

Е. В. Волкова

ОБЩИЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЗАКОН РАЗВИТИЯ,
РАЗВИТИЕ КОГНИТИВНЫХ СТРУКТУР
ХИМИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ
И ХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБНОСТИ

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2008

ББК
В _____

Рецензенты:

кафедра психологии Московского государственного гуманитарного университета им. *М. А. Шолохова* (заведующий кафедрой доктор психологических наук, профессор *Т. А. Ратанова*);
доктор психологических наук, профессор *Н. И. Чуприкова*
(Психологический институт Российской академии образования)

Волкова, Е. В.

В _____ Общий универсальный закон развития, развитие когнитивных структур химического знания и химические способности. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008. – _____ с., ил.

ISBN _____

В книге изложены результаты теоретического и экспериментального исследования специальных способностей, формирующихся при усвоении химических знаний. В свете общего универсального закона развития и представления о когнитивных структурах, складывающихся в процессе познания мира, доказываются существование химических способностей и показывается формирование структур, лежащих в их основе как в процессе обучения, так и с точки зрения историко-культурного развития предметного содержания химического мышления.

В монографии раскрывается специфика химических способностей, без учета которой невозможна эффективная организация преподавания дисциплин химического цикла.

Книга предназначена для психологов, философов, педагогов, а также может быть полезна студентам психологических и педагогических вузов, химических факультетов, руководителям образовательных учреждений, заинтересованных в повышении качества образования.

ББК _____

ISBN _____

© Е. В. Волкова, 2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	5
Введение.....	7
Глава 1. Когнитивные психологические структуры.....	11
1.1. Современные представления о репрезентативных когнитивных структурах.....	11
1.1.1. Ментальный опыт (М. А. Холодная).....	19
1.1.2. Репрезентативные когнитивные психологические структуры как носители умственного развития (Н. И. Чуприкова).....	24
1.1.3. Генезис элементарных логических структур (Ж. Пиаже, Б. Инельдер).....	29
1.1.4. Репрезентации и управляющие процессы (Ф. Крейк, И.Бялысток).....	32
1.2. Теоретические и экспериментальные доводы существования обобщенно-абстрактных репрезентаций.....	34
1.3. Возможное строение когнитивных структур химического познания и условие их развития.....	40
Глава 2. Общий универсальный закон развития всех сложных систем, природы и общества.....	55
2.1. Идея универсального закона развития в философских учениях древности.....	56
2.2. Принцип дифференциации в психоаналитических концепциях развития личности.....	60
2.3. Системно-структурный подход к процессам развития (анализ и обобщение эмпирических данных и теорий развития в работах Н. И. Чуприковой).....	61
Глава 3. Историко-культурное развитие предметного содержания химии в свете общего универсального закона развития и представления о когнитивных структурах, складывающихся в процессе познания мира.....	70
3.1. Античный период.....	77
3.2. Алхимический период.....	82
3.3. Период объединения химии.....	85
3.4. Период количественных законов химии.....	92
3.5. Периоды классической и современной химии.....	100
3.5.1. Периодическая система химических элементов.....	102
3.5.2. Учение о химическом строении соединений.....	110
3.5.3. Учение о химическом процессе.....	122
3.6. Заключение.....	129
Глава 4. Развитие когнитивных структур химического знания в процессе школьного обучения.....	131
4.1. Принцип дифференциации в теории и практике обучения.....	131
4.2. Смысл и содержание программы «Когнитивное обучение на уроках химии».....	134
4.3. Постановка проблемы и организация экспериментального исследования развития когнитивных структур химического знания в процессе усвоения школьного курса химии.....	152
4.4. Методики оценки степени сформированности когнитивных структур химического знания.....	154
4.5. Результаты экспериментального исследования.....	175
4.5.1. Сравнительный анализ формирования когнитивных структур химического познания подростков, обучающихся по разным программам.....	175
4.5.2. Динамика формирования когнитивных структур химических знаний в разных группах испытуемых.....	186
4.5.3. Влияние организации учебного процесса по программе «Когнитивное обучение на уроках химии» на умственное развитие учащихся.....	193

ПРЕДИСЛОВИЕ

4.5.4. Корреляционные связи показателей интеллекта и степени сформированности систем химического знания	197
4.6. Заключение	199
Глава 5. Химические способности как психическая реальность	205
5.1. Проблемы психологии способностей	206
5.2. Гипотеза о существовании специальных химических способностей	225
5.3. Исследование связи времени дифференцирования химических понятий с показателями интеллектуального развития (по тесту Д. Векслера).....	242
5.3.1. Исследование корреляционных связей между показателями интеллекта по Д. Векслеру и временем дифференцирования химических понятий.....	244
5.3.2. Исследование регрессионных связей между показателями интеллекта по Д. Векслеру и временем дифференцирования химических понятий.....	251
5.3.3. Дисперсионный анализ связи времени дифференцирования химических понятий и показателей интеллекта	256
5.3.4. Факторный анализ.....	257
5.4. Особенности памяти студентов и школьников с разным уровнем успешности по химическим дисциплинам	260
5.5. Сравнительный анализ выполнения серий С и Е СПМ Равена в группах лучше и хуже успевающих по химии студентов и школьников.....	269
5.6. Сравнительный анализ выполнения методики Торренса в группах лучше и хуже успевающих по химии студентов.....	283
5.7. Химическая направленность ума	300
5.8. Некоторые соображения о природных предпосылках химических способностей ..	310
Глава 6. Особенности мыслительных процессов, задействованных при решении химических задач	331
6.1. Логико-психологический анализ структуры декларативных знаний «вещество и тело», «физические и химические явления», «гомогенные и гетерогенные системы»	334
6.2. Строение мыслительных процессов, задействованных при классификации соединений по химическим формулам	341
6.3. Словесное описание мыслительных действий осуществляемых при решении задач на распознавание свойств и строения вещества, закономерностей химического процесса	356
6.4. Особенности мыслительной деятельности решения количественных задач по химии	377
6.5. Заключение.....	385
Литература	392
Приложения	409
1. Модель семантической сети базовых понятийных отношений в химии.....	409
2. Химическая линейка времени	409
3. Атлас химических образов в невербальной батарее Торренса.....	432
4. Гендерная специфика образов и показателей креативности по методике Торренса у студентов-химиков.....	436
5. Списки неоригинальных ответов для мальчиков и девочек старшего дошкольного возраста в невербальной батарее Торренса.....	450
6. Списки часто встречающихся ответов в невербальной батарее Торренса у студентов – психологов старших курсов	453
7. Методика исследования компонентов общих и специальных способностей (МИКОСС)	457
8. GreatChemist – компьютерная методика диагностики специальных способностей химиков.....	461
9. Программа «Когнитивное обучение на уроках химии».....	488

