое значение, чтобы правильно прочитать изображенное при помощи химических знаков и формул сообщение. Формулу вещества невозможно представить в виде теоремы. Знаковые записи формул соединений отличаются ситуативностью (для решения одних задач целесообразна структурная формула, для других – ионная и электронная, для третьих – молекулярная, или с углами связей, или с π-электронными облаками) и гибкостью (степень окисления элемента может меняться в зависимости от роли данного элемента в соединении) формул химических соединений.

Третий уровень в когнитивной структуре речи – «словарь, хранилище всех известных слов данного языка» (Чуприкова, 1997, с. 347). В словаре слова хранятся в хорошо упорядоченной системе. Такой упорядоченной системой «химического языка» может служить

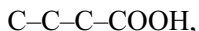
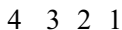
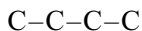
структура понятийных отношений, позволяющая связывать слова по смыслу, включать более узкие категории в более широкие (родовидовые отношения), организовывать по понятийным категориям, по причинно-следственным связям и т. д.

Четвертый уровень когнитивной структуры речи – морфемный, основная функция которого – правильное грамматическое оформление речи. Данный уровень представлен элементами слов: корни, префиксы, суффиксы, окончания – и правилами: «обобщенные типизированные образцы» (Чуприкова, 1997, с. 347), по которым осуществляется соединение слов в предложения). В «химическом языке» данную структуру можно назвать *номенклатурной*. В отличие от морфемной структуры здесь по определенным правилам той или иной номенклатуры при помощи корня, префиксов, суффиксов и локантов осуществляется не только грамматическое оформление речи, но и кодирование качественного и количественного состава, строения вещества, принадлежности к определенному классу, а следовательно, и прогнозирование возможных физико-химических свойств. Например,



локанта

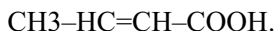
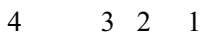
б^{ут} – четыре атома углерода последовательно соединены между собой, образуя цепь:



овая – данное соединение принадлежит к классу кислот,



ен-2– в цепи есть двойная связь от второго атома углерода:



Наличие кратной связи и функциональной карбоксильной группы дает возможность предположить, что данное соединение может проявлять химические свойства, характерные для кислот и сопряженных алкадиенов. Как мы видим, название вещества выражают «наиболее общие, наиболее характерные свойства вещества», связанные с определенным представлением (Лавуазье, 2008, с. 228).

Пятый уровень когнитивной структуры речи – «это обобщенные схемы объединения слов как сложившиеся в речевой практике обобщенно-абстрактные интегрированные единицы повторяющихся последовательностей синтаксических стереотипов» (Чуприкова, 1997, с. 347).

В химии данный уровень представлен планами обобщенного характера: что нужно знать о явлении, величине, законе, теории, технологическом процессе, планы деятельности наблюдения, эксперимента, алгоритмами решения качественных и количественных задач, описанием свойств, формулировками понятий, логикой построения доказательств (*профессиональная речь*).

Язык химии, кроме вербальной составляющей когнитивной структуры речи, представлен еще и невербальной составляющей, т. е. кодирование научной информации может происходить не только в словесной, знаковой форме, но и при помощи таблиц, графиков, диаграмм, схем, чертежей, эскизов, рисунков, моделей, объектов, планов экспериментов, *образа вещества* («ощущение связи свойства вещества с его составом» – Загорский, 1997, с. 5) и образа химического процесса. Название вещества у образованного химика мгновенно вызывают зрительную ассоциацию – структурную формулу. Формула строения вещества *вскрывает внутреннюю природу материи*, из которой построено данное вещество (Вант-Гофф, 2008, с. 255).

В процессе развития науки чем глубже и тоньше отражалась химическая форма движения материи в сознании ученых, тем точнее и определенной становился язык химии: от образного языка алхимии к более систематизированным формам тривиальных названий химических веществ, и на сегодняшний день «химики могут испытывать своеобразное чувство гордости от того, что имеют свой, хорошо разработанный, понятный широкому кругу специалистов язык» (цит. по: Курашов, 2009).

В когнитивной структуре языка химии используются элементы когнитивных структур других предметных знаний. Например, из математики в химии используются: структура десятичной системы

счисления со схемой иерархии разрядов; обобщенная схема соотношения компонентов прямых и обратных операций; обобщенные схемы анализа задач, позволяющие выделять условия, отношения величин, вопрос и направление решения не только в прямых, приведенных, но и в косвенных, неприведенных задачах; топологические структуры.

Для изучения химии «необходимо <...> хотя бы поверхностное знакомство с физикой» (Берцелиус, 2008, с. 242). Д. И. Менделеев в первой главе «Основы химии» поместил несколько важнейших для химика сведений из физики (2008, с. 251). Для того чтобы успешно учиться по математике, физике и химии, нужно обладать развитым формально-символическим, пространственным и вербальным интеллектом (Дружинин, 1999, с. 264). Тем не менее невозможно идеальным образом (без потерь) свести язык химии к языку математики, физики или какой-либо другой научной системе. Специфика языковых структур химии состоит в историчности, эвристичности, образности, «овеществленности», запечатленности природы химической формы движения материи как объекта деятельности.

Существование «химического языка» как психической реальности подтверждается не только теоретическими выкладками, но и экспериментальными данными, выявившими достоверные различия высокой значимости между показателями «химического языка» в группах студентов 2-го курса с разным уровнем успешности в химии ($T = 3,489^{***}$) и отсутствие данных различий между показателями «языковые способности» ($T = 0,003$).

Химическое мышление

Мышление является предметом изучения многих наук – логики, лингвистики, психологии, кибернетики. Однако, как справедливо отмечает Л. М. Веккер (1976, с. 6), в этих науках универсальные взаимосвязи между элементами знаковой формы мысли абстрагированы от психологической пространственно-временной структуры речемыслительных процессов (образных, понятийных), от «материи» связываемых и соотносящихся психических структур. Вся традиция изучения мышления в психологии – это изучение мышления как процесса: выдвижение, смена и проверка гипотез; изучение закономерностей его протекания, процессуального состава: процессов анализа, синтеза, обобщения, посредством которых решается задача.

Но все процессы осуществляются не в безвоздушном пространстве, и не в анатомии мозга, а на внутренних психологических структурах, которые надо описывать и изучать.

В отечественной психологии понятие структуры как некоторой невидимой конструкции, на которой реализуются психические процессы, вероятно, впервые встречается у Л. С. Выготского. Общеизвестно его положение о единстве структурной и функциональной сторон понятийного мышления, которое можно раскрыть в двух взаимосвязанных утверждениях:

- 1) «Каждой структуре обобщения соответствует своя специфическая система возможных операций» (Выготский, 1956, с. 309);
- 2) «Функция мышления зависит от структуры самой мысли – от того, как построена сама мысль, зависит характер операций, доступных для данного интеллекта» (Выготский, 1956, с. 314).

Развитие мышления Л. С. Выготский связывал с развитием внутренней структуры самой ткани мышления, «что выражается не в массовом грубом изменении функций, но в изменении структуры, клетки, если можно выразиться – мысли» (Выготский, с. 413)

Проблема необходимости выяснения природы носителей психических процессов, как определенных инвариантных психологических структур, разрабатывалась в отечественной психологии Л. М. Веккером. Ученым было показано, что структуры развитого понятийного мышления имеют иерархический характер, в которых четко разведены родовые и видовые уровни обобщения существенных свойств объекта и связывающих их отношений, в то время как психические носители перцептивных образов представлены лишь одноуровневой структурой.

Для выяснения особенностей и механизмов (структуры) мыслительных процессов, которые задействуются при решении химических задач, мы использовали подход, разработанный Л. Н. Ланда (1966) – опосредованное познание с помощью построения и верификации моделей. Знания являются результатом отражения человеком реальных объектов и способов оперирования с ними. Поэтому за указанными в определениях понятий, теорем, правил признаками лежат определенные мыслительные операции по их выявлению в объекте, за логическими связями признаков – определенная последовательность этих операций, а за итоговой частью положе-

ний – операции выводы. Логическая структура признаков, по существу, задает структуру операций. Психологически анализируя логическую структуру теоретических положений, можно построить гипотетическую модель мыслительной деятельности, направленной на решение соответствующего класса задач. Мы применяли также способ реконструкции внутренних мыслительных процессов на основе анализа их внешних проявлений (сопровождение процесса решения объяснениями логики и способов решения задач; анализ промежуточных, конечных, ошибочных результатов действий) у людей, которые успешно решают эти задачи (призеры олимпиад по химии, преподаватели) (Волкова, 2008).

Логико-психологический анализ особенностей мыслительных процессов, задействованных при решении химических задач показал, что такие мыслительные операции как анализ, синтез, сравнение, классификация, установления тождества-различия, выявление причинно-следственных связей, вероятностное оценивание опосредованы качественно-количественными отношениями химического взаимодействия (Волкова, 2008). Чем глубже и тоньше отражается химическая форма движения материи, тем продуктивнее мышление химика.

Понятийные системы химии, фиксирующие модель взаимодействия индивида с данной предметной областью, имеют сложное иерархическое строение (см. приложение). Иерархическая система концепта «вещество» может быть представлена следующими уровнями:

Глобальный уровень иерархии концепта «вещество» – исходный концепт «чистое вещество» дифференцируется на концепты «простое соединение» и «сложное соединение»: если в формуле соединения один знак химического элемента – то данное вещество относится к «простым», если два и более – к сложным. Для идентификации знака химического элемента необходимо абстрагироваться от всех несущественных признаков (черточки, цифры, скобки, положение в пространстве и т.д.) и выделить две существенные категории признаков – *признаки знака* и *признаки тождества* знаков. Если выделенные знаки тождественны, то это простое вещество, если нетождественны – сложное.

Базовый уровень иерархии концепта «вещество» – дифференциация концепта «сложное вещество» на концепты классов соединений, при различении которых, помимо категорий признаков знаков и признаков тождества знаков, для каждого класса добавляются ка-

тегории признаков: *количества; состава; положения* или последовательности элементов и групп; *условия*. В целом для четырех классов соединений количество таких категорий возрастает минимум в 4 раза (особенно по категории признаков «состав» – на сегодняшний день известно 117 химических элементов и множество их сочетаний, образующих разные функциональные группы).

План идентификации концептов классов соединений можно записать в общем виде или знаково: оксиды – $X_m O_n$; кислоты – $H_m K$ или $R(COOH)_n$; соли – $Me_m K_n$; основания – $Me(OH)_m$, где m и n – целые числа, обусловленные качественно-количественными взаимодействиями. Знаковые планы идентификации концептов классов соединений отличаются эвристичностью и гибкостью, зависят от роли и функции атомов элементов (или групп атомов элементов) в общей иерархии вещества. В них как бы спрессован опыт взаимодействия с веществом.

Детализированный уровень иерархии концепта «вещество» предполагает более тонкое различение понятий. Вводятся дополнительные признаки классификации. Например, для кислой соли в формуле появляется атом водорода: $Me_m (H_p K)_{n-p}$; в основной соли – гидроксогруппа: $Me_{m-p} (OH)_p K_n$; для двойной – два и более катиона (при этом может быть катионы одного и того же металла, но с разными зарядами) $M_m M_p^* K_{n+p}$; в смешанной соли – два и более остатка разных кислот $M_m K_p K_{n-p}^*$.

Результаты проведенного нами анализа согласуются с данными Е. А. Сергиенко (2009), которая показала, что при переходе с базового уровня на глобальный резко уменьшается количество признаков, необходимых для идентификации, а при переходе с детализированного уровня на базовый – уменьшается незначительно.

Показатели зрелости концепта «вещество», представленные в таблице 15, демонстрируют, что во всех группах испытуемых время сложнейших дифференцировок выше, чем время сложных и простых. Формирование структур осуществляется от глобального к базовому, а затем – к детализированному уровню. Структуры детализированного уровня формируются с большими трудностями, и не у всех выпускников химического факультета (4–5-й курсы) можно говорить о зрелости данных структур. Зрелость детализированного уровня концептуальных структур химии является индикатором высокого уровня успешности освоения химии и профессиональной деятельности в области химии. Гармоничность развития концептуальных

структур – явление редкое, оно отмечается только у очень способных химиков. С одной стороны, представленные данные позволяют увидеть общие тенденции: уменьшение времени дифференцирования химических понятий с ростом мастерства (значимые различия показателей). Данные закономерности наблюдаются в период становления концептуальных структур химии. Но для зрелых структур эти закономерности начинают нарушаться: если у испытуемых вырабатывается определенная скорость дифференцировок и число ошибок не превышает 1–2%, то такой результат обладает высокой устойчивостью во времени (пять, а возможно и более лет): отмечается отсутствие достоверных различий динамики показателей группы, более того, обнаруживается константность индивидуальных показателей. У школьников – призеров олимпиад по химии – формируются структуры репрезентации химических знаний, временные характеристики которых сопоставимы с временными характеристиками студентов-химиков.

Таблица 15
Показатели зрелости концептуальных структур
в разных группах испытуемых

Группы испытуемых	Дифференцировки					
	Простая (глобальный уровень)		Сложная (базовый уровень)		Сложнейшая (детализирован- ный уровень)	
	T1, (с)	n1	T2, (с)	n2	T3, (с)	n3
14-летние (74 чел.)	71,08	4,51	128,09	8,34	392,13	25,23
15-летние (75 чел.)	47,56	1,71	83,12	5,2	301,87	17,58
18-летние (328 чел.)	38,8	1,29	48,72	0,24	147,2	6,34
Менее успешные в освоении химии						
14-летние (56 чел.)	76,83	5,05	135,65	10,36	400,39	27,51
15-летние (60 чел.)	48,84	1,7	88	6,2	313	19,82
18-летние (260 чел.)	39,43	1,52	49,29	0,27	153,1	6,97
Более успешные в освоении химии						
14-летние (18 чел.)	53,16	2,83	105	2,16	358,3	15,9
15-летние (14 чел.)	42,14	1,5	62,57	1	255,78	8,28
18-летние (68 чел.)	36,5	0,31	46,53	0,08	122,75	3,6

Примечание. Полу жирным шрифтом выделен уровень зрелости концепта «вещество».

Химическая память

Память является одним из существенных компонентов в структуре специальных способностей химиков. Е. Е. Доманова (1999) 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. Но существует ли «химическая память» как психическая реальность 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 материал и показателями зрелости концептов «простое и сложное вещество»?

Описание эмпирического исследования

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 – 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, забывают и формулы соединений, и знаки химических элементов. У подростков исследование проводилось после каникул, когда они успевали основательно забыть все, что учили по химии. Преподавание химических дисциплин в вузе по содержанию значительно отличается от того, что и как изучается в школе, поэтому студентам фактически приходилось вспоминать материал пятилетней давности (8-го 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» 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.

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

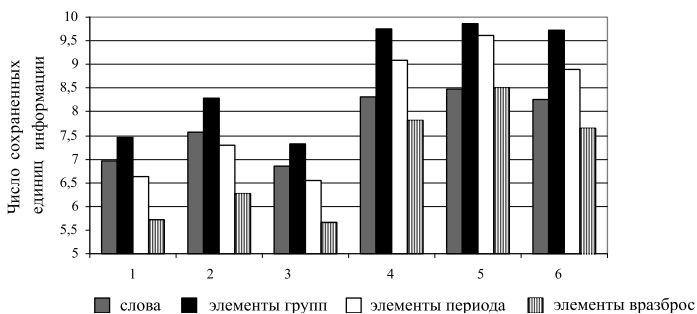
анализа для парных выборок позволил выявить достоверные различия между самооценками памяти «вообще» и «химической памяти» ($t=2,287^*$, 282 студента 2 курса химического факультета). Полученные нами данные показывают, что более успешные по химическим дисциплинам студенты оценивают свою память на химическую 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 (таблица 16). 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. Были выявлены испытуемые, которые хорошо запоминали любую информацию, и те, 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) 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

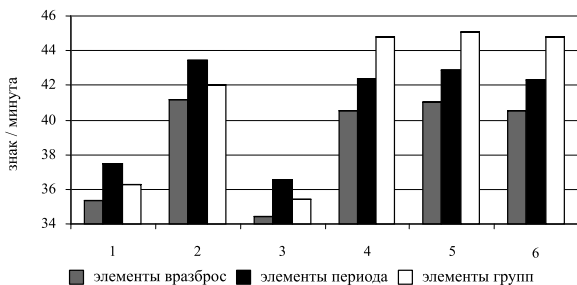
языка (рисунок 8). Увеличение объема воспроизведения названий элементов объединенных какой-либо закономерностью может быть объяснено связью кратковременной памяти с долговременной, за счет которой происходит укрупнение единиц информации. Такое укрупнение возможно, если в долговременной памяти содержится информация, позволяющая систематизировать этот материал, т. е. в данном случае концептуальные структуры, отражающие закономерности изменения свойств элементов и их соединений в периоде и группе. То, что такие структуры могут существовать, подтверждают проведенные нами эксперименты по кодированию цифр знаками химических элементов (рисунок 9).

Наблюдается та же закономерность – увеличение скорости кодирования цифр знаками химических элементов, объединенных периодической или групповой закономерностью по сравнению с элементами «вразброс». У лучше успевающих 9-классников 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 групп элементов у лучше успевающих подростков по сравнению с лучше успевающими студентами намного ниже, что может свидетельствовать о недостаточной зрелости концептуальных структур химии и подтверждается



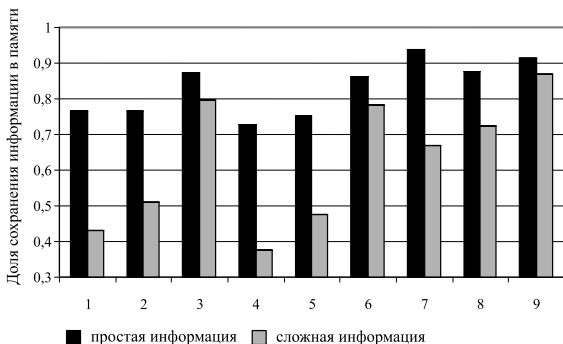
Сохранение информации в кратковременной памяти: группы испытуемых 9 класса: 1 – вся выборка, 2 – лучшие успевающие, 3 – хуже успевающие; студенты второго курса: 4 – вся выборка, 5 – лучшие успевающие, 6 – хуже успевающие

Рис. 8. Сохранение информации в кратковременной памяти



*Скорость кодирования цифр знаками химических элементов в разных группах испытуемых:
группы испытуемых 9 класса: 1 – вся выборка, 2 – лучшие успевающие, 3 – хуже успевающие;
студенты второго курса: 4 – вся выборка, 5 – лучшие успевающие, 6 – хуже успевающие*

Рис. 9. Скорость кодирования цифр знаками химических элементов разными группами испытуемых



*Сохранение информации в долговременной памяти:
группы испытуемых: 1–8 класс, 2–9 класс, 3–2 курс;
хуже успевающие: 4–8 класс, 5–9 класс, 6–2 курс;
лучше успевающие: 7–8 класс, 8–9 класс, 9–2 курс*

Рис. 10. Сохранение информации в долговременной памяти

результатами исследования долговременной памяти (см. рисунок 10) и выполнения «химических дифференцировок» (таблица 15).

Простая информация во всех группах испытуемых сохраняется в долговременной памяти лучше, чем сложная. Доля сохранения сложной химической информации у студентов приближается к до-

ле 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 16, подростки 9-го класса достоверно лучше запоминают названия химических элементов, объединенных групповой закономерностью, однако в 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 значимо 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» значимо 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 кор-

реляций 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, – металлы 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» (Эдельман, 1981, с. 74).

Организация структуры «химической памяти» в разных группах испытуемых

Для анализа особенностей организации структуры «химической памяти» обратимся к результатам факторного анализа¹.

Для группы подростков 9-го класса выявлено три фактора, собственные значения которых превосходят 1 и позволяют описывать 74,978% дисперсии. Факторные нагрузки представлены в таблице 17. В первый фактор, названный нами *Структуры долговременной*

1 Использовалось z-преобразование показателей.

Таблица 16

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		
1		слова	элементы групп		
	Подростки 9-х 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 ¹ (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
2		слова	элементы периода		
	Подростки 9-х 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
3		слова	элементы вразброс		
	Подростки 9-х классов (53 чел.)	6,96	5,73	4,29***	0,784
	Вся выборка студентов (335 чел.)	8,31	7,82	5,88***	0,000
	Лучше успевающие студенты (41 чел.)	8,6	8,56	0,202	0,067

1 Отообразившие 2 и более образов химии в невербальной батарее Торренса.

	«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		элементы групп	элементы периода		
	Подростки 9-х 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		элементы групп	элементы вразброс		
	Подростки 9-х 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
6		элементы периода	элементы вразброс		
	Подростки 9-х 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

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 формах: 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 17

Повернутая матрица компонентов (Rotated Component Matrix)

Выборка испытуемых 9-х классов (54 чел.)	Component		
	1 Структуры долго- временной хими- ческой памяти	2 Структуры крат- ковременной хи- мической памяти	3 Общая мнемическая способность
Память долговремен- ная общая	0,930		
Память долговремен- ная «сложная»	0,891		
Память долговремен- ная «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

Примечание. Метод отбора – анализ главных компонентов; метод вращения – вари-
макс с нормализацией Кайзера.

Таблица 18
Повернутая матрица компонентов

	Component					
	Выборка отлично успевающих по химическим дисциплинам студентов (41 чел.)			Выборка «отобразивших» студентов-химиков (103 чел.)		
	1. Структуры долговременной химической памяти	2. Структуры общих химических закономерностей	3. Общая мнемическая способность	1. Структуры долговременной химической памяти	2. Структуры общих химических закономерностей	3. 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

Примечание. Метод отбора – анализ главных компонентов; метод вращения – вариант с нормализацией Кайзера.

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) (таблица 18).

В группах менее способных (хуже успевающих, «неотобразивших») – выявлено всего два фактора, описывающих 57,341 и 59,168%

Таблица 19
Повернутая матрица компонентов

	Component			
	Выборка хуже успевающих студентов-химиков (211 чел.)		Выборка «неотобразивших» студентов-химиков (115 чел.)	
	1. Структуры долговременной химической памяти	2. Общая мнемическая способность	1. Структуры долговременной химической памяти	2. 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

Примечание. Метод отбора – анализ главных компонентов; метод вращения – вариант с нормализацией Кайзера.

общей дисперсии соответственно. Для данных групп испытуемых 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 0,44).

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, су-

ственных свойств и отношений между элементами информации. Данные, представленные в таблице 15, а также результаты формирующего эксперимента (глава 5) 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 понятийных структур химии можно только в отношении лучше успевающих по химическим дисциплинам студентов (ошибки по сложнейшим дифференцировкам менее 5%).

Результаты корреляционного анализа (таблица 20) позволили выявить большое число достоверных связей между показателями времени и числа ошибок «химических дифференцировок» и показателями кратковременной и долговременной памяти на химическую информацию: 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.

Дисперсионный анализ (ANOVA) также позволил выявить значимые связи между показателями времени «химических дифференцировок» и показателями долговременной и кратковременной памяти на химическую информацию (таблица 21).

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.

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

Таблица 20
Корреляционные связи между показателями
химических дифференцировок и показателями памяти
в разных группах испытуемых

Группы испытуемых		Виды дифференцировок		Значения коэффициента Пирсона					
				Долговременная память		Кратковременная память			
				Простая информация	Сложная информация	Слова	Элементы группы	Элементы периода	Элементы вразброс
8-й класс	Простая	T1	-0,223	-0,128					
		N1	-0,243	-0,220					
	Сложная	T2	-0,209	-0,425**					
		N2	-0,519***	-0,590***					
	Сложнейшая	T3	-0,157	-0,306*					
N3		-0,503***	-0,602***						
9-й класс	Простая	T1	-0,508***	-0,413**	0,114	-0,173	-0,289*	-0,336*	
		N1	-0,420**	-0,092	-0,014	0,008	-0,024	0,002	
	Сложная	T2	-0,567***	-0,519***	-0,146	-0,234	-0,140	-0,142	
		N2	-0,637***	-0,660***	-0,164	-0,305*	-0,298*	-0,278*	
	Сложнейшая	T3	-0,435**	-0,524***	-0,047	-0,168	-0,533***	-0,177	
N3		-0,524***	-0,697***	-0,223	-0,220	-0,340*	-0,004		
2-й курс	Простая	T1	-0,088	0,032	-0,054	-0,049	0,007	-0,023	
		N1	0,107	0,240***	0,060	-0,092	-0,046	-0,013	
	Сложная	T2	-0,153*	-0,103	-0,069	-0,138*	-0,060	-0,089	
		N2	-0,133	-0,109	-0,066	-0,337***	-0,143*	-0,046	
	Сложнейшая	T3	-0,125	-0,143*	-0,061	-0,164*	-0,185**	-0,157*	
N3		-0,252***	-0,226***	-0,077	-0,176**	-0,335***	-0,256**		

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 – струк-

Таблица 21

Результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA)

Группы испытуемых	Факторы		Значения F-критерия				
			Переменные – показатели долговременной памяти		Переменные – показатели кратковременной памяти		
			Простая информация	Сложная информация	Группа	Период	Элементы вразброс
8-й класс	Простая	T1					
		N1					
	Сложная	T2	11,978*				
		N2		2,305*			
	Сложнейшая	T3					
		N3	2,247*	2,911**			
9-й класс	Простая	T1					
		N1	5,244***	2,458*			
	Сложная	T2					
		N2	3,487***	2,978**			
	Сложнейшая	T3					
		N3	1,998*	3,210**			
2-й курс	Простая	T1	1,188**				
		N1		3,009*		2,517*	
	Сложная	T2			1,681**		
		N2			6,351***	2,432*	
	Сложнейшая	T3					
		N3			1,719*	3,185***	2,776***

туры «общих химических закономерностей» в дополнении к структурам долговременной химической памяти и родовым структурам памяти, обеспечивающим возможность запоминания информации в разных форматах.

Качественно-содержательный анализ выполнения теста Равена группами студентов с разным уровнем успешности по химии

При изучении особенностей химиков как субъектов деятельности было обнаружено, что более успешные по химическим дисциплинам студенты показывают значимые различия в сериях С и Е

Стандартных прогрессивных матриц Равена по сравнению с менее успешными. Эти результаты отличаются высокой воспроизводимостью: исследования проводимые нами на выборке студентов второго курса химического факультета в течение пяти лет (с 2002 по 2007 г.) показали один и тот же неизменный результат: значимые различия только в сериях С и Е (таблица 22). Возникают вопросы: почему именно в этих сериях; какие структуры задействованы при выполнении этих серий; как это может быть связано с понятийными структурами химии?

Таблица 22

Средние значения показателей теста СПМ Равена в группах испытуемых с разным уровнем успешности по химическим дисциплинам

№	Показатели	Средние значения показателей в группах испытуемых		Т-критерий Стьюдента	Значимость различий по непараметрическим критериям анализа (U, W, Z)
		Лучше успевающие (41 чел.)	Хуже успевающие (292 чел.)		
	Серия А	11,65	11,58	0,835	0,635
	Серия В	11,39	11,24	0,969	0,538
	Серия С	11,19	10,49	4,047***	0,001
	Серия D	10,92	10,58	1,614	0,093
	Серия Е	10,17	8,6	4,76***	0,000
	Общий балл	55,3	52,5	4,96***	0,000

Для ответа на поставленные вопросы мы провели анализ содержания заданий в каждой серии, с точки зрения операционных механизмов и ментальных структур, которые могут быть задействованы в деятельности испытуемых при решении тестовых задач, но в данной работе будет представлен анализ только тех серий, по которым были выявлены значимые различия (серии С и Е).

Тест Стандартные прогрессивные матрицы (СПМ) был создан для измерения уровня развития общего интеллекта. Методологической основой заданий являются теория гештальта и теория интеллекта Ч. Спирмена. СПМ состоит из 60 головоломок пяти серий (А, В, С, D, Е), по 12 заданий в серии. Каждая серия начинается с легких заданий и кончается сложными. Последующие задания содержат тот же принцип решения, что и предыдущие, но прогрессиру-

ют по сложности. Установленный порядок предъявления заданий обеспечивает стандартное обучение методу работы.

Таблица 23

Ментальные структуры и вычлняемые ими признаки, необходимые для решения тестовых заданий (СПМ Равена)

Ментальные структуры	Вычлняемые признаки
Строение гештальта	
«Сложное»	состоит из комплекса простых форм, образующих внешнюю и внутреннюю фигуру
«Составное»	состоит из одинаковых фигур, образующих ряды и столбцы
Строение элементарных единиц, образующих гештальт	
Формы	круг, полукруг, сегмент круга, окружность; четырехугольник, прямоугольник, квадрат, ромб; треугольники равносторонние и равнобедренные, клинья; полоса, линия, отрезок, луч; звезды, волны, лепесток, цветки; открытая, закрытая, усеченная, вогнутая, выпуклая
Фона (цвета)	черный, белый, полосатый, шахматный, в клеточку...
Размера	высота, длина, толщина
Количества	число (увеличение или уменьшение) элементов в рядах или столбцах, исходящих из одной точки, по диагонали
Взаимного положения	верх-низ-бок; вертикальное, горизонтальное, наклонное; симметричное – осевое, зеркальное, центральное; параллельное, перпендикулярное; раздельное положение, частичное совмещение, полное совмещение
Структуры правилосообразных действий, фиксирующие признаки	
Тождества и различия	
Закономерностей изменения гештальта	направления изменения, способа изменения, способа взаимодействия между элементарными единицами гештальта

Испытуемый первоначально воспринимает задание как целое, затем выделяет закономерности изменения элементов образа, после чего выделенные элементы включаются в целостный образ, находится недостающая часть изображения. Анализ содержания тестовых заданий, самоотчеты испытуемых позволяют предположить, что при выполнении СПМ Равена должны активизироваться ментальные структуры, вычлняющие признаки строения гештальта

в целом и элементарных единиц, его образующих, а также, ментальные структуры правилосообразных действий, фиксирующих закономерности изменения гештальта и позволяющие обнаружить принцип решения задания (таблица 23).

Серия С

Серия С – матрица, образованная 3 рядами и 3 столбцами элементарных единиц гештальта. В данной серии для нахождения недостающей части изображения необходимо вычленить:

- 1) форму, размер и количество элементарных единиц гештальта;
- 2) способ изменения гештальта;
- 3) направление изменения.

Простая дифференциация

Задание С1. Элементарная единица гештальта – окружность. Направления изменений: по горизонтали – сохранение формы, размера и количества окружностей; по вертикали и нисходящей диагонали – сохранение формы, но увеличение в геометрической прогрессии радиуса и количества окружностей; по восходящей диагонали – сохранение формы, но уменьшение в геометрической прогрессии радиуса и количества окружностей.

Структура задания **С1** в определенной мере соответствует структуре таблицы Д. И. Менделеева: в периодах число электронных слоев одинаково (горизонтальные ряды), в группах (столбцы) – увеличение и числа электронных слоев и размеров атомов.

Задание С2. Элементарная единица – два взаимно перпендикулярных отрезка. Направление изменений: по горизонтали, вертикали и нисходящей диагонали – сохранение формы, увеличение размера элементарной единицы гештальта; по восходящей диагонали – сохранение формы и размера элементарной единицы.

Задание С3. Элементарная единица – черный круг. Направления изменения: по горизонтали – увеличение числа столбцов, образованных элементарными единицами; по вертикали – увеличение числа рядов, образованных элементарными единицами гештальта; по нисходящей диагонали – одновременное увеличение числа рядов и числа столбцов.

Задание С4. Элементарная единица гештальта – линии, пересекающиеся под прямым углом. Направление изменения: по горизонтали – увеличение числа горизонтальных линий, параллельных друг другу; по вертикали – увеличение числа вертикальных линий параллельных друг другу; по нисходящей диагонали – одновременное увеличение числа горизонтальных и вертикальных линий.

Задание С5. Элементарная единица гештальта – черный лепесток. Направления изменения: по горизонтали и вертикали – увеличение количества лепестков исходящих из центра на единицу; по нисходящей диагонали – увеличение числа лепестков на два; по восходящей диагонали – различные варианты расположение лепестков исходящих из центра на плоскости.

В задании С6 заложен принцип последовательной дифференциации целостного образа до элементарной единицы гештальта – черного квадрата: по горизонтали – уменьшение целостной фигуры на черный квадрат, расположенный по горизонтали; по вертикали – уменьшение гештальта на черный квадрат, расположенный по вертикальной составляющей; по диагонали – одновременное уменьшение по вертикальной и горизонтальной составляющей до элементарной единицы гештальта – черного квадрата.

В задании С7 мы видим закономерное перемещение черного квадрата меньшего размера внутри белого квадрата большего размера. Некоторые испытуемые при выполнении данного задания следуют выработанным в предыдущих заданиях действиям, т. е. идет проработка признаков по вертикали, горизонтали и диагоналям, но некоторые выбирают направления анализа «по часовой стрелке».

Сложная дифференциация

В восьмом задании данной серии в результате закономерных изменений в вертикальном, горизонтальном и диагональном направлении фигур с разным фоном (белый, штриховка с правым наклоном и штриховка с левым наклоном) мы получаем *квадрат с качественно иным типом штриховки*. Данное задание является своеобразной графической иллюстрацией сущности химических явлений, которые всегда сопровождаются изменением качества. В то время как при физических явлениях (исключая ядерные превращения)

мы наблюдаем различные изменения количественного характера (задания С1–С7).

Задание С9 (изменения по горизонтали) является своеобразной иллюстрацией схемы образования нового вещества из атомов – реакции соединения: нет совмещения между единицами гештальта, частичное совмещение, полное совмещение, ведущее к образованию нового гештальта (нового вещества). Объединение фигур в целостный образ происходит по принципу подобия: окружности с окружностями, квадраты с квадратами, треугольники с треугольниками.

В задании С10 (изменения по горизонтали, вертикали) мы видим иллюстрацию обратного процесса – реакции разложения: целостный гештальт, частичное расхождение центров взаимодействия, полное разъединение элементарных единиц, образующих гештальт.

Сложнейшая дифференциация

Задание С11. Элементарные единицы гештальта – белый квадрат и черный круг. Закономерности изменения: по горизонтали – уменьшение на один кружок из верхнего ряда кружков; по вертикали – увеличение числа кружков в крайней левой колонке кружков; по нисходящей диагонали – одновременное уменьшение кружков из верхнего ряда кружков и увеличение числа кружков в крайней левой колонке кружков; по восходящей диагонали – одновременное уменьшение числа кружков в верхнем ряду и в крайней левой колонке.

Задание С12. Целостная фигура «квадрат» образована четырьмя квадратами меньшего размера с разным фоном: белый, штриховка с правым наклоном и штриховка с левым наклоном. В результате закономерных изменений в вертикальном, горизонтальном и диагональном направлении мы получаем 9 типов гештальтов и *качественно новую элементарную единицу гештальта* – квадрат с новым типом штриховки. Если в задании С8 появление нового типа штриховки, нового качества было показано и ожидалось испытуемыми, то в данном задании новый тип штриховки необходимо было «открыть». Большинство испытуемых, не справившихся с данной серией в полном объеме, допустили ошибку именно в задании С12. По-видимому, существует своеобразный психологический барьер, связанный с появлением качественно новой единицы гештальта и затрудняющий правильное выполнение задания. Более способные в химии студенты и школьники отличаются особой чувстви-

тельностью, интересом к качественным изменениям. Они испытывают радость, восторг, если удастся синтезировать новое вещество или открыть неизвестное свойство, в то время как менее способные пугаются, если встречаются с чем-то новым, неизвестным, с тем, чего они не изучали.

В отличие от заданий серий А и В в серии С изменение компонентов гештальта происходит не только по вертикальной или/и горизонтальной составляющей, но и по диагоналям (восходящая или нисходящая).

Анализируя деятельность химиков, следует отметить, что более способные студенты-химики в отличие от менее способных для предсказания свойств тех или иных элементов или их соединений обращают внимание на закономерности изменения свойств не только в группе (анализ по вертикали) или периоде (анализ по горизонтали), но и на диагональные сходства отраженные в периодической системе Д. И. Менделеева:

- в периоде сохраняется число электронных слоев, уменьшается размер атома за счет электронного сжатия, но возрастает электроотрицательность;
- в группе – одинаковое число электронов на внешнем электронном слое, увеличивается размер атома, но уменьшается электроотрицательность за счет увеличения числа электронных слоев;
- по диагонали – такое совместное изменение и взаимодействие признаков, которое ведет к диагональному сходству свойств элементов, например, бериллий – элемент второй группы главной подгруппы (щелочноземельный металл) проявляется амфотерные свойства как алюминий (третья группа главная подгруппа).

Как мы видим, для успешного выполнения заданий данной серии и для более точного прогноза свойств элементов и их соединений при обращении к таблице Д. И. Менделеева необходим высокий уровень зрелости ментальных структур, извлекающих изменения критериальных признаков по вертикали, горизонтали и диагонали. Эти изменения могут быть однонаправленные (возрастание или убывание) по вертикали, горизонтали, диагонали размера, количества элементов гештальта (С1 – С3), однонаправленные изменения одних элементов, при инвариантности других (С4 – С12).

Серия Е

Простая дифференциация – задание Е1. Элементарная единица гештальта – изогнутая линия, свободно вращающаяся вокруг центра симметрии. Сумма зеркально симметричных изогнутых линий первого и второго столбцов дает замкнутые фигуры третьего столбца. Две противоположности образуют целостность.

Взаимодействие противоположностей – катионы взаимодействуют с анионами, окислитель – с восстановителем, нуклеофил – с электрофилом, кислота – с основанием – является важнейшим принципом химических взаимодействий.

Задания Е2 и Е3. При выполнении заданий необходимо открыть принцип дополнения до целого. Соединение фигур первого и второго ряда приводит к образованию фигур третьего ряда. Соединение фигур первого и второго столбца приводит к образованию фигур третьего столбца. Данный принцип «дополнение до целого» широко используется при решении химических задач. Например, одной из причин химических взаимодействий является образование устойчивой восьмиэлектронной оболочки, как у инертных газов. Так, если у атома один или два электрона (металлы) на внешнем слое, то ему энергетически выгоднее отдать их и получить завершенный (достроенный до целого) электронный слой (как у инертных газов), атомы таких элементов будут проявлять восстановительные свойства. Если атому элемента до завершения внешнего электронного слоя не хватает всего одного электрона (галогены – типичные неметаллы), то он будет стремиться «забрать у атомов других элементов электрон», проявляя при этом окислительные свойства. При выполнении данного задания могут быть задействованы не только когнитивные структуры, отражающие строение электронной оболочки атома, но и структуры, репрезентирующие реакции соединения. А возможно, это одна и та же структура.

Задания Е4–Е5. В этих заданиях необходимо открыть принцип взаимоуничтожения одинаковых компонентов. Вычитание фигур второго ряда из первого приводит к образованию фигур третьего ряда. Вычитание фигур второго столбца из фигур первого столбца приводит к образованию фигур третьего столбца.

Данные задания можно рассматривать как своеобразные схематические иллюстрации, модели:

- 1) реакции разложения – фигуры первого столбца разлагаются на фигуры второго и третьего, аналогично фигуры первой строки разлагаются на фигуры второй и третьей строки;
- 2) закона Ж. Л. Пруста: каждое химически чистое вещество независимо от места нахождения и способа получения имеет один и тот же постоянный состав (фигура первой строки первого столбца может быть получена разными способами);
- 3) из одного и того же вещества в зависимости от условий процесса разложения можно получить разные конечные продукты;
- 4) закона сохранения массы вещество: масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе образовавшихся веществ.

С точки зрения атомно-молекулярного учения закон сохранения массы объясняется так: в результате химических реакций атомы не исчезают и не возникают, а происходит их перегруппировка. Так как число атомов до реакции и после остается неизменным, то их общая масса также не изменяется.

В данном задании элементы фигуры не уничтожаются, а происходит их перегруппировка. Например, в Е4 фигура первого столбца первой строки образованная маленьким черным квадратом, большим белым квадратом и двумя прямоугольниками с разной штриховкой распадается на две фигуры: первая образована маленьким черным квадратом и прямоугольником с вертикальной штриховкой, вторая – большим белым квадратом и прямоугольником с горизонтальной штриховкой, т. е. число элементов в исходной фигуре равно общему числу элементов в полученных фигурах.

Задание Е6. Принцип **среднего**: фигуры среднего столбца (ряда) являются суммой фигур двух крайних столбцов (рядов). В химии ментальные структуры «среднего» могут быть задействованы во многих случаях, например:

1. Атомная масса элемента приблизительно равна среднему арифметическому атомоаналогов:

$$Ar(\text{Mg}) = (9,01(\text{Be}) + 40,08(\text{Ca}) + 22,99(\text{Na}) + 26,98(\text{Al}))/4 = 24,76.$$

Таким простым приемом пользовался Д. И. Менделеев для определения свойств элементов.

2. Атомная масса элемента равна среднему значению масс всех его природных изотопов с учетом их распространенности.

Так, например, природный хлор состоит из 75,4% изотопа с массовым числом 35 и из 24,6% изотопа с массовым числом 37; средняя

атомная масса хлора 35,453. Средняя масса природного лития, содержащего 92,7% ${}^7_3\text{Li}$ и 7,3% ${}^6_3\text{Li}$, равна 6,94 и т.д. Атомные массы элементов, приводимых в периодической системе Д. И. Менделеева, есть средние массовые числа природных изотопов. Это одна из причин, почему они отличаются от целочисленных значений.

Сложная дифференциация

Задание Е7. Сложная дифференциация фигуры на верхний и нижний компоненты, которые подчиняются своим закономерностям изменений. Верхние компоненты фигур первого ряда (столбца) зеркально симметричны верхним компонентам фигур третьего ряда (столбца). Изменение нижних компонентов по горизонтали, вертикали и диагонали подчиняется закону кратных отношений 1 : 2.

С точки зрения понятийных систем химии, здесь могут работать концептуальные структуры, отражающие:

- 1) закон объемных отношений Ж. Л. Гей-Люссака: объемы вступающих в реакцию газов при одинаковых условиях (температура и давление) относятся друг к другу как простые целые числа;
- 2) понятие «валентность» – способность атомов одного элемента присоединять определенное число атомов другого элемента.

Сложнейшая дифференциация

В заданиях **Е8–Е9** заложен принцип усиления сходного и уничтожение различного: при сложении фигур первого и второго ряда (столбца) в полученных фигурах третьего ряда (столбца) сходные элементы фигур сохраняются, в то время как различные – уничтожаются. При выполнении данных заданий активизируются когнитивные структуры «обобщения», отвечающие за способность мысленно объединять предметы и явления по их общим и существенным признакам. Вероятно, именно данные структуры обеспечивают особую универсальность восприятия веществ, процессов, методов (способность увидеть общность механизмов, строения, закономерностей получения).

В заданиях **Е10–Е11** главный акцент – различия. При сложении фигур первого и второго ряда (столбца) в полученных фигурах треть-

его ряда (столбца) различные элементы сохраняются, в то время как сходные уничтожаются. При выполнении данных заданий задействованы структуры более высокого порядка – структуры «умозаключений», отвечающие за способность понимать связь между различными элементами данной ситуации с тем, чтобы найти решение конкретной проблемы.

В задании E12 заложен принцип эквивалентного взаимоуничтожения противоположностей. Вид полученной фигуры (число петель и их вид) будет зависеть от того, каких петель было больше, внутренних или внешних.

На основании анализа содержания заданий СПМ Равена можно прийти к выводу, что главной отличительной особенностью заданий в сериях С и Е является взаимодействие между элементарными единицами гештальта – соединение и разъединение, перегруппировка, взаимоуничтожение и взаимоусиление, взаимодействие противоположностей и образование целостности, а также разнообразные типы изменений – однонаправленные, разнонаправленные как элементов гештальта в целом, так и отдельных его частей. Для химического процесса наиболее характерны именно такие типы взаимодействий. В данном параграфе мы показали возможное соответствие когнитивных структур, отвечающих за успешное выполнение заданий в сериях С и Е, когнитивным структурам химического познания. Полученные высокие результаты теста (серии С и Е) у более успешных химиков можно объяснить тем, что в результате глубокой проработки материала химии сформированы ментальные структуры, отражающие особенности химической формы движения материи, более высокого уровня общности, абстрактно-обобщенные «ячейки» которых, оказываются пригодными для выполнения заданий в СПМ Равена, так как вычерпывают из текущей информации соответствующие этим ячейкам свойства и отношения. Данное предположение подтверждается результатами дисперсионного анализа (ANOVA) связей показателей зрелости концептуальных структур химии и показателей теста Равена в сериях «С» (18 связей) и «Е» (21 связь). Наиболее интересные из них – это способность различать физические и химические явления ($F = 3,302^{**}$), простые и сложные вещества ($F = 2,865^*$), особенности химического процесса ($F = 5,916^{***}$), особенности пространственной структуры вещества ($F = 2,487^*$) и т. д.

Качественно-содержательный анализ выполнения методики Торренса группами испытуемых с разным уровнем успешности по химии

В немногочисленных исследованиях, в которых химик рассматривается как субъект деятельности, отмечается творческий характер химического мышления, способность устанавливать причинно-следственные связи (Эпштейн, 1963; Шаталов, 1998; Очирова, 1995; Борецка, 1993; Доманова, 1999; Рехтман, 2000; Федоренко, 1992; и др.). Химики, согласно М. Кирчхофф, – молекулярные проектировщики, применяющие свои знания и навыки для того, чтобы создавать новые продукты и процессы, а химия – уникальный способ обучения творчеству (Kirchhoff, 2011).

Опираясь на вышеназванные исследования, можно было предположить, что у более способных химиков можно ожидать более высоких показателей субтестов «Причины» и «Следствия» вербальной батареи Е. Торренса и показателей вербальной и невербальной креативности, чем у менее способных.