В этой книге в свете общего универсального закона развития и представления о когнитивных структурах, складывающихся в процессе познания мира, рассматриваются результаты теоретического и экспериментального исследования специальных способностей, формирующихся при усвоении химических знаний и в процессе профессиональной деятельности.

Потребность данного исследования изначально вызвана неудовлетворенностью существующим положением дел в практике школьного обучения. Несмотря на идеальное следование лучшим методикам обучения химии, качество знаний по предмету оставляло желать лучшего. А «штурм» психологической литературы привел к горькому осознанию невозможности воспользоваться психологическими знаниями на практике. Язык психологии настолько разнообразен, что трудно было понять, какая именно психическая реальность скрывается за тем или иным понятием, и существует ли она, или это плод научного воображения? Более того, в литературных источниках на один и тот же вопрос можно встретить диаметрально противоположные точки зрения или трактования одного и того же понятия. С такими горестными мыслями я обратилась к Тамаре Анатольевне Рагановой, которая и порекомендовала работы Натальи Ивановны Чуприковой. Понятие о когнитивных репрезентативных структурах как субстрате общих умственных и специальных способностей и принцип системной дифференциации, рассматриваемые в данных работах, позволили осознать собственные педагогические находки, на практике реализовать обучение в зоне ближайшего развития, стало понятно в какой последовательности и как надо вводить новые знания. В русле данного подхода была разработана программа «Когнитивное обучение на уроках химии». Особенностью данной программы является процесс формирования когнитивных структур химических знаний: от глобальных, диф-

ВВЕДЕНИЕ

фузных представлений – до формирования хорошо расчлененных и тонко дифференцированных структур химического знания, структуры более высокого уровня зарождаются и, как бы, подготавливаются самим развитием структур более низкой организации, являются логическим следствием этого развития. Реализация данной программы позволила решить три самые главные задачи обучения: способствовать умственному развитию учащихся, обеспечивать эффективное усвоение больших объемов знаний, формировать основы целостного системного мышления. Результаты экспериментального исследования структур, формирующихся в процессе усвоения школьного курса химии, позволили получить неожиданный результат, который заранее мы предполагать не могли: у учащихся, обучавшихся по программе «Когнитивное обучение на уроках химии», выявилось значительно большее число корреляционных связей показателей интеллекта и степени сформированности систем химического знания, чем у учащихся контрольного класса. Причины и природа обнаруженного явления составила задачу настоящего исследования. По-видимому, в данном случае мы имеем дело с формированием новых качеств, новых способностей личности – специальных химических способностей.

На титульном листе всего один автор, но это не так. На всех этапах моей научной деятельности со мною рядом всегда были мои учителя и наставники Наталья Ивановна Чуприкова и Тамара Анатольевна Ратанова, беседы и дискуссии с которыми являлись для меня источником вдохновения и подлинной школой научного мастерства.

Экспериментальное исследование не могло бы осуществиться, если бы мне не помогали в его организации сотрудники информационного центра УрГУ. Я выражаю признательность преподавателям и студентам химического факультета УрГУ за разрешение провести экспериментальное исследование, за интерес, проявленный к его результатам и выводам. Я благодарна моим коллегам факультета психологии за предоставленную возможность сосредоточить свои усилия на научно-исследовательской работе.

*Е. В. Волкова
Июнь, 2008*

Современные условия диктуют жесткие требования к качеству образования: уровень подготовки должен быть такой, который бы позволил обеспечить встраивание выпускника в достаточно агрессивные, конкурентные условия труда. В условиях динамичного и быстроизменяющегося мира, когда объем необходимой для успешной профессиональной деятельности информации возрастает в десятки и сотни раз, знаниевый подход в решении проблемы качества образования становится неприемлем. На первый план в подготовке специалиста выходит формирование специальных профессиональных способностей, позволяющих легко, быстро и прочно приобретать необходимые знания, умения, навыки и успешно адаптироваться к быстроизменяющимся условиям профессиональной деятельности.

Сейчас уже общепринято, что психология является методологической основой педагогики, методики преподавания. Но как воспользоваться психологическими знаниями, если отсутствует единый понятийный аппарат, а в литературных источниках на один и тот же вопрос мы встречаем диаметрально противоположные точки зрения. Одни ученые на основе огромной базы экспериментальных данных утверждают, что успешность обучения и эффективность производственной деятельности в большей степени детерминируют общие способности (Спирмен, Брэнд, Дженсен, Кэрролл и др.), другие – специальные (Стенберг, Форсайт, Хедланд, Хорвард, Вагнер, Вильямс, Снук, Григоренко и др.). В. Д. Шадриков утверждает, что не существует как таковых специальных способностей, в то время как Д. К. Кирнарская пишет, что общие способности – это миф, существуют только специальные способности.