Как известно, полный тест Торренса (Torrance Test of Creative Thinking) состоит из 12 субтестов, объединенных в три батареи: вербальную, образную и звуковую, диагностирующие соответственно вербальную креативность, невербальную креативность и словесно-звуковую креативность. Существуют различные варианты адаптации данной методики к российской выборке. В нашем исследовании мы опирались на иматоновский вариант теста включающий две батареи – вербальную и образную.

Вербальная часть методики состоит из семи субтестов («Вопросы», «Причины», «Следствия», «Улучшение предмета», «Необычное использование», «Необычные вопросы», «Неправдоподобная ситуация»). Первые три субтеста выполняются на основе одного и того же стимульного изображения и связаны с «научным» (причинно-следственным) креативным мышлением. Субтест «Вопросы» позволяет проявить любознательность, чувствительность к неизвестной и недостающей информации, умение заполнять пробелы в существующих знаниях. Субтесты «Причины» и «Следствия» выявляют способность выдвигать гипотезы относительно причин и следствий различных событий.

Невербальная батарея включает три субтеста. В первом субтесте «Создание рисунка» испытуемому предлагается нарисовать

картинку, используя овальное цветное пятно в качестве основного элемента изображения. Во втором субтесте «Незаконченные фигуры» испытуемому предлагается дорисовать десять незаконченных фигур, навязывающих человеку определенные устойчивые образы. Для того чтобы создать оригинальный рисунок, необходимо противодействовать этому стремлению. В третьем субтесте «Повторяющиеся линии» стимульным материалом являются 30 пар параллельных линий, на основе которых необходимо создать какие-либо изображения.

В процессе обработки результатов вербальной батареи ответы испытуемых оцениваются по параметрам «беглость», «гибкость», «оригинальность», при обработке невербальной батареи – «беглость», «оригинальность», «разработанность», «абстрактность названий» и «сопротивление замыканию».

Параметр «беглость» раскрывает способность человека генерировать большое количество осмысленных идей. Параметр «гибкость» отражает способность применять различные стратегии при решении проблем, умение рассматривать имеющуюся информацию под различными углами зрения. По параметру «оригинальность» оценивается способность придумывать необычные уникальные ответы, требующие творческой силы. Концепция «творческой силы», по Гилфорду, Торренсу, состоит в том, что очевидные, часто встречающиеся ответы (более чем у 5% испытуемых) не требуют большого умственного напряжения при их создании и оцениваются в ноль баллов. Для каждого субтеста приводятся списки ответов: на 0 баллов, на 1 балл (2–4,99%), 2 балла (менее чем у 2% испытуемых).

Параметр «разработанность» отражает способность детально разрабатывать возникшие идеи. Параметр «абстрактность названия» позволяет определить уровень понимания сути проблемы, способность трансформировать образную информацию в словесную форму. Показатель «сопротивление замыканию» отражает способность не следовать стереотипам и длительное время оставаться открытым для разнообразной поступающей информации при решении проблем.

Экспериментальное исследование проводилось с 2002 по 2007 г. В эксперименте приняли участие 374 студента второго курса химического факультета УрГУ, из них 60% девушек. Как принято на начальных этапах исследования всех специальных способностей, в качестве критерия деления студентов на группы мы приняли успеваемость по специальным дисциплинам: в группе более успешных средний

балл по всем химическим дисциплинам выше 4,7, в группе менее успешных средний балл ниже 4,7.

Следуя предостережению В. Н. Дружинина (1999, с. 187) о том, что влияние характеристик группы, в которой получены нормы, очень велико и что перенос норм с выборки стандартизации на другую выборку дает большие ошибки, мы разработали стандартные нормы для выборки студентов-химиков второго курса (таблицы 24 и 25).

Таблица 24

Среднеарифметические значения (М) и стандартные отклонения (σ) показателей вербальной креативности

Возраст	Объем выборки	Беглость		Гибкость		Оригинальность	
		М	σ	М	σ	М	σ
18–19 Психологи ¹ (дев.)	30	66,86	26,93	30,9	7,87	78,29	34,29
20–21 Психологи ² (дев.)	100	68,43	26,84	37,54	10,74	79,14	39,8
18–19 Химики Вся выборка	374	50,49	19,51	30,098	10,866	43,679	20,096
18–19 Химики (юн.)	150	46,67	23,47	27,79 ³	13,15	46,20	32,35
18–19 Химики (дев.)	224	52,68	16,51	31,41	9,09	42,23	21,72

При подсчете среднеарифметических значений (М) и стандартного отклонения (σ) показателей креативности обнаружено, что нормы стандартизации различаются не только между студентами разных факультетов, но и внутри выборки – между юношами и девушками одного факультета.

Рассмотрим среднегрупповые показатели выполнения теста Е. Торренса студентами-химиками (таблица 26).

Математический анализ с использованием как параметрических, так и непараметрических методов выявления различий для двух независимых выборок показал отсутствие значимых различий между испытуемыми данными групп по показателям теста, за исключением более низкого показателя «беглость» у более способных студентов

- 1 Данные получены Ю. В. Клепаловой на выборке студентов-психологов УрГУ.
- 2 Данные получены М. А. Кучиной на выборке студентов-психологов УрГУ.
- 3 Значимые различия между показателями девушек и юношей ($t = 2,097^*$).

Таблица 25

Среднеарифметические значения (М) и стандартные отклонения значений (σ) показателей образной креативности

Возраст	Объем выборки	Беглость		Оригинальность		Разработанность		Абстрактность названий		Сопrotивление замыканию	
		М	σ	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
Выборка 5–6 лет ¹	200	17	6,8	11,1	5,1	7,2	3,2	2,6	3,0	8,2	4,1
Мальчики 5–6 лет	100	17,9	7,5	12,2	5,4	6,6	3,1	2,5	3,2	7,5	4,1
Девочки 5–6 лет	100	16,2	6,0	10,1	4,5	7,9	3,2	2,7	2,7	9,0	4,0
Психологи 18–19	30	22	7,56	18,48	6,3	8,24	2,26	6,9	4,74	14,57	4,06
Психологи 20–21	100	23,7	6,8	15,9	5,4	13,2	2,9	9,1	5,2	10,7	3,5
Химики 18–19 Вся выборка	374	18,3	6,03	10,34	4,26	10,0	3,16	6,51	4,46	9,53	3,98
Химики 18–19 (юн.)	150	17,26	6,58	9,25 ²	3,66	6,29	4,39	9,35	4,28	9,8	3,98
Химики 18–19 (дев.)	224	18,87	5,65	10,42	2,77	6,63	4,51	9,63	3,81	9,76	3,77

при выполнении субтеста «Необычная ситуация» (таблица 26). И следующий момент, который мы не могли не отметить: число «химических образов» при выполнении невербальной батареи Торренса у более успешных химиков значимо выше, чем у менее успешных.

Аналогичные данные были получены в исследовании творческого мышления учащихся с разными специальными способностями: «У учащихся музыкальной школы в рисунках часто встречались музыкальные инструменты (арфа, фортепиано, флейта, барабан, и т. д.) и ноты, а у учащихся математической школы – геометричес-

1 Данные получены Н. С. Сероштановой на выборке детей старшего дошкольного возраста.

2 Значимые различия между показателями девушек и юношей ($t = 2,340^*$).

Таблица 26

Среднегрупповые показатели выполнения теста Торренса студентами химического факультета

Батарея	Субтесты	Показатели	Средние значения показателей в группах испытуемых		Т-критерий Стьюдента
			Средний балл по химическим дисциплинам больше 4,7	Средний балл по химическим дисциплинам меньше 4,7	
Вербальная	1. Вопросы	Беглость	7,4	8,3	-1,346
		Гибкость	5,16	5,61	-1,093
		Оригинальность	6,8	6,71	0,079
	2. Причины	Беглость	7,2	6,98	0,374
		Гибкость	4,44	4,5	-0,147
		Оригинальность	6,36	5,99	0,441
	3. Следствие	Беглость	7,24	7,64	-0,699
		Гибкость	4,04	4,48	-1,215
		Оригинальность	7,52	7,44	0,095
	4. Улучшение предмета	Беглость	8,92	9,84	-1,314
		Гибкость	6,28	6,71	-0,765
		Оригинальность	6,52	6,98	-0,482
	5. Необычное использование	Беглость	7,56	9,10	-1,955
		Гибкость	6,0	7,06	-1,926
		Оригинальность	8,32	7,45	0,707
	6. Необычные вопросы	Беглость	5,04	5,78	-1,100
		Оригинальность	4,88	5,39	-0,399
	7. Необычная ситуация	Беглость	4,4	5,14	-2,262*
		Гибкость	2,68	3,08	-1,272
		Оригинальность	5,48	5,00	0,723
	Вербальная беглость	48,6	51,19	-1,733	
	Вербальная гибкость	48,62	51,26	-1,602	
	Вербальная оригинальность	51,09	50,64	0,206	
	Вербальная креативность	49,43	51,03	-1,022	
Образная	Беглость	48,43	51,54	-1,337	
	Оригинальность	50,37	49,41	0,436	
	Разработанность	52,00	49,76	0,882	
	Название	50,28	49,98	0,140	
	Замыкание	50,99	50,21	0,363	
	Невербальная креативность	50,43	50,03	0,227	
	Число химических образов	1,32	0,49	3,253**	

* – вероятность допустимой ошибки $P \leq 0,05$.

** – вероятность допустимой ошибки $P \leq 0,01$.

кие фигуры, математические формулы, физические приборы» (Одаренность и возраст, 2004, с. 82).

Отсутствие достоверных различий показателей методики Торренса в группах испытуемых с разным уровнем успешности по химическим дисциплинам можно объяснить существованием специальных способностей, не диагностируемых тестом Торренса, но позволяющим более способным химикам достигать более высоких результатов в профессиональной деятельности.

Полученные нами данные согласуются с исследованиями художественных, литературных, музыкальных способностей (А. А. Мелик-Пашаев, М. Е. Каневская, А. А. Адапкина и др.). Так, А. А. Мелик-Пашаев (1994) указывает, что ни один из предложенных Торренсом параметров не пригоден для оценки художественных способностей. М. Е. Каневская (1993) установила, что одаренные дети, уже проявившие себя в литературе и написавшие сочинения, высоко оцененные экспертами, показывали невысокие результаты по методикам Торренса. Анализируя полученные данные, М. Е. Каневская приходит к выводу, что творческое мышление, описанное Торренсом (и измеряемое тестами креативности), и художественное воображение, специализирующееся в сфере художественного творчества, – явления не родственные и функционирующие по разным законам.

Однако наиболее интересные и значимые результаты были получены в результате качественно-содержательного (глубинного) анализа рисунков студентов-химиков в невербальной батарее Торренса:

- во-первых, достаточно часто встречаются изображения химической посуды (пробирок, колб, воронок, мерных цилиндров, осушителей), химических формул и знаков, графики химических процессов (цикл Карно), гальванических элементов, электролиза; нас особенно заинтересовал вопрос: чем же отличаются студенты, отобразившие и не отобразившие образы химии в невербальной батарее Торренса?
- во-вторых, существует гендерная специфика образов и показателей креативности, юноши и девушки, по-разному воспринимают окружающий мир, и те образы, которые являются типичными для одной гендерной группы, для другой, согласно Торренсу, требуют творческой силы. Из этого факта следует необходимость разработки списков неоригинальных ответов для каждой гендерной группы;

- в-третьих, культура, в которой происходит социализация личности, формирует культурно-обусловленные ментальные структуры, поэтому при обработке невербальной батареи Торренса мы видим как одинаковые образы на один и тот же стимульный материал, так и специфичные образы, характерные для данной культуры, типичные для представителей той или иной профессиональной деятельности.

Обратимся к таблице 27, в которой указаны частоты встречаемости химических образов и по всей выборке, и с учетом гендерных особенностей. В целом во всей выборке студентов-химиков образы конденсатора и графики химических процессов являются часто встречающимся. У девушек появление любого образа химии следует оценивать как ответ, требующий творческой силы (частота встречаемости менее 5%). У юношей рисунки приборов и установок, конденсаторов, формулы веществ, химические процессы и графики химических процессов следует рассматривать как типичные ответы. Образы приборов и установок встречаются только у юношей, что согласуется с результатами тестов ДДО Климова: у юношей более высокие значения показателей человек-техника (5,41 и 3,2; $p = 0,000$) – и с «Картой интересов», разработанной А. Е. Голомштоком: у юношей более высокие показатели по шкале техника ($p = 0,000$) и электротехника ($p = 0,000$). Изображения конденсаторов и поршней встречаются как у юношей, так и у девушек, а аналитических весов – только у девушек. Рисунки химической посуды также встречаются как у юношей, так и у девушек, но у девушек эти образы более разнообразны и более детально разработаны. Отображение химической формы движения материи в знаковой форме можно отметить и у юношей и у девушек, но у юношей знаковые и модельные копии более богаты и разнообразны. Рисунки цикла Карно присутствуют как в работе юношей, так и девушек. В то время как другие образы – спектральных линий, диаграмм состояния, линий магнитной индукции, дифракционной картины, инфракрасной спектроскопии, – только у юношей.

Из полученных нами данных никоим образом не следует, что девушки менее способны к химии, чем юноши, и удел девушек – роль лаборанта. Как мы уже отмечали (Волкова, 2008), девушки находятся под сильным давлением социальной среды, ответственности за продолжение и сохранение человеческого рода.

Сопоставим показатели особенностей личности отлично успевающих по дисциплинам химического цикла юношей (29 чел.) и де-

Таблица 27
Химические образы в невербальной батарее Торренса

Химический образ	Вся выборка (289 чел.)	Девушки (176 чел.)	Юноши (113 чел.)
Химическое оборудование			
приборы и установки (реактор, ускоритель, циклотрон, прибор для электролиза, силовая установка, прибор для получения дифракции, электрическая дуга)	11 (3,8%)	0	11 (9,73%)
конденсатор	15 (5,19%)	4 (2,27%)	11 (9,73%)
гальванический элемент	1 (0,34%)	1 (0,5%)	0
поршень	11 (3,8%)	6 (3,4%)	5 (4,42%)
трансформатор	1 (0,34%)	0	1 (0,88%)
диэлектрик	1 (0,34%)	1 (0,5%)	0
аналитические весы	3 (1,03%)	3 (1,7%)	0
Химическая посуда			
химический стакан	1 (0,34%)	1 (0,5%)	0
колба	7 (2,42%)	5 (2,84%)	2 (1,76%)
термометр	1 (0,34%)	1 (0,5%)	0
склянка	1 (0,34%)	1 (0,5%)	0
пробка	1 (0,34%)	1 (0,5%)	0
пробирка	12 (4,15%)	7 (3,97%)	5 (4,42%)
магнит	3 (1,03%)	2 (1,13%)	1 (0,88%)
мерный цилиндр, мензурка	10 (3,46%)	5 (2,84%)	5 (4,42%)
воронка	5 (1,73%)	4 (2,27%)	1 (0,88%)
держатель	1 (0,34%)	1 (0,5%)	0
сообщающиеся сосуды	1 (0,34%)	1 (0,5%)	0
ступка с пестиком	1 (0,34%)	1 (0,5%)	0
осушитель	1 (0,34%)	0	1 (0,88%)
обратный холодильник	1 (0,34%)	0	1 (0,88%)
Строение вещества. Знаки и формулы веществ			
таблица Менделеева	1 (0,34%)	0	1 (0,88%)
формулы веществ (водород, азот, бензол, циклобутандикарбоновая кислота)	8 (2,76%)	2 (1,13%)	6 (5,3%)
молекула	1 (0,34%)	0	1 (0,88%)
кристалл	1 (0,34%)	0	1 (0,88%)
атомные орбитали	1 (0,34%)	0	1 (0,88%)
спин электрона	1 (0,34%)	1 (0,5%)	0
электрон	1 (0,34%)	0	1 (0,88%)

Продолжение таблицы 27

Химические процессы и графики процессов			
процессы (процесс перегонки, броуновское движение, циклический процесс, кумуляция)	8 (2,76%)	0	8 (7,07%)
графики (цикл Карно, спектральные линии, диаграмма состояния, линии магнитной индукции, дифракционная картина, инфракрасная спектроскопия)	20 (6,92%)	4 (2,27%)	16 (14,15%)
расчетные формулы	3 (1,03%)	1 (0,5%)	2 (1,76%)
электрический разряд	1 (0,34%)	1 (0,5%)	0
ядерные взрывы	5 (1,73%)	1 (0,5%)	4 (3,5%)

Примечание. В скобках указана частота появления образов по отношению к общему числу испытуемых данной выборки.

вушек (13). Как мы видим, успешных по химическим дисциплинам девушек в два раза меньше, чем успешных юношей. Поэтому особенно интересно, благодаря каким особенностям личности девушки достигают высоких результатов в области химии. Из 256 показателей выявлено немного достоверных различий. Юноши более успешны в неорганической химии ($p^1 = 0,045$) и обладают более высоким словарным запасом ($p = 0,042$). Девушки более успешны в физической химии (0,025), у них более высокая скорость кодирования ($p = 0,029$). Показатели сенсорных ($p = 0,031$) и перцептивных дифференцировок ($p = 0,005$), обеспечивающих более высокий уровень «чувства вещества», у юношей значимо выше, чем у девушек. Юноши более проникательны и расчетливы, хитры и дипломатичны, честолюбивы и сдержанны ($N_+ = 6,82$). Девушки – наивны, естественны и непосредственны, более эмоциональны ($N_- = 4,3$; $p = 0,0001$). Но вместе с тем девушки отличаются более высокой способностью управлять своими эмоциями и настроением ($C_+ = 7,77$ и $C_+ = 6,5$; $p = 0,043$), более выраженным стремлением к самостоятельности и независимости, большей активностью, энергичностью и смелостью ($E_+ = 6,3$ и $E_- = 5,27$; $p = 0,033$).

Среди лауреатов Нобелевской премии мужчин больше, чем женщин, но это не означает, что женщины менее способны. Элен Фри (Helen Free), например, изобрела способ оценки уровня сахара в крови

- 1 Поскольку выборка невысока, то представлены данные непараметрического анализа (U-критерий), однако достоверность различий по разным методам анализа совпадает.

в домашних условиях – «dip-and-read», Сьюзен Соломон (Susan Solomon) связала использование CFCs с озоновой дырой в Антарктике, Ада Ионат (Ada Yonath) – объяснила структуру рибосомы (Нобелевская премия по химии, 2009 г.). Одна из самых знаменитых женщин в науке – Мария Складовская-Кюри (1867–1934), стала первым дважды лауреатом Нобелевской премии и воспитала дочь Ирен, тоже лауреата Нобелевской премии. Мария была младшей в семье, где занятия наукой пользовались большим уважением. Родители многое сделали для развития научных и литературных интересов и использовали любую возможность, чтобы все пятеро детей приобрели знания в области естественных наук. В пятнадцать лет Мария окончила гимназию и отправилась в деревню домашней учительницей. В 24 года получив определенные знания и накопив немного денег, она, преодолевая предрассудки, поступает учиться в Парижский университет – Сорбонну. Вероятно, пример родителей по преодолению гендерного стереотипа воспитания, крепкая подготовка и любовь к естественным наукам помогли Марии получить высшее образование. В 1894 г. Мария познакомилась Пьером Кюри. У супругов были одинаковые взгляды на общественные и научные вопросы. Из-за недостатка средств Марии самой приходилось вести домашнее хозяйство, но это не помешало ей получить право на преподавание в школе для девочек, а также успешно проводить экспериментальные исследования. Работая много лет в лаборатории, Мария при активном участии мужа сумела установить природу радиоактивного излучения и открыть радиоактивные элементы – радий и полоний.

Результаты централизованного абитуриентского тестирования по химии в уральском регионе также показывают, что средний процент выполнения заданий теста у юношей (51,7%) и девушек (51,8%) практически одинаков (Мальцев, Пракина, 2006).

Данные, представленные в таблице 28, показывают, что в одни годы чуть лучший результат у девушек, в другие – у юношей. Девушек, принимающих участие в тестировании, намного больше, чем юношей.

Итак, попытаемся разобраться, почему не у всех студентов-химиков в ответах мы обнаруживаем «химические образы». Чем это можно объяснить – способностью противостоять давлению среды или за этим скрыт более глубокий пласт работы сознания, связанный с правилосообразной организацией визуальной информации

Таблица 28

Результаты тестирования юношей и девушек по химии

Год	Химия-1				Химия-2			
	Юноши		Девушки		Юноши		Девушки	
	Кол-во	% верн. ответов	Кол-во	% верн. ответов	Кол-во	% верн. ответов	Кол-во	% верн. ответов
2000	26	53,1	33	48,3	6	44,9	20	46,5
2001	149	50,4	232	53,5	34	39,8	58	36,7
2002	210	52,0	309	51,7	35	47,5	65	41,2
2003	378	51,7	786	51,8	85	39,8	133	34,6
2004	251	55,0	384	52,0	72	51,3	102	47,5
2005	164	57,2	280	57,3	84	54,5	114	54,3

ей (Шеварев, 1998)? Чем же отличаются студенты, отобразившие и не отобразившие химическую форму движения материи?

Мы разделили выборку на две группы: в первую группу вошли студенты нарисовавшие два и более образа, во вторую – все остальные.

Математический анализ показал отсутствие достоверных различий между показателями успеваемости по математике, физике; показателями уровня интеллектуального развития (по тесту ТИПС: вычисления, лексика, эрудиция, зрительная логика, абстрактная логика, внимание, общий балл; тесту Равена; тесту Д. Векслера, исключая 3 арифметический субтест), показателями творческих способностей (тест Торренса); показателями теста Б. Кадырова (активность, воображение, самоорганизация, воля, общий показатель второй сигнальной системы); объему кратковременной слуховой памяти (методика 10 слов); показателями психомоторной и интеллектуальных сфер (эргичность, пластичность, скорость, активность, эмоциональность) по методике ОФДСИ В. М. Русалова и т. д.

Наибольшее число достоверных различий было выявлено по показателям зрелости когнитивных структур химического познания: успеваемость по химии; время простых, сложных и сложнейших химических дифференцировок; объем сохранения химической информации в памяти; химическая интуиция; субъективные оценки химических способностей; интерес к химии (карта интересов). По тесту «GreatChemists» выявлены более высокие способности различать физические и химические явления, выявлять окислительно-восстановительные свойства, способность прогнозировать направление химического процесса в зависимости от изменения внешних условий. Эти данные представлены в таблице 29.

Таблица 29

Различия показателей химических способностей
в группах студентов, отразивших и неотразивших образы химии
в невербальной батарее Е. Торренса

Показатели	Среднее значение показателей		Т-критерий Стьюдента
	Число химических образов ≥ 2	Число химических образов < 2	
Успеваемость по химии	4,05	3,75	2,343*
Химические дифференцировки			
Простая, t (с)	37,68	51,79	-4,38***
Сложная, t (с)	45,14	50,20	-2,096*
Сложнейшая, t (с)	174,48	202,10	-2,453*
Модифицированная методика оценки кратковременной памяти («10 слов»)			
Общий объем памяти	8,25	8,27	-0,108
Объем памяти на химические элементы, объединенные групповой закономерностью	9,85	9,68	2,095*
Объем памяти на химические элементы, объединенные периодической закономерностью	9,34	8,97	2,243*
Объем памяти на химические элементы вразброс	8,22	7,61	2,484*
Методика Лидина и Андреевой			
Химическая интуиция	20,8143	16,0000	3,333***
Методика прямого шкалирования компонентов химических способностей			
Химическая направленность	61,96	54,89	1,914
Химическая память	66,46	59,33	2,051*
Химическая интуиция	62,00	55,79	1,609
Химический язык	71,43	59,80	3,529***
Химическое мышление	67,00	58,16	2,518*
Химические руки	66,03	63,71	0,536
Способность решать химические задачи	74,50	60,01	4,67***
Интерес к химии	8,14	6,30	2,788**

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

По факторному личностному опроснику Кеттелла были выявлены более высокие показатели фактора G (развитое чувство ответственности, обязательность и добросовестность, точность и аккуратность в делах,

хороший самоконтроль) и менее высокие значения фактора F (большая надежность, серьезность отношения к жизни и к работе), полученные данные находят свое подтверждение в биографических очерках «Великие химики» Калояна Манолова, в книге «Химики о себе».

Интересным является и тот факт, что студенты, изобразившие формулы органических веществ, впоследствии выбрали кафедру органической химии, изобразившие графики процессов – кафедру физической химии, химическую посуду – аналитическую химию (рисунки 11–13).

Мы предположили, что появление химических рисунков в невербальных субтестах Торренса может быть обусловлено более высокой степенью дифференцированности когнитивных структур, лежащих в основе специальных способностей химиков.

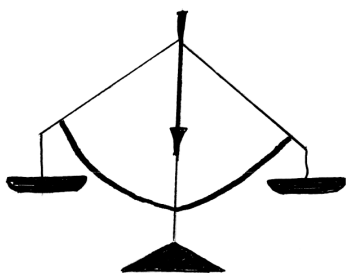


Рис. 11. Аналитические весы

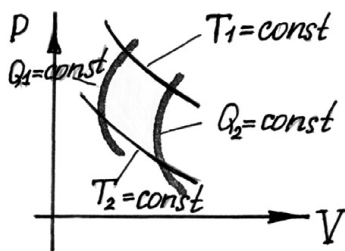


Рис. 12. Цикл Карно

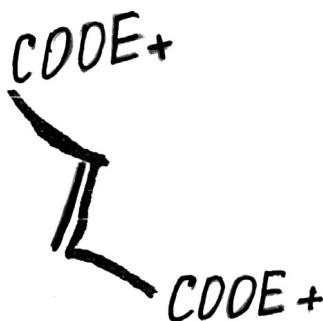


Рис. 13. Формула органического вещества

Данные однофакторного дисперсионного анализа (вся выборка) подтвердили данное предположение: выявлены достоверные связи между временем сложнейших дифференцировок (химический пасьянс ($N1:F = 2,315^*$), окислительно-восстановительный процесс – не окислительно-восстановительный процесс ($N1:F = 2,158^*$; $T2:F = 3,398^{**}$), пространственная структура ($N2:F = 2,473^*$; $T2:F = 2,479^{**}$), обратимый – необратимый химический процесс ($T2:F = 2,927^{**}$), гидролиз ($N1:F = 2,308^*$; $N2:F = 2,603^{**}$) и числом химических образов. Еще более показательные результаты в группе студентов (31 чел.), охвативших 2 и более образа химии; были выявлены значимые связи между числом химических образов и показателями: химические дифференцировки ($T3 = 3,272^*$), вещество и тело ($T1:F = 3,069^*$, $N1:F = 3,034^*$), химический пасьянс ($T1:F = 3,295^*$), пространственная структура ($N1:F = 3,862^*$, $T2:F = 5,455^{**}$), обратимый – необратимый химический процесс ($T2:F = 6,444^{**}$), гидролиз ($T2:F = 3,967^*$).

Полученные данные позволяют утверждать, что студенты, образовавшие химическую форму движения материи в невербальных субтестах Торренса, обладают более высоким уровнем зрелости концептуальных структур химии, более высокими специальными способностями. Следовательно, появление «химических образов» в невербальной батарее Торренса может служить надежным критерием выявления потенциально способных химиков. Полученные данные согласуются с исследованиями М. А. Холодной, в которых выявлена связь между сформированностью понятийных структур и включенностью чувственно-сенсорного компонента: «Хорошо сформированная и эффективно работающая понятийная структура характеризуется включенностью чувственно-сенсорного компонента, то есть представленный в содержании понятия объект переживается испытуемым через некоторое множество дифференцированных по интенсивности чувственно-сенсорных впечатлений» (2002, с. 121). Образы, возникающие в условиях понятийного познания, находятся внутри понятийных структур как ее неотъемлемая органическая составляющая.

Следует особо подчеркнуть тот момент, что дисперсионная связь была выявлена между числом химических образов и временем *сложнейших* химических дифференцировок: чем более тонко дифференцированы понятийные структуры химии, тем больше вероятность появления химических образов. Возможно, именно

этот факт лежит в основе действия механизма подсказки или возникновения гипотезы в условиях творческого процесса. Происходит своего рода «настройка» репрезентативных когнитивных структур на подсказку, как настраивают инструменты, голос, ориентируясь на камертон. Тонко дифференцированные структуры имеют возможность образовывать большее разнообразие новых временных связей, необычных комбинаций, и вероятность образования интегративной структуры наиболее точно соответствующей по инвариантным признакам исследуемому объекту возрастает. Происходит то, что мы называем «внезапное озарение», «инсайт», совпадение внешних условий мышления с его результатом – с репрезентативными когнитивными структурами, отражающими релевантные свойства объекта. По-видимому, именно высокая степень дифференцированности концептуальных структур химии обуславливает творческий характер химического мышления и позволяет находить новые и интересные факты «часто у соединений, казалось бы, вдоль и поперек исследованных в обычной химической практике» (Химики о себе, 2001, с. 149–152). (Из отзыва В. В. Черняева на В. В. Лебединского).

Полученные нами данные согласуются с результатами исследований Б. Б. Косова, выявившего, что «более креативные студенты отличаются более высоким уровнем дифференцированности сложного и субъективно нового семантического материала» (2003, с. 60) и показавшего важную роль процессов различения в обучении, умственном развитии и реальной творческой деятельности. Ученый полагает, что в основе творческой интуиции лежит высокая различимость (1997, с. 4) и различительная чувствительность к конкретным условиям проблемных ситуаций, связанным со специальными способностями человека. Б. Б. Косов сделает вывод о причастности фактора различимости к творческим способностям и развитию творческого мышления, который является субъективной стороной и, вероятно, причиной дифференциации когнитивных структур. На сходство «органического творчества художника, создающего произведения искусства, и природы (субстанционального деятеля), создающей организмы», развивающейся в соответствии с принципом дифференциации, указывал в своих работах Н. О. Лосский (1995, с. 254). Я. А. Пономарев отмечал, что «формы развития ребенка в онтогенезе, формы его поведения подобны формам поведения человека, решающего трудную творческую задачу» (1999,

с. 14), т. е. творчество – это взаимодействие, ведущее к развитию, становлению новых качеств.

Известно, что наиболее значимые образы сознания в ответах испытуемых сохраняются и воспроизводятся лучше. Об этом свидетельствуют эксперименты П. П. Блонского (1979) на сохранение. На избирательную активность процессов памяти указывает Е. И. Горбачева (2001). Именно поэтому наибольший интерес представляют типичные, часто встречающиеся ответы испытуемых, которые позволяют воссоздавать внутренний мир испытуемых, моделировать содержание и структуру психического отражения действительности. Как указывает Н. И. Чуприкова, это возможно потому, что «характер и особенности поведения глубоко и закономерно связаны с содержанием, структурой и динамикой отражательной деятельности мозга» (2006, с. 189–190).

Сравним списки типичных ответов студентов-химиков и американских испытуемых в невербальной батарее Торренса. В субтесте 1 «Создание рисунка» овальное цветное пятно вызывает как общие для разных культур образы сознания (яйцо, лицо), так и специфичные, присущие только для испытуемых данной культуры. Например, если для наших студентов типичными являются образы цветка, животного, то для американских испытуемых – абстрактный рисунок, кружок, слеза (Волкова, 2007).

В целом, анализируя данные, можно образно описать «менталитет» американской молодежи: абстракция, цифры, буквы, лицо и фигура. Для российских студентов-химиков более значима природа: животные, цветы и деревья, насекомые, облака, рельеф местности. Важным является не столько лицо, сколько глаза, улыбка – образы, несущие информацию о духовном мире человека. Появление тех или иных образов в невербальной батарее Торренса не является случайным. Для выборки студентов-химиков мы разработали списки часто встречающихся ответов с учетом гендерной специфики появления того или иного образа в невербальной батарее Торренса. Проверка надежности полученных списков ответов осуществлялась на основе математико-статистического анализа таблиц сопряженности переменных с номинальной шкалой (критерий хи-квадрат): большинство образов невербальной батареи Торренса значимо связаны с полом испытуемого.

Фактически тест Торренса работает как проективная методика, уникальность которой определяется, прежде всего, инструкцией:

«Перед тобой – несколько увлекательных заданий. Тебе потребуются воображение и творческие способности... У этих заданий нет „правильных“ и „неправильных“ ответов. Важно, чтобы ты придумал как можно больше идей и получил от этого настоящее удовольствие. Постарайся, чтобы твои идеи получились интересными и необычными – *такими, которые не придумал бы никто, кроме тебя!*». Инструкция раскрепощает испытуемого, снимает защиты и в творческом процессе направляет полет мысли к отображению того, что для человека значимо.

Итак, что же в реальности мы «измеряем» тестом Торренса? Обратимся к качественно-содержательному анализу рисунков трех студентов второго курса – Максима, Михаила и Андрея. У всех юношей отличная успеваемость, высокие показатели интеллектуального развития, но разное содержание рисунков в невербальной батарее Торренса.

Основное направление рисунков Михаила М. – космос (планеты, звезды, планетарные системы). Этот юноша вдруг в конце второго курса перестает посещать занятия и переводится на факультет, где есть возможность заниматься астрономией.

Андрей Н. – еще со школьной скамьи неоднократный победитель олимпиад по химии разного уровня, но в его рисунках очень много математических формул, даже тест Равена ассоциируется у него с системами математических уравнений. К третьему курсу химия для Андрея оказалась менее привлекательной, чем дифференциальные уравнения, и он сам по своей инициативе углубленно осваивает математику со студентами матмеха и в будущем планирует связать свою жизнь с дифференциальными уравнениями.

Максим А. на втором курсе очень сомневался в правильном выборе профессии, он метался: «Куда пойти?» – в консерваторию, чтобы стать композитором или посвятить свою жизнь поэзии, или все же стать химиком? Максим в третьем субтесте невербальной батареи Торренса на основе шести пар параллельных линий нарисовал несколько картинок, последовательно развивающих единый сюжет – химический взгляд на происхождение жизни на Земле (рисунок 14). К пятому курсу этот студент является участником научно-исследовательских грантов, победителем все-российской олимпиады по физической химии среди студентов, награжден именной стипендией. Его область интересов – кристаллохимия.



Рис. 14. Максим А. Химический взгляд на происхождение жизни на Земле

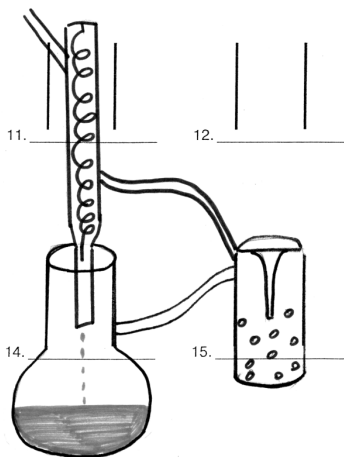


Рис. 15. Александр Б. Процесс перегонки с использованием обратного холодильника и осушителя

Еще более интересны результаты выполнения субтеста «Параллельные линии» Александром Б. На своем рисунке (рисунок 15) он изобразил процесс перегонки органического вещества с использованием обратного холодильника и осушителя. Оказалось, что этот юноша

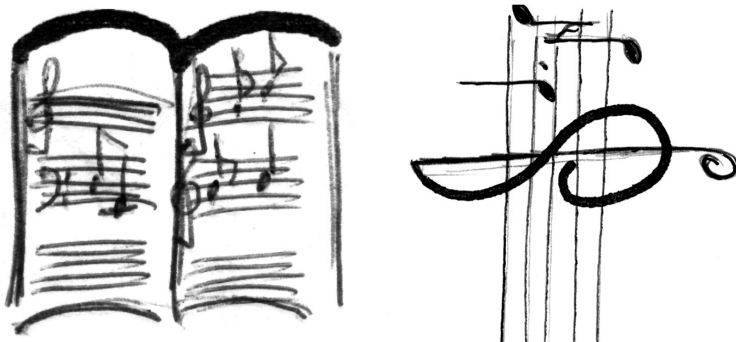


Рис. 16. Екатерина П. Ноты и нотный стан

поступил на химфак вопреки воле родителей, ни слезы, ни мольбы которых не привели к изменению его решения. Юноша твердо отстаивал свой выбор. Сейчас Александр с увлечением занимается органической химией не только в университете, но и в академии наук, преподает химию в школе.

Екатерина П. – хорошо успевающая студентка, особых трудностей в учебе не испытывает, но темы ее рисунков отражают интерес к музыке, театру, сцене, балету. Катя долго и упорно занималась музыкой и мечтала связать свою жизнь с театром, сценой. Но родители сказали, что музыкой на жизнь не заработаешь. Так она оказалась на химфаке (рисунок 16).

Как мы видим, глубинный анализ содержания рисунков невербальной батареи Торренса позволяет заглянуть во внутренний мир испытуемого, увидеть его интересы, состояние, способности, даже такие, которые пока еще им не осознаются, или такие, которые он старается спрятать даже от самого себя.

Выводы

1. Чем более тонко дифференцированы концептуальные структуры химии, тем больше вероятность появления химических образов в невербальной батарее Торренса, тем более способными к химии можно считать данных индивидов.
2. Появление «химических образов» в невербальной батарее Торренса может служить надежным критерием выявления потенциально способных химиков.

3. Невербальную батарею теста Торренса при качественно-содержательном анализе рисунка можно использовать в качестве проективной методики, позволяющей в известных и контролируемых условиях моделировать содержание и структуру психического отражения действительности.

Индивидуально-психологические особенности химиков

Не претендуя на полное и окончательное решение вопроса, каким образом формально-динамические особенности индивидуальности и особенности личностных черт обуславливают своеобразие поведения и деятельности химиков, приведем некоторые данные, которые необходимы для более полного представления о химике как субъекте деятельности.

С целью выяснения особенностей формально-динамической индивидуальности химиков обратимся к анализу результатов тестов В. М. Русалова (ОФДСИ)¹ и Б. Р. Кадырова (Опросник для выявления соотношения двух сигнальных систем) в разных группах испытуемых.

Студенты, отобразившие химические образы в невербальной батарее Торренса (таблица 30) отличаются более высокими показателями интеллектуальных шкал формально-динамических свойств индивидуальности – эргичности, пластичности, скорости, активности, психомоторной пластичности, общей адаптивности, но меньшей эмоциональностью, и эти различия статистически значимы. По тесту Б. Р. Кадырова (таблица 31) у данных студентов более выражен показатель аналитического мышления. Группа «отобразивших» испытуемых тяготеет к «мыслительному типу» высшей нервной деятельности, по Павлову, а «неотобразивших» – к «среднему».

1 Типы темперамента, по В.М. Русалову:

- 1 – холерик;
- 2 – флегматик;
- 3 – сангвиник;
- 4 – меланхолик;
- 5 – смешанный низко-эмоциональный тип;
- 6 – смешанный высоко-эмоциональный тип;
- 7 – смешанный высоко-активный;
- 8 – смешанный низко-активный;
- 9 – неопределенный тип.

Отлично успевающие студенты также достоверно отличаются более высокими формально-динамическими показателями интеллектуальной сферы – активности, эргичности, скорости, пластичности – и меньшими показателями эмоциональности и коммуникативности. По показателям теста Б. Р. Кадырова (таблица 31) они менее эмоциональны, характеризуются более выраженными показателями саморегуляции, аналитического мышления, второй сигнальной системы, обладают более сильной нервной системой. Выявлены статистически значимые различия в группах испытуемых с разным уровнем успешности по химическим дисциплинам: отлично успевающие по химии студенты характеризуются доминированием второй сигнальной системы – «мыслители», а хуже успевающие студенты имеют практически одинаковые показатели первосигнальности и второсигнальности, т. е. «средний тип» высшей нервной деятельности.

Обратимся к анализу частоты встречаемости типов темперамента в разных группах испытуемых (рисунки 17–18). На диаграмме 17 представлена частота встречаемости общего типа темперамента.

Анализ представленных диаграмм показывает, что в группах более успешных в химии студентов частота встречаемости высокоактивных и низкоэмоциональных типов темперамента выше, чем в группах менее успешных. Смешанный высокоэмоциональный тип формально-динамических свойств индивидуальности наиболее часто встречается в группах хуже успевающих по химии и «неотобразивших» студентов.

В группе отлично успевающих по химии и «отобразивших» студентов доминирующими формально-динамическими свойствами индивидуальности являются 3 и 5 тип (сангвиники и смешанный низкоэмоциональный) и не характерны 2, 4 и 8 типы темперамента, отличающиеся низкой активностью.

Еще более отчетливо эта тенденция выражена интеллектуальной сфере: в группе отлично успевающих по химии студентов – частота встречаемости 3 типа (сангвиники) и 7 типа (смешанный высокоактивный) выше (рисунок 18). В психомоторной сфере различия между формально-динамическими свойствами индивидуальности в разных группах испытуемых менее выражены, чем в интеллектуальной сфере. Во всех выборках доминирующими являются 3 и 7 тип темперамента. Однако в группах «отобразивших» и отлично успевающих по химии студентов практически не встречаются ис-

Таблица 30

Сравнительный анализ формально-индивидуальных показателей по опроснику В. М. Русалова в разных группах испытуемых

Показатели		Средние значения показателей в группах испытуемых		Т-критерий Стюдента	Средние значения показателей в группах испытуемых		Т-критерий Стюдента
		отлично успевающие (42 чел.)	хуже успевающие (85 чел.)		«отоб-разившие» (102 чел.)	«неот-образившие» (176 чел.)	
Эргичность	Психомоторная	29,12	29,34	-0,131	30,19	29,80	0,413
	Интеллектуальная	35,74	28,16	6,842***	32,23	30,31	2,613**
	Коммуникативная	31,17	35,20	-2,674**	33,14	33,93	-0,815
Пластичность	Психомоторная	34,71	33,88	0,861	34,87	33,59	2,018*
	Интеллектуальная	29,97	26,94	2,862**	29,12	26,86	3,718***
	Коммуникативная	28,23	30,46	-1,963	29,15	29,21	-0,070
Скорость	Психомоторная	33,10	33,25	-0,126	33,63	33,90	-0,362
	Интеллектуальная	34,48	29,92	3,911***	32,46	30,00	3,556***
	Коммуникативная	35,07	35,66	-0,526	35,29	35,80	-0,704
Эмоциональность	Психомоторная	27,05	28,19	-1,214	27,48	27,98	-0,798
	Интеллектуальная	28,82	32,45	-3,035**	31,04	32,70	-2,066*
	Коммуникативная	29,15	31,91	-2,377*	29,26	31,51	-2,897**
Активность	Психомоторная	96,94	96,47	0,152	98,70	97,31	0,766
	Интеллектуальная	100,20	85,03	5,316***	93,82	87,18	3,982***
	Коммуникативная	94,48	101,42	-2,140*	97,43	99,02	-0,762
Индекс общей активности		291,57	282,92	1,188	289,62	283,51	1,520
Индекс общей эмоциональности		85,05	92,55	-2,574*	88,02	92,25	-2,233*
Индекс общей адаптивности		206,52	190,39	1,878	201,60	191,25	2,072*

* P ≤ 0,05, ** P ≤ 0,01, *** P ≤ 0,001

Таблица 31

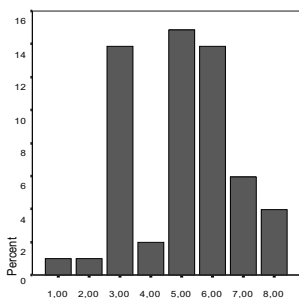
Сравнительный анализ показателей теста Б. Р. Кадырова
в разных группах испытуемых

Показатели	Средние значения показателей в группах испытуемых		Т-критерий Стьюдента	Средние значения показателей в группах испытуемых		Т-критерий Стьюдента
	отлично успевающие (42 чел.)	хуже успевающие (85 чел.)		отразившие (102 чел.)	неотразившие (176 чел.)	
Активность	20,23	20,18	0,050	19,99	20,29	-0,498
Эмоциональность	22,78	20,60	2,019*	21,70	21,17	0,783
Образная память	15,90	15,39	0,852	15,76	15,30	1,156
Воображение	14,52	13,28	1,620	13,68	13,77	-0,158
Саморегуляция	22,38	24,73	-2,508*	23,62	24,25	-0,926
Воля	23,21	24,50	-1,228	24,09	24,06	0,053
Аналитическое мышление	16,23	19,42	-4,336***	17,76	19,06	-2,427*
Первая сигнальная система	73,45	67,97	1,951	71,13	70,10	0,624
Вторая сигнальная система	61,83	68,67	-2,931**	65,49	67,25	-1,084
Коэффициент сигналности	-8,30	-0,87	-3,365***	-4,53	-2,43	-1,416
Сила нервной системы (Стрелю Я.)	36,40	34,02	2,431*	34,59	34,08	0,740

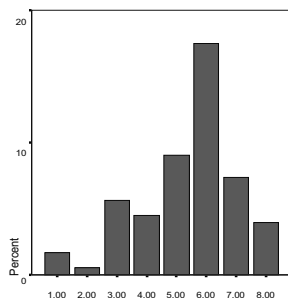
Примечание. По тесту Б. Р. Кадырова, чем меньше численное значение показателя, тем более он выражен.

пытуемые с холерическим (1 тип), флегматическим (2 тип) и меланхолическим (4 тип) типом темперамента.

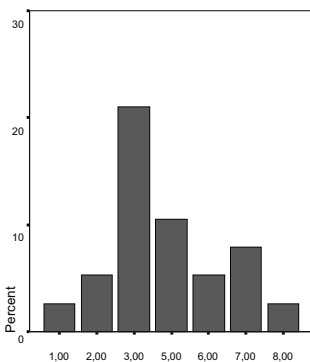
Данные непараметрического анализа (таблица 32) свидетельствуют о том, что такое распределение значений формально-динамических свойств индивидуальности не является случайным: среди более успешных химиков частота встречаемости 3 и 7 дифференциальных типов индивидуальности выше, а 6 типа ниже по сравнению с менее успешными по химическим дисциплинам студентами (рисунок 18).



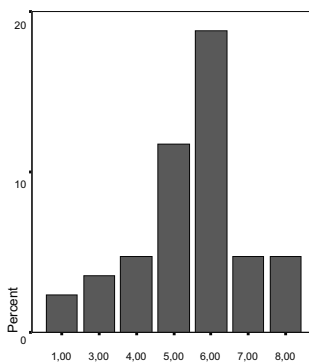
Группа испытуемых, отразивших химические образы – 102 человека



Группа испытуемых, неотразивших химические образы – 172 человека



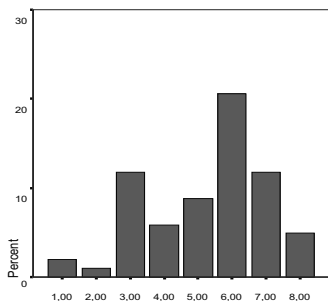
Группа испытуемых, отлично успевающих по химии ($\geq 4,75$) – 42 человека



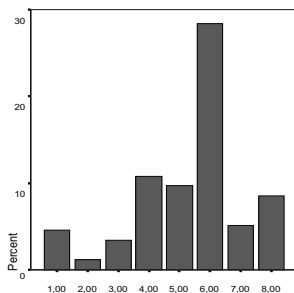
Группа испытуемых, хуже успевающих по химии ($< 3,5$) – 85 человек

Рис. 17. Частота встречаемости различных типов темперамента (ОФДСИ В. М. Русалова, общий тип темперамента) в разных группах испытуемых

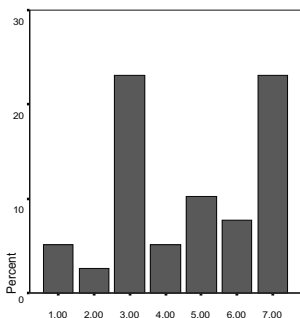
По-видимому, такие формально-динамические особенности как высокая активность нервной системы и низкая эмоциональность, доминирование второй сигнальной системы являются более благоприятными внутренними условиями формирования когнитивных структур репрезентации химических знаний. В данном случае, вероятно, можно говорить о двух диаметрально противоположных типах формально-динамической индивидуальности личности, обеспечи-



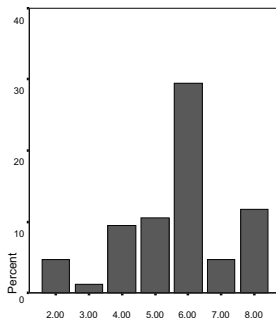
Группа испытуемых, отразивших химические образы – 102 человека



Группа испытуемых, неотразивших химические образы – 176 человек



Группа испытуемых, отлично успевающих по химии ($\geq 4,75$) – 42 человека



Группа испытуемых, хуже успевающих по химии ($< 3,5$) – 85 человек

Рис. 18. Частота встречаемости различных типов темперамента (ОФДСИ В. М. Русалова, интеллектуальная сфера) в разных группах испытуемых

вающих разные внутренние условия усвоения химических знаний. Для получения дополнительной информации обратимся к анализу показателей успеваемости и специальных способностей в этих группах испытуемых (таблицы 33, 34).

Показатели успеваемости в группах с сангвинистическим и смешанным низкоэмоциональным типами дифференциального темперамента в интеллектуальной сфере значимо выше, чем у студентов со смешанным высокоэмоциональным типом темперамента. Зна-

Таблица 32
Распределение значений
формально-динамических свойств индивидуальности

Формально-динамические свойства индивидуальности	Группы испытуемых	Chi-Square	Asymp. Sig. (2-sided)
Общий тип темперамента	«отобразившие»	131,66	0,000
	«неотобразившие»	298,57	0,000
	отлично успевающие	43,68	0,000
	хуже успевающие	120,27	0,000
Дифференциальный тип темперамента (интеллектуальная сфера)	«отобразившие»	77,29	0,000
	«неотобразившие»	133,88	0,000
	отлично успевающие	17,82	0,01
	хуже успевающие	54,7	0,000
Дифференциальный тип темперамента (психомоторная сфера)	«отобразившие»	74,62	0,000
	«неотобразившие»	129,69	0,000
	отлично успевающие	15,61	0,008
	хуже успевающие	51,05	0,000

Таблица 33
Показатели успеваемости в группах с разными типами
дифференциального темперамента (интеллектуальная сфера)

Показатели успеваемости	Средние значения показателей в группах испытуемых с разным типом темперамента		Т-критерий Стьюдента	Значимость различий по критерию Манна-Уитни (U)
	сангвинистический и смешанный высокоактивный (39 чел.)	смешанный высокоэмоциональный (74 чел.)		
Средний балл по химическим дисциплинам	4,33	3,74	4,58***	0,000
Физика	4,00	3,49	4,65***	0,000
Математика	4,08	3,49	3,53***	0,001
Общая химия	4,46	3,83	4,403***	0,000
Неорганическая химия	4,44	3,85	4,95***	0,000
Аналитическая химия	4,39	3,89	3,652***	0,001
Физическая химия	3,89	3,41	2,159*	0,032
Органическая химия	3,85	3,44	1,89	0,051

Таблица 34

Показатели химических способностей в группах с разными типами дифференциального темперамента (интеллектуальная сфера)

Показатели		Средние значения показателей в группах испытуемых с разным типом темперамента		Т-критерий Стьюдента
		сангвинистический и смешанный высокоактивный (39 чел.)	смешанный высокоэмоциональный (74 чел.)	
Химические дифференцировки				
Простая	Время, с	33,21	39,77	-3,868***
	Ошибки	0,25	0,65	-2,039*
Сложная	Время, с	45,9	47,98	-0,903
	Ошибки	0,03	0,2	-1,697
Сложнейшая	Время, с	131,37	152,59	-2,077*
	Ошибки	4,59	6,65	-2,681**
Объем кратковременной памяти	Слова	8,65	8,21	1,814
	Группа	9,82	9,76	0,606
	Период	9,47	8,79	3,137**
	Элементы	8,1	7,7	1,424
Интуиция (Лидина и Андр.)		22,43	14,8	4,122***
Объем долговременной памяти	Простая	0,946	0,872	3,209**
	Сложная	0,868	0,78	2,941**
	Общая	0,899	0,818	3,389***
Методика прямого шкалирования компонентов общих и химических способностей				
Химическая направленность ума		63,16	55,77	1,876
Химическая память		65,18	58,25	1,584
Химическая интуиция		65,15	55,35	2,134*
Химический язык		72,9	56,56	4,101***
Химическое мышление		68,56	55,48	3,093**
Экспериментальные способности		60,65	63,8	-0,785
Способность осуществлять химические расчеты		69,47	58,45	2,559*
Средний балл по показателям химических способностей		66,44	57,67	2,492*
Интерес к химии		7,78	7,12	4,686***
Направленность на задачу		31,09	28,15	2,184*
ДДО Климова «человек-знак»		4,73	3,75	3,108**

чимые различия получены по таким компонентам химических способностей как «химическое мышление» ($t = 3,093^{**}$), «химический язык» ($t = 4,101^{***}$), способность осуществлять химические расчеты ($t = 2,559^*$), «химическая интуиция» по тесту Лидина и Андреевой ($t = 4,122^{**}$) и по методике прямого шкалирования ($t = 2,134^*$), объемом долговременной ($t = 3,389^{***}$) и кратковременной памяти на химические элементы, связанные периодической закономерностью ($t = 3,137^{**}$), химические дифференцировки «простые» ($t = -3,868^{***}$) и «сложнейшие» ($t = -2,077^*$).

По показателям методики «GreatChemist», в группе испытуемых сангвинистического и смешанного высокоактивного типа в сравнении с группой испытуемых смешанного высокоэмоционального типа темперамента были выявлены лучшие показатели: меньшее время дифференцировок и меньшее число ошибок, причем по количеству ошибок были получены достоверные различия.

Химия как научная дисциплина характеризуется большим объемом информации и большим количеством операций, выполняемых в умственном плане при решении различных задач. Такие операции для менее активных, более эмоциональных, с более слабой нервной системой индивидов достаточно затруднительны.

Полученные нами данные согласуются с исследованиями М. К. Акимовой (1999, с. 320), в которых было выявлено, что фактор повышения трудности задачи, обусловленной увеличением информации, оказывает неодинаковое влияние на испытуемых со слабой и сильной нервной системой: для лиц с сильной нервной системой фактор возросшей трудности не оказывает существенного влияния на успешность решения задач, в то время как у испытуемых со слабой нервной системой наблюдается существенное снижение успешности решения.

Испытуемые с 3 и 7 типами темпераментов отличаются более высокими показателями интеллекта по тесту Дж. Равена, лучшими результатами выполнения серий С и Е, большей степенью ясности, дифференцированности ментального опыта (тест включенных фигур Г. Уиткина). Как видно из полученных данных, студенты 3 и 7 типов темперамента являются полнезависимыми, а 6 – полезависимыми (таблица 35).

Данные для групп с разными типами дифференциального темперамента в интеллектуальной сфере согласуются с полученными

Таблица 35

Показатели интеллекта (тест Дж. Равена) и когнитивной дифференцированности (тест включенных фигур Г. Уиткина) в группах испытуемых с разным дифференциальным типом темперамента

Показатели	Средние значения показателей в группах испытуемых с разным типом темперамента		Т-критерий Стьюдента
	сангвинистический и смешанный высокоактивный (39 чел.)	смешанный высокоэмоциональный (74 чел.)	
Тест Дж. Равена (показатели в баллах)			
Серия А,	11,59	11,54	0,365
Серия В	11,33	11,18	0,791
Серия С	10,92	10,33	2,371*
Серия D	10,82	10,58	1,141
Серия Е	9,89	8,7	3,02**
Общий балл	54,56	52,36	2,926**
Тест включенных фигур Г. Уиткина			
Среднее время (t, с)	21,74	34,87	-4,065***
Коэффициент полнезависимости*	3,68	2,2	3,164**

* Если коэффициент полнезависимости меньше 2,5, то таких испытуемых принято считать полнезависимыми, больше 2,5 – полнезависимыми.

ранее результатами для групп испытуемых с разной успешностью по химическим дисциплинам.

Как известно, формально-динамические особенности индивидуальности являются достаточно устойчивой характеристикой личности. Частота встречаемости индивидов сангвинистического и смешанного высокоактивного дифференциального типа индивидуальности (интеллектуальная сфера) составила примерно 15% от всей выборки студентов-химиков (278 чел.). Неужели все остальные студенты, поступившие на химический факультет, обречены на неуспешность?

Рассмотрим результаты корреляционного анализа. Для всей выборки студентов выявлено 55 значимых корреляционных связей показателей успеваемости с показателями ОФДСИ В. М. Русалова и 41 – с показателями теста Б. Р. Кадырова, шкалой выраженности силы нервной системы Я. Стреляу. Чем выше успеваемость студентов, тем более высокие показатели эргичности, пластичности, ско-

рости, активности в интеллектуальной сфере, общей активности и адаптивности. Но чем выше уровень развития коммуникативной сферы и выше показатели эмоциональности, тем хуже успеваемость по дисциплинам химического цикла.

В группе менее успешных по химическим дисциплинам испытуемых число значимых корреляционных связей между показателями успеваемости и показателями формально-динамических свойств индивидуальности, силы нервной системы, показателями опросника Б. Р. Кадырова намного выше (97), чем в группе более успешных (14). Полученные данные свидетельствуют о большей зависимости успешности хуже успевающих по химическим дисциплинам студентов от формально-динамических особенностей.

Для выборки менее успешных студентов-химиков выявлены значимые дисперсионные связи (ANOVA) между:

- успеваемостью по общей химии и общей эмоциональностью ($F = 5,972^{**}$), коммуникативной эмоциональностью ($F = 9,41^{**}$), коэффициентом соотношения сигнальных систем ($F = 3,137^*$);
- успеваемостью по неорганической химии и коммуникативной пластичностью ($F = 2,555^*$), саморегуляцией ($F = 2,399^*$), аналитическим мышлением ($F = 3,49^{**}$), выраженностью второй сигнальной системы ($F = 2,792^*$);
- успеваемостью по аналитической химии и психомоторной эргичностью ($F = 2,403^*$).

В группе отлично успевающих по химическим дисциплинам студентов выявлены достоверные дисперсионные связи между:

- показателями успеваемости по общей химии и коэффициентом соотношения сигнальных систем ($F = 4,269^*$), т. е. чем выше уровень аналитико-синтетической деятельности мозга, тем выше уровень успеваемости по общей химии;
- между показателями успеваемости по неорганической химии и показателями образной памяти ($F = 5,22^{**}$);
- показателями успеваемости по аналитической химии и саморегуляцией ($F = 5,269^{**}$);
- показателями успеваемости по органической химии и показателями интеллектуальной эмоциональности ($F = 4,378^*$), общей

эмоциональности ($F = 4,02^*$) по тесту ОФДСИ В. М. Русалова, эмоциональности по тесту Б. Р. Кадырова ($F = 5,473^*$).

Полученные данные показывают: 1) успешность по разным химическим дисциплинам базируются на разных свойствах нервной системы; 2) чем выше показатели успешности по химии, тем меньше связей между показателями успеваемости и формально-динамическими особенностями индивидуальности. Полученные данные согласуются с результатами исследования Е. Е. Домановой, в которых выявлено, что с ростом мастерства преподавателей химии уменьшается число связей показателей химических способностей с показателями нейродинамики (1999). Следовательно, задатки (типологические свойства нервной системы, входящие «в состав природных основ развития способностей, в состав задатков» – Теплов, 1985, с. 19) только обеспечивают более благоприятные условия для формирования специальных способностей, но не определяют их уровень.

Более высокие показатели силы нервной системы, саморегуляции, воли, аналитического мышления и выраженности второй сигнальной системы соответствуют более высоким показателям успеваемости по химическим дисциплинам. Более высокие показатели эмоциональности и выраженности первой сигнальной системы коррелируют с низкими показателями успеваемости.

Данные непараметрического анализа для K -независимых выборок (H -критерий Kruskal–Walis) позволили выявить значимые связи между типами темперамента и успешностью обучения по химическим дисциплинам ($H = 30,68^{***}$); показателями химических способностей: «химические дифференцировки»; скорость кодирования цифр знаками химических элементов объединенных периодической закономерностью ($H = 14,56^*$); объем кратковременной памяти на элементы, объединенные периодической закономерностью ($H = 15,14^*$); «химическая интуиция» ($H = 33,28^{***}$); «долговременная химическая память» («простая» информация – $H = 17,61^*$, «сложная» – $H = 19,67^{**}$); самооценка таких показателей химических способностей как интуиция, память, мышление, способность осуществлять специфические химические расчеты; показатели методики «GreatChemist» и т. д.

Г. Дж. Кларк и У. Д. Рилей (Clark, Riley, 2001, р. 1410) полагают, что природа освоения химии благосклонна для определенных типов индивидуальности. В исследовании связи между типами индивидуальности и уровнем продуктивности освоения химии ими

было выявлено, что среди более успешных по химическим дисциплинам студентов-первокурсников (10% от всей выборки) чаще всего встречаются испытуемые с INTJ¹ типом индивидуальности личности, у которых в 4 раза выше шанс получения высшей оценки по химии и ни одного, для того чтобы получить низшую оценку, тогда как среди слабо успевающих студентов (10% от всей выборки), испытуемые ESFP типа имели в два с половиной раза большую вероятность получить низкую оценку и не имели никакого шанса получить высшую. Студенты ESFP и ENFP типов индивидуальности личности имели самую низкую продуктивность освоения химии. Среди профессорско-преподавательского состава 78% испытуемых имели TJ тип индивидуальности и ни у одного из них не обнаружены EP типы. Характерные черты успешных студентов и общего типа индивидуальности профессоров, связанных с этим исследованием, поразительны: интроверты, мыслители, предпочитающие взаимодействовать с миром посредством суждений.

Высоко успевающие студенты, демонстрирующие эти черты индивидуальности, на начальных этапах освоения химии могут быть описаны как 1) самые удобные и продуктивные в обучении; 2) предпочтительная область деятельности в наибольшей степени соответствующая их целям – химия; 3) легко оперирующие абстрактными идеями; 4) предпочитающие делать выводы, основанные на математических и логических выводах; 5) хорошо организованные и пунктуальные в завершении научных задач.

1 Категории типов индивидуальности (Myers, Myers, 1980)

Категория	Мода	
Отношение, установка	E – экстраверсия, вовлеченность во внешний мир людей и вещей	I – интроверсия, интерес ко внутреннему миру понятий и вещей
Восприятие мира, путь наблюдения за жизнью	S – познание мира при помощи ощущений	N – познание мира посредством мыслей, идей
Путь (способ) принятия решения	T – путем мышления, логический обезличенный процесс	F – путем чувствования, присуждения вещам индивидуальной субъективной ценности
Способ взаимодействия с внешним миром	J – использование позиции суждения, оценивания (рациональность)	P – использование позиции восприятия (иррациональность)

Обзор источников, проведенный исследователями (McCaulley, 1976, 1977; Rowe, 1978; Melear, 1990, 1999), показал, что для студентов, осваивавших физику и инженерные науки, предпочтителен NT и противопоказан IS типы индивидуальности, для изучающих педагогику, медицину предпочтителен – SF; гуманитарные науки и науки о поведении – NF; биологические науки – ST (Clark, Riley, 2001, p. 1407).

Что касается химиков, то 3 (из 16) типа индивидуальности INTJ, ISTJ, ESTJ описывают 43,75% выборки отлично успевающих студентов химиков и 60,89% выборки профессорско-преподавательского состава. Опираясь на результаты этого исследования, можно сказать, что химики в большей степени проявляют интерес к внутреннему миру понятий и вещей, чем к внешнему миру людей. Предпочитаемый способ взаимодействия с окружающим миром – организация, систематизация, тщательность, самодостаточность и независимость. Сочетание категорий ST или NT позволяет предположить два типа индивидуальности химиков-теоретиков (NT) и практиков (ST), непосредственно работающих с веществом.

Согласно I. В. Myers, P. Myers (1980), ST (сенсорные + мыслительные) доверяют, в основном, ощущениям для успешного восприятия, и мышлению для успешных рассуждений; их основной интерес фокусируется на фактах, так как факты могут быть собраны и проверены непосредственно с помощью ощущений – увиденных, услышанных, прочитанных, сосчитанных, взвешенных, измеренных; приходят к своим решениям относительно фактов путем беспристрастного анализа, выявления причинно-следственных связей; наилучшие возможности успеха и удовлетворения своих потребностей находят в областях, которые требуют беспристрастный анализ конкретных фактов.

NT (интуиция + мышление) – мир познают посредством мышления, идей, которые подвергают беспристрастному анализу; часто выбирают теоретическую или организаторскую деятельность; стремятся быть логичными и изобретательными; наиболее успешны в решении теоретических проблем.

Данные, полученные Г. Дж. Кларком и У. Д. Рилей при изучении связей успешности освоения химии и типами индивидуальности по Юнгу, в определенной степени соотносятся с результатами нашего экспериментального исследования изменения показателей продуктивности освоения химии и уровня химических способ-

ностей под влиянием градаций факторов личностных черт (16 PF Кеттелла).

Обратимся к анализу «формул личностных черт», представленных в таблице 36. Как мы видим, во всех регрессионных зависимостях мера соответствия модели экспериментальным данным R^2 , за исключением выборки испытуемых, отобразивших более двух образов, имеет невысокие значения. И это объяснимо, поскольку в структуре специальных способностей, личностные особенности, по-видимому, являются важным, но не лимитирующим фактором.

Градация «отобразивших» химиков по успешности обучения и уровню специальных способностей детерминируется такими факторами как G, M, Q_2 , I: ответственностью и добросовестностью (G), интересом к теоретическим вопросам, высокой творческой активностью (M), самодостаточностью, независимостью, самостоятельностью, инициативностью (Q_2), мягкостью, утонченностью, образностью восприятия мира (I).

Успеваемость по химическим дисциплинам (выборка хорошо успевающих студентов) детерминируется такими особенностями личности как пронизательность в отношении мотивов и поступков других людей, умении хитро и умело строить свое поведение, социальной опытностью (фактор N). В структуре специальных способностей химиков, по-видимому, необходимыми компонентами являются такие особенности личности как смелость, оптимизм, жизнерадостность (F), развитое чувство ответственности, обязательность и добросовестность, точность и аккуратность в делах, хороший самоконтроль (G-фактор).

Если сопоставить «формулы личностных черт» более успешных по химическим дисциплинам юношей и девушек, то в структуре особенностей личности мы видим общий фактор – F (энтузиазм, оптимизм, малая чувствительность к запугиваниям). Однако, беззаботность, «надежда на авось», сопровождающая данную черту личности, у девушек уравнивается ответственностью, добросовестностью, обязательностью и внутренней порядочностью (G-фактор). Для юношей-химиков в структуре химических способностей важным фактором является самоконтроль поведения, умение эффективно управлять своей энергией, планировать свою жизнь, уравновешенность и решительность (Q_3), для девушек-химиков – смелость, общительность, «приятная доминантность», дипломатичность в достижении цели, меньшая подверженность внешним стрессам (H).

Таблица 36

Уравнения регрессионных зависимостей показателей успешности от показателей личностных черт (16 PF Кеттелла) в разных группах испытуемых

Выборки	Зависимый показатель	Мера соответствия модели экспериментальным данным, R2	F-критерий Фишера	Уравнение множественной регрессии
«Отобразившие» 1 и более образ	Успеваемость, (y)	0,216	9,434***	$y=2,507+0,158G+0,08M+0,063Q2$
	Химические способности, (x)	0,051	4,418*	$x=48,869+2,153G$
«Отобразившие» 2 и более образа	Успеваемость, (y)	0,401	7,352***	$y=1,484+0,151I+2,24G+0,115M$
Более успешные студенты ($\geq 4,5$)	Успеваемость, (y)	0,146	11,246***	$y=4,598+0,038N$
	Химические способности, (x)	0,252	8,761***	$x=23,713+3,307F+3,475G$
Девушки	Химические способности, (x)	0,061	12,894***	$x=44,047+1,79H$
Юноши	Химические способности, (x)	0,156	10,638***	$x=52,103+1,953Q3$
Лучше успевающие юноши ($\geq 4,5$)	Химические способности, (x)	0,256	8,943	$x=46,636+3,628F$
Лучше успевающие девушки ($\geq 4,5$)	Химические способности, (x)	0,346	6,354**	$x=12,873+4,528G+3,735F$

По-видимому, для химиков характерен тонкий баланс противоположностей (абстрактного и конкретного; беззаботность, «надежда на авось» (F) и ответственность, добросовестность, обязательность и внутренняя порядочностью (G)). Но ведь и сам объект деятельности химика – вещество и химический процесс – представляет собой тонкий баланс противоположностей, образующих целостность, – анионы и катионы, окислители и восстановители, электрофилы и нуклеофилы...

Следует подчеркнуть особую роль G-фактора в деятельности химика. «Особая тщательность экспериментальных исследований» – одна из наиболее частотных характеристик научной деятельности

ученых-химиков: «тщательно исследовались»; «эти работы проводились с высокой степенью точности»; «тщательное исследование растворимости»; «успехи В. В. обусловлены именно тщательностью и глубиной проработки теории вопроса <...> для полноты успеха в области практических приложений необходима разработка теории до полной ясности, до последних мелочей» (Химики о себе, 2001).

Об аккуратности и изяществе экспериментов Джозефа Блэка существовали легенды. Его ученик вспоминал: «Я видел, как он переливал кипящую кислоту из одного сосуда в другой <...>, держа при этом сосуды настолько далеко друг от друга, чтобы струя получилась тонкая и вертикальная и ни одна капля не пропадала. Длинный стол, за которым он проводил опыты, оставался до конца лекции таким же чистым <...> ни капли жидкости, ни пылинки на нем не было видно» (цит. По: Зефирова, 2007, с.7).

Неточность анализов или недостаточная чистота исходных веществ приводит к ошибочным выводам. Так, свойства галлия, открытого и исследованного Лекоком де Буабодраном, отличались от предсказанных Д. И. Менделеевым, причиной чего явилась недостаточная очищенность полученного соединения от примесей; или дискуссия по проблеме постоянства состава вещества между Бертолле и Прустом, показавшая, что выводы Бертолле были ошибочны из-за неточности анализов и недостаточной чистоты исходных веществ. Химик работает с разными веществами, в том числе и с вредными, поэтому от его аккуратности зависят не только результаты работы, но и состояние здоровья. Вероятно, особая тщательность, аккуратность, ответственность как базовая черта личности в структуре специальных способностей химиков и объясняет, почему, несмотря на вредные условия работы, большинство химиков являются долгожителями. Факты, выявленные в результате эмпирического исследования, находят свое подтверждение в биографических очерках «Великие химики» К. Манолова (1976), «Химики о себе» (2001), И. Харгиттаи (2003) и др.

Как мы видим, со-бытие объекта и субъекта жизнедеятельности как целостной открытой системы, отражается не только на уровне сенсорно-перцептивных, семантических, понятийных структур, но и структур личности. Природа химии как объекта деятельности выдвигает определенные требования к личностным особенностям субъекта: для одних, согласно данным (Clark, Riley, 2001), она благоклонна (INTJ, ISTJ, ESTJ), для других – «злая мачеха» (ESFP, ENFP).

Что касается уровня успеваемости и химических способностей, то, по-видимому, они детерминируются разными факторами личности (16 PF Кеттелла): отметка – умением приспособиться, а уровень способностей – тонким балансом противоположностей. Так, для группы хорошо успевающих по химическим дисциплинам студентов уравнение зависимости успеваемости от факторов личности имеет вид: $y = 4,598 + 0,038N$, в то время как зависимость уровня химических способностей от факторов личности представлено уравнением $x = 23,713 + 3,307F + 3,475G$.

3.3. Соотношение общих и специальных способностей

Интеллект, креативность и продуктивность освоения химии

Исследований, посвященных установлению отношений между психометрическим интеллектом, креативностью и продуктивностью освоения профессиональной деятельности, немало. Тем не менее эта проблема до сих пор полностью не решена и не утратила своей актуальности. Особую значимость решение данной проблемы приобретает для обоснования онтологического статуса специальных способностей. Главный вопрос, который предстоит обсудить: какова зависимость продуктивности освоения профессиональной деятельности индивида от уровня его общих и специальных способностей.

Продуктивность профессиональной деятельности может быть определена как совокупность знаний, умений и навыков (ЗУН), необходимых для выполнения того или иного вида конкретной деятельности. Общеизвестно, что один и тот же уровень ЗУНов может быть достигнут ценой разных усилий. Поэтому, рассматривая проблему продуктивности освоения профессиональной деятельности, необходимо учитывать, помимо общих, и специальные способности, определяющие легкость, быстроту, прочность усвоения и применения этих знаний, умений и навыков.

Способности к усвоению химии и деятельности в области химии мы будем называть химическими способностями. Ключевыми компонентами специальных химических способностей являются: химическая направленность ума, химическая память, химический язык, химическое мышление, химическая интуиция, экспериментальные способности, способности осуществлять химические расчеты. Анализ

предметной области (химия), истории становления химии как науки, биографий великих химиков и особенностей профессиональной деятельности химиков позволяет выделить специфические структуры, обуславливающие данные способности: «чувства вещества», «химические руки», «химического языка», «качественно-количественных отношений», «понятийных отношений» и схемы производственно-технологических процессов (Волкова, 2008).

Описание эмпирического исследования

Эмпирическое исследование проводилось с 2002 по 2007 г. В нем приняли участие студенты второго курса химического факультета УрГУ (классический университет, Екатеринбург) – 344 студента в возрасте от 18 до 19 лет (из них 220 девушек).

Поскольку не все показатели соответствуют нормальному распределению признаков (критерий Колмогорова–Смирнова) и гомогенности дисперсий (критерий Levene), то математическая обработка данных осуществлялась с использованием как параметрических, так и непараметрических методов анализа: методы выявления различий (Т-критерий Стьюдента и U-критерий Манна–Уитни), методы выявления связей – корреляционный анализ (критерий Пирсона и критерий Спирмена), дисперсионный анализ (ANOVA) и его непараметрический аналог – Jonckheere-Terpstra Test (a) (Программный пакет – SPSS 10). Вероятно, за счет большого количества испытуемых результаты, полученные с использованием разных критериев анализа показателей, совпадают.

Методики

1. Тест интеллекта для взрослых Д. Векслера (WAIS), включающий вербальный интеллектуальный показатель (ВИП), невербальный интеллектуальный показатель (НИП) и общий интеллектуальный показатель (ОИП) (Филимоненко, Тимофеев, 1995); «Стандартные прогрессивные матрицы» (СПМ) Дж. Равена (Равен и др., 1996); ТИПС (тест интеллектуальных и профессиональных способностей, компьютерный вариант).
2. Тест Торренса (Torrance Test of Creative Thinking) (вербальная и образная батарея), диагностирующий вербальную креативность (ВК) и невербальную креативность (НК) (Туник, 1998).

3. Продуктивность учебной деятельности при усвоении профессиональных дисциплин оценивалась с помощью среднеарифметического балла по дисциплинам химического цикла.
4. Уровень специальных способностей химиков определялся по разработанным нами методикам «Химические дифференцировки», «GreatChemist». В качестве объективных количественных показателей организации ментальных структур выступают время дифференцировок и число ошибок.

Результаты

Согласованность показателей интеллекта, измеренных по разным методикам

В экспериментальном пространстве психологии нет общепринятого единого инструментария измерения и оценки тех или иных психических процессов, свойств и состояний личности. Это обстоятельство серьезно затрудняет обобщение данных полученных разными исследователями. Более того, некоторые исследователи, например М. К. Акимова, считают, что психометрический подход к оценке общих и специальных способностей не оправдал себя, поскольку базировался на ложной посылке – отождествлении уровня способностей к деятельности с уровнем достижений (успешности) в ней. Действительно, на показатели тестов интеллекта и специальных способностей влияет много факторов (мотивация, склонности, направленность личности, психическое и физическое состояние и др.). Тем не менее успешность или достижения являются *результатом процесса деятельности*, будь то деятельность по выполнению интеллектуальных тестов или деятельность химика. Поэтому глубокий анализ содержания тестового задания, с точки зрения операциональных механизмов, необходимых для его выполнения, позволяет увидеть как богатство возможностей для оценки уровня способностей, так и формальную ограниченность (содержательная стандартизация тестов отстает от эволюции культуры).

Для того чтобы иметь возможность сопоставлять данные, полученные разными исследователями и на разных выборках, необходимо иметь в виду, насколько результаты выполнения разных тестовых методик согласуются между собой.

Для выборки студентов-химиков выявлены высокозначимые корреляционные связи между показателями интеллекта, полученными

по тестам Дж. Равена, Д. Векслера и ТИПС, однако сила корреляционных связей ниже, чем это представлено в руководствах методик. Например, корреляции с параллельно проведенными измерениями интеллекта по тесту Равена и тесту Векслера для англоязычных стран составляют от 0,54 до 0,86. В Китае была получена корреляция 0,54 (ВИП), 0,70 (НИП) и 0,71 (ОИП) (Равен, 1996). Согласно данным В. Н. Дружинина, корреляции IQ по тесту Д. Векслера для взрослых и СПМ Равена составляет 0,70–0,74 (Дружинин, 1999). В настоящем исследовании значения корреляций между показателями СПМ Равена и показателями теста интеллекта Векслера составляют: 0,30 (ВИП); 0,39 (НИП) и 0,43 (ОИП). Величина корреляционных связей показателей ТИПС с показателями теста Векслера и СПМ выше: 0,63 (ВИП); 0,40 (НИП), 0,65 (ОИП), 0,426 (СПМ) соответственно.

Зависимость продуктивности учебной деятельности при усвоении профессиональных дисциплин от уровня интеллекта и креативности

В наших ранних исследованиях было выявлено, что с ростом компетентности в области химии происходит уменьшение силы корреляционных связей показателей интеллекта и когнитивной дифференцированности химических знаний. В частности, для отлично успевающих студентов-химиков не обнаруживаются значимые корреляции данных показателей, что подтверждается также регрессионным и дисперсионным анализом (Волкова, 2008). Аналогичные данные были получены в исследованиях И. Ханта (Hunt, 1995), которые показали, что величина коэффициентов корреляции IQ и успешности профессиональной деятельности находится в пределах 0,20 до 0,50, при этом в выборках компетентных специалистов и более взрослых работников эти корреляции значительно снижаются.

Если студентов разделить по уровню интеллекта, как это принято в классификации Д. Векслера ($IQ > 130$ – весьма высокий интеллект, $120 \leq IQ \leq 129$ – высокий интеллект, $110 \leq IQ \leq 119$ – хорошая норма, $90 \leq IQ \leq 109$ – средний уровень интеллекта), а не по успеваемости, то картина получается более сложная.

В таблице 37 представлены корреляционные связи показателей тестов интеллекта, креативности с показателями успешности обучения по химическим дисциплинам.

Согласно таблице 37, можно говорить о существовании нижнего «порога интеллекта» (Д. Н. Перкинс, У. Шнейдер), необходимого для успешного усвоения химических дисциплин. Как можно видеть, если ОИП > 110, то успешность усвоения дисциплин химического цикла может варьировать в широком пределе от 1,58 до 5 баллов, но если же ОИП < 110, то успеваемость ограничивается 3 баллами. Таким образом, для того, чтобы успешно учиться по химии в вузе, необходимо обладать как минимум хорошей нормой интеллекта. Аналогично роль пороговых значений интеллекта отмечал в своих работах В. Н. Дружинин (Дружинин, 2007). Эмпирическое подтверждение этого эффекта было получено Д. В. Ушаковым при исследовании участников Московского интеллектуального марафона: низким значениям математических достижений может соответствовать как высокий, так и низкий интеллект; при высоких же математических достижениях интеллект является высоким (Ушаков, 2003).

Для всей выборки студентов (IQ 103–145) зафиксировано отсутствие значимых корреляционных связей показателей креативности и успешности обучения, однако выявлены слабые и умеренные корреляции показателя успешности усвоения химии и показателей тестов интеллекта: $r = 0,460$ (ВИП); $r = 0,198$ (НИП); $r = 0,444$ (ОИП) и $r = 0,466$ (ТИПС). Корреляция уровня успеваемости и вербального интеллектуального показателя соответствует диапазону данных (0,40–0,50), приведенных В. Н. Дружининым (Дружинин, 2007).

Кроме того, для исследуемой выборки удалось получить значимые коэффициенты регрессионной зависимости ОИП от успеваемости по химии: $\text{ОИП} = 102,149 + 0,462 \cdot \text{балл}$ ($R \text{ Square} = 0,213$), однако мера соответствия между регрессионной моделью и исходными данными мала, и для обратной зависимости успеваемости от ОИП значимых коэффициентов регрессионной зависимости получить не удалось. Таким образом, зная успеваемость по дисциплинам химического цикла, в какой-то мере можно прогнозировать уровень общего интеллекта, однако по уровню интеллекта невозможно прогнозировать успешность освоения химии в вузе.

В группе студентов с весьма высоким интеллектом получена только одна достоверная корреляционная связь: между показателями успеваемости по химическим дисциплинам и вербального интеллекта ($r = 0,460^{***}$). Значимых коэффициентов регрессионных зависимостей выявить не удалось.

Таблица 37

Корреляционные связи показателей тестов интеллекта, креативности с успешностью обучения по химическим дисциплинам

Балл	Особенности выборки		СПМ	ВИП	НИП	ОИП	ВК	НК	ТИПС
	Вся выборка 103–145 IQ	Диапазон показателей	15–60	101–145	99–141	103–145	24,9–86,5	25,05–69,88	4,7–8,8
		Кол-во испытуемых	344	239	239	239	269	269	216
		rs	0,265***	0,460***	0,198*	0,444***	0,023	0,036	0,466***
2,95–5	Весьма высокий интеллект	Диапазон показателей	49–60	123–145	115–141	130–145	35,9–84,27	39,94–69,88	6,1–8,8
		Кол-во испытуемых	57	59	59	59	44	44	34
		rs	0,058	0,270*	-0,072	0,150	-0,423*	0,004	0,287
3–5	Высокий интеллект	Диапазон показателей	37–60	112–138	107–137	120–129	38,3–72,5	36,25–64,3	5,6–8,5
		Кол-во испытуемых	111	111	111	111	80	80	55
		rs	0,191*	0,414*	-0,150	0,380*	-0,065	-0,357*	0,546***
1,85–5	Хорошая норма	Диапазон показателей	37–60	105–129	99–136	110–119	37,63–63,22	33,54–63,56	5,1–7,2
		Кол-во испытуемых	59	63	63	63	41	41	28
		rs	0,242	-0,151	0,08	-0,20	0,124	0,201	0,02
2,8–3,25	Средний уровень	Диапазон показателей	40–53	101–113	102–105	103–109	41–45,9	42–52	4,7–6,4
		Кол-во испытуемых	6	6	6	6	4	4	3
		rs	0,880***	-0,493	-0,092	-0,563		-0,4	

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

Для студентов с высокой нормой интеллекта показатели ТИПС дают лучший прогноз успешности усвоения химии по сравнению с другими тестами (шкала Векслера, СПМ Равена). Уравнение регрессионной зависимости ОИП от успеваемости по химии имеет следующий вид: $OIP = 116,573 + 0,364 \cdot \text{балл}$ ($R \text{ Square} = 0,133$). Однако мера определенности очень мала. Получить значимые коэффициенты обратной регрессионной зависимости так же, как и в предыдущем случае, не удалось.

Если для студентов с $IQ > 130$ выявлена отрицательная связь успеваемости по дисциплинам химического цикла с показателями вербальной креативности ($r = -0,423^*$), то для студентов с $120 < IQ < 129$ – с показателями невербальной креативности ($r = -0,357^*$).

Для выборки студентов с хорошей нормой интеллекта ($IQ 110-119$) отсутствуют какие-либо корреляционные связи успешности обучения химии в вузе с показателями интеллекта и креативности. Эти данные подтверждаются регрессионным анализом.

Полученные данные показывают, что, опираясь на показатели тестов интеллекта и креативности, достаточно трудно предсказать продуктивность учебной деятельности студентов-химиков в вузе, однако удалось определить «нижний порог» IQ для учебной деятельности в области химии: успешно усваивать дисциплины химического цикла может только студент, чей интеллект выше 110 IQ (по шкале Векслера – хорошая норма интеллекта).

Особенности корреляционных связей показателей интеллекта и креативности у студентов-химиков в разных диапазонах IQ

Проблема отношения интеллекта и креативности имеет давнюю историю. Тем не менее в настоящем исследовании получены факты, требующие осмысления. Обратимся к результатам, представленным в таблице 38, позволяющим говорить о возможном существовании «интеллектуального порога» не только для показателей интеллекта и креативности (у химиков в случае ОИП и ВИП он, вероятно, ниже 110 IQ, а в случае НИП он, вероятно, выше 130 IQ), но и между вербальной и невербальной креативностью (при IQ выше 130 отсутствуют значимые корреляционные связи ВК и НК).

Анализируя данные всей выборки студентов, можно отметить наличие только положительных корреляционных связей между НИП и невербальной креативности, ОИП и показателями вербальной

и невербальной креативности. Между показателями НИП и ВИП, а также показателями вербальной и невербальной креативности выявлены корреляционные связи умеренной силы ($r = 0,317$ и $r = 0,334$). С уменьшением уровня общего интеллекта наблюдается уменьшение силы корреляционных связей с показателем вербального интеллекта и возрастание – с показателем невербального интеллекта.

Как можно видеть из таблицы 38, если между показателями вербальной и невербальной креативности во всем диапазоне IQ обнаружены только положительные корреляции, то между показателями вербального и невербального интеллекта выявлены отрицательные корреляционные связи, а для диапазона IQ 120–129 количество отрицательных корреляционных связей резко возрастает (см. таблицу 39).

Результаты, представленные в таблице 38, показывают устойчивые корреляционные связи высокой силы (от 0,581 до 0,945) между показателями вербальной оригинальности, беглости, гибкости для всех

Таблица 38

Корреляционные связи показателей интеллекта и креативности в выборках испытуемых с разным уровнем IQ

	ВИП	НИП	ОИП	ВК	НК	Выборки
ВИП	1	0,317***	0,881***	0,135	0,102	Вся выборка
		-0,344**	0,676**	-0,126	0,031	IQ > 130
		-0,541***	0,580***	-0,048	-0,151	IQ 120–129
		-0,459***	0,353**	-0,126	-0,008	IQ 110–119
НИП	1	0,724***	0,204**	0,180**	Вся выборка	
		0,378**	0,139	-0,146	IQ > 130	
		0,318**	0,119	0,259**	IQ 120–129	
		0,601***	0,006	0,172	IQ 110–119	
ОИП	1	0,204***	0,155*	Вся выборка		
		0,006	-0,035	IQ > 130		
		0,056	0,014	IQ 120–129		
		-0,05	0,093	IQ 110–119		
ВК	1	0,334***	Вся выборка			
		0,145	IQ > 130			
		0,349**	IQ 120–129			
		0,371**	IQ 110–119			

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

Таблица 39

Количество корреляционных связей показателей

Выборки	ВК	НК	Показатели теста Векслера	
			Всего корреляций	Из них отрицательных
IQ > 130	12/12	18/30	50/182	12/182
IQ 120–129	12/12	20/30	92/182	40/182
IQ 110–119	12/12	22/30	46/182	14/182

диапазонов IQ. Такая высокая корреляция, согласно Д. В. Ушакову (Ушаков, 2003), может быть объяснена большим индивидуальным разбросом потенциала и меньшим разнообразием условий. Действительно, диапазон разброса показателей вербальной креативности (таблица 37) при одном и том же уровне IQ выше, чем невербальной креативности. Количество корреляционных связей между показателями невербальной креативности (беглость, оригинальность, разработанность, название и сопротивление замыканию) меньше, и с уменьшением уровня интеллекта число корреляционных связей возрастает.

Наиболее парадоксальными оказались результаты корреляций показателей субтестов шкалы Векслера (как по критерию Спирмена, так и по критерию Пирсона). Во-первых, при переходе от IQ 110–119 к IQ 120–129 фактически в два раза увеличивается число значимых корреляций, которое затем почти в два раза снижается. Во-вторых, если при IQ 110–119 отрицательные показатели выявлены между показателями вербальных и невербальных субтестов, то при IQ 120–129 выявлены достоверные отрицательные корреляции не только между вербальными и невербальными субтестами, но и внутри вербальных («осведомленность» и «повторение цифр» ($r = -0,202^*$), «понятливость» и «арифметический» ($r = -0,215^*$), «понятливость» и «повторение цифр» ($r = -0,187^*$), «повторение цифр» и «словарный» ($r = -0,192^*$)). По невербальным субтестам таких разнонаправленных интеркорреляций показателей не было выявлено ни в одном диапазоне IQ.

При IQ > 130 происходит обособление показателей субтестов: показатели вербальных субтестов достоверно связаны в основном с ВИП, в то время как показатели невербальных субтестов – с НИП. Отрицательных интеркорреляций обнаружено меньше: «сходство» и «повторение цифр» ($r = -0,271^*$), «арифметический» и «шифровка»

($r = -0,278^*$); сохраняется отрицательная корреляция показателей «понятливость» и «складывание фигур» ($r = -0,324^*$).

С позиций традиционных представлений, между различными видами интеллектуальной деятельности могут быть только положительные или, в крайнем случае, нулевые корреляции (если они относятся к полностью непересекающимся областям). Однако корреляции характеризуют популяцию, а не отдельного человека. Согласно Д. В. Ушакову, отрицательные корреляции появляются там, где появляется альтернативность возможных видов деятельности. Например, выявлены отрицательные корреляции между достижениями в области гуманитарных и математических дисциплин у участников Московского интеллектуального марафона, при этом у наиболее успешных – значения отрицательных корреляций выше (Ушаков, 2003). В исследованиях Р. Стернберга и Е. Григоренко обнаружены отрицательные связи показателей интеллекта африканских детей и их способности распознавания лекарственных растений (Практический интеллект, 2002).

Но возможно и другое объяснение факта наличия отрицательных корреляций, состоящее в том, что переход с одного уровня интеллектуального развития на другой происходит через «бесформенное интеллектуальное образование», в котором разрушаются старые связи и образуется новое структурное образование, наиболее адекватно отвечающее изменившимся условиям деятельности и имеющее в своей основе разные природные задатки, на основе которых складываются разные стили деятельности.

Различия показателей интеллекта и креативности между юношами и девушками в разных диапазонах IQ

В контексте обсуждаемой проблемы особый интерес представляют различия показателей интеллекта, креативности, а также показателей соотношения двух сигнальных систем (методика Б. Р. Кадырова, 1990) и дифференциально-диагностического опросника (ДДО) Е. А. Климова в группах юношей и девушек.

В группе студентов с весьма высоким интеллектом показатели вербальной креативности у девушек выше, чем у юношей, но значимые различия выявлены только по показателю вербальной гибкости (54,51 и 47,83; $T = 2,345^*$). Большинство показателей невербальной креативности у юношей (за исключением показателя «разработан-

ность») выше, чем у девушек, в частности, по показателю «сопротивление замыканию» выявлены достоверные различия (55,17 и 49,59; $T = 2,084^*$).

Девушки отличаются от юношей более высокими значениями невербальных интеллектуальных показателей и более низкими значениями вербальных показателей, причем по показателям «осведомленность» ($T = -2,588^*$), «арифметический» ($T = -2,946^{**}$), «шифровка» ($T = 4,006^{***}$), ВИП ($T = -3,136^{**}$) и НИП ($T = 3,297^{**}$) эти различия достигли статистической значимости. По показателям тестов Равена и ТИПС достоверных различий не выявлено. У юношей достоверно более высокие показатели «человек-знак» ($T = 2,2769^{**}$), у девушек – «человек – художественный образ» ($T = 2,027^*$). Значимых различий показателей первой и второй сигнальной системы (тест Кадырова) не выявлено.