По нашему глубокому убеждению решение проблемы существования специальных химических способностей и раскрытие их специфики можно найти в рамках системно-структурного подхода к психическому развитию, сторонники которого полагают, что интеллект соотносится с функционированием сложных по компо-

нентному составу многоуровневых когнитивно-репрезентативных структур, качество и организация которых определяют эффективность решения широкого круга учебных, практических и жизненных задач (Л. М. Веккер, Н. И. Чуприкова, Т. А. Ратанова, М. А. Холдная и др.).

Н. И. Чуприкова раскрывает содержание понятия способностей с точки зрения представления о внутренних когнитивно-репрезентативных структурах как субстрате (носителе) умственного развития. Автором был сформулирован закон, заключающийся в том, что более развитые, сложные, высокорасчлененные и иерархически упорядоченные когнитивные структуры, допускающие глубокий, широкий, многоаспектный и гибкий анализ и синтез действительности, развиваются из более простых, диффузных, глобальных или плохо расчлененных структур путем их постепенной дифференциации.

Правомерность данного положения подтверждается рядом исследований, посвященных изучению младших школьников (Т. А. Ратанова, 1989, 1996; Н. И. Чуприкова, Т. А. Ратанова, 1991; Е. Г. Кузьмина, 1994; С. И. Прежесецкая, 1995), подростков (С. В. Гриценко, 1997; Д. П. Власюк, 1997; Т. А. Ратанова, 1999; И. А. Логанова, 2001; В. В. Назарова, 2001; Е. В. Волкова, 2002), студентов вуза (В. И. Завалина, 1998; Е. В. Волкова, 2007), младших школьников с задержкой психического развития (Г. А. Винокурова, 1999), дошкольников с опережающим развитием (Е. В. Иванова, 1999).

Спектр действия принципа системной дифференциации не ограничивается рамками интеллекта, он также определяет развитие специальных способностей (Б. М. Теплов, 1947; Н. И. Чуприкова, 1997–2007) и становление личностных структур. Это положение экспериментально подтверждено в работе Т. А. Юшко (1997), посвященной исследованию учащихся художественных школ, В. И. Завалиной (1998) – студентов педагогических вузов, И. А. Логановой (2001) – учащихся музыкальных школ.

На основе анализа различных специальных способностей (музыкальных, математических, художественно-изобразительных) в современных терминах когнитивных репрезентативных структур и принципа дифференциации можно предположить, что способность к дифференциации и достигнутая степень актуальной когнитивной

дифференцированности являются базовыми и основополагающими, составляющими не только ядро интеллекта, но и специальных способностей. Так как, если психические содержания синкретичны, а структуры глобально-диффузны, то невозможны высокие уровни синтеза, обобщения, абстракции и развития специальных способностей.

Специфика музыкальных, художественных способностей ясна априорно, а математических, физических, химических – нет. В. А. Крутецкий ясно и убедительно показал, что математические способности существуют и в чем их специфика. Данные В. А. Крутецкого стыкуются с результатами исследования Е. И. Горбачевой, посвященными предметной ориентации мышления. Вслед за В. А. Крутецким, определившим математические способности как способность к выделению и анализу логико-математических отношений существующих в мире и составляющих предмет математики, способность к различению и оперированию качественно-количественными и пространственными отношениями химической формы движения материи мы будем называть химическими способностями.

Настоящее исследование является лишь первым шагом к раскрытию специальных способностей на основе представления о когнитивных репрезентативных структурах и законе системной дифференциации. Разработка данного подхода потребовала постановки и реализации следующих задач:

- обобщить сложившиеся в психологии представления о внутренних психологических когнитивных структурах и общем универсальном законе развития;
- разработать методики изучения когнитивных структур, складывающихся в процессе усвоения химических знаний;
- в свете общего универсального закона развития и представления о когнитивных структурах, складывающихся в процессе познания мира, доказать существование химических способностей и показать формирование структур, лежащих в их основе как в процессе обучения, так и с точки зрения историко-культурного развития предметного содержания химического мышления.

Последовательность решения задач теоретического и экспериментального исследования определила структуру данной моно-

графии. В первой главе рассматриваются современные представления о репрезентативных когнитивных структурах и возможное строение когнитивных структур химического познания. Во второй главе – общий универсальный закон развития всех сложных систем, природы и общества. В третьей главе представлен анализ историко-культурного развития предметного содержания химического мышления. В четвертой – программа формирования когнитивных структур химического познания в процессе школьного обучения, методики определения сформированности данных структур и результаты экспериментального исследования. В пятой главе в свете общего универсального закона развития и представления о когнитивных структурах приводятся экспериментальные данные, доказывающие существование химических способностей как психической реальности, раскрывается их специфика. В шестой главе на основе экспериментальных данных выполнения теста «Великий химик» показана качественная специфика мышления химика.

КОГНИТИВНЫЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ

В последнее время как в нашей стране, так и за рубежом, появляется все больше работ ученых, консолидирующихся вокруг представления о когнитивных психологических структурах уже не как умозрительных моделей, позволяющих объяснить многие экспериментальные факты и закономерности, а как психической реальности. Разрабатываются методы выявления их строения. Однако специальные исследования, направленные на изучение когнитивных структур, формирующихся при усвоении той или иной предметной области, насколько нам известно, пока вообще еще не были предприняты.

В данной главе обобщаются современные представления о когнитивных структурах и предлагается модель строения когнитивных структур химического познания.