В группе студентов с высоким уровнем интеллекта 120–129 IQ показатели вербальной креативности у юношей выше, чем у девушек, и эти различия статистически значимы (54,00 и 47,86; $T = 2,122^*$). Показатели невербальной креативности у девушек выше (за исключением невербальной оригинальности), чем у юношей, но эти различия не являются достоверными. При практически одинаковом общем интеллектуальном показателе (124 IQ), юноши достоверно имеют лучшие вербальные показатели интеллекта ($T = 2,973^{**}$), а девушки – невербального ($T = 3,378^{***}$). Эти данные согласуются с показателями ДДО Климова: юноши воспринимают мир «через знак» ($T = 3,116^{**}$), девушки – «через образ» ($T = 6,243^{***}$). Девушки также отличаются выраженностью показателей первосигнальности ($T = 2,680^{**}$).

В группе юношей и девушек с хорошей нормой интеллекта 110–119 IQ значимых различий показателей вербальной и невербальной креативности, вербального, невербального и общего интеллекта, показателей «человек-знак» и второсигнальности выявлено не было. Однако сохраняются достоверно более высокие показатели «человек – художественный образ» и более выраженные показатели первосигнальности у девушек.

Как мы видим, студентки-химики отличаются доминированием невербального интеллекта, образным восприятием мира и выраженностью первой сигнальной системы, студенты-химики – доминированием вербального интеллекта, выраженностью второй сигнальной системы, тяготением к знаковой системе, т. е. юно-

ши и девушки отличаются разным стилем интеллектуальной деятельности.

Причем с ростом IQ как у юношей, так и у девушек наблюдается одна и та же закономерность (Paired-Samples T Test): при IQ 110–119 – показатели ВИП и НИП связаны и между ними нет достоверных различий; при IQ 120–129 – показатели ВИП и НИП связаны, но между ними обнаружены значимые различия; при IQ > 130 – показатели ВИП и НИП не связаны.

Вероятно, в данном случае можно говорить о том, что по мере изменения уровня интеллекта происходит специализация, более четкое разграничение когнитивных функций при решении разных задач.

Соотношение между продуктивностью освоения профессиональной деятельности и показателями специальных способностей

Для анализа соотношений продуктивности освоения профессиональной деятельности и уровня развития специальных способностей наиболее интересны результаты дисперсионного анализа, позволяющего оценивать градацию показателей продуктивности освоения профессиональной деятельности под влиянием изменения показателей специальных способностей химиков. Математический анализ позволил выявить значимое влияния показателей: время различения классов соединений ($F = 1,498^*$) и точность ($F = 6,510^{***}$); время выполнения дифференцировок «химический пасьянс» (более тонкое различение классов соединений) ($F = 1,736^{**}$) и точность (число ошибок) ($F = 4,336^{***}$); точность различения стимулов, обозначающих вещество и тело ($F = 1,994^*$), химических и физических процессов ($F = 4,273^{***}$), гомогенных и гетерогенных систем ($F = 2,509^{***}$), простых и сложных веществ ($F = 2,196^*$), окислительно-восстановительных процессов и неокислительно-восстановительных процессов ($F = 5,013^{***}$); сформированность типовых структур качественно-количественных отношений химии ($F = 5,153^{***}$) и др. Более способные студенты-химики значимо отличаются по показателям когнитивной дифференцированности структур, лежащих в основе специальных способностей, от менее способных. Данные о влиянии показателей специальных способностей на продуктивность освоения профессиональной деятельности согласуются с результатами формирующего эксперимента, выявившего значимый рост показателей специальных способностей с ростом ко-

гнитивной дифференцированности химических стимул-объектов (Волкова, 2008).

Полученные нами результаты показывают, что для прогноза продуктивности освоения профессиональной деятельности знание уровня развития интеллекта и креативности является необходимыми, но недостаточными. На продуктивность освоения профессиональной деятельности значимое влияние оказывают специальные способности. Особенности интеллекта определяют возможности и интеллектуальные стили освоения той или иной конкретной деятельности. Чем сложнее деятельность, тем выше интеллектуальный порог. Показатели психометрической креативности (тест Е. Торренса) не позволяют делать каких-либо прогнозов относительно продуктивности освоения профессиональной деятельности. По-видимому, в профессиональном творчестве большую роль играют структуры специальных, а не общих способностей. Это предположение подтверждается экспериментальными данными влияния когнитивной дифференцированности структур, лежащих в основе специальных способностей химиков на появление химических образов в невербальной батарее Е. Торренса: чем более способные химики, тем более тонко дифференцированы структуры специальных способностей, тем больше вероятность появления химических образов в невербальной батарее Торренса (Волкова, 2008).

Выводы

1. Возможный нижний интеллектуальный порог для успешной учебной деятельности по дисциплинам химического цикла составляет 110 IQ.
2. Для всех диапазонов IQ весьма затруднительно предсказать продуктивность учебной деятельности по химическим дисциплинам в вузе, опираясь на показатели тестов интеллекта и креативности.
3. Выявлено резкое увеличение достоверных корреляционных связей для диапазона IQ 120–129, при этом возрастает число отрицательных связей не только между показателями вербальных и невербальных субтестов, но и внутри вербальных субтестов.
4. Для диапазона показателей IQ >120 юноши отличаются более высоким вербальным интеллектом, а девушки – невербальным.

Можно говорить о том, что в целом юноши и девушки отличаются разными стилями интеллектуальной деятельности: у юношей преобладает вербальный (знаковый) способ переработки информации, у девушек – невербальный (образный).

5. При достаточном для освоения профессиональной деятельности уровне интеллекта, более точный прогноз продуктивности позволяют получить показатели специальных способностей к этому виду деятельности.
6. Затруднительность прогнозирования продуктивности освоения профессиональной деятельности с использованием показателей тестов интеллекта и креативности, с одной стороны, и большая точность прогноза продуктивности профессиональной деятельности по показателям специальных способностей, с другой стороны, свидетельствуют в пользу существования специальных способностей как психической реальности.

Исследование связей между показателями общих и специальных химических способностей

Одним из способов разрешения проблемы существования химических способностей как психической реальности является изучение взаимосвязей показателей общих и специальных способностей. Изучение данных связей способствует пониманию целостной природы человека, является необходимым условием практического овладения управлением его развития. «Особенно важно знать, какие из связей (и между какими именно свойствами) существенны для образования сенситивных состояний развития, благоприятствующих эффективности воспитания и обучения» (Ананьев, 2001, с. 8). Обратимся к количественному описанию и определению взаимосвязей между показателями общих способностей и показателями специальных химических способностей.

Описание эмпирического исследования

Экспериментальное исследование проводилось с 1995 по 2006 г. и включало 2 этапа: на первом изучался процесс формирования концептуальных структур химии (лонгитюдное исследование, в котором приняли участие 74 испытуемых 14–15 лет из трех классов,

1998–2001 гг.), на втором – особенности концептуальных структур химии испытуемых 19–20 лет (студенты второго курса химического факультета УрГУ им. А. М. Горького, 294 человека из них 175 (60%) девушек и 114 юношей).

В наших ранних исследованиях (Волкова, 2005) была выявлена неравномерность развития концептуальных структур химии: структуры «вещество» развиты в большей степени, чем структуры «химический процесс», хуже всего сформированы структуры, отвечающие за способность осуществлять специфические количественные расчеты. Что, впрочем, согласуется с принципом системной дифференциации: структуры более высокого уровня способностей формируются на основе более простых. Недоформированность структур низшего уровня не позволяет реализовать потенциал структур более высокого уровня и при решении задач испытуемый опирается на работу памяти, а не на анализ существенных признаков задачи, позволяющих применить ту или иную схему решения. Поэтому для изучения связи между показателями интеллекта и временем дифференцирования химических понятий нами была выбрана методика «Химические дифференцировки».

Уровень интеллекта испытуемых оценивался по показателям теста Д. Векслера (WAIS), адаптация 1995 г. под редакцией О. И. Муляр.

Полученные нами данные не всегда и не во всех выборках соответствуют нормальному распределению, поэтому мы использовали как параметрические, так и непараметрические методы исследования. Но поскольку полученные разными методами обработки результаты практически не отличаются, мы представим результаты параметрических методов анализа как наиболее часто встречающихся в отечественных психологических исследованиях и потому наиболее легких для восприятия.

Результаты

Исследование корреляционных связей между показателями интеллекта и показателями специальных способностей

Как известно, корреляционные (структурные) связи выражают определенную меру близости или отдаленности связываемых между собой компонентов развития, совместимости или противоречивости конкретных свойств. Экспериментальные данные (рисунок 19) показывают, что в процессе формирования концептуальных струк-

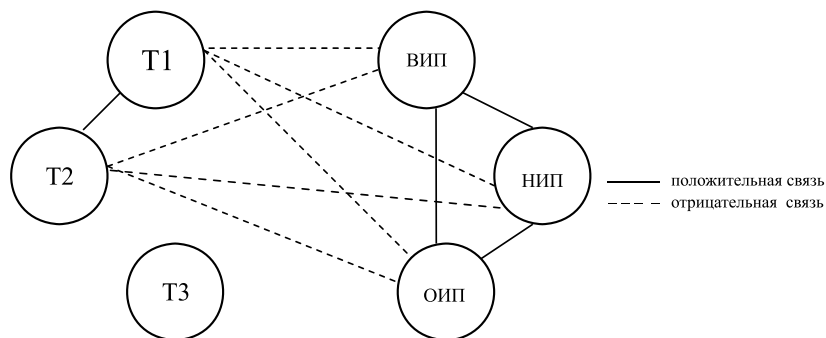


Рис. 19а. Корреляционные связи показателей интеллекта и времени химических дифференцировок у учащихся восьмых классов

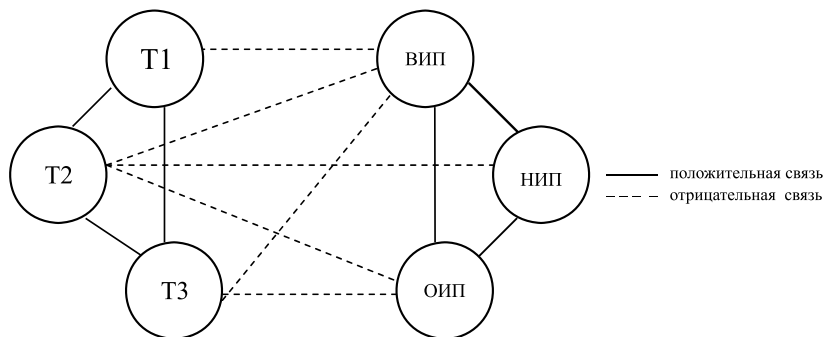


Рис. 19б. Корреляционные связи показателей интеллекта и времени химических дифференцировок у учащихся девятых классов

тур химии происходит уменьшение силы связи времени химических дифференцировок и показателей интеллекта (Волкова, 2008). В группе более успешных по химическим дисциплинам студентов не выявлено ни одной достоверной связи данных показателей. Такая дифференциация показателей общих и специальных химических способностей наблюдается при $IQ \geq 125-129$, что позволяет предположить существование «интеллектуального порога», выше которого общие и специальные химические способности могут рассматриваться как отдельные независимые факторы. Показатели зрелости детализированного уровня концептуальных структур (сложнейшие

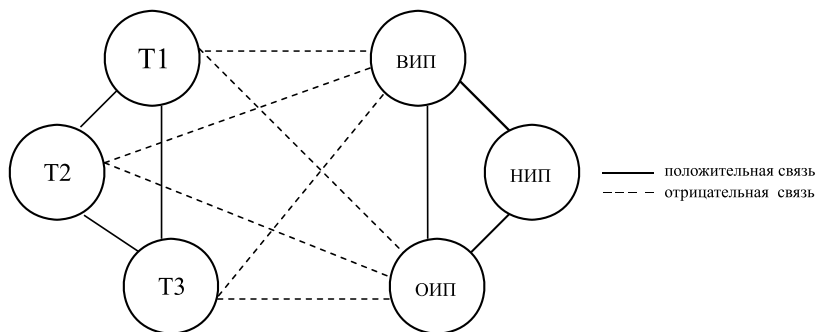


Рис. 19в. Корреляционные связи показателей интеллекта и времени химических дифференцировок у студентов второго курса химического факультета

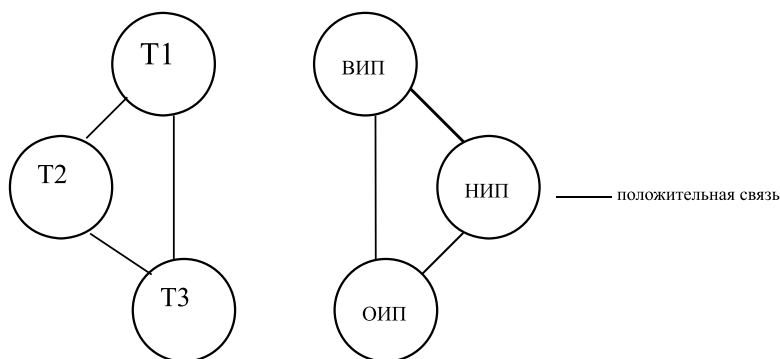


Рис. 19г. Корреляционные связи показателей интеллекта и времени химических дифференцировок у лучше успевающих студентов второго курса химического факультета

дифференцировки) данной группы испытуемых значимо отличаются от показателей менее успешных студентов (таблица 40).

У более способных студентов отмечается большая внутренняя взаимосвязь, согласованность между показателями времени химических дифференцировок. Структура интеллекта у лучше успевающих по химическим дисциплинам студентов также отличается большей однородностью.

Таблица 40
Средние значения показателей в группах лучше и хуже успевающих студентов

Название показателя	Средние значения показателей в группах студентов второго курса		Величина t-критерия Стьюдента
	Успеваемость по дисциплинам химического цикла $\geq 4,5$	Успеваемость по дисциплинам химического цикла $< 4,5$	
Время дифференцировки химических понятий (t, с)			
простая	36,55	39,43	-1,621
сложная	46,53	49,29	-1,464
сложнейшая	122,75	153,10	-3,672***
Показатели интеллектуального развития по тесту Д. Векслера			
вербальный	128,96	120,91	5,77***
невербальный	125,067	121,52	2,795**
общий	129,07	122,48	5,576***

Динамика развития призеров олимпиад по химии и студентов, а также сравнительный анализ показателей общих и специальных способностей у испытуемых, осваивавших химию по разным учебным программам, позволяет выявить наиболее благоприятный возраст (14–15 лет) формирования концептуальных структур химии. В данном возрастном периоде наблюдается значимый рост показателей зрелости, отличающихся большой устойчивостью и определяющих успех освоения химии в вузе и будущей профессиональной деятельности. Это можно объяснить тем, что именно в этом возрасте (стадия формальных операций) на основе уже сформированных операций, по мнению Ж. Пиаже, можно обучать понятиям.

Исследование регрессионных связей между показателями интеллекта и показателями специальных способностей

Для анализа функциональных связей между показателями интеллекта и времени дифференцирования химических понятий обратимся к таблице 41.

Данные регрессионного анализа показывают, что во время становления концептуальных структур химии высока зависимость времени химических дифференцировок от уровня общего интеллекта, причем, чем сложнее дифференцировка, тем больше зависимость

Таблица 41

Уравнения регрессии в разных группах испытуемых

Группы испытуемых	Вид дифференцировки химических понятий	Вербальный интеллектуальный показатель (ВИП = x)	Невербальный интеллектуальный показатель (НИП = y)	Общий интеллектуальный показатель (ОИП = z)
8-й класс вся выборка (74 чел.)	простая	$t1 = 178,32 - 1,211x$	$t1 = 199,591 - 1,337y$	$t1 = 202,753 - 1,380z$
	сложная	$t2 = 348,285 - 2,2447x$	$t2 = 334,761 - 2,125y$	$t2 = 416,787 - 2,996z$
	сложнейшая	$t3 = 702,986 - 3,563x$	$t3 = 511,904 - 1,277y$	$t3 = 648,374 - 2,724z$
9-й класс вся выборка (75 чел.)	простая	$t1 = 99,852 - 0,543x$	$t1 = 68,018 - 0,191y$	$t1 = 116,954 - 0,652z$
	сложная	$t2 = 225,837 - 1,479x$	$t2 = 171,532 - 0,824y$	$t2 = 264,918 - 1,708z$
	сложнейшая	$t3 = 720,806 - 4,353x$	$t3 = 406,948 - 0,995y$	$t3 = 741,327 - 4,139z$
Студенты второго курса (вся выборка, 294 чел.)	простая	$t1 = 69,97 - 0,253x$	$t1 = 56,954 - 0,147y$	$t1 = 75,781 - 0,295z$
	сложная	$t2 = 73,639 - 0,203x$	$t2 = 69,443 - 0,169y$	$t2 = 81,877 - 0,267z$
	сложнейшая	$t3 = 319,286 - 1,404x$	$t3 = 209,935 - 0,508y$	$t3 = 328,476 - 1,46z$
Лучше успеваю- щие сту- денты (45 чел.)	простая	$t1 = 39,09 - 0,036x$	$t1 = 48,124 - 0,108y$	$t1 = 65,673 - 0,226z$
	сложная	$t2 = 48,328 - 0,032x$	$t2 = 71,276 - 0,214y$	$t2 = 63,818 - 0,134z$
	сложнейшая	$t3 = 24,794 + 0,714x$	$t3 = 135,302 - 0,137y$	$t3 = 131,221 - 0,066z$

Примечание. Полу жирным шрифтом выделены константы, для которых возможно существование нулевых значений.

от интеллекта. Но в процессе формирования собственно когнитивных структур химического познания эта зависимость уменьшается. У студентов второго курса время выполнения простых дифференцировок (простое и сложное вещество) становится равным времени выполнения сложной дифференцировки (различение классов неорганических веществ по химической формуле). График зависимости времени дифференцировок от общего интеллектуального показателя превращается в прямую линию, параллельную оси общих интеллектуальных способностей (см. рисунки 20, 21, 22). Ментальные

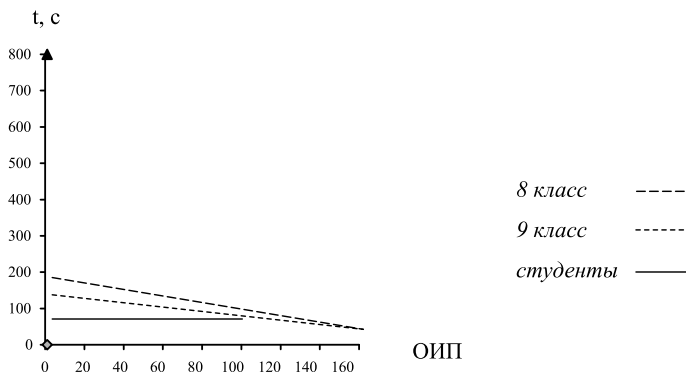


Рис. 20. Зависимость времени простых химических дифференцировок от общего интеллектуального показателя

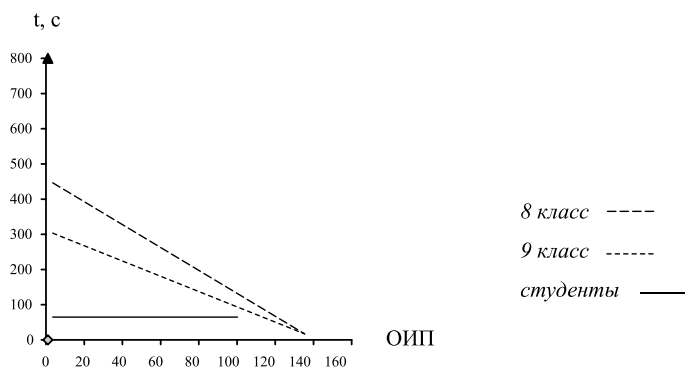


Рис. 21. Зависимость времени сложных химических дифференцировок от общего интеллектуального показателя

структуры химических способностей, первоначально произрастающие из структур общих интеллектуальных способностей, все тоньше и глубже отражая предметную область действительности, начинают функционировать по своим правилам и становятся все более независимыми от общих интеллектуальных способностей.

У лучше успевающих студентов во всех уравнениях регрессии присутствуют константы, для которых возможно существование нулевых значений. Данный факт согласуется с результатом корреля-

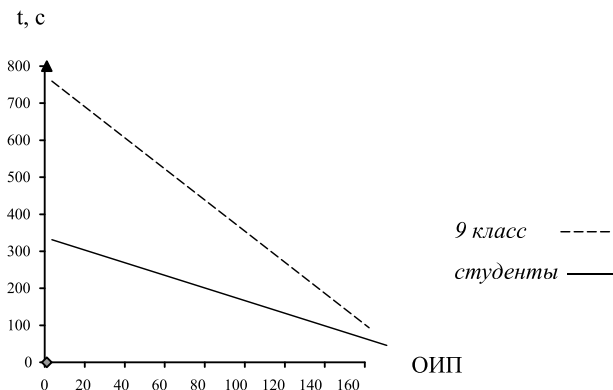


Рис. 22. Зависимость времени сложнейших химических дифференцировок от общего интеллектуального показателя

ционного анализа и подтверждает образование новой психической реальности – химических способностей.

В нашем исследовании мера определенности (R-квадрат) колеблется в пределах от 0,019 до 0,237. Следовательно, попытка связывать успешность решения химических задач только с уровнем интеллекта или на основании успешности решения химических задач определять показатель общего интеллектуального развития может привести к большим погрешностям.

Как видим, данные регрессионного анализа согласуются с данными корреляционного анализа: в процессе формирования концептуальных структур химии наблюдается уменьшение зависимости времени химических дифференцировок от показателей интеллекта. Например, значения угловых коэффициентов для случая общего интеллектуального показателя и времени:

- 1) простых химических дифференцировок: 1,38 – испытуемые 8-х классов; 0,65 – испытуемые 9-х классов; 0,295 – студенты второго курса;
- 2) сложных химических дифференцировок: 2,99 – испытуемые 8-х классов; 1,7 – испытуемые 9-х классов; 0,267 – студенты второго курса;
- 3) сложнейших химических дифференцировок: несформированность данных структур у испытуемых 8-х классов; 4,14 – испытуемые 9-х классов; 1,46 – студенты второго курса.

У лучше успевающих по химическим дисциплинам студентов отсутствуют достоверные корреляционные и регрессионные связи между временем химических дифференцировок и показателями интеллекта.

Дисперсионный анализ связи показателей интеллекта и показателей специальных способностей

В данной работе применялся однофакторый дисперсионный анализ (ANOVA), позволяющий исследовать изменения результативного признака (время химических дифференцировок) под влиянием изменяющихся градаций показателей интеллектуального развития.

В группе лучше успевающих студентов (показатели данной группы испытуемых соответствуют нормальному распределению по критерию Колмогорова–Смирнова, однородности дисперсий по критерию Ливина) не выявлено значимого влияния показателей интеллектуального развития на время дифференцирования химических понятий, что согласуется с данными корреляционного, регрессионного анализов и свидетельствует в пользу существования химических способностей.

Факторный анализ

Данные опроса студентов, а также наблюдения показывают, что среди студентов химического факультета не все хорошо успевающие студенты считают химию делом своей жизни и не все студенты, «хуже успевающие» по дисциплине, являются менее успешными в химии. Поэтому было очень важно найти объективный критерий, позволяющий выявлять потенциально способных химиков. Таким критерием в нашем исследовании было отображение химических образов в невербальной батарее Торренса.

Факторный анализ позволил выделить три фактора (собственные значения факторов выше 5):

- 1) «Химические знания» – оценки по химии, физике, математике и ошибки, допущенные в химических дифференцировках; показатель вербального интеллекта, показатели субтестов «понятливость», «арифметический», «анalogии» теста Д. Векслера

и результаты тестовых заданий для итогового контроля качества знаний;

- 2) «Химические способности» – временные показатели теста «Great Chemists» (дифференцировки – физические и химические явления, простые и сложные вещества, изомеры и неизомеры, окислительно-восстановительный процесс – неокислительно-восстановительный процесс, изменение – неизменение реакции среды и т. д.); временные показатели методики «Химические дифференцировки»; объем слуховой памяти на химические элементы и показатель внимания по тесту ТИПС;
- 3) «Общие интеллектуальные способности» – показатели всех субтестов теста Д. Векслера, за исключением – «последовательные картинки» и «шифровка», а также; показатели интеллекта по тестам Дж. Равена, ТИПС (исключая показатель «внимание») и показатель «оригинальность» в вербальном субтесте Торренса «Причины».

Анализ корреляционных связей между факторами (таблица 42), показывает, что фактор «Химические способности» является ортогональным по отношению к факторам «Общие интеллектуальные способности» и «Химические знания».

Таблица 42

Корреляционные связи между факторами (104 «отобразивших» студента-химика второго курса химического факультета)

Факторы	1 Химические знания	2 Химические способности	3 Общие способности
1. Химические знания	0,846	0,034	-0,531
2. Химические способности	-0,116	0,986	-0,121
3. Общие способности	0,520	0,164	0,838

Выводы

1. Данные корреляционного, регрессионного, дисперсионного, а также факторного анализа свидетельствуют в пользу существования специальных химических способностей.
2. Чем выше уровень общих интеллектуальных способностей, тем легче формируются специальные химические способности и тем выше их уровень.

3. У лучше успевающих по химическим дисциплинам студентов отсутствуют достоверные корреляционные связи между показателями химических и интеллектуальных способностей, более однородная структура специальных и общих способностей.
4. Возможно существование «интеллектуального порога: 125–129 IQ», выше которого общие и специальные химические способности могут рассматриваться как отдельные независимые факторы.

3.4. Связи показателей зрелости концептуальных структур химии и показателей химических способностей

На основе анализа особенностей химика как субъекта деятельности мы получили эмпирические факты связей показателей зрелости ментальных структур, лежащих в основе специальных химических способностей, с показателями данных способностей. Для экспериментального обоснования положения о ментальных структурах как носителях свойств субъекта необходим: 1) констатирующий эксперимент, позволяющий оценить изменение показателей специальных химических способностей под влиянием градации факторов (в нашем случае показателей зрелости концептуальных структур); 2) формирующий эксперимент, позволяющий зафиксировать изменение показателей специальных способностей в результате целенаправленного формирования ментальных структур, обуславливающих данные способности (см. главу 5).

Методы исследования

1. Методы организации исследования – констатирующий эксперимент.
2. Эмпирические методы исследования.

Методики диагностики специальных способностей химиков: средний балл успеваемости по дисциплинам химического цикла; кратковременная слуховая химическая память (вариация методики «10 слов»: А – слова, В – групповое расположение элементов, С – периодическое расположение элементов, D – произвольный порядок химических элементов); химический диктант (долговременная химическая память на простую, сложную и суммарную химическую

информацию); химическая интуиция (интуиция-редукция – тест Лидина и Андреевой); химическое кодирование (вариация субтеста Д. Векслера: А – произвольный порядок химических элементов, В – периодическое расположение элементов, С – периодическое расположение элементов, D – групповое расположение элементов); химический интерес (карта интересов); МИКОСС (методика прямого шкалирования компонентов общих и специальных способностей химиков – химическая направленность ума, химическая память, химическая интуиция, химический язык, химическое мышление, химические руки, способность осуществлять химические расчеты, общие химические способности).

Методики оценки зрелости концептуальных структур химии: «Химические дифференцировки» и «GreatChemist».

3. Математическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета – SPSS 10: приведение всех показателей в одну шкалу (z-преобразование); проверка на нормальность распределения признаков (критерий Колмогорова–Смирнова) и гомогенность дисперсий (критерий Levene); выявление связей (дисперсионный анализ (ANOVA) и его непараметрический аналог – Jonckheere-Terpstra Test (a)).

Экспериментальная выборка – 372 студента второго курса химического факультета, обучавшихся у одних и тех же преподавателей, но одни (даже с одинаковым уровнем интеллекта) усваивают химические знания быстро, легко и прочно, а другие – медленно, с трудом и непрочно. Одни отличаются высокой работоспособностью, скоростью при решении различных химических задач, у других – решение именно химических задач вызывает быстрое утомление, теряется работоспособность, растут ошибки, уменьшается скорость и для отдыха они переключаются на другие виды деятельности.

Поскольку не все показатели соответствовали нормальному распределению признаков и гомогенности дисперсий, то мы использовали, помимо ANOVA, его непараметрический аналог – Jonckheere-Terpstra Test (a).

Экспериментальные данные позволили выявить значимое изменение показателей продуктивности памяти, мышления химика и решение широкого спектра химических задач под влиянием градации показателей зрелости концептуальных структур химии (время химических дифференцировок):

- 1) фактор «время простой дифференцировки» (ANOVA) – зависимые переменные: показатели скорости кодирования цифр знаками химических элементов ($p_1 = 0,022$; $p_2 = 0,005$; $p_3 = 0,08$); «объем долговременной памяти» ($p = 0,045$); «химическая направленность ума» ($p = 0,003$); «химические руки» ($p = 0,034$); «общие химические способности» ($p = 0,034$);
- 2) фактор «время сложной дифференцировки» (ANOVA) – зависимые переменные: показатели «успеваемость по химическим дисциплинам» ($p = 0,032$); скорость кодирования цифр знаками химических элементов в произвольном порядке ($p_1 = 0,017$; $p^2 = 0,001$); «объем долговременной памяти на сложную химическую информацию» ($p = 0,047$), «способность осуществлять химические расчеты» ($p = 0,05$), «интерес к химии» ($p = 0,007$).
- 3) фактор «время сложнейшей дифференцировки» (Jonckheere-Terpstra Test) – зависимые переменные: показатели «успеваемость по химическим дисциплинам» (Std. J-T Statistic = $-2,086$; $p = 0,037$; чем меньше время различения стимул-объектов, тем выше успешность усвоения химических дисциплин); «объем кратковременной слуховой памяти на групповое расположение элементов» (Std. J-T Statistic = $-2,713$; $p = 0,007$; чем меньше время различения стимул-объектов, тем больше продуктивность памяти); «интуиция-редукция» (Std. J-T Statistic = $-2,499$; $p = 0,014$, т. е. чем меньше время различения стимул-объектов, тем выше показатели интуиции);
- 4) фактор «время дифференцирования стимулов „окислитель–восстановитель“» (Jonckheere-Terpstra Test) – зависимые переменные: показатели «успеваемость по химическим дисциплинам» (Std. J-T Statistic = $-2,488$; $p = 0,013$); «объем кратковременной слуховой памяти на элементы в произвольном порядке» (Std. J-T Statistic = $-2,034$; $p = 0,042$); «интуиция-редукция» (Std. J-T Statistic = $-2,161$; $p = 0,031$); «объем долговременной памяти на химическую информацию» (Std. J-T Statistic = $-2,092$; $p = 0,036$); «химическая направленность ума» (Std. J-T Statistic = $-2,317$; $p = 0,02$); «химический язык» (Std. J-T Statistic = $-1,961$; $p = 0,05$); «химическое мышление» (Std. J-T Statistic = $-2,111$; $p = 0,035$); «способность осуществлять химические расчеты» (Std. J-T Statistic = $-2,743$; $p = 0,006$); «общие химические способности» (Std. J-T Statistic = $-2,299$; $p = 0,022$);

- 5) фактор «число типовых схем качественно-количественных химических задач» (Jonckheere-Terpstra Test) – зависимые переменные: показатели «успеваемость по химическим дисциплинам» (Std. J-T Statistic = 5,944; $p = 0,000$, т. е. чем лучше сформированы структуры, извлекающие признаки типовых задач химии, тем выше успеваемость по химическим дисциплинам); «объем кратковременной памяти на групповое расположение элементов» (Std. J-T Statistic = 2,043; $p = 0,041$); «объем кратковременной памяти на периодическое расположение элементов» (Std. J-T Statistic = 2,004; $p = 0,045$); «объем кратковременной памяти на химические элементы в произвольном порядке» (Std. J-T Statistic = 2,388; $p = 0,017$); «интуиция-редукция» (Std. J-T Statistic = 5,181; $p = 0,000$); «объем долговременной химической памяти» (Std. J-T Statistic = 4,054; $p = 0,000$); «химическая направленность ума» (Std. J-T Statistic = 2,408; $p = 0,016$); «химическое мышление» (Std. J-T Statistic = 2,003; $p = 0,045$); «способность осуществлять химические расчеты» (Std. J-T Statistic = 2,683; $p = 0,007$); «общие химические способности» (Std. J-T Statistic = 2,070; $p = 0,038$); «интерес к химии» (Std. J-T Statistic = 3,016; $p = 0,003$); «химический язык» (Std. J-T Statistic = 2,097; $p = 0,036$).

Экспериментальные данные позволили выявить значимое изменение показателей продуктивности памяти, мышления химика и решение широкого спектра химических задач по влиянием градации показателей зрелости концептуальных структур химии (время химических дифференцировок). Таким образом, полученные данные позволяют говорить о концептуальных структурах химии как субстрате, психическом носителе специальных способностей химиков.

3.5. Выводы

Несмотря на многочисленные попытки редукции химии к физике, в данной главе мы показали, что такие моменты химического взаимодействия как дискретность и насыщаемость валентностей, обменное взаимодействие между ядрами, приводящее к обобществлению электронов, не имеют аналогов в физических процессах. В процессе усвоения химии и работы в области химии формируются структуры качественно-количественных отношений, отражающие эту специфику химической формы движения материи.

Современное состояние химии (проблема единства химии как науки) определила выборку испытуемых – студенты второго курса химического факультета классического университета: стаж в химии более пяти лет и отсутствие ярко выраженной дифференциации по отраслям химических дисциплин.

Данные корреляционного, регрессионного, дисперсионного, а также факторного анализов свидетельствуют в пользу существования специальных химических способностей: на начало формирования структур качественно-количественных отношений химии велика зависимость времени химических дифференцировок от показателей интеллекта, но с ростом мастерства эта зависимость уменьшается и у очень способных химиков становится фактором, ортогональным по отношению к общим умственным способностям и знаниям.

Экспериментально обосновано существование особой химической памяти, связанной со структурами качественно-количественных отношений, выявлены особенности организации химической памяти в группах испытуемых с разным уровнем успешности в химии. Увеличение объема слуховой памяти и скорости кодирования цифр знаками химических элементов, объединенных в группы или периоды, свидетельствует об образовании концептуальных структур «группа», «период», фиксирующих признаки закономерностей измерения элементов и образованных ими соединений в группе и периоде.

При выполнении студентами-химиками заданий СПМ Равена в сериях С и Е, отличительной особенностью которых является взаимодействие между элементарными единицами гештальта – соединение и разъединение, перегруппировка, взаимоуничтожение и взаимоусиление, взаимодействие противоположностей и образование целостности, а также разнообразные типы изменений – однонаправленные, разнонаправленные как элементов гештальта в целом, так и отдельных его частей, отчетливо проявилось действие структур качественно-количественных отношений химии, для которых характерны именно такие взаимодействия.

Качественно-количественный анализ выполнения студентами-химиками методики Торренса позволил выявить неслучайность появления химических образов в невербальной батарее Торренса: чем выше уровень дифференцированности концептуальных структур химии, тем больше вероятность появления образов химии. Раз-

работаны новые тестовые нормы и списки неоригинальных ответов невербальной батареи с учетом гендерных особенностей и профессиональной направленности личности.

Особенность химической направленности ума как предметной ориентации мышления состоит в том, что оно затрагивает всю сенсорно-перцептивную организацию человека и связана с особой чувствительностью химиков к структурным и содержательным характеристикам химической формы движения материи. Таким образом, химик смотрит на мир сквозь призму вещества, т. е. качественных изменений, задающих и определяющих диапазон количественных изменений.

Предварительные результаты исследования природных основ химических способностей указывают на ключевую роль в успешности профессиональной деятельности химика дискриминативной способности мозга в области сенсорных и перцептивных отношений, лежащих в основе высокой сенсорно-перцептивной чувствительности (чувства вещества). Данные непараметрического анализа для К-независимых выборок позволили выявить наличие достоверных связей между типами темперамента и показателями химических способностей: испытуемые с более высокой активностью и меньшей эмоциональностью в интеллектуальной сфере оказываются более успешными в химии. Результаты корреляционного и дисперсионного анализов показали, что разные химические дисциплины базируются на разных свойствах нервной системы, и чем выше показатели успешности по химии, тем меньше связей между показателями успеваемости и природообусловленными свойствами нервной системы, следовательно, задатки только обеспечивают более благоприятные условия для формирования специальных способностей, но не определяют их уровень.

Глава 4

Культурогенез специальных способностей

Доказать онтологический статус специальных способностей – значит восстановить исходные корни генезиса этих способностей и показать, каким образом и под влиянием каких факторов общая способность к научению превращается в специальные способности, являющиеся предметом настоящего исследования.

Познание определяющего начала, составных элементов и источника развития специальных способностей возможно по пути познания иерархии ментальных структур, лежащих в их основе. Каждый вид профессиональной деятельности обладает собственным специфическим ментальным аппаратом – совокупностью понятий, категорий, привычек сознания, с помощью которых человек отбирает импульсы и впечатления, идущие от внешнего мира и преобразует их в данные своего внутреннего опыта (Холодная, 2002). Эти ментальные структуры образуют «субстрат, материю» специальных способностей (Чуприкова, 2007).

Для того чтобы понять, существуют ли специальные способности к тому или иному виду предметной деятельности и в чем их сущность, необходимо понять, что представляют собой те инварианты и те глубинные структуры, оперирование которыми необходимо для успешного выполнения этого вида деятельности.

4.1. Историко-культурные истоки специальных способностей

Попытка сказать что-то определенное о происхождении специальных способностей сопряжена с известным риском, поскольку это область междисциплинарных исследований, находящихся в ведении

разных наук. Значительный возраст, скудность, неоднозначность археологических находок затрудняют выполнение поставленной задачи. Современные археологические находки вносят коррективы в хронологию тех или иных открытий, исторических событий. Но для нашего анализа первостепенной важностью является выявление последовательности и связи событий, а не их конкретной даты. Твердо установленными фактами, на которые мы можем опираться в поиске источников специальных способностей, являются орудия производства: в них способности и знания человека, изготовившего эти орудия, находят свое материальное воплощение.

Конкретная задача, стоящая перед нами в данном параграфе, – реконструкция процесса генезиса специальных способностей на основе анализа орудий и технологий их изготовления: от рамапитека, первого представителя гоминид, до абелисов, первых людей систематически изготавливавших орудия и знавших о последствиях их применения. Обнаружение источника специальных способностей предполагает установление того этапа исторического развития, когда индивидуальные особенности, обеспечивающие успех выполнения деятельности одних индивидов, стали отличаться от индивидуальных особенностей других индивидов, менее успешных в этих видах деятельности.

Как известно, изменение внешних условий (оледенение, сменявшееся временными потеплениями, ограниченность жизненных условий, неудовлетворенность основных биологических потребностей) и внутренних факторов (особенностей функционирования организма, центральной нервной системы) привело к тому, что механизмы индивидуального научения становятся более эффективными, чем генетически фиксированные программы регуляции поведения (Кликс, 1983; Шадриков, 2004).

Археологические находки в Кении (датируются 14 миллионов лет) свидетельствуют о том, что характерными признаками образа жизни рамапитека являются длительное прямохождение и использование орудий подобно тому, как их используют современные приматы, но не их изготовление. Мыслительные процессы рамапитека находятся под властью биологических закономерностей: орудия, как и положительные телесные признаки, повышают успешность на охоте, безопасность и тем самым увеличивают шанс на выживание. Формы активности, ведущие к удовлетворению жизненных потребностей, фиксируются в памяти, остальные постепенно

исчезают. Поэтому при обсуждении структуры специальных способностей мы обращаемся к анализу изменений средств труда, орудий и инструментов, являющихся важнейшим свидетельством об уровне развития специальных способностей.

У австралопитеков, живших примерно 3,5–2,5 миллиона лет назад (археологические находки на юго-востоке Африки районы Олдовой, Сваткрэнс, Макапан-Тан) возникает предварительная обработка камня и костей для их применения в определенных целях. Однако орудия отличаются от необработанных камней только наличием рабочей кромки или искусственного острия. Даже тасманийцы, стоящие в настоящее время на самой низкой ступени развития, не пользуются такими несовершенными и неуклюжими орудиями, изготовленными столь грубым способом (Чайлд, 1949, с. 35).

Находки в пещере Чжоу-коу-тянь (близ Пекина) свидетельствуют об открытии примерно 500–400 тысяч лет назад первой химической реакции – реакции горения: пекинский человек, живший в период среднего оледенения, умел не только сохранять, но, вероятно, и разводить огонь. Приспособления для добывания огня, используемые современными примитивными племенами, основаны на трении двух кусков дерева друг о друга, поэтому они могут не фигурировать в археологических источниках. Согласно Ф. Кликсу (1983), в период миндельского оледенения (примерно 400–320 тысяч лет назад) была вполне освоена технология поддержания и разведения огня. Однако, по мнению Г. Чайлда, надежные сведения о преднамеренном добывании огня датируются примерно 100000 гг. до н.э.: в пещерах Бельгии найдены куски железного колчедана вместе с осколками кремня, края которых притупились, что обычно бывает при ударах кремня по огниву (железный колчедан, далее замененный куском металлического железа): «Таким образом, европейцы верхнего палеолита открыли способ добывания огня, которым их преемники пользовались вплоть до изобретения в XIX в. фосфорной спички» (Чайлд, 1949, с. 87).

Овладение реакцией горения предполагает выделение таких химических свойств вещества как горючесть – негорючесть, в основе которых – окислительно-восстановительная активность вещества, и особенностей реакции горения – выделение тепла и света. Древнейшим топливом было дерево, на смену которому примерно 4–3 тысячи лет до н.э. пришел древесный, а затем и каменный уголь.

На протяжении двух миллионов лет основная форма орудия оставалась неизменной – ручное каменное рубило с грубо обрабо-

танним рабочим краем из кремня, кварцита, базальта или сланца. Как справедливо отмечает Ф. Кликс: «В них трудно усмотреть признаки какой-либо функциональной специализации. Изготовить такое орудие, видимо, мог каждый взрослый. Для этого не требовалось ни продолжительного периода обучения, ни особой природной сноровки» (Кликс, 1983, с. 135). Этой же точки зрения придерживается Г. Чайлд: «из всех каменных орудий, найденных в этой пещере (речь идет о пещере Чжоу-коу-тянь), так же как и из других эолитов, ни одно нельзя рассматривать как оружие, предназначенное специально для охоты; эти эолиты так бесформенны, что невозможно сказать точно, для каких целей они употреблялись» (1948, с. 36), «от новичка не требовалось слишком много сообразительности, чтобы понять, как придать камню стандартную форму» (там же, с. 57).

Приблизительно 125–75 тысяч лет назад неандертальцы обнаруживают способность вещества изменять свои свойства под воздействием огня, об этом свидетельствует изготовление остриев пик из деревьев твердых пород при помощи отжига (наиболее адекватный задаче химический способ изменения формы тела, поскольку инструменты, необходимые для механической обработки твердого дерева, в то время были недоступны). Благодаря огню часть твердого дерева становилась мягкой и тем самым облегчалась обработка. Таким образом, можно говорить о зарождении химического чувства вещества и способности химического манипулирования веществом для придания дереву формы наконечника.

Около 50–10 тысяч лет назад появляется «кроманьонский» человек, обладавший большими когнитивными возможностями по сравнению с неандертальцем. За десять тысяч лет значительно увеличивается число материалов, из которых изготавливаются инструменты. Благодаря «открытию» тонкой кристаллической структуры кремня меняется технология изготовления орудий: если ранее пластины скальвались с округлой гальки, то теперь пластины скальваются с предварительно подготовленного ядрища призматической формы. Меняется направление ударов – от наклонного к вертикальному. При этом в материале возникают напряжения, используя которые можно одним сильным ударом отколоть от каменного ядрища необходимую заготовку. В отличие от предыдущих способов изготовления орудий овладение техникой Леваллуа, «безусловно, было доступно не каждому. Оно предполагало длительное обучение, отличное знание свойств камня и большую ловкость» (Кликс, 1983, с. 52).

Предпосылкой овладения данной технологией, согласно Ф. Кликсу, является «высокая степень мастерства. Лежащие в основе этой технологии приемы не могут всякий раз изобретаться заново, они должны передаваться из поколения в поколение. Причем речь идет о последовательности поколений специалистов, чья деятельность начинает приобретать характер профессии» (Кликс, 1983, с. 141). Таким образом, именно техника Леваллуа является тем индикатором, который позволяет говорить о зарождении специальных химических способностей, отличающих одних членов группы от других и определяющих успех в этой деятельности. При высоких стабильных достижениях формируется благоприятный эмоциональный фон, что побуждает к сохранению и улучшению достигнутого уровня изготовления орудий, совершенствования своих способностей. Этот механизм дифференциации способностей как результата специализации видов деятельности на основе мотивации и запоминания назван Ф. Кликсом «гедонистическим дифференциалом» (Кликс, 1983, с. 133–134). Дифференциация деятельности первоначально происходила по половому признаку, далее – по пользе, приносимой первобытной общине. Как мы видим, первоначально появляется деятельность по изготовлению орудий, в этой деятельности происходит зарождение специальных способностей, обеспечивающих более высокие результаты отдельных индивидов в этой деятельности и, соответственно, приносящих большую пользу для общины, затем происходит специализация самой деятельности, в рамках которой совершенствуются специальные способности.

То, что первобытные «химики» приобрели способность распознавать качественные особенности вещества, его структуру для совершенно иной технологии изготовления орудий, свидетельствует о возникновении нового способа ориентации в мире, в основе которого такие компоненты химических способностей как «направленность ума на полезные свойства химического процесса», «химическое чувство вещества» и «химические руки».