1.1. Современные представления о репрезентативных когнитивных структурах

Представление о субстрате умственных способностей, детерминирующее поведение и деятельность человека, постепенно складывалось в различном терминологическом оформлении как в отечественной, так и зарубежной психологии: «субъективная модель мира» (Дж. Брунер), «внутренний мир человека» (Б. Г. Ананьев), «образ мира» (А. Н. Леонтьев, С. Д. Смирнов), «внутренний план умственных действий» (А. Я. Пономарев), «ментальный опыт» (М. А. Холодная), «репрезентация» (Н. И. Чуприкова, Р. Солсо,

Ф. Крейк, И. Бялысток), представления о «схеме» (Вудвортс, И. Кант, Ж. Пиаже, У. Найсер), «концептуальная схема» (О. Харви, Д. Хант, Х. Шродер) и др.

Все вышеперечисленные термины относятся к моделям психического отражения, рассмотрим наиболее часто встречающиеся:

– «когнитивные карты» – ориентировочные когнитивные схемы, связанные с перемещением в окружающей среде (Tolman, 1932; Bugmann, Coventry, Newstead, 2007);

– «когнитивный коллаж» – комбинация образных и вербальных форм знаний репрезентации пространственного окружения (Tversky, 2000);

– «прототипы» – обобщенное визуальное представление, в котором воспроизведен набор общих и детализированных признаков типичного объекта, хранящихся в памяти и позволяющих принимать решение о степени соответствия определенного объекта той или иной категории (Rosch, 1973; 1978);

– «прототипы ситуаций» – ситуационно специфическая последовательность событий (Colcombe, Wyer, 2002);

– «предвосхищающие схемы» – когнитивные структуры, которые подготавливают индивида к принятию информации какого-то определенного вида и тем самым управляют его текущей познавательной активностью (Neisser, 1981);

– «иерархические перцептивные схемы» – многоуровневая когнитивная структура, организованная по типу иерархической сети и включающая пространственные образы объектов, в том числе их глобальные (симметрия, закрытость, компактность и др.) и детальные (красный, два угла и др.) свойства (Palmer, 1977);

– «комплекс схем» – включает фигуративные (опознание знакомых перцептивных конфигураций), оперативные (правила трансформации информации) и контролирующие (совокупность планирующих процедур) когнитивные схемы, наличный репертуар которых характеризует доступный для данной личности уровень «ментальных возможностей» (Pascual-Leone, 1979; 1987);

– «фреймы» – форма хранения стереотипных знаний о некотором классе ситуаций, состоящие из обобщенного «каркаса», воспроизводящего устойчивые характеристики этой ситуации, и

«узлов», которые чувствительны к ее вероятностным характеристикам и которые могут наполняться новыми данными, достраиваться до определенного образа (Минский, 1978);

– «сценарии» – схема, содержащая набор действий, которому мы обычно следуем в определенной ситуации (Schank, 1972, Schank & Abelson, 1977, Schank 1980);

– «глубинные семантические и синтаксические универсалии» – базовые языковые структуры, предопределяющие характер использования и понимания языковых знаков в реальной речевой деятельности (Хомский, 1972; Osgood, 1980);

– «идеальное» – внутренний план умственных действий, образ, отображение материи в сознании человека, являющееся копией оригинала, которое «всегда дублировано материальными структурами, складывающимися в ходе взаимодействия материальных систем»¹ (А. Я. Пономарев, 1998);

– «репрезентации» (Ф. Крейк, И. Бялысток, 2006) – совокупность схем, составляющих основу памяти и знаний о мире;

– «гиперболические самоорганизующиеся карты» – модель функции внимания, основанная на неевклидовой геометрии, позволяющая сознательно выделять единицу опыта с ее имплицитным концептуальным окружением, моделировать эффекты сдвига фокуса внимания, ограничивая детальность и размерность выделяемого в данный момент фрагмента (Ritter, 2004) и т.д.

В данных понятиях необходимо различать содержательные и когнитивные аспекты познавательного отражения. Содержательные аспекты познания – идеи субъекта о мире и самом себе доступны исследователю в самоотчетах испытуемых. Когнитивные механизмы, посредством которых эти идеи появляются и преобразуются, не демонстрируются в экспериментальных и тестовых ситуациях. Но это не значит, что их не существует.

Модели психического отражения действительности можно классифицировать по некоторым основаниям. Так М. А. Холод-

¹ Пономарев Я. А. Психология творчества. – М.: Московский психолого-социальный институт; Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 1999. – С. 57.

ная, подчеркивая условность такого рода разделения, выделяет следующие типы когнитивных структур (рис. 1).

Когнитивные структуры 1-го порядка – «горизонтальный» принцип формирования опыта	Когнитивные структуры 2-го порядка – «вертикальный» принцип формирования опыта, являются продуктом интеграции всех предшествующих этапов познавательного развития
«Прототипы» (Rosch, 1978)	«Сценарии» (Шенк, 1980)
«Иерархические перцептивные схемы» (Palmer, 1977)	«Комплекс схем» (Pascual-Leon, 1987)
«Когнитивные карты» (Tolman, 1932)	«Фреймы» (Минский, 1978)
«Предвосхищающие схемы» (Найсер, 1981)	«Глубинные семантические и синтаксические универсалии» (Osgood, 1980; Хомский, 1972)
	«Операторные структуры» (Ж. Пиаже)
	«Понятийные психические структуры» (Л. С. Выготский)
	«Понятийные структуры (концепты)» (Л. М. Веккер)
	«Структуры понятийных обобщений (концептов)» (М. А. Холодная)

Рис. 1. Классификация моделей психического отражения по принципу формирования опыта

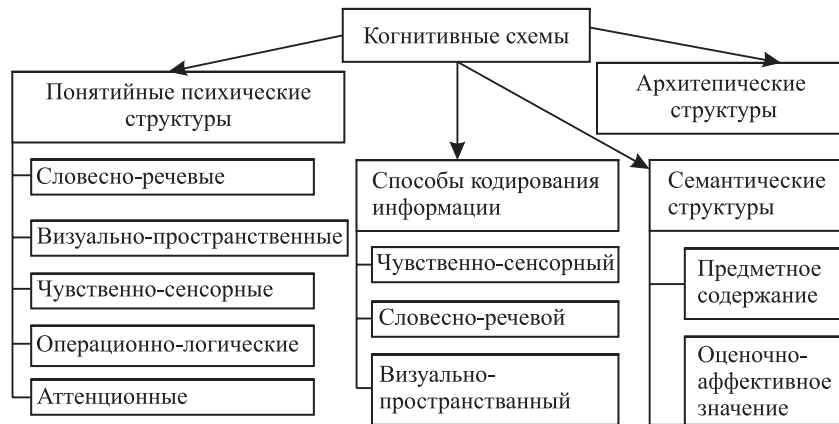


Рис. 2. Виды когнитивных схем

На основании работ М. А. Холодной можно привести еще одну классификацию когнитивных структур (рис. 2).

В условиях реальной интеллектуальной деятельности работает все множество когнитивных схем, отдельные схемы разной степени обобщенности оказываются встроенными одна в другую. Прототипы, воспроизводящие набор общих и детализированных признаков типичного объекта или явления выступают в качестве составных элементов фреймов; фреймы, воспроизводящие стереотипные знания о классе ситуаций – сценариев и т.д. Возможная классификация когнитивных структур по степени обобщенности приведена на рис. 3.

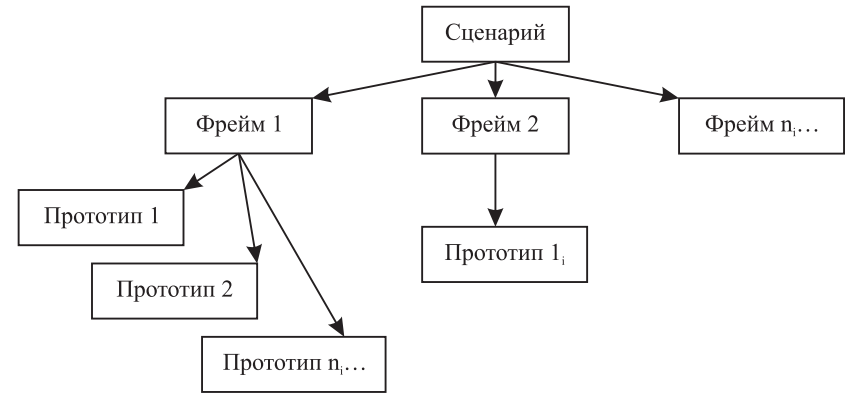


Рис. 3. Классификация когнитивных структур по степени обобщенности

Дж. Паскуаль-Леон в зависимости от специфики инварианта, фиксируемого в результате взаимодействия познающего субъекта с действительностью, выделяет три типа структур и систему операторов (М-оператор), отвечающих за избирательную актуализацию и функционирование тех или иных когнитивных структур и характеризующий уровень «ментальной энергии» (рис. 4).

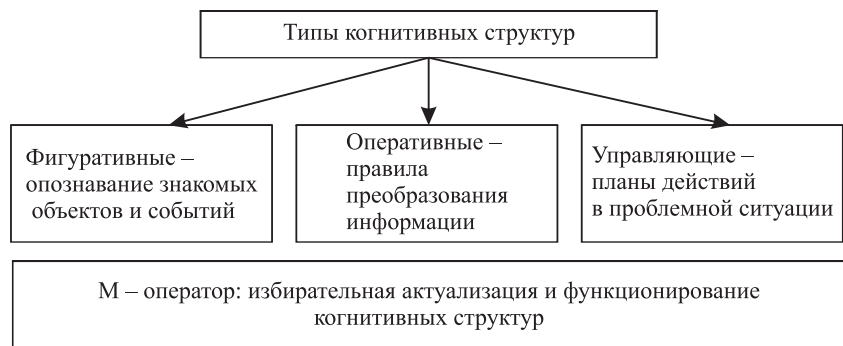


Рис. 4. Классификация когнитивных структур в зависимости от специфики инварианта

Некоторые ученые в качестве критерия классификации когнитивных структур выделяют уровни психического отражения действительности. Б. М. Величковский предлагает следующие уровни «стратификации познания» и их вероятные мозговые механизмы² (табл. 1).

Б. М. Величковский на основе анализа матриц близости/сходства описывает следующие разновидности структурных моделей семантической памяти³ (рис. 5).

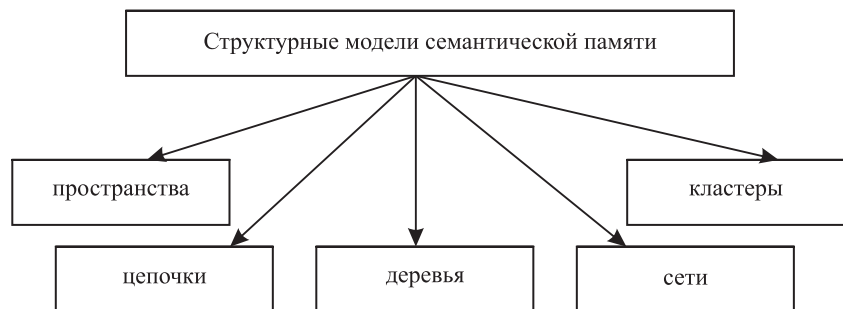


Рис. 5. Разновидности структурных моделей семантической памяти

² По работе Величковского Б. М. Когнитивная наука: основы психологии познания: в 2 т. – Т. 1/Б. М. Величковский. – М.: Смысл: Издательский центр «Академия», 2006. – С. 412.