Чувство вещества, в основе которого структуры, извлекающие химическую информацию, – фундаментальное свойство всего живого: известны растения хемотрофы, способность по запаху определять вещество у животных развито в большей степени, чем у человека. Но только человек способен для удовлетворения своих потребностей сознательно изменять качественную (т. е. химическую) природу вещества, получать новые вещества не в результате генетически за-

программированной программы поведения, а в результате открытий и научения. В процессе деятельности по изготовлению орудий эта общая способность «чувство вещества и химического процесса» начинает дифференцироваться, появляются индивиды, для которых более высокий уровень чувства вещества и химического процесса начинает определять успех в этой деятельности, зарождаются специальные химические способности.

Конструктивные технологические элементы, обнаруженные при изучении приемов использования огня (археологические находки на территории России, Франции, бывшей Чехословакии), свидетельствуют об отражении в сознании древнего человека кинетических закономерностей: у очагов найдены специальные каналы, обеспечивающее поступление с воздухом большого количества кислорода, что позволяло повысить температуру горения и использовать в качестве топлива кости и костную муку. Для лучшего распределения жара костная мука под землей перемешивалась. Как известно, измельчение увеличивает реакционную поверхность, а перемешивание способствует отводу продуктов горения из зоны реакции.

Кроманьонцы фактически открыли способ получения новых веществ с новыми полезными качествами путем объединения двух или более исходных материалов (Шадриков, 2004, с. 31). Об этом свидетельствуют данные, полученные российскими археологами при раскопках в селе Костенки Воронежской области и позволяющие реконструировать один из древнейших способов получения минеральной краски красного цвета (кровавника): в очагах обжигали куски бурого железняка и сферодерита. Находки, сделанные при раскопках жилища в Дольних Вестоницах (бывшая Чехословакия), показывают, что около 25 тысяч лет назад древние люди посредством химических реакций получали охру.

Эти примеры свидетельствуют о возникновении подлинно химического мышления, когда из двух и большего количества субстанций в результате химических реакций под воздействием температуры получается вещество с совершенно новым набором свойств, ранее не встречавшихся в природе. Изготовление стекла, бронзы, цемента, искусственных волокон и т. п. в принципе подчиняется этой же общей схеме (Кликс, 1983, с. 142). Речь идет об открытии универсальной закономерности, описывающей глубинную структуру химического процесса, которая может встречаться в виде бесконечного количества реализаций (при получении металлов из руд,

стекла, цемента и т. д.). Появляются химические профессии: рудопромышленники, кузнецы, гончары, ювелиры и т. д.

Овладение искусством химического процесса, благодаря которому неолитические общества стали производить материалы, не встречающиеся в естественных условиях, отмечается в работе Г. Чайлда: «Они открыли, как, применяя нагревание, превращать глину, которая в сыром виде совершенно пластична, в твердое, прочное вещество, не пропускающее влаги. Говоря языком техники, они умели вызывать химическую реакцию, при которой в результате расщепления молекул водного алюмо-силиката происходит вытеснение воды, после чего остается безводный силикат» (Чайлд, 1949, с. 65). Опираясь на исследования отпечатков пальцев гончаров, сохранившихся на неолитических горшках, российскими специалистами, Г. Чайлд приходит к выводу, что во времена каменного века гончарное производство было женским ремеслом, так же как и у современных племен, стоящих на стадии варварства и не применяющих гончарного круга. На основании этих фактов можно предположить, что у истоков химии – женское лицо. Косвенно это предположение подтверждается и тем фактом, что в ходе эволюции мозг человека стал развиваться в основном не в утробе материнского организма, а после появления на свет. Беспомощность младенца, необходимость держать его на руках, сковывала свободу женщины, лишало ее возможности заниматься охотой и закрепляло ее на определенном месте. Женщина стала хранительницей очага, ответственной за сохранение и поддержания огня – первой химической реакции, доступной доисторическому человеку.

Реконструкция способа изготовления изделий из глины, проведенная китайскими учеными, показала, что для того, чтобы изделия из глины при обжиге не растрескивались, во-первых, необходимо составить правильные пропорции кальцита и местной глины, во-вторых, создать особый режим нагревания. На основании этих фактов можно говорить о выделении на допонятийном уровне такого фундаментального инварианта как пропорциональность качественно-количественных отношений химии и зарождении способности осуществлять «химические расчеты» (способность распознавать количество и количественные отношения вещества на уровне «больше», «меньше», «достаточно»).

В неолитических стоянках (Сиалк, Иран; Бадари, Египет; Венгрия) найдены предметы из самородной меди. Открытия, положив-

шие начало металлургии: ковкость, плавкость металла, процесс обжига руд и последующее восстановление металлов из их оксидов древесным углем были сделаны приблизительно между 4000–3000 гг. до н. э. Как мы видим, процессы окисления обнаружены раньше (~500–400 тысяч лет назад), чем процессы восстановления (~4–3 тысяч лет до н. э.). Серебро и свинец известны более 3 тысяч лет до н. э., но применяться стали примерно 500 лет до н. э. Олово, более редкий металл, чем медь и свинец, обнаружено немного позднее, чуть меньше 3 тысяч лет до н. э. (около деревни Фермы, на Лесбосе). Примерно в это же время стали применять сплав меди и олова – бронзу, который гораздо прочнее, чем чистая медь. В Месопотамии, Египте, Палестине обнаружены первые изделия из стекла.

Железные руды, как правило, низкосортные встречаются повсюду. Железо можно получить таким же способом, как и медь, из медных руд. Но при температуре, которой можно достичь без механического притока воздуха, железо не плавится. Секрет получения железа (использование дутья и флюсов), свидетельствующий об отражении в сознании древнего человека закономерностей химической термодинамики и химической кинетики, был известен более 2000 лет до н. э.: в Месопотамии и Малой Азии, помимо мелких изделий из метеоритного железа, встречаются изделия из железа, залегающего в земле, и на протяжении следующих столетий таких изделий становится все больше. По мнению Г. Чайлда, этот секрет был открыт и ревностно охранялся стоявшими на стадии варварства племенами Армении, где встречаются богатые железные руды. После 1100 г. до н. э. секрет был раскрыт и распространился повсюду: обнаружены многочисленные остатки горнов и шлаков в деревнях и в отдельных хозяйствах. Началось массовое изготовление железных орудий и оружия.

Несмотря на хронологические различия, стадии развития, названные по веществу, из которого в то время изготавливались орудия, повсеместно имеют одну и ту же последовательность: камень, бронза, железо. Этот факт позволяет предположить, что становление ментальных структур и химических способностей, овеященных в данных орудиях, также повсеместно соответствует определенной последовательности: на наглядно-действенном уровне первоначально отражается химический процесс, его внешние признаки (выделение тепла и света при реакции горения) и его сущность (способность изменять свойства вещества); далее выделяются особенности строе-

ния кристаллической решетки (техника Леваллуа) и только после этого – вся кинетическая система в целом (конструктивные приемы использования огня: дутье, перемешивание). Закономерности формирования компонентов химических способностей тоже имеют свою последовательность: по-видимому, первоначально формируется направленность ума на полезные свойства химического процесса (выделение тепла и света, облегчение обработки твердых тел); затем чувство вещества и химического процесса (преднамеренное добывание огня, способность изменять свойства под действием огня); далее – «химические руки» (точное знание о качествах каменного материала, способность увидеть особенности кристаллической решетки кремня и ударить по ядрищу так, чтобы получить отщеп нужного размера и формы), как мы знаем, этой способностью обладали не все. Венцом развития химических способностей древнего человека является зарождение подлинно химического мышления, когда из двух или нескольких веществ, получают новые вещества, ранее не встречающиеся в природе. Вероятно, параллельно с зарождением химического мышления формировалась способность осуществлять химические расчеты, поскольку без выявления необходимых пропорций весьма затруднительно получить требуемое вещество. Что касается такого компонента специальных способностей как «химический язык», то признаки его зарождения относятся, возможно, к 10–3 тысячелетию до н. э.: в древнеегипетской письменности есть идеографические знаки для записи веществ и минералов. Например, символ золота представлен иероглифическим знаком (рисунок 23), указывающим одновременно на металл и на процесс его получения. На знаке изображена емкость, в которой вымывали крупинки золота, и ткани, через которую их процеживали (Loyson, 2011).

В Лейденском и Стокгольмском папирусах (*The Leyden and Stockholm Papyri*) сохранились подробные описания химических процессов, используемых древними египтянами (Williams, 2000).



Рис. 23. Древнеегипетский идеографический знак – символ золота

Если в качестве зарождения специальных художественных способностей рассматривать появление наскальных рисунков или орнамента на орудиях (~50–10 тысяч лет назад, кроманьонский человек); математических – фиксация количества (~30–25 тысяч лет назад: фрагменты лучевых костей волка с нанесенными на них зарубками), то химические способности являются, пожалуй, одними из самых древних специальных способностей (технология поддержания и разведения огня – 400–320 тысяч лет назад, техника Леваллуа – 200–150 тысяч лет назад).

4.2. Закономерности становления понятийной системы химии в историко-культурном развитии науки

Одним из способов изучения механизмов, закономерностей и условий становления ментальных структур, лежащих в основе химических способностей и химических знаний, является историко-культурный анализ развития предметного содержания химии. Такая реконструкция предмета мысли позволяет воспроизвести зафиксированные и опредмеченные в культуре схемы видения мира, преобразования мира и взаимодействия с ним.

Основная **задача** данного параграфа – раскрыть процесс становления понятийной системы химии: процесс зарождения генетически исходных существенных и всеобщих отношений, определяющих содержание, структуру химии и ход их последовательной дифференциации и интеграции.

В рамках дифференционно-интегративного подхода решение проблемы сущности и путей развития знаний было предложено Н. О. Лосским (1917, 1991), согласно которому, знание – это процесс дифференцирования действительности путем сравнения. Аналогичная точка зрения содержится в работах Ф. Аквинского (2001), Г. Спенсера (2003), В. С. Соловьева (2000), С. Франка (2000), А. А. Данцева (1991) и др. Согласно М. В. Ломоносову, в основе познания химии «историческое познание изменений смешанного тела», ясное представление о предмете должно приобретаться «путем перечисления признаков, т. е. путем познания частей целого... А части лучше всего познавать, рассматривая их в отдельности <...> для познания смешанных тел их надо разделить» (Ломоносов, 1961, с. 10).

Для решения поставленной задачи – показать как в процессе развития науки первоначально глобальное, синкретичное отра-

жение химической формы движения материи (химической реальности) в сознании ученых становится все более дифференцированным, возможны два взаимодополняющих подхода: содержательный и хронологический.

В рамках содержательного подхода отражение химической реальности в сознании человека может быть рассмотрено с позиции возникновения и развития концептуальных систем, каждая из которых является принципиально новым способом объяснения происхождения свойств веществ. Задачей содержательного подхода является анализ качественных скачков в развитии предметного содержания химии, выделение «неизменного и общего в изменяемом и частном» (Менделеев, 1934, с. 381). Таким неизменным и общим для химических знаний всех исторических периодов является получение веществ с заданными свойствами, которое невозможно без выявления факторов, обуславливающих свойства вещества, таких как: 1) элементный состав вещества; 2) структура молекулы; 3) организация системы взаимодействующих веществ.

Иерархия изучаемых материальных объектов определяет иерархию понятийных систем химии, описывающих вещество (таблица 43).

Анализ показывает, что из всего потока химической формы движения материи сознание человека первоначально выделяет элементный состав вещества, затем его структуру и только после этого начинает рассматриваться вся кинетическая система в целом. Формируется способность различать все большее число инвариантных признаков, определяющих свойства вещества, таких как состав и структура вещества; природа и относительные количества реагентов; внешние условия, в которых находится система; веществ, стехиометрически не участвующих в реакции (примеси, катализатор, растворитель и т. п.), но влияющих на протекание химического процесса. Более глубокое изучение химического процесса приводит к открытию переходных состояний. В понятии «переходное состояние» объединены и взаимосвязаны все абстрактные моменты химизма: строение, кинетика, термодинамические свойства, условия протекания процесса, в него как бы вписаны исходные и конечные продукты. Тем самым более тонкая дифференциация ведет к интеграции, стирающей грань между понятиями «химическая частица» и «химическая реакция». Переходное состояние – это и то и другое, «носитель динамического отношения, направленного времени, момента истории» (Жданов, 1977, с. 108).

Таблица 43
Концептуальные системы химии

Факторы, обуславливающие свойства системы	Концептуальные системы, описывающие вещество на данном уровне организации	Период возникновения концептуальной системы	Предмет изучения	Основной тезис учения
Элементный состав	Учение о составе	Античная натурфилософия	Вещество как совокупность атомов	Элементы как неразложимые далее тела, из которых состоят все «смешанные тела» (соединения). Свойства вещества определяются его составом, т. е. тем из каких элементов и в каком соотношении образовано данное вещество
Структура молекулы	Структурная химия	Первая половина XIX в.	Молекула как унитарная система	Свойства вещества определяются структурой молекулы вещества, т. е. ее элементным составом, порядком соединения атомов между собой и их расположением в пространстве.
Организация системы реагирующих веществ	Учение о химическом процессе	Вторая половина XIX в.	Вся кинетическая система в целом	Свойства вещества определяются его составом, структурой и организацией системы, в которой это вещество находится
Способность ЭОКС претерпевать необратимые эволюционные изменения	Учение о химической эволюции (А. А. Данцев, 1991; В. И. Кузнецов, 1973; И. Пригожин, И. Стенгерс, 2008; А. П. Руденко, 1983)	Вторая половина XX в.	Переходные состояния (Жданов, 1977), элементарные открытые каталитические системы (ЭОКС)	В состоянии равновесия материя «слепа», тогда как в сильно неравновесных условиях она обретает способность воспринимать различия во внешнем мире <...> «и учитывать» их в своем функционировании (Пригожин, Стенгерс, 2008, с. 26)

Рассматривая хронологический подход к эволюции теоретических воззрений химии, следует учитывать, что периодизация истории химии является достаточно условной, поскольку в недрах каждого исторического периода вызревают условия (накапливаются эмпирические данные, открываются новые закономерности и отношения),

необходимые для реализации следующего этапа развития, этапа дифференциации и интеграции базовых понятий и принципов науки. Это неизбежно приводит к отступлению от хронологического порядка изложения.

Античный период развития химии

На основании дошедших до нас исторических сведений можно предположить, что отражение химической реальности на наглядно-действенном уровне происходит раньше, чем на умозрительном. В VII в. до нашей эры практически одновременно в разных цивилизациях зарождаются первые представления о природе вещества и его свойствах: в Китае – благодаря Конфуцию и Лао Цзы, в Индии – Будде, в Персии – Заратустре, в Греции – философам Милетской школы. Вначале в сознании человека запечатлевается самое главное, самое общее: сущность химической формы движения, – способность веществ к взаимопревращениям (VII в. до н. э.). Вводится понятие «элемент». Оно еще не дифференцировано, а слито с понятиями «тело», «вещество», «агрегатное состояние». Понятие «элемент» целостно, глобально, синкретично, оно ни о чем не говорит, а только указывает направление движения мысли. Появляются учения, в которых первоосновой всех тел (веществ) является один элемент (VII–VI вв. до н. э.) – вода (Фалес), воздух (Анаксимен), земля (Ксенофан), огонь (Гераклит). Затем появляются учения, в которых предполагается существование нескольких элементов (VI–III вв. до н. э.): Анаксимандр – 3 элемента (вода, земля, огонь), Эмпедокл – 4 элемента (земля, вода, воздух, огонь), Платон, Аристотель – 5 элементов (земля, вода, воздух, огонь, эфир). Затем познание отнимает у вещества отдельные свойства и отношения, вещество начинает отражаться в сознании как совокупность отношений разных свойств элементов. Так, Эмпедокл утверждает, что элементы материальны и наделены свойствами филии (любви) и фобии (вражды). Эти две противоположности присущие всем телам приводят материю в движение.

В V в. до нашей эры в сознании человека отражается фундаментальный принцип естествознания – принцип сохранения материи: *ничто не может возникнуть из ничего*. В дальнейшем данный принцип преобразуется в основополагающий для количественных отношений химии закон сохранения массы: масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе образующихся веществ.

Левкипп (V в. до н. э.) выдвигает предположение о существовании очень малой неделимой частицы вещества. Бесконечно малые и неделимые, вечные и абсолютно прочные частицы Демокрит называет атомами (IV в. до н. э.). Демокрит высказывает иногда наивные предположения, которые фактически является постановкой проблемы, например, за счет каких сил атомы связываются друг с другом, и предлагает доступные для того времени механические способы решения этой проблемы – выступы, углубления, зубцы, крючки. Иногда – гениальные прозрения, которые прошли многовековую проверку историей и практикой химии, например, что основными характеристиками атомов являются размер и весомость. Соединяясь между собой в различных сочетаниях, атомы материи образуют новые вещества с различными свойствами, однако ученый полагал, что атомы в соединениях сохраняют свою индивидуальность.

Платон (IV в. до н. э.) высказывает идею, что свойства вещества – твердость, плавкость, газообразность, горючесть – объясняются геометрической структурой разных видов материи. Элементы, по мнению Платона, представлены числами, которые находятся в постоянной пропорции, т. е. огонь относится к воздуху, как воздух к воде и как вода к земле. Здесь мы видим отражение в сознании человека фундаментального для качественно-количественных взаимодействий химии принципа пропорциональности, который на поздних этапах становления химии как науки найдет свои воплощения в законе Пруста, законе кратных отношений, законе эквивалентов, понятии «валентность» и т. д.

У Аристотеля (IV в. до н. э.) впервые появляется понятие «миксис», соединение или истинное смешивание, которое в отличие от механического приводит к образованию нового тела (вещества). В сознании отражается главный критерий химического явления – в результате взаимодействия веществ происходит образование нового вещества, в то время как при механическом смешивании (физическое явление) новых тел (веществ) не образуется. Таким образом, Аристотель начинает различать понятия «смешение» и «соединение», «простое» и «сложное вещество (тело)» и выдвигает основной принцип химического взаимодействия – наличие пар противоположных свойств, которые мы используем сегодня для прогноза возможности взаимодействия веществ: окислитель реагирует с восстановителем, электрофил с нуклеофилом, кислота с основанием, катион с анионом и т. д. У Аристотеля мы впервые можем увидеть

расположение элементов (земли, воды, воздуха, огня) вокруг центра Вселенной, в порядке уменьшения их тяжести – критерий, на какой обратит свое внимание Д. И. Менделеев, формулируя Периодический закон.

Поразительно, но в античный период были высказаны основные идеи, необходимые для определения понятия «элемент» – «атом», характеристика атома (вес, размер, форма), ограниченность числа форм атомов. Элемент – это совокупность атомов определенного вида. Но поскольку понятие «элемент» не было отделено от понятия «тело», «вещество», «агрегатное состояние», операционализация этого ключевого понятия химии затянулось на века – долгие века дифференциации, освобождения от субъективных воззрений ученых разных эпох, пока истина не открылась сознанию человека. Только тогда появилась возможность интеграции этих понятий, возможность операционализации понятия «элемент».

Алхимический период развития химии

В *алхимический период* развития химии происходит соединение теоретических и практических знаний о веществе, практические знания приобретают «теоретическую базу» в виде аристотелевского учения о четырех элементах-стихиях, формируется металлопланетная символика, согласно которой каждому из известных тогда семи металлов соответствует определенная планета и день недели. Эти знаки пока не являются знаками элементов в подлинном смысле, знаками атомов определенного вида. Это лишь попытка запечатлеть в виде символа определенные простые и сложные вещества, смеси веществ, основные принципы и основные действия. Главный результат алхимии – накопление значительного запаса знаний о веществе и становление эмпирических методов изучения свойств веществ; разрабатывается лабораторная техника и методика эксперимента. Сквозь века (~12–14 столетий), мистику, догматизм теории – учения Аристотеля, которое принимается за истину в последней инстанции без каких-либо обоснований, в сознание человека опять прорывается идея, что элемент – это определенный вид атомов. Ар-Рази (864–925 гг. н. э.) предпринимает попытку объединить учение Аристотеля с атомистической идеей. По-мнению ученого, четыре стихии Аристотеля – это четыре вида атомов, движущихся в пустоте и различающихся формой и размером.

Период объединения химии

В XV–XVI вв. развитие философии и естествознания приводит к глубокому кризису аристотелевской картины мира и ставит задачу выработать концепцию, отражающую реальные свойства действительности. Р. Бойль (1661) предлагает новую систему химической философии, краеугольным камнем которой является поиск ответа на вопрос, что именно следует считать «элементами». Р. Бойль считает, что химики руководствовались чересчур узкими принципами и нет никаких оснований присваивать данному телу название того или иного элемента только потому, что оно похоже на него одним каким-либо легко заметным свойством; ведь с тем же правом можно отказать ему в этом названии, поскольку другие свойства являются разными.

В XVII в. опять возрождается представление об элементе как определенном виде атомов. Отмечается расширение сферы анализа, происходит определение понятия «элемент» исходя не из отдельно взятого внешнего признака, а на основании целой совокупности теоретических (сходство корпускул по форме, размерам и свойствам) и практических (последний предел разложения вещества; неизменность элементов в процессе превращений вещества) критериев. Понятие «элемент» становится все более четким и определенным, но все еще сохраняется тождество, слитность понятий «элемент» и «простое вещество». Так Р. Декарт утверждает, что все тела состоят из корпускул различной формы и размеров: форма корпускул связана со свойствами вещества. Согласно Р. Бойлю, элементы – практически неразложимые тела (вещества), состоящие из сходных корпускул, из которых составлены все сложные тела и на которые они могут быть разложены. Корпускулы могут различаться формой, размером, массой. Корпускулы, из которых образованы тела, остаются неизменными при превращениях последних. Однако для Р. Бойля корпускулы были лишь формой мышления, благодаря которой можно было объяснить некоторые явления.

В XVIII в. разрабатывается флогистонная теория горения (И. Бехер, Г. Шталь), благодаря которой началось активное изучение газов и количественный анализ твердых тел. Теория объясняла многие явления, но не могла дать ответа на один вопрос: почему зола металла тяжелее исходного металла, ведь при обжигании он потерял часть своего флогистона?

Представления о кислородной теории горения возникают раньше, чем теория флогистона. Она не содержит предположений о наличии у тел отрицательной массы и не основывается на существовании субстанций, не выделенных экспериментально. Но гениальные прозрения Ж. Рея (1630), Р. Гука (1665), Дж. Мейоу (1669), А. Лавуазье (1777) долгое время не получают общественного признания. Давление господствующих на протяжении нескольких столетий ментальных структур, отражающих Аристотелю картину мира, не позволили общественному научному сознанию принять эти идеи. Теория флогистона по своим теоретическим посылкам напоминала концепцию Аристотеля и поэтому была более доступна для восприятия ученых.

С кислородной теории начинается переломный этап в развитии химии, происходит дальнейшая дифференциация и интеграция структур репрезентации химических знаний. По поручению Парижской академии А. Лавуазье, К. Бертолле, Б. Морво и А. Фуркруа разрабатывают новую систему химической номенклатуры, логика которой предполагает построение названия вещества по названиям тех элементов, из которых вещество состоит, и основные принципы которой используются до сих пор. В 1789 г. А. Лавуазье приводит таблицу простых тех, разделенных на несколько типов. Однако в данной таблице присутствуют несуществующие элементы, такие как теплород, свет. В 1789 г. А. Лавуазье формулирует закон сохранения массы. Но впервые открыт он был М. В. Ломоносовым в 1747 г. и экспериментально подтвержден в 1756 г. Задолго до А. Лавуазье, наперекор неверным представлениям флогистонной теории, засилью иностранцев в российской академии, которых интересовало только щедрое жалованье и привилегии, М. В. Ломоносов смог прийти до таких обобщений, которые и сегодня лежат в основе физической и химической науки. Он первый сформулировал закон сохранения вещества и энергии, а представления об атомах и молекулах, высказанные М. В. Ломоносовым за полвека до Д. Дальтона, оказались более достоверными и научными. Например, Д. Дальтон отрицал возможность существования молекул, образованных одинаковыми атомами. И снова сложившиеся ментальные структуры, отражающие общепринятую картину мира в научном сознании, не позволили ассимилировать гениальные идеи М. В. Ломоносова. Необходим определенный временной период – период накопления разнообразных экспериментальных данных, период формирования предвосхищающих схем, когнитивных структур, подготавливающих

индивидов к усвоению новой информации, период исторически детерминированных изменений в жизни людей, ведущих к изменению их мышления.

Период количественных законов химии

Открытый И. Рихтером в начале XIX в. закон эквивалентов подтвердил наблюдения многих химиков, что химические соединения реагируют не в произвольных, а в строго определенных количественных отношениях. Однако сразу встал вопрос: является ли постоянным соотношение элементов в соединении? К. Бертолле, основываясь на разработанной им теории химического сродства, отстаивал предположение, что элементный состав вещества может изменяться в зависимости от условий, в которых оно было получено. Ж. Пруст с помощью тщательных анализов установил, что отношение количеств элементов в составе соединения всегда постоянно. Выводы К. Бертолле, как показал Ж. Пруст, были ошибочны из-за неточности анализов и недостаточной чистоты исходных веществ.

Закон постоянства состава вещества привел к постановке проблемы о причинах этого постоянства. Разрешить данную проблему могло лишь положение о дискретности материи, но атомистические взгляды по-прежнему не имели никаких экспериментальных доказательств. Экспериментальное подтверждение атомной гипотезы нашел английский химик Д. Дальтон. Он открыл закон парциальных давлений, закон растворимости газов в жидкостях и закон кратных отношений. Объяснить данные закономерности, не прибегая к предположению о дискретности материи, невозможно. В 1808 г. ученый излагает атомно-молекулярную теорию, в которой, идея Демокрита, согласно которой весомость является одной из основных характеристик атома, находит свое экспериментальное подтверждение. Происходит дальнейшее уточнение сути химического взаимодействия: атомы соединяются между собой не в любых, а в определенных качественно-количественных отношениях. Но понятия «атом», «молекула», «эквивалент» все еще остаются нечеткими и неопределенными.

В 1803 г. в лабораторном журнале Д. Дальтона появляется таблица относительных атомных весов некоторых элементов и соединений. Для обозначения атомов элементов Д. Дальтон использует символы в виде окружностей с различными фигурами внутри. Это были первые формулы самых простых соединений. Для определения атом-

ной массы элемента необходимо установить число атомов каждого элемента, входящего в состав соединения. Ученый предположил, что атомы разных элементов при образовании сложных атомов соединяются по «принципу максимальной простоты», т. е. молекула воды состоит из одного атома водорода и одного атома кислорода. Данный принцип, подкрепленный авторитетом Д. Дальтона, сыграл негативную роль в определении атомных весов. Решению проблемы установления числа атомов элемента в составе соединения способствовало открытие целого ряда стехиометрических законов: закона объемных отношений газов; молекулярной гипотезы А. Авогадро, следствием которой являлось предположение о том, что газообразные водород, кислород, азот и хлор состоят из двухатомных молекул. Но на данном историческом этапе развития предметного содержания химического мышления в качестве критерия деления корпускул на простые и сложные выступал субъективный критерий сложности, поэтому предположение о том, что корпускулы элементарных субстанций являются сложными, казалось химикам противоречащим здравому смыслу. Молекулярная гипотеза А. Авогадро не была принята большинством физиков и химиков первой половины XIX в., которые не могли отчетливо понять различие между понятиями «атом», «молекула», «эквивалент». Неопределенность данных понятий мешает точному определению атомных масс.

Й. Берцелиус излагает систему химических знаков, основанную на обозначении элементов одной или двумя буквами латинского названия элемента; число атомов элемента предлагалось указывать надстрочными цифровыми индексами. Позднее в 1834 г. Ю. Либих предлагает указывать число атомов элементов подстрочными цифрами, такое обозначение используется и в настоящее время.

С более тонкой дифференциацией понятий «простое» и «сложное вещество», «молекула», «атом», «элемент» происходит все более точное, более четкое и определенное кодирование химической реальности при помощи знаков. Окончательно утрачивается отраженная в металлопланетной символике мистическая связь химии и астрологии. Из хаоса названий химических соединений, затрудняющих взаимопонимание, зарождается язык химии, с помощью которого точно, ясно и легко можно выражать химические изменения веществ. Химический символ благодаря многочисленным дифференциально-интеграционным процессам отражения химической реальности в сознании человека преобразуется в химический знак.

Тем не менее в первой половине XIX в. продолжает существовать путаница в понятиях «атом», «молекула», «эквивалент». Многим химикам эквивалентные (соединительные веса) кажутся более точными и удобными. Попытки четко разделить понятия предпринимают химики-органики Ш. Жерар и О. Лоран; развивая идеи А. Авогадро, они настаивали на необходимости установления четкого различия между понятиями «атом», «молекула», «эквивалент».

Международный конгресс (1860), в котором приняли участие крупнейшие химики того времени (Бунзен, Кекуле, Мейер, Вюрц, Бертло, Гофман, Менделеев, Бородин, Зинин, Канницаро и др.), вносит окончательную ясность в атомно-молекулярную теорию. Заседание началось с резких дискуссий. Но ход работы в корне изменился, когда с докладом выступил С. Канницаро. Ученый бескомпромиссно, ясно и убедительно изложил в докладе новую систему химических понятий: атомы – мельчайшие частицы, из которых состоят молекулы, носителем же свойств вещества является молекула – самая маленькая частица, которая может сравниваться по физическим и химическим свойствам с другой подобной частицей. Д. И. Менделеев, Ю. Мейер и др. поддержали С. Канницаро. Утверждения ученого основывались на рациональном принципе, в котором не было места для предположений или допущений.

Периоды классической и современной химии

В период классической химии для сознания ученых открываются новые предметы знания о химической форме движения материи.

К 1860 г. назревает проблема систематизации элементов и поиска закономерностей в изменении их свойств. И. Деберейнер обращает внимание на то, что в рядах сходных по свойствам элементов атомный вес среднего элемента триады примерно равен полусумме атомных весов двух крайних элементов. Но разбить все элементы на триады И. Деберейнеру не удалось.

Л. Гмелин выделяет группы химически сходных элементов, характерными чертами которых является возрастание соединительных масс в группе сверху вниз; плавное изменение электроположительных и электроотрицательных свойств элементов. Эту идею расположения элементов (земли, воды, воздуха, огня) вокруг центра Вселенной в порядке уменьшения их тяжести высказывал еще Аристотель.

У. Одлинг составляет группы естественных элементов (щелочные, щелочноземельные, галогены, и др.).

А. Шанкуртуа предлагает винтовой график элементов, фиксируется закономерное отношение между атомными весами элементов по вертикали.

Дж. Ньюлендс публикует таблицу элементов, отражающих закон октав: в ряду элементов, размещенных в порядке возрастания атомных весов, свойства восьмого элемента сходны со свойствами первого. Такая зависимость верна только для легких элементов, а Дж. Ньюлендс придает ей всеобщий характер. Кроме того, в группах оказываются как схожие, так и совершенно непохожие элементы, в некоторых ячейках он располагает несколько элементов.

Ю. Мейер публикует таблицу, в которой представлены 42 из 63 элементов, выделяет закономерное увеличение атомных весов в ряду и группе, объединяет группы по валентности, в группе закономерное уменьшение электроотрицательных свойств элементов, но, чтобы подчеркнуть аналогичное триадам И. Деберейнера изменение атомной массы, он намеренно ограничивает число элементов. Сужение условий решаемой задачи не позволяет Ю. Мейеру вскрыть всеобщую закономерность. Позднее ученый выделяет функциональную зависимость атомного объема элемента от атомного веса, но и его последняя таблица была построены исключительно по внешнему формальному принципу сходства.

Д. И. Менделеев также учитывал при построении таблицы элементов атомный вес и химическое сходство элементов, но ему удалось выявить и периодичность, и генетически исходное основание периодической изменчивости свойств веществ (внутренняя механика атомов и частиц). Ученый создал периодическую систему элементов, в которой были представлены все известные тогда элементы, опираясь на открытое им генетически исходное основание, исправил атомные веса элементов, вопреки формальному внешнему признаку закономерного уменьшения атомных масс поменял теллур и йод местами, с блеском предсказал свойства еще неоткрытых элементов, о которых можно было судить на основании открытия всеобщей закономерности.

Многие ученые, привыкшие верить только тому, что показывает их непосредственный опыт, привыкшие мыслить узко, эмпирически, не в состоянии были понять, как можно что-то предсказать на ос-

новании теоретически составленной таблицы. Но периодическая система элементов Д. И. Менделеева – это графическое отображение периодического закона. В противоположность своим предшественникам Д. И. Менделеев сразу понял, что перед ним неизвестный ранее закон природы. Более тонкая дифференциация свойств и отношений между элементами и их соединениями, более глубокий и полный анализ, осуществленный Д. И. Менделеевым, позволил ученому, не только предсказать и описать неоткрытые элементы, но и увидеть, что за атомной массой скрывается более существенная характеристика периодической изменчивости свойств веществ, которая пока еще не открыта.

Следующий момент, который требует особого рассмотрения, – это зарождение принципиально нового аспекта изучения свойств вещества, которые определяются не только его составом, но и структурой, т. е. порядком соединения атомов и их взаимным расположением. Происходит дальнейшая дифференциация понятия «вещество», помимо состава вещества, выделяется еще один существенный элемент знания о веществе – строение.

Анализируя учение о химическом строении вещества, следует отметить, что впервые идею геометрической структуры разных видов материи можно найти у Платона, идею строения соединений – в химической символической Д. Дальтона. Эта идея целостна, глобальна и, возможно, даже не осознаваема учеными. Затем появляются первые экспериментальные данные, доказывающие влияние строения на свойства вещества (изомерия). Однако неопределенность понятий «атом», «молекула», «элемент», «атомная масса» мешала выявлению строения соединений.

Операционализация понятий «атом», «молекула», «элемент» и «атомная масса» приводит к постановке проблемы о способе соединения атомов. Результаты эксперимента А. Вольта показывают, что силы, соединяющие атомы, должны иметь электрическую природу. В дуалистической теории Й. Берцелиуса появляется дифференциация соединения на положительно заряженный радикал и отрицательно заряженный неорганический остаток. Появляются первые количественные характеристики взаимодействующих атомов. Однако молекула все еще рассматривается как механическая совокупность атомов или простых тел.

Затем в новой теории типов Ш. Жерара и О. Лорана молекула начинает рассматриваться как унитарная целостная система, в ко-

торой полностью утрачиваются прежние свойства составляющих его элементов.

Э. Франкленд вводит понятие «соединительной силы» атомов, явившейся прообразом понятия «валентность». Накапливаются данные о валентности многих соединений. Ф. Кекуле расчленяет органические и неорганические радикалы на еще более мелкие группировки, выводимые в конечном итоге из простейшего органического вещества – метана. И наконец, А. М. Бутлеров определяет понятие «химическое строение», выделяя в нем такие существенные моменты как наличие силы, соединяющей атомы в определенном порядке, взаимное влияние атомов в соединении и определенное пространственное строение.

Обратимся к анализу возникновения и развития учений о химическом процессе, первые упоминания о котором можно обнаружить в рецептах записанных жрецами Древнего мира. Интуитивное применение законов термодинамики и кинетики химических процессов в середине второго тысячелетия до нашей эры к технологии получения железа (использование дутья и флюсов) – законов, которые получают свое экспериментальное подтверждение и теоретическое обоснование только в XX в., свидетельствует о том, что химический процесс изначально как целостная система представлен в сознании человека. Но это знание еще не является знанием в подлинном смысле слова, оно целостно, глобально и только указывает направление мысли. Потом эта целостность расчленяется на элементы. В учениях Гераклита, Анаксимандра, Эмпедокла, Аристотеля «теплота» (огонь) является одним из составных элементов всех тел. Представление о теплоте как некоей материальной субстанции (флогистон, теплород), которая поглощается или выделяется в ходе химической реакции, сохраняется вплоть до XVIII в. Затем в познании вычленяется связь между теплотой и движением частиц. Дальнейшее дифференцирование действительности привело к необходимости четкого различения таких сторон «теплоты» как «количество теплоты» и «интенсивность теплоты», «теплоемкости» и «скрытой теплоты изменения агрегатного состояния вещества» и т. д.

В химическом процессе вычленяется такая его характеристика как динамическое равновесие, затем – возможность изменить направление реакции, изменяя условия ее протекания и, наконец, – зависимость хода и результата химического процесса от внешних факторов. Параллельно вычленяется такая особенность химичес-

кого процесса, как скорость реакции и зависимость ее от внешних условий. Определяются критерии (число взаимодействующих в элементарном акте частиц, порядок реакции и т. д.), позволяющие на основе более тонкой дифференциации химического процесса выявить общие закономерности различных химических реакций, позволяющих объединить их в одну группу.

Далее начинается упорядочивание свойств и отношений между компонентами реагирующей системы, между которыми устанавливаются различные взаимосвязи и отношения: формулируются фундаментальные законы термохимии, термодинамики и химической кинетики.

Период эволюционной химии

Вторая половина XX века характеризуется возникновением и развитием эволюционного аппарата химии. Дальнейшее углубленное дифференцирование всей кинетической системы в целом приводит к открытию активированного комплекса, особого переходного состояния, характеризующегося всеобщностью: «нет межмолекулярного химического процесса, который бы не проходил через эту стадию» (Жданов, 1977, с.112). В переходном состоянии химический процесс и химическая частица объединяются в единое целое. Превращение одной стабильной химической формы в другую происходит через «бесформенное состояние», аномальное тело, через ломку всех характеристик обычных стабильных молекул: «Принципиальная нестабильность, брэнность, неустранимое самодвижение – характерная отличительная черта активированного комплекса» (Жданов, 1977, с. 107).

В простейших химических системах открыты своего рода механизмы предбиологической адаптации. Если в равновесных состояниях молекулы ведут себя независимо: каждая из них может быть сколь угодно сложной, но при этом «не замечать» присутствия остальных молекул, то переход в неравновесное состояние «пробуждает» их и устанавливает когерентность (механизм «коммуникации» между молекулами, согласованное поведение миллиардов молекул) (Пригожин, Стенгерс, 2008, с. 137). Такие формы самоорганизации как химические часы (реакция Белоусова–Жаботинского), устойчивая пространственная дифференциация, образование волн химической активности на макроскопических расстояниях

и т. д. невозможно объяснить исходя из интуитивных представлений о хаотическом движении молекул.

Согласно И. Пригожину, основой процессов самоорганизации является необратимость и случайность. О связи необратимости и случайности говорил еще Л. Больцман, но обосновать свои гипотезы ему не удалось: «Оказываемое на него давление было столь велико, что он утратил веру в себя» (Пригожин, Стенгерс, 2008, с. 28).

Условием возникновения явлений самоорганизации в химии является существование каталитических эффектов. Обнаружены элементарные открытые каталитические системы, возникающие в ходе обмена веществ и энергии базисного каталитического процесса, которые способны при постоянных условиях прохождения базисной реакции не только динамически существовать во времени в виде объекта с устойчивой неравновесной структурой и функциональной организации вещества, но и взаимодействовать с факторами внешней среды как единое целое и претерпевать необратимые эволюционные изменения, при которых абсолютная каталитическая активность, хотя и изменяется, но не исчезает. Все это ведет к изменению «стиля химического мышления <...>, понятийного аппарата и приводит к появлению новых теоретических взглядов и концепций, приближающих химические понятия к биологическим». Эволюционная химия, базируясь на предыдущих учениях о составе, структуре и процессе, развиваясь сама, способствует развитию предшествующих систем, «завершает концептуальный строй всей химии и дает научно-теоретическое обоснование концептуальным системам биологии» (Руденко, 1983, с. 2656–2657). Речь идет о преимуществах развития понятийного аппарата, предполагающего «возникновение и длительное обогащение одних понятий под „скорлупой“ других, которые ранее утвердились в химической науке» (Данцев, 1991, с. 37).

4.3. Выводы

1. Детальный анализ историко-культурного развития содержания химического знания показывает, что выявленные в данной главе факты и закономерности подтверждают логико-гносеологическую теорию знаний Н. О. Лосского (1991, 1995), философско-психологическую теорию отвлеченного знания С. Франка (2000), эволюционную теорию развития Г. Спенсера (2003) и полностью согласу-

ются с принципом системной дифференциации (Чуприкова, 1997, 2007, 2009).

Первоначально познание вычленяет самое общее, существенное. Последовательная дифференциация и интеграция «бесформенных текуче-слитных образов действительности» ведет к формированию все более дифференцированных представлений и понятий. При этом каждое новое содержание знания содержит в себе предпосылки того, что лежит за его пределами, т. е. того, что связывает его с иным содержанием. Постепенно складывается такой образ объекта, в который не привнесено ничего извне и в котором представлены все его элементы, т. е. принцип системной дифференциации применительно к философии познания – это путь, «Дао», закон постижения истины.

2. Реконструкция процесса генезиса специальных способностей на основе анализа орудий и технологий их изготовления древним человеком позволяет выделить как индикатор (техника Леваллуа), так и временную последовательность зарождения компонентов специальных химических способностей: «направленность ума» на полезные свойства вещества и химического процесса (500 тысяч лет до н. э.); «чувства вещества и химического процесса» (400–320 тысяч лет до н. э.); «химические руки» (200–150 тысяч лет до н. э.); «химическое мышление» и «способность осуществлять химические расчеты» (30–25 тысяч лет до н. э.), «химический язык» (10–3 тысячи лет до н. э.).

Поразительно, но выделение фундаментальных инвариантов химической формы движения материи на допонятийном и понятийном уровне имеет одинаковую последовательность: из всего потока химической формы движения материи сознание человека первоначально выделяет сущность химической реальности (способность веществ к взаимопревращениям), затем рассматривается состав вещества, далее – его структура и только после этого – вся кинетическая система в целом. В процессе развития глобальное, недифференцированное представление о химической реальности дифференцируется, становится все более богатым и актуальным, происходит упорядочивание свойств, отношений веществ и явлений.

3. Анализ фактов, описанный в данной главе, показывает, что процесс эволюции специальных способностей и ментальных структур, лежащих в их основе, зафиксированный и опредмеченный в орудиях производства и письменных источниках, подчиняется дифференциционно-интеграционному принципу развития. Опираясь на эволю-

ционный критерий, согласно которому онтологическим статусом обладают те объекты, процессы и явления, которые сформированы в филогенезе или онтогенезе, которые подчиняются единым принципам эволюции (Александров И. О., 2006, с. 98), мы можем говорить о существовании специальных химических способностей и ментальных структур, лежащих в их основе.

4. Согласно закону системогенеза, природные системы в своем индивидуальном развитии повторяют в сокращенной, закономерно обобщенной форме эволюционный путь развития всей системной структуры (Ю. И. Александров, К. Бэр, Э. Геккель, Н. Ф. Реймерс, Д. В. Рундквист, А. Н. Северцев, В. Штерн, Ф. Энгельс и др.). В данном законе речь идет о сохранении последовательности извлечения, зарождения, развития (и т. д.) фундаментальных инвариант действительности (узловых моментов эволюции), в то время как другие моменты развития могут изменяться или вообще редуцироваться. Например, доисторическим человеком процессы окисления были открыты раньше, чем процессы восстановления, но в настоящее время эти процессы рассматриваются как единый окислительно-восстановительный процесс. В математике приемы вычисления дробей рассматриваются как обратимые, зеркальные операции, однако там, где мы видим одну операцию, древние египтяне (папирус Ринда, лондонский «кожаный свиток») использовали два совершенно разных правила.

5. Выявленная последовательность фундаментальных инвариант химии имеет практическую значимость для разработки рациональных программ освоения химии, так как позволяет понять, в какой последовательности и как нужно вводить новые знания, чтобы они в наибольшей степени способствовали внутренним условиям развития обучающегося (Выготский, 2002).

6. Анализ историко-культурного развития предметного содержания химии показывает, что на первом этапе освоения химии необходимо вводить самые общие, существенные знания, составляющие каркас химии как науки: химическое соединение (вещество), химическая реакция, химическое свойство, химическая связь, химическое строение, химический элемент, взаимодействующий атом, молекула.

Существенным моментом для формирования химических способностей является *большое* количество практических работ, во время которых накаливается опыт взаимодействия с веществом и химичес-

ким процессом, развивается чувство вещества и химического процесса, формируются структуры, отражающие в самой общей форме фундаментальные принципы науки (существование противоположностей, сохранение материи, пропорциональность и др.). Необходимо максимально разнообразить содержание практических занятий с веществом. Уже на начальном этапе изучения химии должны быть наглядно-образные и наглядно-действенные примеры, способствующие формированию предвосхищающих схем, подготавливающих обучаемых к восприятию и анализу не только состава и строения вещества, но и всей кинетической системы в целом.

Глава 5

Динамика становления ментальных структур и химических способностей в разные периоды подросткового возраста

Основная задача данной главы – обоснование онтологического статуса ментальных структур как психического носителя специальных химических способностей, исходя из эволюционного критерия существования реальности, на основе анализа динамики становления специальных способностей и ментальных структур, лежащих в их основе, у подростков в процессе освоения химии.

Если выделенное нами содержание теоретического объекта (ментальные структуры и закономерности их развития) соответствует реальному (понятийные системы химии и закономерности их развития), то организация формирующего эксперимента по программе, разработанной в соответствии с закономерностями становления данных структур, позволит добиться серьезных результатов в освоении химии. Таким образом, данная глава связывает воедино теорию, эксперимент и практику.

5.1. Постановка проблемы и организация экспериментального исследования

Фактическое содержание выделенных ментальных структур, обуславливающих химические способности и закономерности их развития, нуждается в экспериментальной проверке. Поэтому на основе представления о ментальных структурах, складывающихся в процессе познания химии (глава 4) и в соответствии с принципом системной дифференциации (§1.2) необходимо разработать программу формирующего эксперимента и провести сравнительный анализ концептуальных структур (высшего уровня ментальных структур) и химических способностей у испытуемых, осваивающих дисциплину по разным учебным программам.