³ Там же. С. 24.

Соответствие различных уровней представлений в психологии памяти и исследованиях когнитивной организации вероятным мозговым механизмам

Адекватные формы кодирования	Системы памяти по Тулвингу	Системы памяти по Сквайру	Вероятные мозговые механизмы	Уровни когнитивной организации
Оценка личностной значимости	Эпизодическая	Декларативная (что?)	Правые префронтальные и фронтально-височные зоны. Гиппокамп. Миндалина	Метакогнитивные координаты, F
Категоризация. Речевое кодирование зрительного материала	Семантическая		Левые фронтальные и височные зоны. Близкое окружение гиппокампа	Концептуальные структуры, E
Зрительное кодирование формы, фонологическое – речи	ИмPLICITная перцептивная	Процедурная (как?)	Модальные и интермодальные зоны задних отделов коры. Премоторная кора	Предметные восприятия и действия, D
Тренировка точностных и гимнастических упражнений	ИмPLICITная сенсомоторная		Теменные и премоторные зоны коры. Базальные ганглии. Таламус и мозжечок	Пространственное поле, C. Синергии, B
Уровень анализа сенсорных признаков A				

Р. Стернберг, объясняя различия в интеллектуальной продуктивности различиями когнитивных структур индивида, выделяет три типа компонентов интеллекта, и соответственно три типа когнитивных структур, отвечающих за переработку информации (рис. 6).



Рис. 6. Типы когнитивных структур (Р. Стернберг)

1.1.1. Ментальный опыт

Рассматривая причину методологического неблагополучия в исследовании интеллекта, М. А. Холодная показывает, что сложности в уяснении онтологического статуса понятия «интеллект» связаны с тем обстоятельством, что «предметом исследования все это время выступали свойства интеллекта (результативные и функциональные проявления активности в определенной «задачной» системе отношений)⁴. Общепринятой нормой научного мышления является идея о том, что свойства объекта являются производными по отношению к закономерностям его внутреннего строения: «Объяснить природу той или иной реальности, значит вскрыть ее структуру, ибо структура является основой ее функционирования»⁵. Поэтому вопрос о природе интеллекта требует принципиальной переформулировки. Ответить нужно не на вопрос: «Что представляет собой интеллект?» (с последующим перечислением его свойств), а на вопрос: «Что представляет собой интеллект как психический носитель своих свойств?» М. А. Холодная предлагает следующий вариант ответа: «Интеллект по своему онтологическому статусу – это особая форма организации индивидуального ментального (умственного) опыта в виде наличных ментальных структур, порождаемого ими ментального пространства отражения и строящихся в рамках этого пространства ментальных репрезентаций происходящего»⁶.

Обосновывая необходимость включения понятия «опыт» в систему научного психологического знания, М. А. Холодная отмечает, что «опыт – это и фиксированные формы опыта (то, что человек усвоил в прошлом), и оперативные (то, что происходит в ментальном опыте этого человека в настоящем), и потенциальные формы опыта (то, что появится в его ментальном опыте в качестве новообразований в ближайшем или отдаленном будущем)⁷ (рис. 7).

Соотношение между этими формами ментального опыта можно представить в виде рис. 8.

⁴ Холодная М. А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2002. – С. 75.

⁵ Там же.

⁶ Там же.

⁷ Там же.

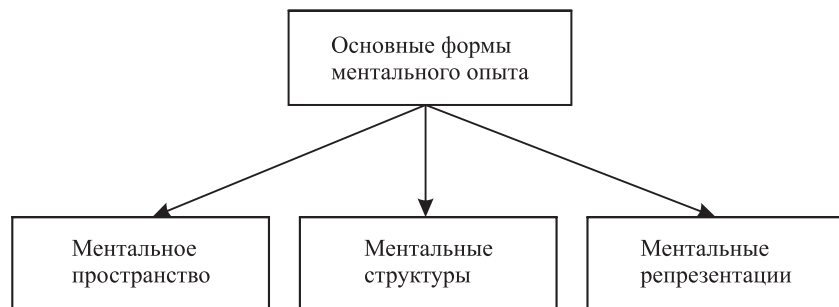


Рис. 7. Формы ментального опыта (по М. А. Холодной)

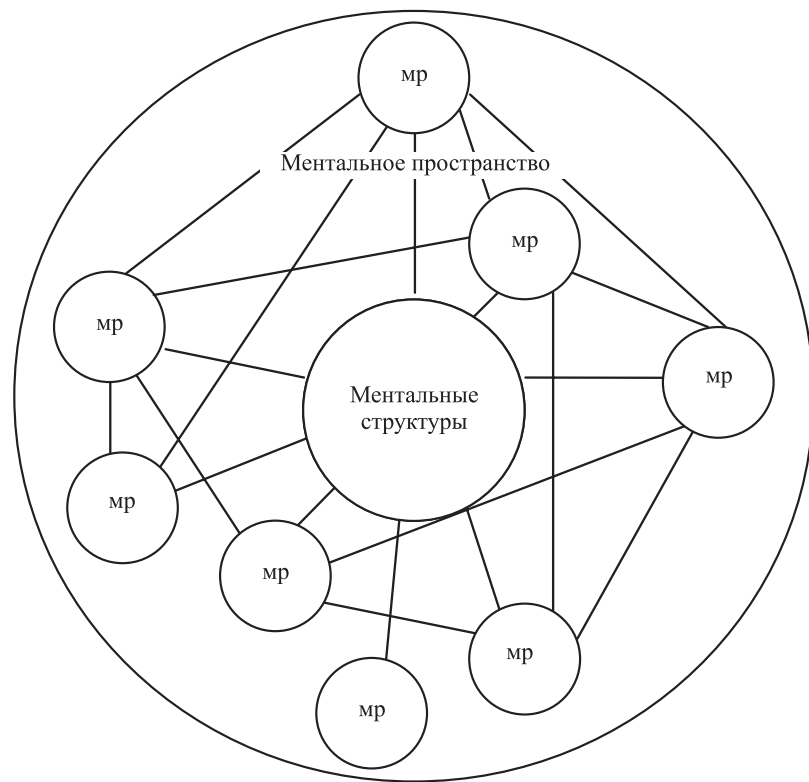


Рис. 8. Схема взаимодействия между формами ментального опыта

Ядром ментального опыта являются ментальные структуры, порождающие ментальное пространство, в поле которого возникают ментальные репрезентации (мр) – 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, конструктивность, иерархичность, способность к регуляции и контролю способов восприятия действительности.

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

Свойства ментального пространства:

- 1) относительная независимость ментальных пространств;
- 2) является предпосылкой моделирующего рассуждения;
- 3) создание контекста;
- 4) под влиянием внутренних или внешних факторов ментальное пространство оперативно свертывается или развертывается;
- 5) устройство ментального пространства аналогично устройству матрешки;
- 6) обладает такими качественными характеристиками как динамичность, размерность, категориальная сложность, пронизуемость, упругость, проявляющиеся как в особенностях интеллектуальной деятельности, так и в особенностях понимания людьми друг друга.

Ментальная репрезентация – «актуальный умственный образ того или иного конкретного события (то есть субъективная форма происходящего)»⁸, оперативная форма ментального опыта, являющаяся специализированной и детализированной умственной карти-

⁸ Холодная М. А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2002. – С. 75.

ной события; особая форма организации индивидуального опыта в виде индивидуального умозрения.

Особенности репрезентации происходящего определяют характер и эффективность деятельности. О том, как построена репрезентация, можно судить по следующим критериям:

- 1) особенность распределения внимания (какие элементы проблемной ситуации воспринимаются как релевантные);
- 2) объем времени, затраченный на ознакомление с ситуацией;
- 3) форма субъективного представления ситуации (вербальная или визуальная);
- 4) характер задаваемых вопросов.

Форма ментальной репрезентации с одной стороны является предельно индивидуализированной, а с другой стороны, «это всегда в той или иной степени инвариантное воспроизведение объективных закономерностей отображаемого фрагмента реального мира»⁹ (рис. 9). М. А. Холодная подчеркивает, что речь идет о построении именно объективированных репрезентаций, отличающихся объектной направленностью и подчиненностью логике самого объекта.

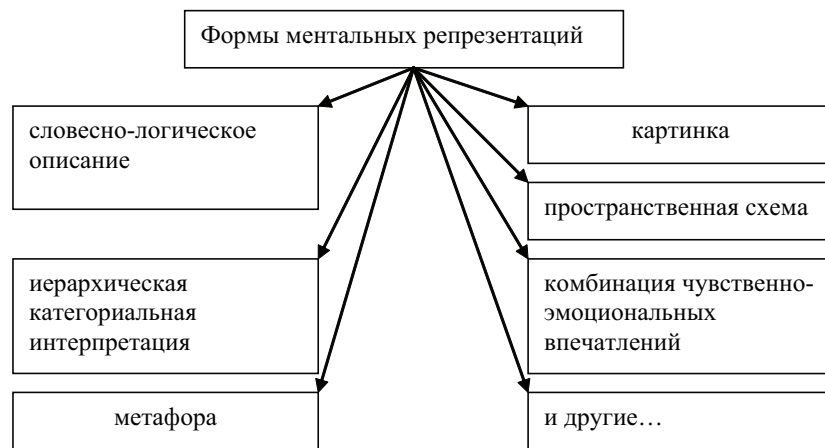


Рис. 9. Формы ментальных репрезентаций

⁹ Холодная М. А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2002. – С. 75.

Уровни ментального опыта:

1) когнитивный опыт – ментальные структуры, обеспечивающие оперативную переработку текущей информации, включающую хранение, упорядочивание и преобразование существующей и поступающей информации, способствуя тем самым воспроизведению в психике познающего субъекта устойчивых, закономерных аспектов действительности;

2) метакогнитивный опыт – ментальные структуры регуляции интеллектуальной деятельности, контролирующие состояние интеллектуальных ресурсов и процесс переработки информации;

3) интенциональный опыт – ментальные структуры, отражающие индивидуальные способности человека, склонности и предпочтения того или иного вида деятельности, специфику отбора и кодирования информации. То есть, «с одной стороны, в когнитивных структурах фиксируется специфически организованный индивидуальный познавательный опыт, что обуславливает своеобразие понимания происходящего и соответственно возможность высокой вариативности индивидуального поведения. С другой стороны, когнитивные структуры обеспечивают отражение устойчивых, регулярно повторяющихся характеристик происходящих событий и, согласовывая с ними поведение, придают последнему закономерный характер»¹⁰.

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.

Хорошо сформированная и эффективно работающая понятийная структура характеризуется включенностью чувственно-сенсорного компонента, который, принимает участие в регуляции ее энергетического потенциала, выступает в качестве интегратора двигательного, сенсорного и эмоционального опыта субъекта. В состав понятийной структуры включены образы разной степени обобщенности, которые обеспечивают эффект визуализации содержания понятийной мысли. Понятийное обобщение является особой фор-

¹⁰ Там же.

мой семантического синтеза, благодаря которому любой объект одновременно осмысливается в единстве его конкретно-ситуативных, предметно-структурных, функциональных, генетических, видовых и категориально-родовых признаков. 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. Будучи интегральным когнитивным образованием, понятийные структуры принимают активное участие во всех других формах ментального опыта.