Исследование проводилось в г. Камышлов Свердловской области с 1997 по 2001 г. в 3 этапа: 1997 г. – констатирующий эксперимент, 64 испытуемых (14 лет – 24 чел., 16 лет – 19 чел., 17 лет – 21 чел.) школы № 58; 1998–1999 гг. – пилотажный эксперимент: 24 испытуемых (14 лет) школы № 58; 1999–2001 гг. – формирующий эксперимент: экспериментальная группа – 26 испытуемых школы № 58; контрольная группа – 28 испытуемых школы № 5.

Экспериментальная группа. Испытуемые обучались только по традиционным методикам и программам. В данном образовательном учреждении отсутствовал пропедевтический курс химии, подготавливающий учеников к изучению предмета. К освоению школьного курса химии испытуемые приступили, как и предусмотрено базисным планом, с 8-го класса. На данной выборке учащихся был проведен формирующий эксперимент по разработанной нами программе «Когнитивное обучение на уроках химии» (Волкова, 2000). Недельная нагрузка: 8-й класс – 3 часа, 9-й – 2 часа.

Контрольная группа. Испытуемые с 1-го класса занимались по программе развивающего обучения «Экология и диалектика природы» Л. В. Тарасова. По данной программе с 5-го класса запланирован пропедевтический курс химии, а систематическое освоение предмета начинается с 7-го класса. Недельная нагрузка: 7-й класс – 2 часа, 8-й – 2 часа, 9-й – 4 часа.

Как мы видим, экспериментальная и контрольная группа имеют разные стартовые условия по особенностям организации образовательного процесса. Неудивительно, что на начальном этапе эксперимента показатели интеллекта в контрольной группе были значимо выше (таблица 52).

Для анализа динамики формирования концептуальных структур и химических способностей, а также развивающего потенциала программ был использован комплекс диагностических методик:

Методики диагностики специальных химических способностей: химический диктант; химическое кодирование; химическая память; химические дифференцировки; показатели успеваемости по предмету; тестовые задания для итогового контроля качества знаний (Лидин, Андреева, 1994), карта интересов А. Е. Голомштока.

Методики диагностики общих познавательных способностей:

- интеллекта – детский вариант теста Д. Векслера (Панасюк, 1973); стандартные прогрессивные матрицы (СПМ) Дж. Равена;

- когнитивной дифференцированности структур ментального опыта – компьютерный вариант скоростной классификации стимул-объектов (Чуприкова, Ратанова; 1991); методика «Включенные фигуры» Г. Уиткина для диагностики когнитивного стиля полезависимость/полenezависимость

Методики диагностики индивидуально-психологических особенностей:

- формально-динамических свойств индивидуальности – ОФДСИ В. М. Русалова (1997); опросник для выявления соотношения двух сигнальных систем Б. Р. Кадырова (1990);
- личностных особенностей – дифференциально-диагностический опросник (ДДО) Е. А. Климова (1974).

В числе неэкспериментальных методов применялись и массовые обследования. В частности, был собран материал, характеризующий соотношение между успеваемостью по разным учебным предметам более чем у 100 учащихся 8–11-х классов. В качестве дополнительных материалов исследования использовались сведения, полученные в результате систематического просмотра тетрадей, олимпиадных работ и результаты наблюдения за процессом освоения химии подростками, беседы с детьми, родителями, учителями. Наблюдение за испытуемыми осуществлялось и в широком личностном плане. Прослеживалось развитие их склонностей и интересов, отношение к различным учебным предметам, проявление характерологических черт.

5.2. Психологический смысл и содержание программы формирующего эксперимента

В данном параграфе перед нами не ставится цель рассмотреть ведущие принципы дидактики и частные методики, используемые для освоения химии. Основная задача – раскрыть психологический смысл и содержание программы формирующего эксперимента, показать умственную деятельность подростков, направленную на формирование ментальных структур.

Цель программы формирующего эксперимента – формирование ментальных структур как основы химических знаний и химических способностей.

Основной замысел программы – реализовать естественный порядок формирования понятийной системы химии (глава 4): рас-

крыть зависимость свойств вещества от состава, строения и всей кинетической системы в целом, т. е. следовать в программе обучения от наименее дифференцированных ментальных структур к наиболее дифференцированным подструктурам, от оперирования глобальными, недифференцированными образами химической реальности к оперированию все более дробными их элементами, свойствами и отношениями.

Этапы формирования ментальных структур

1 этап – моделирование процесса зарождения понятийной системы химии – главный акцент на составе вещества, но в практических работах с веществом на наглядно-действенном уровне представлен не только состав (из чего состоит вещество), но и строение (внешняя форма кристалла как отражение его внутреннего строения) и вся кинетическая система (реакция горения).

Еще 1789 г. А. Лавуазье писал, что, «начиная впервые изучать какую-либо науку, мы находимся по отношению к ней в положении, очень близком к положению ребенка, и дорога, по которой нам приходится следовать, совершенно та же, по которой идет природа, создавая его представления» (Лавуазье, 2008, с. 225); в задачу начального курса химии входит научить лишь немногому, что едва хватает целого года, чтобы приучить ухо к языку, глаза к приборам и что немислимо подготовить химика меньше чем в три или четыре года, поэтому на первом этапе освоения химии вводятся самые общие, существенные понятия, составляющие каркас химии как науки (химическая реакция, химическое соединение, химические свойства, химическая связь, химическое строение, взаимодействующий атом, элемент, молекула). Очевидно, такое концентрированное и опережающее введение понятий еще не приводит к их полноценному освоению. Однако ценность такого подхода обуславливается тем, что у подростка «ухо приучается к языку», глаза – к фиксации особенностей химического процесса, возникает целостное и принципиально правильное представление об изучаемом предмете, его состоянии и проблемах, которое в дальнейшем будет последовательно дифференцироваться и на которое поэтапно будут нанизываться более частные теоретические и эмпирические знания, а также конкретные примеры, их подтверждающие. Происходит первичная адаптация ментальных структур иного по специфике предметно-

го характера к методам решения химических задач. Испытуемые в историческом аспекте на примере становления химии открывают действие принципа системной дифференциации. Формируется образ ученого-химика, образ химии как науки, который неразрывно связан с формированием своеобразного эстетического чувства, чувства красоты и изящества, гармонии химических превращений. Поэтому существенным моментом освоения химии является большое количество лабораторных работ, во время проведения которых происходит накопление опыта взаимодействия с веществом, развитие структур, обеспечивающих тонкое «ощущение материи» («чувство вещества и химического процесса»), формирование структур, отражающих в самой общей форме фундаментальные принципы науки (существование противоположностей, сохранение материи, пропорциональность, и т. д.). Начинает формироваться целостная комплексная структура, которую метафорически можно назвать «химические руки». Формирование практических действий осуществляется по пути от неловкости, нескоординированности, неорганизованности первоначальных действий с веществом, заострения внимания на второстепенных, несущественных моментах, неполных, расплывчатых фиксирований результатов практических работ к более организованной и целенаправленной деятельности, выделяются основные компоненты исследовательской деятельности; полученные факты и эмпирический материал начинают воспроизводиться в особых знаково-символических, предметных или графических изображениях-моделях, позволяющих изучать и анализировать существенные свойства данного объекта, явления в чистом виде.

Особенностью формирующего эксперимента является то обстоятельство, что формулы различных классов неорганических соединений вводятся не последовательно, один за другим, но на определенном отрезке работы все сразу. Становление иерархии химических понятий о простых и сложных веществах осуществляется по пути от простого их различения (глобальный уровень – различение простых и сложных веществ) к более сложному (базовый уровень – различение классов неорганических соединений: оксидов, кислот, солей и оснований), а затем к сложнейшему их различению (детализированный уровень – более тонкое различение оксидов: кислотные, амфотерные, основные; солей, кислот и оснований).

Параллельно с процессом дифференциации первоначально глобального представления о химическом веществе подростки учат-

ся кодировать качественный и количественный состав соединений при помощи химических знаков, индексов и коэффициентов. Для этого чисто формально вводятся понятия «степень окисления» и «валентность» как числа, с помощью которых можно составить формулы химических соединений. Завершается первый этап решением количественных задач: сравнивая схемы решения задач на растворы, в которых нет химического взаимодействия, и вычислительные задачи по формулам соединений, подростки приходят к открытию, что вещества реагируют между собой не в любых, а в строго определенных количественных отношениях. Таким образом, происходит дальнейшее уточнение представления о количественном отношении между компонентами системы применительно к химической форме движения материи.

Одновременно с формированием представления о веществе подростки знакомятся с химическими явлениями, для этого они выделяют существенные признаки явления, формулируют определение и усваивают его логическую структуру. Разнообразные практические занятия с веществом ведут к формированию предвосхищающих схем, подготавливающих подростков к восприятию и анализу не только состава и строения вещества, но и всей кинетической системы в целом. Но представления испытуемых о химических явлениях и превращениях еще диффузны, глобальны. Более дифференцированное восприятие данного понятия сформируется у подростков при изучении химических процессов (3-й этап). Последовательное выявление и постановка проблем, соответствующих логике развития понятийных систем химии, способствует формированию направленности ума на мир химических взаимодействий.

Второй этап – системная дифференциация понятийной системы химии, зарождение структур качественно-количественных отношений химии (главный акцент на состав и строение вещества).

На примере изучения предпосылок и основных этапов развития периодического закона и периодической системы Д. И. Менделеева, строения атома в историческом аспекте прослеживается действие принципа системной дифференциации. Подростки приобретают более четкое представление о системе. Анализ закономерностей, отраженных в Периодической таблице, позволяющих на основании состава и строения вещества предсказывать его свойства, способствует зарождению структур качественно-количественных отношений химии. Эти отношения определяются положением элемента в общей

иерархии элементов, связями, которые данный элемент образует с другими элементами, взаимным влиянием атомов в соединениях, спецификой пространственного строения, а также влиянием всей кинетической системы в целом. Подлинное познание каждого элемента понятийной системы химии все время прогрессирует по мере овладения другими, последующими элементами предмета и осознания соответствующего целого вплоть до конца учебного курса. Формально введенные на первом этапе формирующего эксперимента понятия «степень окисления», «валентность», «связь», «строение» и др. приобретают свое конкретное содержание.

Третий этап – формирование структур качественно-количественных отношений химии в результате анализа и синтеза алгоритмов решения типовых задач химии (состав, строение вещества и вся кинетическая система в целом).

Особенностью данного этапа формирующего эксперимента является то обстоятельство, что химические свойства разных классов неорганических соединений изучаются не последовательно, как это принято в традиционной системе обучения, а выводятся все сразу на основе качественного и количественного анализа состава вещества и исходя из общих принципов: катион замещается катионом (или анион замещается анионом), положительный соединяется с отрицательным, окислитель реагирует с восстановителем, более сильный вытесняет более слабого, более активный – менее активного.

Первоначально на основе экспериментального опыта подростки знакомятся с понятиями электролиты и неэлектролиты, электролитическая диссоциация; оттачивают свои навыки составлять формулы, соединяя катионы и анионы, уравнения электролитической диссоциации, реакции ионного обмена (процесс формирования структур химического языка), исходя из которых, формулируем (выводим) химические свойства оксидов, оснований, солей, кислот и способы их получения.

В результате выполнения заданий испытуемые получают представление о своеобразном «каркасе» химических процессов. Поэтому, рассматривая химические свойства классов неорганических соединений, мы вначале представляем проблему в абстрактном виде, схематически. Дальнейшая конкретизация, уточнение и осознание изучаемых химических процессов направлены на постепенное заполнение промежутков в этом «каркасе» и происходят с опорой на чувственный и наглядный материал во время практических

и лабораторных работ при исследовании неорганических веществ, динамических и кинетических особенностей химического процесса. Освоение понятия «химический процесс» по данной программе сильно растянуто во времени. Однако это способствует более глубокому осознанию принципов химических взаимодействий, формированию хорошо расчлененной когнитивной схемы, репрезентирующей систему химических взаимодействий с ее иерархическим строением и генетическими связями между классами неорганических веществ.

Завершается данный этап изучения химических процессов решением вычислительных задач. Сначала отрабатываются вычислительные задачи по уравнениям реакций между чистыми веществами; веществами, содержащими примеси; находящимися в избытке. Затем рассматриваются более сложные химические процессы, в которых протекают параллельные или последовательные реакции, происходят взаимодействия между компонентами растворов. Благодаря такому подходу происходит формирование хорошо расчлененных ментальных структур, в которых представлены и дифференцированы друг от друга содержательные признаки различных типов задач и алгоритмов их решения.

Четвертый этап – проверка сформированности концептуальных структур, лежащих в основе химических знаний и химических способностей (формирование химической интуиции как результата высокого уровня дифференцированности и интегрированности концептуальных структур).

На этом этапе организуется деятельность по применению сложившихся понятийных систем химии для предсказания свойств конкретных соединений (периода, группы). Испытуемые выявляют основные закономерности изменения свойств соединений, выясняют причины различий, сравнивают с литературными источниками или проверяют экспериментально предсказанные данные, анализируют и, если прогноз не совпадает с реальностью, выясняют причины и то, какой существенный признак понятия или понятийного отношения не выявлен.

Пятый этап – формирование схем технологического процесса.

На этом этапе организуется деятельность по анализу химических технологий. Первоначально восприятие технологического процесса у подростков поверхностно, глобально. При анализе химических производств выделяется цель процесса; его народно-хозяйственное значение; законы и явления, лежащие в основе химического про-

цесса, начинают формироваться производственно-технологические схемы.

Организация деятельности, опирается на такие методические принципы как самостоятельность, работа на высоком уровне трудности, освоение теоретических понятий, что ведет не только к формированию понятийной системы химии, но и к развитию специальных химических способностей, интеллекта и личностных качеств испытуемых, необходимых для успешной деятельности в химии.

Для формирования самостоятельности, а также общеучебных умений работы с литературными источниками используются приемы предварительного, самостоятельного освоения учебного материала, «рецензирование ответа» и научная дискуссия (как форма творческого развития). Суть данных приемов состоит в том, что испытуемые предварительно самостоятельно знакомятся с параграфом учебника и составляют развернутый план-конспект в табличной форме или граф-схемы и т. д. в зависимости от содержания материала, при необходимости привлекают дополнительные источники. Прием «рецензирование» формирует способность «сворачивать» услышанную информацию (свернутость–развернутость), выявлять систему понятийных отношений (глубина), учит рассматривать различные точки зрения на исследуемую проблему (гибкость), оценивать ответ по следующим критериям: 1) полнота изложения (все ли существенные признаки понятия выявлены, правильно ли определена система понятийных отношений, если нет, то дополнить, исправить и обосновать); 2) привлечение необходимого дополнительного материала; 3) культура речи (научность, стиль, оригинальность, образность, эмоциональность).

5.3. Результаты экспериментального исследования

Сравнительный анализ формирования ментальных структур и химических способностей в разных группах подростков

На начало формирующего эксперимента (8-й класс), как и следовало ожидать, подростки контрольной группы, с 1-го класса осваивавшие химию по программе развивающего обучения «Экология и диалектика природы», по большинству показателей имели лучшие результаты, чем подростки экспериментальной группы, до этого занимавшиеся

только по традиционным программам и имевшие смутное представление о химии. Об этом свидетельствуют результаты исследования представленные в таблице 44: статистически значимые различия имелись по следующим показателям сформированности ментальных структур и химических способностей: успеваемость по химии, сохранение сложной химической информации в долговременной памяти, химические дифференцировки – сложная (время, число ошибок), сложнейшая (число ошибок). Уровень интереса к предмету как показатель особой направленности ума был тоже значимо ниже.

Таблица 44

Средние значения показателей зрелости концепта «вещество» и химических способностей в разных группах подростков (начало эксперимента, 1999 г.)

№	Показатели		Средние значения показателей в группах		Величина Т-критерия Стьюдента
			экспериментальная	контрольная	
1	Успеваемость по химии		3,79	4,1	-2,403*
2	Тест Лидина и Андреевой		4,08	5,44	-1,557
3. Сохранение семиотической системы химического языка в долговременной памяти					
3.1	Простая информация (доля)		0,725	0,824	-1,918
3.2	Сложная информация (доля)		0,346	0,555	-3,166**
3.3	Общее (доля)		0,5	0,646	-2,629*
4. Химические дифференцировки					
4.1	Простая	Время, с (Т1).	77,95	89,6	-0,879
		Число ошибок (n1)	4,9	4,2	0,427
		Итоговое время, с	122,9	127,53	-0,251
4.2	Сложная	Время, с (Т2).	168,19	115,28	2,916**
		Число ошибок (n2)	10,57	4,6	2,679**
		Итоговое время, с	263,33	156,75	3,443***
4.3	Сложнейшая	Время, с (Т3).	393,95	377,78	0,37
		Число ошибок (n3)	27,66	22,57	2,145*
		Итоговое время, с	642,95	580,92	1,215
7. Интерес к химии					
7.1	Ранг (из 24)		8,89	6,01	2,067*
7.2	Уровень интереса (балл)		1,12	4,33	-3,475***

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

Достоверных различий между показателями глобального уровня концепта «вещество» в контрольной и экспериментальной группе ни по методике «Химический диктант» (простая информация), ни по методике «Химические дифференцировки» (простая) выявлено не было. Число ошибок в обеих группах $5\% \leq n \leq 12\%$, что свидетельствует о недостаточной зрелости концептуальных структур данного уровня в обеих выборках. Но если речь идет о более сложной информации (по этим же методикам) – базовый уровень концепта «вещество», то у подростков экспериментальной группы данный уровень еще не сформирован (более 10 ошибок – 23,8%), рыхлое, глобальное представление о классах неорганических соединений. Число ошибок по сложным дифференцировкам в контрольной группе менее 12%, но показатель сохранения сложной информации в долговременной памяти 55,5%, т. е. подростки контрольной группы вышли на базовый уровень, но их результаты недостаточно стабильные, прочные. Детализированный уровень («Сложнейшие дифференцировки») не сформирован в обеих выборках. Полученные результаты показывают, что становление концептуальных структур подчиняется принципу системной дифференциации, согласно которому развитие реализуется в направлении от низшего к высшему уровню за счет все более глубокой дифференциации и интеграции некоторого исходного представления о веществе.

Обратимся к более детальному анализу показателей зрелости концептуальных структур и химических способностей в группах подростков с разной успеваемостью по химии и осваивавших дисциплину по разным учебным программам (таблица 45).

В *выборках лучше успевающих по химии* подростков экспериментальной и контрольной групп достоверные различия выявлены только по показателю интереса к химии. Вероятно, и особенности программы формирующего эксперимента, и особенности подростков экспериментальной выборки позволяют фактически на начальном этапе освоения химии достичь показателей аналогичной выборки испытуемых контрольной группы. Но интерес к предмету пока значимо ниже. Для них химия еще «загадочная и малопонятная наука» (Манолов, 1976а). В обеих выборках сформирован глобальный и базовый уровень концепта «вещество» (число ошибок менее 5%), но базовый уровень еще нестабилен, поскольку объем сохранения сложной информации в долговременной памяти составляет 54,3 и 61,3%.

Таблица 45

Средние значения показателей зрелости концепта «вещество» и химических способностей в группах лучше и хуже успевающих подростков (начало эксперимента, 1999 г.)

№	Показатели	Лучше успевающие по химии		Величина Т-критерия Стьюдента	Хуже успевающие по химии		Величина Т-критерия Стьюдента	
		Экспер. выборка	Контр. выборка		Экспер. выборка	Контр. выборка		
1	Успеваемость по химии	4,36	4,34	0,118	3,31	3,57	-1,983	
2	Тест Лидина и Андреевой	5,04	5,86	-0,597	3,26	4,61	-1,362	
3. Сохранение семиотической системы химического языка в долговременной памяти «Химический диктант»								
3.1	Простая информация (доля)	0,878	0,845	0,604	0,596	0,777	-2,407*	
3.2	Сложная информация (доля)	0,543	0,613	-0,925	0,178	0,423	-3,154**	
3.3	Общее (доля)	0,682	0,703	-0,372	0,346	0,53	-2,862**	
4. Химические дифференцировки								
4.1	Простая	Время, с (Т1)	66,44	84,57	-1,225	86,58	100,22	-0,547
		Число ошибок (п1)	2,66	3,42	-0,37	6,58	5,88	0,259
		Итоговое время, с	90,44	115,36	-0,918	145,83	153,22	-0,209
4.2	Сложная	Время, с (Т2)	144,88	108,26	1,406	182,66	130,11	2,154*
		Число ошибок (п2)	2,33	3,73	-1,216	16,75	6,44	2,657*
		Итоговое время, с	169,88	141,89	0,847	333,41	188,11	3,087*
4.3	Сложнейшая	Время, с (Т3)	320,77	371,73	-1,069	448,83	390,55	0,725
		Число ошибок (п3)	19,33	21	-0,544	33,91	25,88	3,717***
		Итоговое время, с	494,77	560,73	-1,327	754,08	623,55	1,532
7. Интерес к химии								
7.1	Ранг (из 24)	9,09	4,58	2,57*	8,73	8,88	-0,071	
7.2	Уровень интереса (балл)	1,18	4,166	-3,286**	1,07	4,66	-1,907	

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

В выборках хуже успевающих по химии подростков экспериментальной и контрольной групп значимых различий больше. Лучшие результаты были выявлены у подростков контрольной группы: сохранение семиотической системы химического языка в долговременной памяти, сложная классификация и число ошибок в сложнейших дифференцировках. Для хуже успевающих подростков экспериментальной выборки на данный момент освоения химии свойственна глобальность, недифференцированность концепта «вещество». Хуже успевающие подростки контрольной выборки, вероятно, находятся на той ступени развития концептуальных структур, когда в рамках одного еще не до конца сформированного глобального уровня создаются предпосылки для становления концептуальных структур базового уровня. Об этом свидетельствуют и показатели теста «Химические дифференцировки» (14 и 15% ошибок), и показатели методики «Химический диктант» (77,7 и 42,3% сохранения информации в долговременной памяти).

Показатели зрелости концепта «вещество» и химических способностей по завершению формирующего эксперимента представлены в таблицах 46 и 47.

В результате освоения химии по программе формирующего эксперимента «Когнитивное обучение на уроках химии» подросткам экспериментальной группы за короткий период удалось не только достичь показателей подростков контрольной группы, но и превзойти их. Более того, по тесту Р. А. Лидина и Л. Л. Андреевой, времени сложнейших дифференцировок выявлены статистически значимые различия в пользу подростков экспериментальной группы. Эти данные позволяют утверждать, что уровень дифференцированности концептуальных структур (меньшее время химических дифференцировок) у подростков экспериментальной группы стал выше, чем в контрольной группе, и как следствие этого определена более развитая химическая интуиция.

Далее обратимся к результатам среднегруппового анализа различий в выборках подростков с разной **успеваемостью по химии** (таблица 47). У лучше успевающих по химии подростков экспериментальной выборки практически по всем показателям зрелости концептуальных структур и химических способностей были выявлены более высокие результаты, чем в контрольной выборке, и эти различия статистически значимые. Хуже успевающие подростки экспериментальной выборки практически по всем показателям до-

Таблица 46

Средние значения показателей зрелости концепта «вещество» и химических способностей у подростков, осваивавших химию по разным учебным программам (завершение эксперимента, 2001 г.)

№	Показатели	Средние значения показателей в разных группах испытуемых		Величина Т-критерия Стьюдента	
		экспериментальная	контрольная		
1	Успеваемость по химии	3,42	3,87	-2,938**	
2	Тест Лидина и Андреевой	6,42	3,62	3,243***	
3. Сохранение семиотической системы химического языка в долговременной памяти «Химический диктант»					
3.1	Простая информация (доля)	0,765	0,761	0,094	
3.2	Сложная информация (доля)	0,532	0,49	0,597	
3.3	Общее (доля)	0,626	0,6	0,43	
4. Химические дифференцировки					
4.1	Простая	Время, с (Т1)	42,69	47,65	-1,06
		Число ошибок (п1)	1,26	2,23	-1,153
		Итоговое время, с	54,11	67,73	-1,576
4.2	Сложная	Время, с (Т2)	79,26	85,65	-0,621
		Число ошибок (п2)	6,11	4,15	1,119
		Итоговое время, с	134,3	123,03	0,501
4.3	Сложнейшая	Время, с (Т3)	245,32	349,34	-2,807**
		Число ошибок (п3)	16	19,53	-1,416
		Итоговое время, с	389,32	525,19	-2,721***
5. Слуховое запоминание (методика «Химическая память»)					
5.1	Слова	6,42	7,48	-2,984**	
5.2	Элементы групп	7,26	7,62	-0,0836	
5.3	Элементы периодов	6,53	6,74	-0,448	
5.4	Элементы вразброс	5,34	6,11	-1,767	
6. Химическое кодирование					
6.1	Вразброс	67,19	74	-1,485	
6.2	Элементы периода	71,96	77,81	-1,214	
6.3	Элементы групп	68,88	76,07	-1,676	
7. Интерес к химии					
7.1	Ранг (из 24)	9,82	8,32	0,799	
7.2	Уровень интереса (балл)	1,73	2,07	-0,23	

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

Таблица 47

Средние значения показателей зрелости концепта «вещество» и химических способностей в выборках лучше и хуже успевающих подростков, осваивавших химию по разным учебным программам (завершение эксперимента, 2001 г.)

№	Показатели		Лучше успевающие по химии		Величина Т-критерия Стьюдента	Хуже успевающие по химии		Величина Т-критерия Стьюдента
			Экс-пер. группа	Контр. группа		Экс-пер. группа	Контр. группа	
1	Успеваемость по химии		4,36	4,34	0,187	3,13	3,48	-3,146**
2	Тест Лидина и Андреевой		10,91	4,25	5,981***	5,07	3,13	2,052*
3. Сохранение семиотической системы химического языка в долговременной памяти								
3.1	Простая информация (доля)		0,975	0,808	3,968***	0,702	0,723	0,368
3.2	Сложная информация (доля)		0,958	0,625	6,726***	0,404	0,382	0,316
3.3	Общее (доля)		0,966	0,705	6,79***	0,525	0,52	0,084
4. Химические дифференцировки								
4.1	Прос-тая	Время, с (Т1)	31,16	49,78	-2,431*	46,15	45,85	0,049
		Число ошибок (п1)	0,5	2,166	-0,848	1,5	2,28	-0,902
		Итоговое время, с	35,66	69,27	-2,157*	59,65	66,42	-0,633
4.2	Слож-ная	Время, с (Т2)	47,33	79,33	-4,396***	88,85	91,07	-0,152
		Число ошибок (п2)	0,833	2,666	-1,87	7,7	5,42	0,903
		Итоговое время, с	54,83	103,33	-4,644***	158,15	139,92	0,576
4.3	Слож-нейшая	Время, с (Т3)	147,33	342,75	-2,75*	276,26	355	-1,839
		Число ошибок (п3)	4	15,16	-3,824	19,78	23,28	-1,306
		Итоговое время, с	183,33	479,25	-3,346**	454,368	564,57	-2,212*
5. Слуховое запоминание (методика «Химическая память»)								
5.1	Слова		6,83	7,91	-2,337*	6,3	7,13	-1,726
5.2	Элементы групп		8,16	8,16	0	7	7,2	-0,371
5.3	Элементы периодов		8,5	6,66	3,441*	5,95	6,8	-1,512
5.4	Элементы вразброс		6,5	6	0,736	5	6,2	-2,171*
6. Химическое кодирование								
6.1	Вразброс		79,66	78,16	0,172	63,45	70,66	-1,378
6.2	Элементы периода		86	81	0,553	67,75	75,26	-1,354
6.3	Элементы групп		82,5	78,66	0,458	64,8	74	-1,942
7. Интерес к химии								
7.1	Ранг (из 24)		4,75	7,42	-1,062	11,35	9,1	0,886
7.2	Уровень интереса (балл)		5,66	2,38	1,406	0,55	1,8	-0,653

* P ≤ 0,05, ** P ≤ 0,01, *** P ≤ 0,001.

стигли результатов такой же выборки контрольной группы, а по тесту Р. А. Лидина и Л. Л. Андреевой и итоговому времени выполнения сложнейших дифференцировок показали лучшие результаты.

Показатели зрелости концепта «вещество» в выборках лучше успевающих подростков обеих групп выше, чем у хуже успевающих.

Динамика формирования концептуальных структур и химических способностей в разных группах подростков

Для того чтобы показать, что изменения концептуальных структур химии у подростков, осваивавших химию по разным программам, носят не столько количественный, сколько качественный характер, рассмотрим динамику показателей представленных в таблице 48.

У подростков экспериментальной группы наблюдается статистически значимое улучшение показателей «химическая интуиция» (тест Р. А. Лидина и Л. Л. Андреевой), «химический язык» (сохранения семиотической системы химического языка в долговременной памяти), зрелости концептуальных структур (уменьшение времени и числа ошибок при выполнении теста «Химические дифференцировки»).

Если на начало формирующего эксперимента для данной группы была характерна диффузность, нерасчлененность глобального уровня концепта «вещество» («простая дифференцировка» – различение простых и сложных соединений), то по завершению эксперимента данный уровень отличается уже высокой степенью дифференцированности; в рамках базового уровня («сложная дифференцировка» – различение классов неорганических соединений) мы уже можем отметить появление предпосылок для более тонкой дифференциации концепта «вещество» внутри отдельных классов неорганических соединений (число ошибок «сложной» и «сложнейшей» дифференцировки уменьшилось почти в два раза).

У подростков контрольной группы наблюдалось ухудшение результатов выполнения теста Р. А. Лидина и Л. Л. Андреевой, время выполнения простых и сложных дифференцировок уменьшилось, но нерасчлененность концептуальных структур, отвечающих за различение сходных признаков при выполнении сложнейших дифференцировок (детализированный уровень), осталась прежняя.

Результаты корреляционного анализа позволили выявить тесную взаимосвязь показателей зрелости концептуальных структур

Таблица 48

Динамика показателей зрелости концепта «вещество» и химических способностей в группах подростков, осваивавших химию по разным программам (1999–2001)

№	Показатели	Экспериментальная группа		Величина Т-критерия Стьюдента	Контрольная группа		Величина Т-критерия Стьюдента	
		1999	2001		1999	2001		
1	Успеваемость по химии	3,79	3,42	2,179*	4,1	3,89	1,651	
2	Тест Лидина и Андреевой	4,08	6,42	-2,426*	5,44	3,62	2,348*	
3. Сохранение семиотической системы химического языка в долговременной памяти								
3.1	Простая информация (доля)	0,725	0,765	-0,688	0,824	0,761	1,658	
3.2	Сложная информация (доля)	0,346	0,532	-2,209*	0,555	0,49	1,297	
3.3	Общее (доля)	0,5	0,626	-1,785	0,646	0,602	1,075	
4. Химические дифференцировки								
4.1	Простая	Время, с (Т1)	77,95	42,69	3,979***	89,6	47,65	4,128***
		Число ошибок (n1)	4,9	1,26	3,104**	4,21	2,23	1,509
		Итоговое время, с	122,09	54,11	4,195***	127,53	67,73	3,781***
4.2	Сложная	Время, с (Т2)	168,19	79,26	4,646***	115,28	85,65	3,127**
		Число ошибок (n2)	10,57	6,11	1,603	4,6	4,15	0,438
		Итоговое время, с	263,33	134,3	3,46***	156,75	123,03	2,371
4.3	Сложнейшая	Время, с (Т3)	393,95	245,32	3,228**	377,78	349,34	0,806
		Число ошибок (n3)	27,66	16	3,742***	22,57	19,53	1,712
		Итоговое время, с	642,95	389,32	4,213***	580,92	525,19	1,342
7. Интерес к химии								
7.1	Ранг (из 24)	8,89	9,82	-0,535	6,01	8,32	-1,434	
7.2	Уровень интереса (балл)	1,12	1,73	-0,522	4,33	2,07	1,717	

* P ≤ 0,05, ** P ≤ 0,01, *** P ≤ 0,001.

химии у подростков экспериментальной группы: 141 статистически значимая корреляционная связь из 217, что составляет 64,9% и свидетельствует о высокой степени интегрированности данных структур.

У подростков контрольной группы выявлено меньше достоверных связей между показателями зрелости концептуальных структур – 34 из 217, что составляет всего 17,5%, и, следовательно, низкий уровень интеграции данных структур.

Согласуя данные корреляционного анализа с данными когнитивной дифференцированности концепта «вещество», можно отметить, что у подростков экспериментальной группы более высокий уровень когнитивной дифференцированности концептуальных структур (меньшее время химических дифференцировок и меньше число ошибок) и более высокий уровень интеграции данных структур (64,9%) по сравнению с подростками контрольной группы, у которых уровень когнитивной дифференцированности (большее время химических дифференцировок и больше число ошибок) и интегрированности (17,5%) концептуальных структур химии ниже. На основании этих данных можно полагать, что более высокий уровень дифференцированности концептуальных структур позволяет формировать и более высокий уровень интегрированности данных структур.

В диссертационных исследованиях Е. В. Ивановой, Г. А. Винокуровой, В. В. Назаровой, выполненных в русле системно-структурного подхода, было показано, что значимое увеличение количества корреляционных связей между показателями может свидетельствовать о возникновении нового качества.

Так, в исследовании Е. В. Ивановой (1999) выявлено уменьшение количества значимых интеркорреляций с ростом интеллекта у детей с нормальным возрастным развитием и резкое возрастание количества интеркорреляций у одаренных детей. Полученные результаты, по мнению автора, могут свидетельствовать о большей синхронизации и интеграции функций у одаренных детей, *о качественно ином уровне их интеллектуального развития.*

В исследованиях Г. А. Винокуровой (1999) обнаружено увеличение значимых интеркорреляций у детей с задержкой психического развития по мере увеличения показателей интеллекта, т. е. приближения к норме, *качественно иному уровню развития.*

В. В. Назарова, изучая динамику когнитивной дифференцированности и возрастные интеллектуальные особенности школьников, обнаружила, что у учащихся от 6-го к 9-му классу наряду с ростом

когнитивной дифференцированности увеличивается количество и степень выраженности корреляционных связей между интеллектуальными показателями. В. В. Назарова полагает, что «в этот возрастной период когнитивное развитие в большей степени обусловлено ведущей ролью процессов интеграции, а не дифференциации, в результате чего формируются *качественно новые образования*, основанные на синтезе ранее отличных друг от друга механизмов решения вербальных и невербальных задач» (Назарова, 2001, с. 23–24).

На основании данных результатов экспериментальных исследований можно предположить, что качественные изменения (переход с одного уровня развития на другой, приобретение новых способностей и качеств личности) должен сопровождаться ростом когнитивной дифференцированности и интегрированности, и их можно диагностировать по значительному увеличению количества корреляций между показателями при одновременном уменьшении времени дифференцировок. Следовательно, высокий уровень дифференцированности концептуальных структур одновременно с увеличением числа связей между показателями зрелости данных структур может свидетельствовать об образовании качественно новой структуры, отвечающей за успешность освоения химии, которую можно соотнести с понятием «специальные химические способности».

Рассмотрим динамику изменения показателей в выборках лучше успевающих подростков, представленных в таблице 49.

У лучше успевающих по химии подростков экспериментальной выборки сохранение простой и сложной химической информации в долговременной памяти достигло одинакового уровня информационной емкости памяти (фактически приблизилась к единице); улучшился показатель «химическая интуиция» (тест Р. А. Лидина и Л. Л. Андреевой); в 2–3 раза уменьшилось время химических дифференцировок; число допускаемых ошибок при сложнейших дифференцировках уменьшилось с 19,33 до 4; вырос интерес к химии. Фактически у данных подростков завершено формирование трех уровней (глобального, базового и детализированного) в иерархии концепта «вещество» и семиотической системы химического языка.

У таких же подростков контрольной выборки наблюдается уменьшение времени простых и сложных дифференцировок, числа ошибок при сложнейших дифференцировках. Статистически значимого снижения интереса к химии не выявлено. Завершено формирование структур глобального и базового уровня, но процент сохране-

Таблица 49

Динамика показателей зрелости концепта «вещество» и химических способностей в группах лучше успевающих подростков, осваивавших химию по разным программам (1999–2001)

№	Показатели	Экспериментальная группа		Величина Т-критерия Стьюдента	Контрольная группа		Величина Т-критерия Стьюдента	
		1999	2001		1999	2001		
1	Успеваемость по химии	4,361	4,368	-0,042	4,348	4,34	0,089	
2	Тест Лидина и Андреевой	5,04	10,91	-4,1***	5,86	4,25	1,306	
3. Сохранение семиотической системы химического языка в долговременной памяти								
3.1	Простая информация (доля)	0,878	0,975	-1,734	0,845	0,808	0,746	
3.2	Сложная информация (доля)	0,543	0,958	-3,87**	0,613	0,625	-0,217	
3.3	Общее (доля)	0,682	0,966	-3,893***	0,703	0,705	-0,032	
4. Химические дифференцировки								
4.1	Простая	Время, с (Т1)	66,44	31,16	2,326*	84,57	49,75	3,052**
		Число ошибок (n1)	2,66	0,5	1,237	3,42	2,16	0,664
		Итоговое время, с	90,44	35,66	2,569*	115,36	69,25	2,018
4.2	Сложная	Время, с (Т2)	148,88	47,33	2,178*	108,26	79,33	2,9*
		Число ошибок (n2)	2,33	0,833	1,274	3,76	2,66	1,083
		Итоговое время, с	169,88	54,83	2,17*	141,89	103,33	2,549*
4.3	Сложнейшая	Время, с (Т3)	320,77	147,33	3,66**	371,73	342,75	0,556
		Число ошибок (n3)	19,33	4	3,481**	21	15,16	2,539*
		Итоговое время, с	494,77	183,33	7,345***	560,73	479,25	1,324
7. Интерес к химии								
7.1	Ранг (из 24)	9,09	4,75	1,875	4,58	7,42	-1,599	
7.2	Уровень интереса (балл)	1,18	5,66	-3,67**	4,16	2,38	1,249	

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

ния сложной химической информации в долговременной памяти составляет всего 62,5% (а в экспериментальной выборке – 95,8%).

Обратимся к таблице 50. У хуже успевающих по химии подростков экспериментальной выборки возросла способность сохранения химической информации в долговременной памяти, в два раза улучшились показатели химических дифференцировок; статистически значимого снижения успеваемости по предмету и интереса к химии не выявлено. У такой же выборки подростков контрольной выборки улучшилось время выполнения только простых дифференцировок.

Сопоставление данных, приведенных в таблице 51, показывает, что выборки подростков отличаются динамикой формирования концептуальных структур и достигнутыми уровнями зрелости данных структур как результата освоения предметной области деятельности. У хуже успевающих подростков обеих групп сформирован только глобальный уровень концепта «вещество» (число ошибок $n_2 > 4$), при этом динамика формирования данных структур в экспериментальной выборке выше (значимые различия как по временным – T1, T2, T3, так и по вероятностным показателям, оценивающим точность ответа, – n_1, n_2, n_3), чем в контрольной выборке (значимые различия только по временным – T1, T2 показателям). Такое своеобразие динамики формирования концептуальных структур и достигнутого уровня их зрелости приводит к тому, что освоение предмета у подростков контрольной группы ведет к уменьшению показателей специальных химических способностей (интерес к химии, «химическая интуиция», «химическая память»), в то время как у подростков экспериментальной выборки – к увеличению объема долговременной памяти на химическую информацию, к росту химической интуиции.

Лучше успевающие подростки экспериментальной и контрольной выборок отличаются не столько динамикой формирования концептуальных структур, сколько достигнутым уровнем их зрелости: если у подростков контрольной выборки сформирован только глобальный и базовый уровни концепта «вещество», то у подростков экспериментальной выборки – глобальный, базовый и детализированный. Недоформированность детализированного уровня концептуальных структур у подростков контрольной выборки привела к снижению объема долговременной памяти на сложную химическую информацию, уровня интереса к химии и показателя «химическая интуиция». У лучше успевающих подростков экспериментальной выборки, характеризующихся по завершению формирующего экспе-

Таблица 50

Динамика показателей зрелости концепта «вещество» и химических способностей в группах хуже успевающих подростков, осваивавших химию по разным программам

№	Показатели	Экспериментальная группа		Величина Т-критерия Стьюдента	Контрольная группа		Величина Т-критерия Стьюдента	
		1999	2001		1999	2001		
1	Успеваемость по химии	3,31	3,13	1,66	3,57	3,48	0,715	
2	Тест Лидина и Андреевой	3,26	5,07	-1,745	4,61	3,13	1,686	
3. Сохранение семиотической системы химического языка в долговременной памяти								
3.1	Простая информация (доля)	0,596	0,702	-1,643	0,777	0,723	0,877	
3.2	Сложная информация (доля)	0,178	0,404	-3,017**	0,423	0,382	0,572	
3.3	Общее (доля)	0,346	0,525	-2,659*	0,53	0,52	0,202	
4. Химические дифференцировки								
4.1	Простая	Время, с (Т1)	86,58	46,15	3,68***	100,22	45,87	2,811**
		Число ошибок (n1)	6,58	1,5	3,445**	5,88	2,28	1,905
		Итоговое время, с	145,88	59,65	4,139***	153,22	66,42	3,961***
4.2	Сложная	Время, с (Т2)	182,66	88,85	5,078***	130,11	91,07	2,15*
		Число ошибок (n2)	16,75	7,7	2,617*	6,44	5,42	0,515
		Итоговое время, с	333,41	158,15	4,113***	188,11	139,92	1,936
4.3	Сложнейшая	Время, с (Т3)	448,83	276,26	2,818**	390,55	355	0,708
		Число ошибок (n3)	33,91	19,78	4,943***	25,88	23,28	1,244
		Итоговое время, с	754,08	454,36	4,262***	623,55	564,57	1,103
7. Интерес к химии								
7.1	Ранг (из 24)	8,76	11,35	-1,137	8,88	9,1	-0,072	
7.2	Уровень интереса (балл)	1,07	0,55	0,337	4,66	1,8	1,117	

* P ≤ 0,05, ** P ≤ 0,01, *** P ≤ 0,001.

Таблица 51

Сводная таблица анализа динамики становления концепта «вещество» и химических способностей в разных группах подростков

Выборки	Показатели			Экспериментальная группа		Контрольная группа		
				1999	2001	1999	2001	
Более успешные в освоении химии испытуемые	зрелости концептуальных структур химии	глобальный	T1, с	64	31*	84	50*	
			n1	2,7	0,5	3,4	2,16	
		базовый	T2, с	149	47*	108	79*	
			n2	2,33	0,83	3,76	2,66	
		детализированный	T3, с	320,77	147,33**	371,73	342,75	
			n3	19,33	4**	21	15,16*	
	специальных химических способностей	Химическая интуиция			5,04	10,91***	5,86	4,25
		Химическая память, доля сохранения информации	простая	0,878	0,975	0,845	0,808	
			сложная	0,543	0,958**	0,613	0,625	
		Уровень интереса			1,18	5,66**	4,16	2,38
Менее успешные в освоении химии испытуемые	зрелости концептуальных структур химии	глобальный	T1, с	86,58	46,15***	100,22	45,87*	
			n1	6,58	1,5**	5,88	2,28	
		базовый	T2, с	182,66	88,85***	130,11	91,09*	
			n2	16,75	7,7*	6,44	5,42	
		детализированный	T3, с	448,83	276,26**	390,55	355	
			n3	33,91	19,78***	25,88	23,28	
	специальных химических способностей	Химическая интуиция			3,26	5,07	4,61	3,13
		Химическая память, доля сохранения информации	простая	0,596	0,702	0,777	0,723	
			сложная	0,178	0,404**	0,423	0,382	
		Уровень интереса			1,07	0,55	4,66	1,8

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

римента высоким уровнем зрелости концептуальных структур, мы наблюдаем статистически значимый рост показателей специальных химических способностей – «химической памяти», «химической интуиции» и уровня интереса к химии как компонента химической направленности ума. Полученные результаты подтверждают положение о ментальных структурах как психическом носителе свойств субъекта и уточняют его: носителем специальных хими-

ческих способностей являются ментальные структуры высшего (детализированного) уровня зрелости.

Сопоставляя данные лучше и хуже успевающих по химии подростков контрольной группы, можно отметить, что освоение химии в данных выборках испытуемых реализуется через усвоение знаний. В экспериментальной группе целенаправленное в соответствии с принципом системной дифференциации развитие ментальных структур приводит к становлению специальных химических способностей, благодаря которым освоение большого объема химической информации знаний происходит быстро (значимое улучшение временных показателей T1, T2, T3), точно (вероятность ошибки становится менее 5%) и прочно (сохранение химической информации в долговременной памяти у лучше успевающих подростков составляет 97,5–95,8%). Это различие особенно ярко проявляется в поведении испытуемых при решении химической задачи: испытуемые контрольной группы стараются припомнить, решали ли они такую задачу ранее; подростки экспериментальной группы анализируют, выделяют существенные признаки алгоритма (структуры, логики) задачи.

Подведем итоги сравнительного анализа формирования понятийных структур химии у подростков, осваивавших химию по разным образовательным программам.

1. Полученные данные показывают бóльшую эффективность программы формирующего эксперимента «Когнитивное обучение на уроках химии» по сравнению с программой развивающего обучения «Экология и диалектика природы». Экспериментальная программа позволяет за меньшее учебное время формировать более дифференцированные и интегрированные концептуальные структуры и понятийные системы химии, отличающиеся высокой устойчивостью во времени.
2. Высокая эффективность программы формирующего эксперимента свидетельствует о том, что выделенное содержание концептуальных структур, лежащих в основе химических знаний и химических способностей, и логика их формирования действительно соответствуют естественному ходу развития.
3. Экспериментально зафиксирована последовательность становления концептуальных структур (концепт «вещество») в процессе освоения химии – от глобального через базовый к детализированному уровню.

4. Высокая точность выполнения химических дифференцировок лучше успевающими по химии подростками экспериментальной выборки свидетельствует о соответствии концептуальных структур, сформированных в результате формирующего эксперимента, понятийным системам химии.
5. Полученные данные показывают, что процесс формирования ментальных структур как основы химических знаний и химических способностей у испытуемых, осваивавших химию по разным программам, подчиняется принципу системной дифференциации: развитие данных структур реализуется в направлении от низшего к высшему уровню за счет все более глубокой дифференциации и интеграции исходного глобального представления о веществе и химическом процессе. При этом в рамках одного уровня создаются предпосылки для более глубокой дифференциации и интеграции концептуальных структур химии другого уровня. Таким образом, на основании эволюционного критерия существования можно говорить об онтологическом статусе концептуальных структур химии.
6. Высокий уровень дифференцированности ментальных структур одновременно с увеличением числа связей между показателями зрелости данных структур у испытуемых экспериментальной выборки может свидетельствовать об образовании качественно новой структуры, отвечающей за успешность освоения химии, которую можно соотнести с понятием «специальные химические способности».

Влияние процесса формирования понятийной системы химии на умственное развитие подростков

На начало формирующего эксперимента подростки экспериментальной группы (ранее занимавшегося только по традиционным программам) в целом (таблица 52) и при делении на группы по академической успеваемости и успеваемости по химии почти по всем показателям общих познавательных способностей отставали от соответствующих выборок контрольной группы. Различия достигли статистической значимости как по результатам выполнения теста Д. Векслера, так и по результатам выполнения теста Дж. Равена и теста Г. Уиткина. Более того, по тесту и классификации Д. Векслера

испытуемые экспериментальной группы показали «сниженную норму» общего интеллекта. Полученные данные свидетельствуют о недостаточной эффективности традиционной системы образования.

Таблица 52

Средние значения показателей интеллекта у подростков экспериментальной и контрольной групп (начало эксперимента, 1999 г.)

№	Показатели	Экспериментальная группа	Контрольная группа	Величина Т-критерия Стьюдента
1	Академическая успеваемость	4,09	4,435	-2,721**
2	Детский адаптированный вариант теста Д. Векслера			
2.1	Общая осведомленность	7,92	11,63	-5,744***
2.2	Понятливость	7	7,444	-0,795
2.3	Арифметический	9,92	11,22	-1,697
2.4	Аналогии-сходство	9,96	13,54	-5,188***
2.5	Словарь	6,69	7,58	-0,919
2.6	Повторение цифр	9,83	10,52	-1,06
2.7	Недостающие детали	11,33	11,93	-0,744
2.8	Последовательные картинки	6,38	6,7	-0,505
2.9	Составление фигур из кубиков	12,375	13,48	-1,405
2.10	Складывание объектов	10,33	9,48	0,995
2.11	Кодирование	11	13,19	-2,109*
2.12	Вербальный интеллектуальный показатель (ВИП)	81,83	90,82	-3,717***
2.13	Невербальный интеллектуальный показатель (НИП)	90,14	93,3	-1,096
2.14	Общий интеллектуальный показатель (ОИП)	89,88	97,17	-3,003**
3	Стандартные прогрессивные матрицы Дж. Равена			
3.1	Балл	44,25	49,85	-3,22**
3.2	Процентиль	48,28	71,44	-3,793***
4	Тест включенных фигур Г. Уиткина, (с)	68,42	51,53	2,46*

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

Лучше успевающие по химии подростки экспериментальной и контрольной групп опережают своих сверстников с худшей успеваемостью по всем показателям интеллектуального развития (Волкова, 2008). Следовательно, чем выше общие интеллектуальные

способности, тем легче происходит процесс формирования ментальных структур, лежащих в основе химических знаний и химических способностей, тем меньше затруднений испытывают испытуемые при освоении химии. Эти данные косвенно свидетельствуют о существовании низшего интеллектуального порога, необходимого для успешного освоения химии.

Результаты, полученные по завершении формирующего эксперимента

Подростки экспериментальной группы в результате формирующего эксперимента по тесту и классификации Д. Векслера из области «сниженной нормы» продвинулись на «средний» уровень интеллекта. Эти данные подтверждаются и результатами выполнения теста Дж. Равена, по которому испытуемые показали уровень «среднего интеллекта», и оценкой выше, чем медиана (61,99 процентиль), и результатами выполнения теста Г. Уиткина, по которому время выделения простой фигуры из сложного фона сократилось с 68,42 секунд до 36,74 секунд (таблица 53). Полученные данные свидетельствуют о том, что формирование ментальных структур в соответствии с принципом системной дифференциации способствует не только эффективному освоению химии, но и развитию общих умственных способностей.

В результате формирующего эксперимента лучше успевающие по химии подростки экспериментальной выборки не только догнали, но и превзошли по уровню интеллекта испытуемых контрольной выборки, а по показателям субтестов «недостающие детали», «складывание объекта», НИП эти изменения достигли статистической значимости. Хуже успевающие по химии подростки экспериментальной выборки по результатам выполнения невербальных субтестов достигли тех же результатов, что и испытуемые контрольной выборки.

Динамика изменений показателей интеллектуальных способностей

У подростков экспериментальной группы статистически значимые изменения в характере умственной деятельности наблюдаются как по вербальным интеллектуальным показателям, так и по невербальным, в то время как у подростков контрольной группы коли-

Таблица 53

Средние значения показателей интеллекта у подростков экспериментальной и контрольной групп (завершение эксперимента, 2001 г.)

№	Показатели	Экспериментальная группа	Контрольная группа	Величина Т-критерия Стьюдента
1	Академическая успеваемость	3,995	4,214	-2,726*
2	Детский адаптированный вариант теста Д. Векслера			
2.1	Общая осведомленность	10,23	12,04	-2,416*
2.2	Понятливость	9,31	10,07	-1,948
2.3	Арифметический	10,307	12,115	-1,99
2.4	Аналогии-сходство	12,65	16,08	-4,19***
2.5	Словарь	7,81	10,69	-3,394***
2.6	Повторение цифр	9,77	10,15	-0,77
2.7	Недостающие детали	13,615	12,615	1,281
2.8	Последовательные картинки	10,769	10,385	0,583
2.9	Составление фигур из кубиков	13,81	13,58	0,29
2.10	Складывание объектов	11,19	10,539	0,756
2.11	Кодирование	14,31	14,19	0,108
2.12	Вербальный интеллектуальный показатель	89,65	99,62	-3,585***
2.13	Невербальный интеллектуальный показатель	104,44	101,54	0,996
2.14	Общий интеллектуальный показатель	102,38	107,62	-1,774
3	Стандартные прогрессивные матрицы Дж. Равена			
3.1	Балл	48,19	51,39	-2,142*
3.2	Процентиль	61,999	75,107	-2,052*
4	Тест включенных фигур Г. Уиткина, (с)	36,74	36,39	0,076

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

чественные изменения произошли преимущественно по вербальным интеллектуальным показателям (таблица 54).

Статистически значимые изменения у лучше академически успевающих подростков экспериментальной выборки обнаружены в основном по НИП, в то время как у хуже успевающих – как по ВИП, так и по НИП; в группах более и менее успешных в освоении химии испытуемых экспериментальной выборки обнаружены статистически значимые изменения по всем интегральным показателям.

Таблица 54

Динамика показателей интеллекта у подростков экспериментальной и контрольной групп

№	Показатели	Экспериментальная группа		Величина Т-критерия Стьюдента	Контрольная группа		Величина Т-критерия Стьюдента
		1999	2001		1999	2001	
1	Академическая успеваемость	4,09	3,995	0,648	4,435	4,214	2,074*
2	Детский адаптированный вариант теста Д. Векслера						
2.1	Общая осведомленность	7,917	10,231	-3,07**	11,629	12,039	-0,631
2.2	Понятливость	7	9,308	-4,019***	7,444	10,077	-6,893***
2.3	Арифметический	9,917	10,308	-0,466	11,222	12,15	-1,056
2.4	Аналогии-сходство	9,957	12,654	-3,284**	13,539	16,077	-3,616***
2.5	Словарь	6,696	7,808	-1,015	7,577	10,692	-4,527***
2.6	Повторение цифр	9,833	9,769	0,105	10,519	10,154	0,67
2.7	Недостающие детали	11,333	13,615	-2,606*	11,926	12,615	-0,983
2.8	Последовательные картинки	6,375	10,679	-6,471***	6,703	10,385	-5,825***
2.9	Составление фигур из кубиков	12,375	13,808	-1,692	13,482	13,577	-0,129
2.10	Складывание объектов	10,333	11,192	-0,887	9,482	10,539	-1,407
2.11	Кодирование	11	14,308	-3,129**	13,185	14,192	-0,963
2.12	Вербальный интеллектуальный показатель	81,831	89,654	-2,449*	90,822	99,622	-4,38***
2.13	Невербальный интеллектуальный показатель	90,143	104,44	-4,108***	93,299	101,54	-3,646***
2.14	Общий интеллектуальный показатель	89,877	102,38	-3,527***	97,17	107,61	-3,878***
3	Стандартные прогрессивные матрицы Дж. Равена						
3.1	Балл	44,25	48,192	-1,844	49,852	51,393	-1,559
3.2	Процентиль	48,279	61,999	-1,771	71,44	75,107	-0,785
4	Тест включенных фигур Г. Уиткина, с	68,42	36,741	5,086***	51,536	36,398	2,825**

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$.

У подростков контрольной группы выявлена иная закономерность: в группе лучше академически успевающих и более успешных в освоении химии статистически значимые изменения обнаружены как по ВИП, так и по НИП, в то время как в группе хуже успевающих и менее успешных – только по ВИП.

Полученные данные показывают, что формирование ментальных структур, обеспечивающих успешность освоения химии, влияет на развитие как вербального, так и невербального интеллекта.

Корреляционные связи показателей интеллекта и показателей зрелости ментальных структур химии

У подростков экспериментальной группы выявлено значительно большее число корреляционных связей показателей интеллекта и показателей специальных способностей, чем у подростков контрольной группы (таблицы 55–56). Это поразительный неожиданный результат. Если первые два результата ожидалось и, можно сказать, составляли гипотезу исследования, то третий результат мы заранее предполагать не могли.

Причины и природа обнаруженного явления могут стать предметом дальнейших исследований. Сейчас можно сказать, что планируемая работа по формированию понятийных систем химии, основанная на реализации принципа системной дифференциации, не только ведет к лучшему освоению предмета, к повышению показателей интеллекта и к общему умственному развитию, но делает всю когнитивную сферу более интегрированной и скоординированной.

В экспериментальной группе успеваемость по химии тесно связана со всеми показателями интеллекта по тестам Д. Векслера и Дж. Равена, а в контрольной группе прослеживается только небольшая тенденция. Имеется много данных о связи показателей интеллекта и академической успеваемости. Корреляционные связи сильно варьируют в разных исследованиях, иногда они невелики (0,3–0,4), иногда значительны (0,5–0,7). Полученные нами данные вскрывают новый неизвестный аспект этой проблемы. Дальнейшие исследования в этом направлении, вероятно, могут пролить свет на степень связи между показателями интеллекта и академической успеваемости.

Таблица 55

Корреляционные связи показателей специальных химических способностей с показателями интеллекта у подростков экспериментальной группы (2001)

№	Показатели	ВИП	НИП	ОИП	Уиткин	Равен	
1	Успеваемость по химии	0,6636**	0,5159**	0,6636**	-0,1569	0,5132**	
2	Тест (Р.А. Лидина, Л.Л. Андреевой)	0,3701	0,4242*	0,4339*	-0,011	-0,0067	
3	Сохранение семиотической системы химического языка в долговременной памяти						
3.1	Простая информация (доля)	0,6200*	0,5375**	0,6626**	-0,3359	0,5681**	
3.2	Сложная информация (доля)	0,7206**	0,5257**	0,7162**	-0,2756	0,4930*	
3.3	Общее (доля)	0,7086**	0,5434**	0,7187**	-0,3026	0,5286**	
4.	Химические дифференцировки						
4.1	Простая	Время, с	-0,6277**	-0,6489**	-0,7148**	0,5442**	-0,5996**
		Число ошибок	-0,3624	-0,3179	-0,392*	0,1866	-0,5558**
		Итоговое время, с	-0,6007**	-0,5954**	-0,6747**	0,4634*	-0,6682**
4.2	Сложная	Время, с	-0,5362**	-0,4599*	-0,5663**	0,2808	-0,6026**
		Число ошибок	-0,4291*	-0,3577	-0,4431*	0,1824	-0,4330*
		Итоговое время, с	-0,5353**	-0,4521*	-0,5584**	0,2514	-0,5679**
4.3	Сложнейшая	Время, с	-0,6841**	-0,2931	-0,5898**	0,2464	-0,5228**
		Число ошибок	-0,5685**	-0,6524**	-0,6664**	0,3943	-0,6601**
		Итоговое время, с	-0,7332**	-0,5231**	-0,7222**	0,3610	-0,6757**
5	Слуховое запоминание	Слова	0,5384**	0,3094	0,4816*	-0,2212	0,2970
		Группа	0,3344	0,3971*	0,4074*	-0,0345	0,1817
		Период	0,6595**	0,5184**	0,6660**	-0,4408*	0,6000**
		Вразброс	0,4010*	0,2192	0,3761	0,0613	0,1166
6	Химическое кодирование	Вразброс	0,3584	0,6739**	0,5477**	-0,2765	0,2988
		Период	0,3370	0,6312**	0,5168**	-0,1939	0,3473
		Группа	0,4333*	0,4633*	0,4990**	-0,0132	0,3963*
7	Рейтинг интереса к химии (из 24)	-0,0664	0,1749	-0,0789	-0,3100	0,3073	

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$.

Таблица 56

Корреляционные связи показателей специальных химических способностей с показателями интеллекта у подростков контрольной группы (2001)

№	Показатели	ВИП	НИП	ОИП	Уиткин	Равен	
1	Успеваемость по химии	0,372	0,1462	0,3595	-0,2817	0,3086	
2	Тест (Р.А. Лидина, Л.Л. Андреевой)	0,5343**	-0,0989	0,3264	-0,3484	-0,0039	
3	Сохранение семиотической системы химического языка в долговременной памяти						
3.1	Простая информация (доля)	-0,1535	-0,106	-0,1728	-0,0398	0,0251	
3.2	Сложная информация (доля)	0,2812	-0,1739	0,921	0,0430	0,1822	
3.3	Общее (доля)	0,1825	-0,1859	0,0158	0,0329	0,1643	
4.	Химические дифференцировки						
4.1	Простая	Время, с	-0,156	-0,0244	-0,1323	-0,085	0,0419
		Число ошибок	-0,1132	-0,1230	0,0077	0,1297	-0,0562
		Итоговое время, с	0,0489	-0,1371	-0,494	0,9670	-0,0397
4.2	Сложная	Время, с	-0,0589	-0,0993	-0,1218	0,0230	-0,3925*
		Число ошибок	-0,5086**	0,2244	-0,2321	0,2289	-0,1428
		Итоговое время, с	-0,4385*	0,1307	-0,2478	0,1956	-0,3119
4.3	Сложнейшая	Время, с	-0,3593	0,2148	-0,1387	-0,0875	-0,0162
		Число ошибок	-0,5199**	0,0286	-0,3608	0,1542	-0,4380
		Итоговое время, с	-0,4930*	0,1903	0,2495	-0,0147	-0,0297
5	Слуховое запоминание	Слова	0,1766	0,1083	0,1902	-0,0547	-0,1765
		Группа	0,0547	0,0811	0,1068	-0,095	0,3671
		Период	0,2348	-0,2425	0,0110	-0,1276	-0,0367
		Вразброс	-0,0606	-0,0102	-0,0565	0,0542	0,0168
6	Химическое кодирование	Вразброс	-0,4216*	0,0907	-0,2326	0,3367	-0,0232
		Период	-0,4537*	-0,0284	0,3245	0,4787*	-0,0367
		Группа	-0,4910*	-0,0181	-0,3454	0,4369*	0,0090
7	Рейтинг интереса к химии (из 24)	-0,1156	-0,0373	-0,1059	-0,0680	0,0185	

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$.

Качество знаний по химии в экспериментальной группе статистически значимо связано с показателями НИП и ОИП, в контрольной – с ВИП. Показатели химических дифференцировок (способность по формуле соединения определять класс неорганического вещества, а следовательно, и его свойства) у подростков экспериментальной группы значимо связаны почти со всеми показателями (ВИП, НИП, ОИП, Равен). У подростков контрольной группы имеются корреляции времени сложной дифференцировки с показателем теста Равена, выявлены корреляции числа ошибок, итогового времени сложной и сложнейшей дифференцировок с ВИП. Интересной особенностью подростков экспериментальной группы является тот факт, что время и итоговое время простой дифференцировки (различение простых и сложных веществ) значимо связаны со способностью выделять фигуру из фона (показателем теста Уиткина). Зрительно-моторная скорость кодирования цифр знаками химических элементов у подростков экспериментальной группы в основном коррелирует с НИП и ОИП, в то время как у подростков контрольной группы – с ВИП и показателем теста Уиткина.

5.4. Выводы

Результаты исследования, представленные в данной главе, позволили экспериментально зафиксировать уровни становления концепта «вещество» в процессе взаимодействия субъектов с предметной областью химии, последовательность и механизм их формирования в онтогенезе: от низшего к высшему уровню за счет все более глубокой дифференциации и интеграции исходного глобального представления о веществе и химическом процессе, при этом в рамках одного уровня создаются предпосылки для более глубокой дифференциации и интеграции концептуальных структур другого уровня.

Высокая точность различения химических стимул-объектов лучше успевающими по химии подростками экспериментальной группы свидетельствует о соответствии концептуальных структур, сформированных в результате формирующего эксперимента, понятийным системам химии.

Сравнительный анализ освоения химии в разных группах испытуемых показал, что недоформированность детализированного уровня концептуальных структур у подростков контрольной выборки

приводит к снижению объема долговременной памяти на сложную химическую информацию, уровня интереса к химии и показателя «химическая интуиция». Высокий уровень зрелости ментальных структур у лучше успевающих подростков экспериментальной выборки как результат целенаправленного формирующего эксперимента обуславливает статистически значимый рост показателей специальных химических способностей – «химическая память», «химическая интуиция» и уровня интереса к химии. Эти данные подтверждают положение о ментальных структурах как психическом носителе свойств субъекта и уточняют его: носителем специальных химических способностей являются понятийные структуры химии *высокого уровня зрелости*.

Таким образом, исходя из эволюционного критерия реальности, можно говорить о достаточной обоснованности онтологического статуса ментальных структур и адекватности объекта теоретического исследования реальному.

Существование специальных химических способностей подтверждается следующими, установленными экспериментально фактами:

- 1) формированием данных способностей;
- 2) согласно экспериментальным данным Е. В. Ивановой (1999), Г. А. Винокуровой (1999), В. В. Назаровой (2001), качественные изменения (приобретение новых способностей и качеств личности) должны сопровождаться ростом когнитивной дифференцированности и интеграции функций; исследование закономерностей формирования понятийных систем химии позволило выявить высокий уровень дифференцированности одновременно с высоким уровнем интегрированности показателей зрелости ментальных структур у подростков экспериментальной группы, это свидетельствует об образовании нового качества, которое обеспечивает успешность освоения химии и которое можно соотнести с понятием «специальные химические способности».

Помимо теоретической, в этой главе нам удалось реализовать практическую и экспериментальную задачи: разработана и верифицирована программа, реализующая естественный порядок становления понятийных систем химии и химических способностей,

позволяющая за меньшее учебное время формировать более дифференцированные и интегрированные концептуальные структуры, отличающиеся высокой устойчивостью во времени. Было показано, что формирование ментальных структур, обеспечивающих успешное освоение химии, влияет на развитие как вербального, так и невербального интеллекта.

Заключение

Настоящая монография посвящена обоснованию принципиально нового направления исследования специальных способностей, онтологическая природа которых определяется не в терминах психических функций и не в терминах отдельных компонентов деятельности, а с точки зрения структур ментального опыта как психической основы общих и специальных способностей, развитие которых подчиняется принципу системной дифференциации (Чуприкова, 1997).

Несмотря на многочисленные исследования, ментальные структуры все еще рассматриваются либо как эмпирическая модель, либо как удобный способ описания эмпирических фактов и закономерностей. Однако в последние годы предпринята попытка доказать существование ментальных структур как психической реальности (Холодная, 1997). Интеграция теоретического, эмпирического, эволюционного и гносеологического подходов позволила обосновать внутреннюю и внешнюю валидность конструкта «ментальные структуры», который рассматривается как наиболее общее понятие по отношению к понятиям «образ», «схема», «репрезентация» и др. и определяется как интегральное психическое образование, фиксирующее содержательную, операциональную, мотивационную и аффективную стороны жизнедеятельности. В качестве важнейших функций ментальных структур выделяются – отображение, отбор и преобразование реальности в идеальной форме.

В рамках данного направления специальные способности определяются как мера соответствия индивидуально-психологических качеств субъекта конкретной предметной области объективной реальности, т. е. способности выступают как функциональные свойства структур ментального опыта субъекта. В процессе онтогенетического развития происходит дифференциация предшествующих ментальных структур, отбор и интеграция среди многообразия новых структурных образований тех структур, которые в большей мере

соответствуют той или иной предметной реальности, при этом образуется новое интегральное психическое образование – специальные способности, обуславливающие более точное приспособление операционных механизмов к освоению конкретной деятельности.

Способности – целостное интегральное психическое образование, поэтому анализ природы специальных способностей предполагает выход на уровни культурогенеза, субъектогенеза и микрогенеза. Фактором сопряжения различных уровней исследования являются структуры ментального опыта субъекта. Уникальным макропараметром психологического исследования, удовлетворяющим принципу системности и связывающим воедино физиологические (дискриминативную способность мозга), психологические условия (ментальные структуры) и психические свойства (общие и специальные способности) является время реакции сложного выбора.

Развитие специальных способностей в онтогенезе реализуется как переход с глобального уровня зрелости структур, обуславливающих те или иные способности, через базовый к детализированному; формирование структур всегда сопровождается уменьшением времени реакции сложного выбора (правило роста формирующейся структуры); при достижении высшей степени дифференцированности и интегрированности структуры скорость осуществления дифференцировочных реакций становится величиной постоянной (правило константности зрелой структуры); время реакции сложного выбора структур детализированного уровня превышает время базового и глобального уровня обобщения (правило формы упорядоченности структуры). Развитие специальных способностей осуществляется как увеличение количества структурных уровней, на которых осуществляется репрезентация и регуляция деятельности, как увеличение количества размерностей, на которых осуществляется репрезентация разных свойств и отношений действительности.

Базовыми механизмами развития специальных способностей являются дифференциация и интеграция. Свидетельством уровневой дифференциации является «интеллектуальные пороги» и повышение чувствительности к специфическим свойствам объекта в разные периоды онтогенеза. Свидетельством интеграции «сверху» (системообразующим фактором в иерархии ментальных структур) является формирование концептуальных структур, референтных предметной реальности, и участие данных структур во всех структурах ментального опыта.

Обосновано существование специальных химических способностей, раскрыта их специфика. Природа химии как объекта деятельности выдвигает определенные требования к индивидуальности субъекта: высокий уровень сенсорно-перцептивной чувствительности к структурным и содержательным характеристикам химической реальности («чувство вещества и химического процесса»); сформированность релевантных предметному материалу мыслительных действий и концептуальных структур («химическое мышление»); способность от внешне наблюдаемых характеристик вещества и его изменений переходить к рассмотрению его внутреннего строения и кодировать эту информацию при помощи химических знаков и символов («химический язык»); тонкая различительная чувствительность к характеристикам химического взаимодействия (таким, как вес, твердость, плотность, температура, консистенция и т. д.– «химические руки»); избирательность и прочность памяти на химическую информацию («химическая память»); сформированность таких черт личности, как ответственность, точность и аккуратность в делах, хороший самоконтроль; наиболее благоприятны сангвинический и смешанный высокоактивный типы темперамента.

На основе дифференционно-интеграционной методологии разработана концептуальная схема обучения, соответствующая естественному развитию понятийной системы химии, ведущая к развитию общих и специальных химических способностей. Данная схема открывает широкий простор для педагогического творчества учителя. Каждый педагог, исходя из своих индивидуальных особенностей и особенностей обучающихся, наполняет эту схему тем содержательным материалом и теми методами, приемами обучения, которые соответствуют данному педагогу и данному конкретному классу, т. е. вырабатывается основа мастерства, гибкости образовательных технологий. Разработан оригинальный инструментарий оценки качества знаний и специальных способностей «GreatChemist», который может явиться достойной альтернативой ЕГЭ, поскольку испытуемые находятся в равных условиях; уложиться во временные рамки, не имея практики в области химии, испытуемый не может, поэтому случайное попадание теста в открытый доступ может нанести несопоставимо меньший ущерб, чем ответы к заданиям ЕГЭ. Таким образом, данное направление исследования природы специальных способностей связывает воедино теорию, эксперимент и практику.

Литература

- Аверьянов А. Н.* Система: философская категория и реальность. М.: Мысль, 1976.
- Аквинский Фома.* Онтология и теория познания (фрагменты сочинений) / Пер. В. П. Гайдено. М.: ИФ РАН, 2001.
- Айзенк Г. Ю.* Интеллект: новый взгляд // Вопросы психологии. 1995. № 1. С. 111–132.
- Акимова М. К.* Интеллект как динамический компонент в структуре способностей: Дис. ... докт. психол. наук. М., 1999.
- Александров Ю. И.* От эмоций к сознанию: Психология творчества: школа Я. А. Пономарева / Под ред. Д. В. Ушакова. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2006. С. 293–327.
- Александров Ю. И.* Системная структура индивидуального опыта как отражение истории его формирования // Новые исследования. М.: Вердана, 2009. № 2 (19). С. 15–16.
- Александров Ю. И.* Дифференциация и развитие // Теория развития: дифференционно-интеграционная парадигма / Сост. Н. И. Чуприкова. М.: Языки славянских культур, 2009. С. 17–28.
- Александров Ю. И., Александрова Н. Л.* Субъективный опыт, культура и социальные представления. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2009.
- Александров И. О.* Формирование структуры индивидуального знания. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2006.
- Александров И. О.* Структура индивидуального знания: закономерности организации и становления: Автореф. дис. ... докт. психол. наук. М., 2007.
- Алексеев П. В., Панин А. В.* Философия: учебник. М.: Проспект, 1997. С. 172–187, 194–257.
- Ананьев Б. Г.* Человек как предмет познания. СПб.: Питер, 2001.
- Альбуханова-Славская К. А.* Стратегии жизни. М.: Мысль, 1991.
- Альбуханова К. А.* Мировоззренческий смысл и научное значение категории субъекта // Российский менталитет: Вопросы психологической теории и практики. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1997. С. 56–75.
- Анаксимандр.* О природе // Антология мировой философии: Античность. Мн.: Харвест, М.: ООО «Изд-во АСТ», 2001. С. 19–24.

- Аристотель*. Политика. Метафизика. Аналитика. М.: Эксмо; СПб.: Мидград, 2008.
- Ахметов Н. С.* Химия: Учеб. для 8 кл. общеобразоват. учреждений. 2-е изд., испр. М.: Просвещение, 1998.
- Ахметов Н. С.* Химия: Учеб. для 9 кл. общеобразоват. учреждений. М.: Просвещение, 1997.
- Ахтямов А. А.* Эволюция понятия «структура» в химии: Дис. ... канд. филос. наук. Казань, 1999.
- Барабанщиков В. А.* Системогенез чувственного восприятия. М.: Изд-во «Институт практической психологии», Воронеж: НПО «Модэк», 2000.
- Барабанщиков В. А.* Системная организация и развитие психики // Психологический журнал. 2003. № 1. С. 29–46.
- Барабанщиков В. А.* Методы психологического познания: системный взгляд // Труды Ярославского методологического семинара. Т. 3: Метод психологии. Ярославль: МАПН, 2005. С. 14–23.
- Барабанщиков В. А.* Принцип системности и современная психология // Теория и методология психологии: Постнеклассическая перспектива. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2007. С. 268–285.
- Барабанщиков В. А.* (ред.). Системная организация и детерминация психики. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2009.
- Бердоносов С. С.* Химия-8: Учеб. пособие для изучения химии в 8-х классах общеобразовательных школ. М.: Мирос, 1994.
- Бердоносов С. С.* Введение в неорганическую химию (конспект лекций для учащихся химических классов с углубленным изучением химии). М.: Мирос, 1994.
- Бердяев Н. А.* Смысл творчества. Харьков: «Фолио»; М.: АСТ, 2002.
- Берцелиус И. Я.* Учебник химии // Капица С. П. Жизнь науки. 2-е изд. М.: Изд. Дом «Тончу», 2008. С. 237–242.
- Бытие*: Из первой книги Моисеевой // Анталогия мировой философии: Древний Восток. Мн.: Харвест; М.: ООО «Изд-во АСТ», 2001. С. 97–101.
- Блинникова И. В.* Роль зрительного опыта в репрезентации окружающего пространства // Ментальная репрезентация: динамика и структура. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1998. С. 101–132.
- Блонский П. П.* Избранные педагогические и психологические сочинения. В 2 т. М.: Педагогика, 1979. Т. 2.
- Богданов А. А.* Тектология. Всеобщая организационная наука. М.: Наука, 1989а. Т. 1.
- Богданов А. А.* Тектология. Всеобщая организационная наука. М.: Наука, 1989б. Т. 2.
- Бодров В. А.* Профессиональная зрелость человека (психологические аспекты) // Феномен и категория зрелости в психологии. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2007. С. 174–197.
- Большой толковый психологический словарь / Пер. с англ. Ребер Артур. ООО «Изд-во АСТ»; Изд-во «Вече», 2003а. Т. 1 (А–О).

- Большой толковый психологический словарь / Пер. с англ. Ребер Артур. ООО «Изд-во АСТ»; Изд-во «Вече», 2003б. Т. 2 (П–Я).
- Бойко Е. И. Механизмы умственной деятельности. М.: Московский психолого-социальный институт, Воронеж: НПО «Модэк», 2002.
- Борецка К. Теория и практика изучения общей химии на основе профессиональной направленности в педвузах Польши. СПб., 1993.
- Боровик О. Н. Когнитивное и личностное развитие студентов педагогического колледжа с разной специализацией: Дис. ... канд. психол. наук. М., 2002.
- Браун Дж. Психология Фрейда и постфрейдисты / Пер. с англ. М.: Рефл-бук; К.: Ваклер, 1997.
- Брушлинский А. В., Сергиенко Е. А. Ментальная репрезентация как системная модель в когнитивной психологии // Ментальная репрезентация: динамика и структура. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1998. С. 5–22.
- Буданова А. А. Системное изучение раздела «химическая связь»: Дис. ... канд. пед. наук, 1998.
- Бутлеров А. М. Основные понятия химии. СПб.: Издание книгоиздательства Н. Г. Мартынова, 1902.
- Бутлеров А. М. О практическом значении научных химических работ: Речь, чит. в торжеств. собр. Акад. наук 29 дек. 1870 г. // (Соч.) А. Бутлерова. СПб.: Тип. Имп. акад. наук, 1871.
- Бутлеров А. М. Современное значение теории химического строения (Чтение А. М. Бутлерова в общ. собр. физ.-хим. об-ва 17 апр. 1879 г.). СПб.: Тип. Имп. акад. наук, ценз., 1885. С. 35–57.
- Бююль А., Цёфель П. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей / Пер. с нем. СПб.: ООО «Диа Софт ЮП», 2002.
- Вант-Гофф Я. Г. Очерки по химической динамике // Капица С. П. Жизнь науки. 2-е изд. М.: Изд. дом «Тончу», 2008. С. 254–262.
- Веккер Л. М. Психические процессы. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. Т. 1.
- Веккер Л. М. Психические процессы. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. Т. 2.
- Веккер Л. М. Психические процессы. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1981. Т. 3.
- Величковский Б. М. Когнитивная наука: основы психологии познания. В 2 т. М.: Смысл: Издательский центр «Академия», 2006а. Т. 1.
- Величковский Б. М. Когнитивная наука: основы психологии познания. В 2 т. М.: Смысл: Издательский центр «Академия», 2006б. Т. 2.
- Венель Г. Химия // Энциклопедия Дидро и Даламбера. Т. 3.
- Верховский Л. Нобелевские премии 1996 года // Химия и жизнь – XXI век. 1997. №2. С. 4–5.
- Виленская Г. А., Сергиенко Е. А. Социально-когнитивное развитие в раннем возрасте // Ментальная репрезентация: динамика и структура. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1998. С. 199–216.
- Винокурова Г. А. Когнитивные особенности младших школьников с разным уровнем психического развития: Дис. ... канд. психол. наук. М., 1999.

- Власова М. М.* Динамика изменений возбудимости корковых клеток по ходу сложных словесно-ассоциативных реакций // XIX совещание по проблемам высшей нервной деятельности. Тезисы и рефераты докладов. Л., 1960. С. 70–71.
- Власова М. М.* Локальные изменения корковой возбудимости во второсигнальных системах связи // Журнал высшей нервной деятельности. 1965. Т. 15. Вып. 4. С. 611–616.
- Власюк Д. П.* Диагностика строения когнитивных репрезентативных структур, формирующихся в процессе изучения школьного курса физики: Дис. ... канд. психол. наук. М., 1997.
- Волков В. А., Вонский Е. В., Кузнецова Г. И.* Выдающиеся химики мира. М.: Высшая школа, 1991.
- Волкова Е. В.* Когнитивное обучение на уроках химии: учебная программа. Регистрационный номер 85. Выдан 1 февраля 2000 года Министерством общего и профессионального образования Свердловской области.
- Волкова Е. В.* Язык химического мышления // Химия: методика преподавания в школе. 2001. №8. С. 30–37.
- Волкова Е. В.* «GreatChemists» – новый подход к диагностике специальных способностей // Психология способностей: Современное состояние и перспективы исследований: Материалы научной конференции посвященной памяти В. Н. Дружинина, ИП РАН, 19–20 сентября 2005 г. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2005. С. 98–103.
- Волкова Е. В.* Использование методики Е. Торренса для изучения способностей студентов-химиков // Известия Уральского государственного университета. 2007. № 50 (2007). Серия: Проблемы образования, науки и культуры. Вып. 21. С. 241–253.
- Волкова Е. В.* Общий универсальный закон развития, развитие когнитивных структур химического знания и химические способности. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008.
- Волкова Е. В.* Образ мира глазами химика (Образ вещества как форма и условие познавательной деятельности химика) // Мир психологии, 2009. №4. С. 187–195.
- Волкова Е. В.* Особенности связей показателей интеллекта, креативности и успешности обучения в группах студентов с разным уровнем IQ // Психология интеллекта и творчества: Традиции и инновации: Материалы научной конференции, посвященной памяти Я. А. Пономарева и В. Н. Дружинина, ИП РАН, 7–8 октября 2010 г. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2010. 123–131.
- В помощь абитуриенту: пособие по химии для поступающих в РХТУ им. Д. И. Менделеева / Сост. К. К. Власенко, Л. В. Кузнецова, Т. Н. Сергеева. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1993.*
- Выготский Л. С.* Избранные психологические исследования. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1956.
- Выготский Л. С.* Психология. М.: Изд-во «Эксмо-Пресс», 2002.

- Выготский Л.С. Мышление и речь // Собр. соч. Т. 4. М.: Педагогика, 1984.
- Выготский Л.С. Педагогическая психология. М.: АСТ–Астраль–Хранитель, 2008.
- Высоцкая Е. В., Рехтман И. В. Слово о фундаментальном понятии // Химия: методика преподавания в школе. 2001. № 1. С. 51–57.
- Вудворд К. Артистизм и элегантность Роберта Бернса Вудворда // Химия и жизнь – XXI век. 1998. № 4.
- Гаврусейко Н. П. Проверочные работы по неорганической химии: Дидакт. материал для 8 кл.: книга для учителя. 2-е изд. М.: Просвещение, 1992.
- Гаврусейко Н. П. Проверочные работы по неорганической химии: Дидакт. материал для 9 кл.: пособие для учителя. М.: Просвещение, 1990.
- Гаврусейко Н. П. Проверочные работы по органической химии: Дидакт. материал: пособие для учителя. 2-е изд. М.: Просвещение, 1991.
- Гаврусейко Н. П. Проверочные работы по основам общей химии и органической химии: Дидакт. материал для 11 кл. общеобразоват. учеб. заведений: кн. для учителя. М.: Просвещение, 1994.
- Гальперин П. Я. К исследованию интеллектуального развития ребенка // Вопросы психологии. 1969. № 1. С. 15–25.
- Гегель Г. Наука логики // Сочинения. Т6. М.–Л., 1939.
- Гегель Г. Наука логики // Энциклопедия философских наук. В 3 т. М.: Мысль, 1974. Т. 1.
- Гегель Г. Философия природы // Энциклопедия философских наук. В 3 т. М.: Мысль, 1975. Т. 2.
- Гегель Г. Феноменология духа. Философия истории. М.: Эксмо, 2007.
- Гельман З. Е. История химии в Японии. М.: МГУЛ, 2003.
- Гейзенберг В. Часть и целое: Беседы вокруг атомной физики. М.: Едиториал УРСС, 2010.
- Герасимова И. В. Использование алгоритмического подхода в обучении химии при решении задач интеллектуального развития учащихся: Дис. ... канд. пед. наук. Омск, 1999.
- Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии: учебное пособие для вузов / Под ред. В. А. Рабиновича и Х. М. Рубиной. 22 изд., испр. и доп. Л.: Химия, 1983.
- Глинка Н. Л. Общая химия. 20-е изд., испр. Л.: Химия, 1978.
- Гольдфарб Я. Л., Ходаков Ю. В., Додонов Ю. Б. Сборник задач и упражнений по химии: учеб. пособие для учащихся 7–10 кл. сред. школы. 6-е изд. М.: Просвещение, 1988.
- Голубева Э. А. Комплексное исследование способностей // Вопросы психологии. 1986. № 5. С. 18–30.
- Голубева Э. А. и др. Опыт комплексного исследования учащихся в связи с некоторыми проблемами дифференциации обучения // Вопросы психологии. 1991. № 2. С. 132–140.
- Голубева Э. А. Способности. Личность. Индивидуальность. Дубна: Феникс+, 2005.
- Горбачева Е. И. Предметная ориентация мышления: сущность, механизмы, условия развития: научное издание. Калуга: КГПУ им. К. Э. Циолковского. 2001а.

- Горбачева Е. И. Избирательность памяти и предметная ориентация мышления // Вопросы психологии. 2001б. № 5. С. 35–48.
- Гриценко С. В. Дифференцированность когнитивных структур и ее связь с умственным развитием и свойствами нервной системы у старших подростков: Дис. ... канд. психол. наук, М., 1997.
- Гузик Н. П. Учить учиться (из опыта работы учителя химии). М.: Педагогика, 1981.
- Гумилевский Л. И. Зинин. М.: Молодая гвардия, 1965.
- Гуревич К. М. Профессиональная пригодность и основные свойства нервной системы. М., 1970.
- Гуревич К. М. Дифференциальная психология и психодиагностика. Избр. труды. СПб.: Питер, 2008.
- Гусев А. Н. Дисперсионный анализ в экспериментальной психологии: учебное пособие. М.: Учебно-методический коллектор «Психология», 2000. С. 11–13.
- Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении: логико-психологические проблемы построения учебных предметов. М.: Педагогическое общество России, 2000.
- Дальтон Дж. Новая система химической философии // Капица С. П. Жизнь науки. 2 изд. Москва: Изд. Дом ТОНЧУ, 2008. С. 234–235.
- Данилкин В. Г. О категории «взаимодействие» // Философские науки. Алма-Ата, 1975. Вып. 6. С. 62–68.
- Данцев А. А. Философский анализ развития понятийного аппарата химии: Автореф. дис. ... докт. филос. наук. Ростов н/Д., 1991.
- Дмитриев И. С. История классической органической химии. М.: Наука, 1992.
- Доманова Е. Е. Специальные способности в структуре интегральной индивидуальности учителей биологии и химии: Дис. ... канд. психол. наук. Пермь, 1999.
- Дорофеев М. В. Что скрывается за уравнением химической реакции? // Химия в школе. 1997. № 4. С. 20–23.
- Дремина И. Е. Лонгитюдное исследование интеллектуального развития детей от двух до десяти лет: Дис. ... канд. психол. наук. М., 2001.
- Дружинин В. Н. Психология общих способностей. СПб.: Изд-во «Питер», 1999.
- Дружинин В. Н. Психология способностей: Избранные труды. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2007.
- Еникеев М. И. Энциклопедия. Общая и социальная психология. М.: Изд-во «Приор», 2002.
- Епифанова С. С. Деятельностная модель обучения естественно-научным дисциплинам (на примере химии): монография. М.: МГГРУ, 2003.
- Еремин В. В. Математика в химии // Современные тенденции развития естественно-научного образования: фундаментальное университетское образование. Сборник / Под общей ред. академика В. В. Лунина. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2010. С. 62–84.
- Ждан Н. А. Реализация содержательно-деятельностных связей в обучении химии как средство повышения системности и осознанности знаний учащихся: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. М, 1997.

- Жданов Ю. А. Узловое понятие современной теоретической химии // Вопросы философии. 1977. № 1. С. 102–113.
- Живица О. В. Когнитивная дифференцированность и обучаемость младших школьников и подростков: Дис. ... канд. психол. наук. М., 2004.
- Жуков П. Н., Рысс В. Л. Проверочные работы по химии для IX–X классов: дидакт. материал: пособие для учителя. М.: Просвещение, 1985.
- Завалина В. И. Особенности когнитивного и личностного развития студентов педвуза с разной специализацией: Дис. ... канд. психол. наук. М., 1998.
- Зенин С. В. К проблеме химической формы движения // Философские науки. 1975. № 4. Зефирова О. Н. Краткий курс истории и методологии химии / Под ред. В. В. Лунина М.: Анабасис, 2007.
- Зиновьева Э. В. Школьная тревожность и ее связь с когнитивными и личностными особенностями младших школьников: Дис. ... канд. психол. наук. М., 2005.
- Зоркий П. М. Критический взгляд на основные понятия химии // Рос. хим. журн. 1996. Т. XL. № 3. С. 20.
- Зуева М. В. Обучение учащихся применению знаний по химии: кн. для учителя. М.: Просвещение, 1987.
- Иванова Р. Г., Осокина Г. Н. Изучение химии в 9–10 классах: Кн. для учителя. 2-е изд., перераб. М.: Просвещение, 1983.
- Иванова Е. В. Психологические особенности когнитивной дифференцированности и личностных структур детей старшего дошкольного возраста с опережающим развитием: Дис. ... канд. психол. наук. М., 1999.
- История химии: область науки и учебная дисциплина. К 100-летию профессора Н. А. Фигуровского. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001.
- Кадыров Б. Р. Склонности и их индивидуально-природные предпосылки (на материале подросткового возраста): Дис. ... докт. психол. наук. М., 1990.
- Каневская М. Е. «О чем слышали львы?», или «Осторожно, тесты!» // Искусство в школе. 1993. № 5. С. 53–59.
- Кант И. Критика чистого разума. М.: Мысль, 1994.
- Карапетьянц М. Х., Дракин С. И. Строение вещества: Учеб. пособие для вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1978.
- Кедров Б. М. День одного великого открытия. М., 1958.
- Кедров Б. М. Классификация наук. Прогноз К. Маркса о науке будущего. М.: Мысль, 1985.
- Кедров Б. М. Прогнозы Д. И. Менделеева в атомистике. I. Неизвестные элементы. М.: Атомиздат, 1977.
- Кикоин А. К., Кикоин И. К. Общий курс физики. Молекулярная физика. М.: Наука, главная редакция физико-математической литературы, 1976.
- Кирнарская Д. К. Современные представления о музыкальных способностях // Вопросы психологии. 1988. № 2. С. 129–137.
- Кирнарская Д. К. Музыкально-языковая способность как компонент музыкальной одаренности // Вопросы психологии. 1989. № 2. С. 47–57.
- Кирнарская Д. К. Опыт тестирования музыкальной одаренности на вступительных экзаменах // Вопросы психологии. 1992. № 1. С. 158–163.

- Кирнарская Д. К.* Психология специальных способностей. Музыкальные способности. М.: Таланты – XXI век, 2004.
- Кликс Ф.* Пробуждающееся мышление. История развития человеческого интеллекта. Киев: Изд-во при Киевском гос. ун-те изд. объединение «Вища школа», 1985.
- Климов Е. А.* Психология профессионала. М.: Изд-во «Ин-т практической психологии»; Воронеж: НПО «Модэк», 1996.
- Коваленко Е. Н.* Дифференцированность когнитивных структур младших школьников при традиционном и развивающем обучении: Дис. ... канд. психол. наук. М., 1994.
- Коваленко Е. М.* Особенность когнитивной дифференцированности, интеллектуального и личностного развития студентов среднего медицинского учебного заведения: Дис. ... канд. психол. наук. М., 2005.
- Ковтунович М. Г.* Ассоциативный эксперимент как метод выявления строения структур долговременной семантической памяти (на примере анализа строения логико-семантической области вокруг фундаментального понятия «вещество» учащихся 7-х классов // Психология высших когнитивных процессов / Под ред. Т. Н. Ушаковой, Н. И. Чуприковой. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2004. С. 143–162.
- Ковтунович М. Г.* Когнитивная диагностика: исследование когнитивных структур знаний школьников по физике. М.: Пер Сэ, 2007.
- Коменский Я. А.* Великая дидактика. Всеобщего совета об исправлении дел человеческих // Педагогическое наследие / Сост. В. М. Кларин, А. Н. Дуринский. М.: Педагогика, 1989. С. 11–136.
- Копачова Н. И.* Когнитивное развитие и личностные особенности старших подростков школ с углубленным изучением иностранного языка: Дис. ... канд. психол. наук. М., 2002.
- Коробейникова Л. А.* Теория, методика и практика ориентации школьников на профессию химика: Дис. ... докт. пед. наук в форме научного доклада. М.: АПН СССР, 1991.
- Коровин Н. В.* Общая химия: Учеб. для технических направ. и спец. вузов. 2-е изд., испр. и доп. М.: Высшая школа, 2000.
- Корсунский Е. А.* Развитие литературных способностей школьников: Дис. ... докт. психол. наук. Воронеж, 1993.
- Коссов Б. Б.* Творческое мышление, восприятие и личность. М.–Воронеж: НПО «Модэк», 1997.
- Коссов Б. Б.* О некоторых законах восприятия, различения и опознания простых и сложных объектов // Вопросы психологии. 2003. № 1. С. 50–60.
- Краткий психологический словарь / Сост. Г. А. Карпенко. Под общ. ред. А. В. Петровского, М. Г. Ярошевского. М.: Политиздат, 1985.
- Краткая философская энциклопедия / Под ред. Е. Ф. Губанского, Г. В. Кораблева, В. А. Лутиенко. М.: Изд. группа «Прогресс»–Энциклопедия, 1994.
- Крейк Ф., Бялысток И.* Изменение когнитивных функций в течение жизни // Психология: Журнал высшей школы экономики. 2006. Т. 3. № 2. С. 73–85.

- Крутецкий В. А.* Психология математических способностей / Под ред. Н. И. Чуприковой. М.: Изд-во «Институт практической психологии»; Воронеж: Изд-во НПО «Модэк», 1998.
- Кузнецов В. И.* Диалектика развития химии. М.: Наука, 1973.
- Кузнецов В. И.* Тенденция развития химии. М.: Знание, 1976.
- Кузнецова Н. Е.* и др. Химия: учебник для учащихся 8 класса общеобразовательных учреждений. М.: Вентана-Граф, 1997.
- Кузьменко Н. Е., Еремин В. В., Попков В. А.* Начала химии. Современный курс для поступающих в вузы. М.: Изд-во «Экзамен», 2010.
- Кузьмина Е. Н.* Дифференцированность когнитивных структур младших школьников при традиционном и развивающем обучении: Дис. ... канд. психол. наук. М., 1994.
- Курашов В. И.* и др. Познание природы в интеллектуальных коллизиях научных знаний. М.: Наука, 1995.
- Курашов В. И.* История и философия химии. М.: Книжный дом-Университет, 2009.
- Кэмбелл Д.* Модели экспериментов в социальной психологии и прикладных исследованиях. СПб.: Социально-психологический центр, 1996.
- Лабораторные работы по органическому синтезу: Учеб. пособие для хим. и биол. спец. пед. ин-тов. М.: Просвещение, 1979.
- Лавуазье А. Л.* Начальный учебник химии // Капица С. П. Жизнь науки. 2-е изд. Москва: Изд. Дом ТОНЧУ, 2008. С. 224–232.
- Лакатос И.* Избранные произведения по философии и методологии науки: доказательства и опровержения... М.: Акад. Проект, 2008.
- Ламарк Ж. Б.* Философия зоологии. М.: Наука, 1911.
- Ланда Л. Н.* Алгоритмизация в обучении. М.: Изд-во «Просвещение», 1996.
- Ланге Н. И.* Психологические исследования. Одесса, 1896.
- Лао-Цзы.* Дао дэ цзин // Антология мировой философии: Древний Восток. Мн.: Харвест; М.: ООО «Изд-во АСТ», 2001. С. 604–634.
- Лебедев С. А.* Уровни научного знания // Вопросы философии. 2010. № 1. С. 62–75.
- Левченко С. И.* Краткий очерк истории химии. Ростов-н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 2006.
- Ленин В. И.* Материализм и эмпириокритицизм // Полн. собр. соч. 5-е изд, 1967. Т. 18.
- Леонтьев А. Н.* Значение понятия отражение в научной психологии // Вопросы философии. 1966. № 12. С. 19–20.
- Леонтьев А. Н.* Чувственный образ и модель в свете ленинской теории отражения // Вопросы психологии. 1970. № 2.
- Леонтьев А. Н., Смирнов С. Д.* Психология образа // Вестник Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 1979. № 2. С. 37–46.
- Леонтьев А. Н., Теплов Б. М.* Дискуссия о проблеме способностей (1953) // Вопросы психологии. 2007. № 2. С. 5–32.
- Леонтьев Д. А.* Новые ориентиры понимания личности в психологии: от необходимости к возможному // Вопросы психологии. 2011. № 1. С. 3–27.

- Лейтес Н. С.* Возрастная одаренность школьников: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2001.
- Лейтес Н. С.* Возрастная одаренность и индивидуальные различия. М.: Изд-во «Институт практической психологии», Воронеж: НПО «Модэк», 1997.
- Лидин Р. А., Андреева Л. Л.* Тестовые задания для итогового контроля качества знаний // Химия в школе. 1994. № 3. С. 42–46.
- Линн Р.* Расовые различия в интеллекте. Эволюционный анализ / Пер. с англ. Д. О. Румянцев. М.: Профит-Стайл, 2010.
- Липиды как зеркало эволюции* // Химия и жизнь – XXI век. 2003. № 5. С. 5.
- Лисичкин Г. В., Коробейникова Л. А.* Годитесь ли вы в химики? М.: ИКЦ «Академ-книга», 2003.
- Логанова И. А.* Когнитивное и личностное развитие старших подростков музыкальных школ: Дис. ... канд. психол. наук. М., 2001.
- Локалова Н. П.* Психологическое развитие как составляющая образования // Вопросы психологии. 2003. № 1. С. 61–78.
- Локалова Н. П.* Применение закона системной дифференциации в построении психологической программы когнитивного развития младших школьников // Теория развития: дифференционно-интеграционная парадигма / Сост. Н. И. Чуприкова. М.: Языки славянских культур, 2009. С. 79–90.
- Ломов Б. Ф.* Методологические и теоретические проблемы психологии. М.: Наука, 1984.
- Ломов Б. Ф.* Системность в психологии / Под ред. В. А. Барабанщикова, Д. Н. Завалишиной и В. А. Пономаренко. М.: Изд-во «Институт практической психологии», Воронеж: НПО «Модэк», 1996.
- Ломоносов М. В.* Избранные труды по физике и химии. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1961.
- Ломоносов М. В.* Избранные философские произведения. М.: Госполитиздат, 1950.
- Лосский Н. О.* Мир как органическое целое. М.: Издание Г. А. Лемана и С. И. Сахарова, 1917.
- Лосский Н. О.* Обоснование интуитивизма: избранное. М.: Правда, 1991а. С. 13–304.
- Лосский Н. О.* Мир как органическое целое: избранное. М.: Правда, 1991б. С. 338–448.
- Лосский Н. О.* Чувственная, интеллектуальная и мистическая интуиция. М.: Республика, 1995.
- Луcretий Т. К.* О природе вещей: поэма / Пер. с лат. Ф. Петровского. М.: Мир книги–Литература, 2006.
- Луман Н.* Дифференциация / Пер. с нем. Б. Скуратова. М.: Изд-во «Логос», 2006.
- Лупенко Е. А.* Взаимодействие цвета и формы в структуре зрительного образа при восприятии и запоминании компьютерных изображений // Ментальная репрезентация: динамика и структура. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1998.
- Лурья А. Р.* Маленькая книжка о большой памяти. М., 1968.

- Лурия А. Р. Ум мнемониста // Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления / Под ред. Ю. Б. Гиппенрейтер, В. В. Петухова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. С. 108–112.
- Мальцев, А. В., Пракина Н. А. Мониторинг уровня знаний учащихся Екатеринбургa: анализ результатов централизованного абитуриентского тестирования 2000–2005 гг. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2006. С. 23–25.
- Манолов К. Великие химики. М.: Изд-во «Мир», 1976. Т. 1.
- Манолов К. Великие химики. М.: Изд-во «Мир», 1976. Т. 2.
- Марковников В. В. Воспоминания и черты из жизни и деятельности Александра Михайловича Бутрлерова // Марковников В. Соч. СПб.: Тип. В. Демасова, 1887.
- Мелик-Пашаев А. А. Психологические основы способностей к художественному творчеству: Дис. ... докт. психол. наук. М., 1994.
- Менделеев Д. И. Основы химии // Капица С. П. Жизнь науки. 2-е изд. М.: Изд. дом «Тончу», 2008. С. 251–253.
- Менделеев Д. И. Вещество // Избр. соч. Т. 2. Л., 1934. С. 367–385.
- Мерлин В. С. Структура личности. Характер, способности, самосознание: Учеб. пособие к спецкурсу. Пермь, 1990.
- Мерлин В. С. Очерк интегрального исследования индивидуальности. М.: Педагогика, 1986.
- Миллер Дж. Программы и структура поведения: Подробное описание модели Т-О-Т-Е. М., 2000.
- Минский М. С. Структура для представления знания // Психология машинного зрения / Пер. с англ. М.: Мир, 1978. С. 249–320.
- Минченков Е. Е., Зазнобина Л. С., Смирнова Т. В. Химия: учебник для 8-го кл. средн. общеобразоват. школы / Под ред. проф. Е. Е. Минченкова. М.: Школа-Пресс, 1998.
- Минченков Е. Е., Цветков Л. А., Зазнобина Л. С. Химия: учебник для 9-го класса средней общеобразовательной школы / Под ред. проф. Е. Е. Минченкова. М.: Школа-Пресс, 1999.
- Миттова И. Я. История химии с древнейших времен до конца XX века. М.: Книжный дом. Университет, 2009.
- Назарова В. В. Динамика когнитивной дифференцированности и возрастные интеллектуальные особенности школьников: Дис. ... канд. психол. наук. М., 2001.
- Найссер У. Познание и реальность: смысл и принципы когнитивной психологии. М.: Прогресс, 1981.
- Найссер У. Познание и реальность: смысл и принципы когнитивной психологии. Благовещенск: БГК им. И. А. Бодуэна де Куртенэ, 1998.
- Накохова Р. Р. Психология ценностных ориентаций этнофоров Северного Кавказа (на материале исследования народов Карачаево-Черкесии): Автореф. дис. ... докт. психол. наук. М., 2008.
- Наумова Е. Р. Формально-динамические свойства индивидуальности у лиц с разным уровнем интеллекта: Дис. ... канд. психол. наук. М., 1999.

- Нестерова О. В.* Динамика когнитивной и личностной дифференцированности младших школьников при традиционном и развивающем обучении по системе Л. В. Занкова: Дис. ... канд. психол. наук. М., 2004.
- Новейший философский словарь: 3-е изд., испр. Мн.: Книжный дом, 2003.
- Новлянская З. Н.* Методика исследования чувства материала как одного из аспектов художественного воображения // Вопросы психологии. 2006. № 5. С. 165–176.
- Норман Д. А.* Знания и роль памяти // Вопросы психологии. 1979. № 4. С. 141–148.
- Нормы профессиональной этики для разработчиков и пользователей психодиагностических методик. Стандартные требования к психологическим тестам. Ярославль: «Дебют», 1991.
- Общая химическая технология: учебник для вузов. В 2 ч. / Под ред И. П. Мухленова. Ч. I. Теоретические основы химической технологии. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1977а.
- Общая химическая технология: учебник для вузов. В 2 ч. / Под ред. И. П. Мухленова. Ч. II. Важнейшие химические производства. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1977б.
- Одаренность и возраст. Развитие творческого потенциала одаренных детей: учеб. пособие / Под ред. А. М. Матюшкина. М.: Изд-во Московского психолого-социального института; Воронеж: НПО «Модэк», 2004.
- Оманов Х. Т.* Философско-педагогические основы химического образования и вопросы его совершенствования: Автореф. дис. ... докт. пед. наук. Ташкент, 1995.
- Органическая химия для учащихся школ с углубленным изучением химии: Учеб. пособие / Под ред. В. Ф. Травеня. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2003.
- Смит В. А., Бочков А. Ф., Кейпн Р.* Органический синтез: Наука и искусство. М.: Мир, 2001.
- Оржековский П. А., Давыдов В. Н., Титов Н. А.* Экспериментальные творческие задачи по неорганической химии: Книга для учащихся. М.: АКРИ, 1998.
- Оржековский П. А.* Методические основы формирования у учащихся опыта творческой деятельности при обучении химии: Дис. ... докт. пед. наук. М., 1998.
- Очирова Л. П.* Формирование умений осуществлять причинно-следственные связи в обучении химии: Дис. ... канд. пед. наук. СПб., 1995.
- Пиаже Ж.* Избранные психологические труды // Пиаже Ж. Психология интеллекта. Генезис числа у ребенка. Логика и психология. М.: Просвещение, 1969.
- Пиаже Ж., Инельдер Б.* Генезис элементарных логических структур. Классификация и сериация / Пер. с фр. Э. Пчелкиной. М.: Изд-во «Эксмо-Пресс», 2002.
- Платон.* Диалектика // Антология мировой философии: Античность. Мн.: Харвест, С.: ООО «Изд-во АСТ», 2001. С. 272–276.
- Платонов К. К.* Проблемы способностей. М.: Наука, 1972.
- Поддьяков А. Н.* Зрелость и незрелость в контексте ортогенетического закона развития // Феномен и категория зрелости в психологии / Отв. ред. А. Л. Журавлев, Е. А. Сергиенко. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2007. С. 47–60.

- Поддьяков А. Н. Сравнительная психология развития Х. Вернера в современном контексте // *Культурно-историческая психология*. 2007. № 1. С. 63–71.
- Поддьяков А. Н. Типы соотношения интеграции и дифференциации в развивающихся системах // *Теория развития: дифференционно-интеграционная парадигма* / Сост. Н. И. Чуприкова. М.: Языки славянских культур, 2009. С. 91–102.
- Пономарев Я. А. Психология творчества. М.: Московский психолого-социальный институт; Воронеж: Изд-во НПО «Модэк», 1999.
- Поппер К. Логика научного исследования / Пер. с англ. М.: Республика, 2004.
- Поппер К. Р. Знание и психофизическая проблема: В защиту взаимодействия. Пер. с англ. М.: Изд-во ЛКИ, 2008.
- Потапов В. М., Чертков И. Н. Строение и свойства органических веществ: Пособие для учащихся 10 кл. 3-е изд. М.: Просвещение, 1980.
- Практический интеллект / Под ред. Р. Дж. Стернберга и др. СПб.: Питер, 2002.
- Прежесецкая С. И. Когнитивное и личностное развитие младших школьников в разных системах обучения: Дис. ... канд. психол. наук. М., 1995.
- Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. Пер. с англ. 6-е изд. М.: Изд-во ЛКИ, 2008.
- Прокл. Первоосновы теологии // *Антология мировой философии: Античность*. Мн.: Харвест, С.: ООО «Изд-во АСТ», 2001. С. 934–956.
- Рабочая концепция одаренности. 2-е изд., расш. и перераб. М., 2003.
- Равен Дж. К., Курт Дж. Х., Равен Дж. Руководство к прогрессивным матрицам Равена и словарным шкалам. Разд. 3: Стандартные прогрессивные матрицы. М.: Когито-Центр, 1996.
- Ратанова Т. А. Взаимосвязь некоторых когнитивно-личностных показателей со школьной успеваемостью // *Структуры познавательной деятельности*. Владимир, 1987. С. 10–22.
- Ратанова Т. А. Уровень дифференциации когнитивных структур как основа умственных способностей // *Психология сегодня*. Т. 2. Вып. 1. М., 1996. С. 124–125.
- Ратанова Т. А., Чуприкова Н. И. Время реакции как показатель дискриминативной способности мозга, интеллекта и специальных способностей // *Психология высших когнитивных процессов* / Под ред. Т. Н. Ушаковой, Н. И. Чуприковой. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2004. С. 33–56.
- Ратанова Т. А. Взаимосвязь когнитивной дифференцированности и показателей интеллектуальных и специальных способностей в зависимости от возраста и условий обучения // *Теория развития: дифференционно-интеграционная парадигма* / Сост. Н. И. Чуприкова. М.: Языки славянских культур, 2009. С. 117–130.
- Рахимбекова Х. М. История химии и эволюция содержания учебников общей химии 17–20 вв.: Автореф. дис. ... докт. хим. наук. М., 1993.
- Ребеко Т. А. Дифференцированность и интегрированность ментальных объектов // *Феномен и категория зрелости в психологии* / Отв. ред. А. Л. Журавлев, Е. А. Сергиенко. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2007. С. 61–95.

- Ребеко Т. А. Память // Когнитивная психология: Учебник для вузов / Под ред. В. Н. Дружинина, Д. В. Ушакова. М.: Пер Сэ, 2002. С. 79–114.
- Резник Л. И. Индивидуальное семантическое пространство как ведущий компонент социально-перцептивных способностей (на материале учителей физкультуры): Автореф. дис. ... канд. психол. наук. Ульяновск, 1992.
- Реми Г. Курс неорганической химии. М.: Мир, 1972. Т. 1.
- Реми Г. Курс неорганической химии. М.: Мир, 1974. Т. 2.
- Реймерс Н. Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Россия Молодая, 1994.
- Рехтман И. В. Психологические условия формирования ориентировочной основы действий (на материале обучения химии): Дис. ... канд. психол. наук. М., 2000.
- Ришар Ж. Ф. Ментальная активность. Понимание, рассуждение, нахождение решений / Сокр. перевод с фр. Т. А. Ребеко. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1998.
- Робертс Дж., Касерио М. Основы органической химии. Изд. 2-е, доп. М.: Мир, 1978а. Т. 1.
- Робертс Дж., Касерио М. Основы органической химии. Изд. 2-е, доп. М.: Мир, 1978б. Т. 2.
- Рожественская В. И. Индивидуальные различия работоспособности. М., 1979.
- Росс Ф. Как вырастить гения // В мире науки. 2006. № 11. С. 55.
- Рубинштейн С. Л. О природе мышления и его составе // Хрестоматия. М., 1989. С. 71–77.
- Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. СПб.: Питер, 2002.
- Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования. М.: Изд-во АН СССР, 1958. С. 48–90.
- Рубинштейн С. Л. Бытие и сознание. Человек и мир. СПб.: Питер, 2003.
- Руденко А. П. Теория саморазвития открытых каталитических систем. М., 1969.
- Руденко А. П. Физико-химические основания химической эволюции. Закономерности химической эволюции // Журнал физической химии. 1983. Т. LVII. Вып. 11. М.: Изд-во «Наука», 1983. С. 2641–2657.
- Рудзитис Г. Е., Фельдман Ф. Г. Химия-11: Органич. химия. Основы общей химии: (обобщение и углубление знаний): учеб. для 11 кл. сред. шк. М.: Просвещение, 1992.
- Рудзитис Г. Е., Фельдман Ф. Г. Химия: Неорган. химия. Орган. химия: Учеб. для 9 кл. общеобразоват. учреждений. 8-е изд. М.: Просвещение, 1999.
- Рудзитис Г. Е., Фельдман Ф. Г. Химия: Неорган. химия: учеб. для 8 кл. сред. шк. 2-е изд. М.: Просвещение, 1991
- Рудзитис Г. Е., Фельдман Ф. Г. Химия: Орган. химия: учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений. 7-е изд. М.: Просвещение, 2000.
- Русалов В. М. Биологические основы индивидуально-психологических различий. М., 1979.
- Русалов В. М., Наумова Е. Р. О связях общих способностей с «интеллектуальными» шкалами темперамента // Психол. журнал. 1999. Т. 20. № 1. С. 70–77.

- Русалов В. М. Зрелость: эмоциональная, нравственная, личностная, интеллектуальная, социальная, биологическая. Единая или множественная характеристика // Феномен и категория зрелости в психологии / Отв. ред. А. Л. Журавлев, Е. А. Сергиенко. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2007. С. 29–46.
- Семенов Н. Н. Химическая кинетика – проблемы и перспективы: Доклад на Юбилейной сессии Академии наук СССР. М., 1975.
- Сергиенко Е. А. Когнитивная репрезентация в раннем онтогенезе человека // Ментальная репрезентация: динамика и структура. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1998а. С. 135–162.
- Сергиенко Е. А. Роль раннего зрительного опыта в развитии интерсенсорного взаимодействия в раннем онтогенезе человека // Ментальная репрезентация: динамика и структура. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1998б. С. 163–198.
- Сергиенко Е. А. Зрелость: молярный или модулярный подход // Феномен и категория зрелости в психологии / Отв. ред. А. Л. Журавлев, Е. А. Сергиенко. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2007. С. 13–28.
- Сергиенко Е. А. Развитие идей психологии субъекта А. В. Брушлинского: системно-субъектный подход // Личность и бытие: субъектный подход // Материалы научной конференции, посв. 75-летию со дня рождения чл.-корр. РАН А. В. Брушлинского. 15–16 октября 2008 г. / Отв. ред. А. Л. Журавлев, В. В. Знаков, З. И. Рябинкина. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2008. С. 54–58.
- Сергиенко Е. А. Принципы дифференциации-интеграции и континуальности-дискретности психического развития // Теория развития: дифференционно-интеграционная парадигма / Сост. Н. И. Чуприкова. М.: Языки славянских культур, 2009а. С. 131–150.
- Сергиенко Е. А. Единство восприятия и мышления в раннем онтогенезе человека // Альманах «Новые исследования». М.: Вердана, 2009б. № 2 (19). С. 96–97.
- Сергиенко Е. А., Лебедева Е. И., Прусакова О. А. Модель психического в онтогенезе человека. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2009в.
- Сидорова В. В. Культурная детерминация образа сознания (на примере русской и японской культур): Дис. ... канд. психол. наук. М., 2005.
- Симонов В. П. Эмоциональный мозг. М., 1981.
- Сироткин О. С. Химия на своем месте // Химия и жизнь – XXI век. 2003. № 5. С. 26–29.
- Смирнов А. А. Проблемы психологии памяти. М.: Педагогика, 1966.
- Смирнов С. Д. Психология образа: проблема активности психического отражения. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985.
- Смирнов С. Д. Образ мира как объект психологических исследований // Теория и методология психологии: Постнеклассическая перспектива / Отв. ред. А. Л. Журавлев, А. В. Юревич. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2007. С. 157–173.
- Соловьев В. С. Философские начала цельного знания // Полн. собр. соч. и писем. В 20 т. М.: Наука, 2000. Т. 2. С. 185–308.

- Соловьев В. С. София. Начала вселенского учения // Полн. собр. соч. и писем В 20 т. М.: Наука, 2000. Т. 2. С. 9–161.
- Соловьев Ю. И. История химии. М.: Просвещение, 1984.
- Соловьев Ю. И. История учения о химическом процессе. М.: Наука, 1981.
- Соловьев Ю. И., Курашов В. И. Химия на перекрестке наук: Исторический процесс развития взаимодействия естественно-научных знаний. М.: Наука, 1989.
- Солсо Р. Когнитивная психология. СПб.: Питер, 2002.
- Сонькин В. Д. На пути к физиологической теории онтогенеза человека // Новые исследования. Альманах, М.: Вердана, 2009. № 2 (19). С. 13–14.
- Спенсер Г. Основания психологии. СПб., 1879. Т. 1.
- Спенсер Г. Основные начала. СПб., 1886.
- Спенсер Г. Воспитание: умственное, нравственное и физическое / Пер. с англ. Сост. и отв. ред. Г. Б. Корнетов. М.: Изд-во УРАО, 2003.
- Старчеус М. С. Слух музыканта. М.: Моск. гос. консерватория им. П. И. Чайковского. М., 2003.
- Старчеус М. С. Слух музыканта: психолого-педагогические проблемы становления и совершенствования: Автореф. дис. ... докт. пед. наук. М., 2005.
- Степанова Л. П., Рождественская В. И. Особенности работоспособности в условиях монотонной деятельности // Вопросы психологии. 1986. № 3. С. 121–127.
- Стреляя Я. Роль темперамента в психическом развитии. М., 1982. С. 157–160.
- Суздалева В. А. Проявление типологических свойств в скорости ассоциативных и мыслительных процессов человека: Дис. ... канд. психол. наук. М., 1975.
- Теплов Б. М. Об изучении типологических свойств нервной системы и их психологических проявлений // Вопросы психологии. 1957. № 5. С. 118–130.
- Теплов Б. М. Ум полководца // Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления / Под ред. Ю. Б. Гиппенрейтер, В. В. Петухова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. С. 332–341.
- Теплов Б. М. Психология музыкальных способностей // Избранные труды. В 2 т. М.: Педагогика, 1985. Т. 1.
- ТИПС (тест интеллектуальных и профессиональных способностей, компьютерный вариант) // www.ht.ru.
- Толман Э. Когнитивные карты у крыс и человека // Хрестоматия по истории психологии / Ред. П. Я. Гальперин, А. Н. Ждан. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. С. 63–82.
- Трифонов Д. Н. Ученые и их открытия: ист. очерки: Учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2004.
- Трифонов Д. Н. История химии в России. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2002.
- Тулмин С. Человеческое понимание. М.: Прогресс, 1984.
- Туник Е. Е. Диагностика креативности. Тест Е. Торренса: методическое руководство. Санкт-Петербург, 1998. С. 142–144.
- Ушаков Д. В. Интеллект: структурно-динамическая теория. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2003.
- Ушаков Д. В. Мышление и интеллект // Психология XXI века / Под ред. В. Н. Дружинина. М.: Пер Сэ, 2004. С. 291–353.

- Ушакова Т. Н. Взаимодействие первой и второй сигнальных систем в актах умозаключающего наглядного мышления // Пограничные проблемы психологии и физиологии. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1961. С. 74–84.
- Ушинский К. Д. Человек как предмет воспитания. 2-е изд. СПб., 1895. Т. 1.
- Федоренко П. В. Психологические условия эффективного применения ТСО для совершенствования профессиональной деятельности будущего учителя химии: Дис. ... канд. психол. наук. М., 1992.
- Фигуровский Н. А. Очерк общей истории химии. М.: Наука, 1969.
- Фигуровский Н. А. История химии. М.: Просвещение, 1979.
- Филимонов Ю., Тимофеев В. Руководство к методике исследования интеллекта для взрослых Д. Векслера (WAIS). Адаптация 1995 г. / Под ред. О. И. Муляра. СПб.: Иматон, 1995.
- Филимоненко Ю. И., Тимофеев В. И. Тест Векслера. Диагностика уровня развития интеллекта (детский вариант): методическое руководство. СПб.: Иматон, 2006.
- Философия естественных наук: Учеб. пособие для вузов / Под общ. ред. проф. С. А. Лебедева. М.: Академический проект; Фонд «Мир», 2006.
- Философский энциклопедический словарь / Гл. ред. Л. Ф. Ильичев и др. М.: Советская энциклопедия, 1983.
- Франк С. Предмет знания. Душа человека. Мн.: Харвест, М.: АСТ, 2000.
- Фритц Дж., Шенк Г. Количественный анализ. М.: Мир, 1978.
- Харгиттаи И. Откровенная наука. Беседы со знаменитыми химиками / Пер. с англ. П. М. Зоркого. М.: Едиториал УРСС, 2003.
- Харламенкова Н. Е. Спонтанность и контроль в зрелых личностных отношениях // Феномен и категория зрелости в психологии / Отв. ред. А. Л. Журавлев, Е. А. Сергиенко. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2007. С. 128–148.
- Химики о себе. М.: ВЛАДМО; УМИЦ «Граф-Пресс», 2001.
- Химия и общество: Пособие для учителей / Пер. с англ. М.: Мир, 1995.
- Химия: пособие для абитуриентов. 4-е изд., перераб. и доп. / А. Я. Дупал и др. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2004.
- Холодная М. А. Интегральные структуры понятийного мышления. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1983.
- Холодная М. А. Существует ли интеллект как психическая реальность? // Вопросы психологии. 1990. № 5. С. 121–128.
- Холодная М. А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Питер, 2002.
- Холодная М. А. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума. 2-е изд. СПб.: Питер, 2004.
- Холодная М. А. Возможности объединения онтологического, субъектного и ресурсного подходов в исследовании интеллекта // Личность и бытие: субъектный подход / Материалы научной конференции, посв. 75-летию со дня рождения чл.-корр. РАН А. В. Брушлинского. 15–16 октября 2008 г. / Отв. ред. А. Л. Журавлев, В. В. Знаков, З. И. Рябинкина. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2008. С. 201–204.

- Холодная М. А.* Структурно-интегративная методология в исследовании интеллекта // Теория развития: дифференционно-интеграционная парадигма / Сост. Н. И. Чуприкова. М.: Языки славянских культур, 2009. С. 195–204.
- Цветков Л. А.* Преподавание органической химии в средней школе: пособие для учителя. 3-е изд., перераб. М.: Просвещение, 1984.
- Чайлд Г.* Археология и прогресс. М.: Государственное изд-во иностранной литературы, 1948.
- Черемных Н. М.* Философские проблемы современной химии // Философия естественных наук / Под общей ред. С. А. Лебедева. М.: Академический проект; Фонд «Мир», 2006. С. 167–211.
- Черемных Н. М., Клишина С. А.* История и философия химии: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2009.
- Чесовская Е. Н.* Когнитивная дифференцированность, интеллектуальные и индивидуально-типологические особенности студентов факультета иностранных языков педагогического вуза: Дис. ... канд. психол. наук. М., 2006.
- Чхандогья-упанишада* // Анталогия мировой философии: Древний Восток. Мн.: Харвест; М.: ООО «Изд-во АСТ», 2001. С. 337–392.
- Чудновский В. Э.* Судьба трех научных идей Б. М. Теплова // Вопросы психологии. 2007. № 2. С. 112–119.
- Чудновский В. Э.* Актуальные проблемы психологии способностей // Вопросы психологии. 1986. № 3. С. 78–89.
- Чуприкова Н. И.* Слова как фактор управления в высшей нервной деятельности человека. М.: Просвещение, 1967.
- Чуприкова Н. И.* О стабилизации времени реакций при большом числе хранящихся в памяти эталонов // Вопросы психологии. 1971. № 1. С. 50–62.
- Чуприкова Н. И.* Познавательная активность в системе процессов памяти. М.: Педагогика, 1989.
- Чуприкова Н. И.* Принцип дифференциации когнитивных структур в умственном развитии, обучение и интеллект // Вопросы психологии. 1990. № 5. С. 31–39.
- Чуприкова Н. И.* Умственное развитие и обучение (Психологические основы развивающего обучения). М.: АО «Столетие», 1995.
- Чуприкова Н. И.* Время реакций и интеллект: почему они связаны (о дискриминативной способности мозга) // Вопросы психологии. 1995. № 4. С. 63–81.
- Чуприкова Н. И.* Психология умственного развития: Принцип дифференциации. М.: АО «Столетие», 1997.
- Чуприкова Н. И.* Идеи общих законов развития в трудах русских мыслителей конца XIX–начала XX вв. // Вопросы психологии. 2000. № 1. С. 109–125.
- Чуприкова Н. И.* Умственное развитие и обучение (к обоснованию системно-структурного подхода). М.: Изд-во Московского психолого-социального института; Воронеж: НПО «Модэк», 2003.
- Чуприкова Н. И.* Психика и предмет психологии в свете достижений современной нейронауки // Вопросы психологии. 2004. № 2. С. 104–118.
- Чуприкова Н. И.* Метод тестирующего стимула в изучении механизмов аналитико-синтетической деятельности мозга человека // Психология выс-

- ших когнитивных процессов / Под ред. Т. Н. Ушаковой, Н. И. Чуприковой. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2004. С. 11–32.
- Чуприкова Н. И., Ратанова Т. А. Связь показателей интеллекта и когнитивной дифференцированности у младших школьников // Вопросы психологии. 2005. № 3. С. 104–113.
- Чуприкова Н. И. Теория отражения, психическая реальность и психологическая наука // Методология и история психологии. 2006. Т. 1. Вып. 1. С. 189–190.
- Чуприкова Н. И. Психофизиологическая проблема и разработка теории мозговой организации высших психических процессов человека в трудах Е. И. Бойко и его школы // Вопросы психологии. 2007. № 3. С. 3–15.
- Чуприкова Н. И. Умственное развитие: Принцип дифференциации. СПб.: Питер, 2007.
- Чуприкова Н. И. Всеобщий универсальный дифференционно-интеграционный закон развития как основа междисциплинарной парадигмальной теории развития // Теория развития: дифференционно-интеграционная парадигма / Сост. Н. И. Чуприкова. М.: Языки славянских культур, 2009. С. 7–16.
- Шадриков В. Д. Проблема системогенеза деятельности. Ярославль, 1980.
- Шадриков В. Д. Способности, одаренность, талант // Развитие и диагностика способностей / Отв. ред. В. Н. Дружинин, В. Д. Шадриков. М.: Наука, 1991.
- Шадриков В. Д. Деятельность и способности. М., 1994.
- Шадриков В. Д. Введение в психологию: способности человека. М.: Логос, 2002.
- Шадриков В. Д. Происхождение человечности: учеб. пособие для высших учебных заведений. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Логос, 2004.
- Шадриков В. Д. Представление о способностях человека // Психология интеллекта и творчества: Традиции и инновации: Материалы научной конференции, посвященной памяти Я. А. Пономарева и В. Н. Дружинина, ИП РАН, 7–8 октября 2010 г. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2010. С. 102–111.
- Шаталов М. А. Проблемное обучение химии в средней школе на основе межпредметной интеграции: Дис. ... канд. пед. наук, Санкт-Петербург, 1998.
- Шеварев П. А. Теория обобщенных ассоциаций в психологии. М.: Изд-во «Институт практической психологии»; Воронеж: Изд-во НПО «Модэк», 1998.
- Шмальгаузен И. И. Рост и дифференцировка. Избр. Труды. В 2 т. Т. 1. Киев: Наукова думка, 1984.
- Шоломей К. М., Чуприкова Н. И., Захарова С. А. Работа памяти при формировании «естественных» понятий // Психологический журнал. 1989. Т. 10. № 2. С. 99–109.
- Шпаченко Д. И. О некоторых показателях обучаемости радиотелеграфистов // Вопросы психологии. 1974. № 4.
- Эдельман Дж., Маунткэсл В. Разумный мозг. М.: Мир, 1981.
- Энгельгардт В. А. Познание явлений жизни. М.: Наука, 1984.
- Эмпедокл. О природе // Антология мировой философии: Античность. Мн.: Харвест, С.: ООО «Изд-во АСТ», 2001. С. 58–66.
- Энгельс Ф. Диалектика природы. М.: Политиздат, 1982.

- Эпштейн Д. А. Формирование химических способностей учащихся // Вопросы психологии. 1963. № 6. С. 106–116.
- Юнг К. Г. Психологические типы. СПб.–М., 1995.
- Юрчук В. В. Современный словарь по психологии. Мн.: Современное слово, 1998.
- Юшко Т. А. Когнитивное и личностное развитие старших подростков художественных школ: Дис. ... канд. психол. наук, М., 1997.
- Юшкова Г. М. Когнитивное и личностное развитие учащихся 11–13 лет с разной успешностью обучения: Дис. ... канд. психол. наук. М., 2001.
- Близнаков Г. Е. и др. Химия за 7 клас. Българска. Изд-во «Просвета-София», 2003.
- Йорданова Л. Б., Манева Р. Н., Цифудин Е. Л. Химия за 8 клас. 3-е изд. Изд-во «Просвета-София», 2003.
- Манев С. Г. и др. Химия и опазване на околната среда за 10 клас. Задължителна подготовка. Изд-во «Просвета-София», 2001.
- Манев С. Г. и др. Химия и опазване на околната среда за 9 клас. Задължителна подготовка. Българска. Изд-во «Просвета-София», 2001.
- Aleksandrov Y., Aleksandrova N. Subjective Experience and Culture. Structure and Dynamics // Social Sciences. A Quarterly Journal of the Russian Academy of Sciences. 2007. V. 38. № 3. P. 109–124.
- Alexandrov Y. I. Cross-cultural difference of transfer effect during learning in approach and withdrawal situations // Материалы международной конференции «Физиология развития человека», секция 1, секция 2, Москва, 22–24 июня 2009. М.: Вердана, 2009. С. 134–135.
- Bartlett F. C. Remembling. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1932.
- Bloom B. S. (Ed.). Developing talent in young people. New-York: Ballantme, 1985.
- Brand C. The g-factor: general intelligence and its implications. Chichester, England: John Wiley & Sons Inc., 1996.
- Bronston P., Merryman A. The creativity crisis // Newsweek. 2010. July 10. <http://www.newsweek.com/2010/07/10/the-creativity-crisis.html>.
- Carrol J. B. Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies. New York: Cambridge University Press, 1993.
- Chace W. G., Ericson K. A. Skill and working memory // The psychology of learning and motivation. New York: Academic Press, 1982. V. 16. P. 1–58.
- Clark G. J., Riley W. D. The Connection between Success in a Freshman Chemistry Class and a Student's Jungian Personality Type // Journal of Chemical education. 2001. V. 78. № 10. P. 1406–1411.
- Craik F., Lockhart R. Levels of processing: a framework for memory research // Journal of verbal learning and verbal behavior. 1972. № 11. P. 671–684.
- Craik F., Tulving E. Depth of processing and the retention of words in episodic memory // Journal of Experimental Psychology: General. 1975. V. 104. P. 268–294.
- Pugman D. V., Coventry K. R., Newstead S. E. Contextuan cues and retrieval of information from cognitive maps // Memory & Cognition. 2007. V. 35. № 3. P. 381–392.
- Deary I. J. Looking Down от Human Intelligence. Oxford, UK: Oxford University Press, 2000.

- De Groot A.* Thought and choice in chess. The Hague: Mouton, 1978.
- Ericsson K. A., Krampe R. T., Tesch-Romer C.* The role of deliberate practice in acquisition of expert performance // *Psychological Review*. 1999. V. 100. P. 363–406.
- Gibson E. J.* Principles of perceptual learning and development. New-York: Appeton Century Grofts, 1969.
- Gibson E. J.* Exploratory behavior in the development of proceiving action and the acquiring of knowledge // *Ann. Rev. of Psychology*. 1988. V. 39. P. 1–41.
- Geary D. C.* et al. Computational and reasoning abilities in arithmetic: cross-generational change in China and the United States // *Psychonomic Bulletin and Review*. 1997. №4. P. 425–430.
- Golinski J.* Science as puplic culture. Chemistry and Enlightenvent in Britain, 1760–1820. Cambridge (etc): Cambridge univ. press, 1999. V. XI.
- Goodenough D. R.* The role of individual differences in field dependence as a factor in learning memory // *Psychol. bull.* 1976. V. 5. №4. P. 675–694.
- Greenberg A.* From alchemy to chemistry in picture and story. Hoboken, N. J.: Wiley-Interscience, 2007.
- Harle M. A., Towns M.* Review of spatial ability literature, its connection to chemistry, and implications for instruction // *Journal of chemical education*. 2011. V. 88. №3. P. 351–360.
- Hendricks B. C., Tyler R. W., Frutchey F. P.* Testing ability to apply chemical principles // *Journal of Chemical education*. 1934. V. 11. №11. P. 611–612.
- Hunt E.* The role of intelligence in modern society // *American Scientist*. 1995. V. 83. P. 356–368.
- Jensen A. R., Whang P. A.* Reaction time and intelligence: a comparison of Chinese and Anglo-American children // *Journal of Biosocul Science*. 1993. №25. P. 397–411.
- Jensen A. R.* The g factor: The science of mental ability. Westport, CT: Praeger/Greenwood, 1998.
- Kim M. G.* Affinity, that Elusive Dream. A genealogy of Chemical Revolution. Cambridge, Massachusetts, London, England: London MIT press, 2003.
- Kirchhoff M. M.* International year of chemistry: an educational opportunity // *Journal of chemistry educanional*. 2011. V. 88. №1. P. 1–2.
- Kuhn D.* Children and adults as intuitive scientists // *Psychol. Review*. 1989. V. 94. P. 674–689.
- Laszlo P., Hoffmann R.* Ferrocene: Ironclad History or Rashomon Tale? // *Angew. Chem. Int. Ed.* 2000. 39. №1. P. 123–124.
- Loyson P.* Chemistry in the Time of the Pharaohs // *Journal of Chemical education*. 2011. V. 88. №2. P. 146–150.
- Mangina C. A.* et al. Neural correlates of “analytical-specific visual perception” and degree of task difficalty as investigated by Mangine-Test: a functional magnetic resonance imagine (fMRI) study in young healthy adults // *International Journal of Psychophysiology*. 2009. doi:10.1016/j.ijpsycho.2009.04.009.
- Mangina C. A.* et al. Modulation of specific brain activity by the perceptual analysis of very subtle geometrical relationships of The Mangine-Test stimuli: a functional

- magnetic resonance imagin (fMRI) study in young healthy adults // *International Journal of Psychophysiology*. 2009. doi:10.1016/j.ijpsycho.2009.04.010.
- Marsel T., Forrin B.* Naming Latency and the repetition of stimulus categories // *Journal of Experimental Psychology*. 1974. V. 103. № 3.
- Masterton W. L., Hurley C. N.* *Chemistry: Principles & Reaction*. Third Edition. USA: Saunders College Publishing, 1989.
- Myers I. B., Myers P.* *Gifts Differing: understanding Personality Type*. Mountain View, CA: Davies-Press Publishing, 1980.
- Neisser U.* *Cognitive Psychology*. New York, The Century Psychology Series Award, Appleton–Century–Crofts, 1966. P. 3–170.
- Newell A., Shaw J. C., Simon H. A.* Elements of a theory of human problem solving // *Psychological Review*. 1958. № 65. P. 151–166.
- Rowlinson J. S.* *Cohession. A scientific History of intermolecular Forces*. Cambridge (etc): Cambridge univ. press, 2002.
- Posner M. I.* Orienting of attention // *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1980. V. 32. № 1.
- Posner M. I., Snyder C. R. R., Davidson B. J.* Attention and detection of signals // *Journal of Experimental Psychology: General*. 1980. V. 109. № 2.
- Salthouse T. A., Mitchell D. R. D.* Effects of age and naturally occurring experience on spatial visualization performance // *Developmental Psychology*. 1990. V. 26. P. 845–854.
- Shiffrin R. M.* Laboratory experimentation on the genesis of expertise // *The road to excellence*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 1996. P. 337–345.
- Simon H. A., Chase W. G.* Skill in chess // *American Scientist*. 1973. V. 61. P. 391–403.
- Simon H. A., Gilmartin K.* A simulation of memory for chess position // *Cognitive Psychology*. 1973. № 8. P. 165–190.
- Simonton K. A.* Creative expertise: A life-span developmental perspective // *The road to excellence*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 1996. P. 227–253.
- Schore N. E.* *Study guide and solutions manual for organic chemistry*. Second edition. New York: W. H. Freeman and Company, 1994.
- Shane J. W., Bennett S. D., Hirschl-Mike R.* Using Chemistry as a Medium for Energy Education: Suggestions for Content and Pedagogy in a Nonmajors Course // *Journal of Chemical education*. 2010. V. 87. № 11. P. 1166–1170.
- Spearman C.* *The abilities of man*. London: Macmillian, 1927.
- Raven J. C., Court J. H., Raven J.* *Standart Progressive Matrices set A, B, C, D & E* Printed in Great Britain by Information Press Ltd.
- Strathem P.* *Mendeleyevs Dream. The quest for the Elements*. London: Hamilton, 2000.
- Sternberg R. J.* Costs of expertise // *The road to excellence*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 1996.
- Taylor T. M.* International year of chemistry 2011 – This is your year // *Journal of chemistry educational*. 2011. V. 88, № 1. P. 6–7.
- Tolmen E. C.* Cognitive maps in rats and men // *Psychological Review*. 1948. № 55. P. 189–208.
- Tulving E.* How many memory system are there? // *American Psychologist*. 1985. V. 40. № 4. P. 385–398.

- Tulving E.* Multiple memory system and consciousness // *Human neurobiology.* 1987. V. 6. P. 67–80.
- Warren R. E.* Stimulus encoding and memory // *Journal of Experimental Psychology.* 1972. V. 94. № 1.
- Warren R. E.* Time and spread of activation in memory // *Journal of Experimental Psychology: Human learning and memory.* 1977. V. 3. № 4.
- Werner H. I., Kaplan B.* The developmental approach to cognition: its relevance to the psychological interpretation of anthropological and ethnolinguistic data // *American Anthropologist.* 1956. V. 58. P. 866–880.
- Werner H.* Comparative psychology of mental development. N. Y., 1957.
- Werner H.* The concept of development from a comparative and organisms point of view // *The concept of development.* Minneapolis, 1957. P. 125–148.
- Williams K. R.* Ancient Recipes // *Journal of Chemical. Education.* 2000. V. 77 (3). P. 300–303.
- Winner E.* The rage to master: The decisive role of talent in the visual arts // *The road to excellence.* Mahwah, NJ: Erlbaum, 1996. P. 271–301.
- Witkin H. A., Goodenough D. R.* Field dependence and interpersonal behavior // *Psychol. Bull.* 1977. V. 84. № 4. P. 661–689.
- Witkin H. A., Goodenough D. R., Oltman P.* Psychological differentiation: current status. N. Y., 1977.
- Witkin H. A., Goodenough D. R.* Cognitive styles: essence and origins. Field dependence and independence // *Psychological Iss. Monograph.* 51. N. Y., 1982.

Научное издание

ВОЛКОВА ЕЛЕНА ВЕНИАМИНОВНА

ПСИХОЛОГИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ДИФФЕРЕНЦИОННО-ИНТЕГРАЦИОННЫЙ ПОДХОД

Лицензия ЛР № 03726 от 12.01.01

Издательство «Институт психологии РАН»

129366, Москва, ул. Ярославская, 13

Тел.: (495) 682-51-29. E-mail: rio@psychol.ras.ru. www.ipras.ru

Сдано в набор 16.06.11. Подписано в печать 04.07.11

Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная

Гарнитура ИТС SNARTER. Усл. печ. л. 20. Уч.-изд. л. 16. Тираж 500 экз. Заказ

Отпечатано с готовых диапозитивов в ППП «Типография „Наука“»
121099, Москва, Шубинский пер., 6