1.1.2. Репрезентативные когнитивные психологические структуры как носители умственного развития (Н. И. Чуприкова)

Анализируя философские, психологические теории умственного развития, экспериментальные факты, накопленные в области детской и возрастной психологии, результаты сравнительных и онтогенетических исследований в области нейроморфологии и физиологии нервной системы Н. И. Чуприкова¹¹ приходит к выводу, что развитие самых разных психических процессов и функций происходит по одному и тому же плану: от примитивного, глобального, малоопределенного и расчлененного целого к целому внутренне расчлененному и дифференцированному, со все более специализированными определенными элементами и их функциями. Автор задает вопрос: почему системогенез различных процессов и функций проходит столь единообразно? Ответ на который предлагает искать в «глубинной общности развития и принципиального строения внутренних психологических структур, обеспечивающих осуществление самых разных процессов, независимо от их содержания»¹².

К определению психологических структур как носителей психического развития Н. И. Чуприкова подходит через понятие «репрезентация»:

¹¹ Чуприкова Н. И. Умственное развитие: принцип дифференциации. – СПб.: Питер, 2007. – С. 324.

¹² Там же. С. 324.

1. Понятие 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 простые непосредственные «слежки» 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, т.е. речь идет о признаковом составе репрезентаций и о развитии этого состава, а не о некоторых объективных признаках, присущих объектам и явлениям как таковым. Например, 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. С точки зрения представления о внутренних когнитивно-репрезентативных структурах как субстрате (носителе) умственного развития Н. И. Чуприкова (1997, С. 358; 2007, С. 341) раскрывает содержание понятия «способности» (см. 5.1).

Поскольку о конкретном строении когнитивных структур мы знаем очень мало, то имеет смысл в качестве примера более или менее определенного знания показать строение структур, обеспечивающих понимание и порождение речи описанных в работе Н. И. Чуприковой (1997):

Звуки, произносимые человеком при осуществлении речевой функции практически бесконечно многообразны, обладают большим разнообразием акустических и артикуляционных особенностей. Когнитивные структуры сортируют все эти особенности на три основные группы, отвечающие трем основным функциям речевого сообщения:

1) экспликации (плоскость сообщения) – передавать смысл, содержание, сообщение о чем-либо;

2) экспрессии (плоскость выражения) – выражает свое собственное состояние, отношение к сообщаемому и слушателю;

3) аппеляции – выражает намерения, целевые установки сообщения.

Для осуществления этих функций используются разные признаки звуков речи. Одни звуки выполняют смысловозначительную функцию и служат для передачи и понимания содержания, другие – экспрессии, третьи – для понимания намерения и целей.

Первый уровень когнитивной структуры, обеспечивающий понимание и порождение речи представлен первичными сенсорными ощущениями, которые можно зарегистрировать при помощи инструментальных физических методов.

Второй уровень когнитивной структуры, обеспечивающий понимание и порождение речи, представлен фонемными структурами, ответственными за извлечение: смысловозначительных признаков; признаков, существенных для распознавания экспрессии; признаков, существенных за распознавание аппеляции.

Эти три структуры складываются в процессе жизни и речевого опыта, они разбивают непрерывные речевой поток на отдельные дискретные элементы. Без этих структур мы воспринимаем речь как нечто нечленораздельное целое, как непрерывный звуковой поток, из которого трудно извлечь какую-либо информацию.

Когнитивная структура звукового анализа речи в разных языках строится по-разному, аккумулируя и абстрагируя его особенности.

Поэтому неизбежны ошибки в понимании смысла чужой речи, намерений и эмоционального состояния говорящего.

Фонемы – это интегральные образования. Они опознаются по набору определенных акустических признаков, образующих бинарные оппозиции: звонкость – глухость; назальность – неназальность; напряженность – ненапряженность; высокий тон – низкий тон; наличие или отсутствие колебаний в области нижних частот; большая или меньшая концентрация энергии в центральной области спектра и т.д. Считается, что число таких признаков не более 12 и что восприятие каждого признака у взрослого человека относительно независимо от других признаков. Фонемный уровень состоит из двух подуровней:

- аналитический – репрезентация отдельных смыслоразличительных признаков;
- интегративно-синтетический – репрезентация сочетания отдельных смыслоразличительных признаков.

Третий уровень когнитивной структуры, обеспечивающий понимание и порождение речи, представлен структурами словаря. В словаре слова хранятся в хорошо упорядоченной системе, связаны по смыслу, организованы по понятийным категориям. Категории более широкие включают в себя категории более узкие (родо-видовые отношения; по принадлежности к определенному месту, времени; по причинно-следственным связям; по принадлежности к разным наукам и т.д.).

Четвертый уровень когнитивной структуры, обеспечивающей понимание и порождение речи представлен морфемными структурами, основной функцией которых является правильное грамматическое оформление речи. Данный уровень представлен элементами слов: корни, суффиксы, префиксы, окончания и правилами, по которым осуществляется соединение этих элементов слов и соединение слов в предложении.

Пятый уровень когнитивной структуры, обеспечивающий понимание и порождение речи представлен обобщенными схемами объединения слов, сложившихся в речевой практике обобщенно-абстрактных интегрированных единиц повторяющихся последовательностей синтаксических стереотипов.

Такова в общих чертах когнитивная структура, осуществляющая понимание и порождение речи, которая коррелирует с системой языка, но не тождественна ей. Суть языкового развития, приобретения языковой способности, по мнению Н. И. Чуприковой, состоит в формировании собственных психологических структур понимания и порождения речи.

1.1.3. Генезис элементарных логических структур (Ж. Пиаже, Б. Инельдер)

Ж. Пиаже и Б. Инельдер¹³ в своих исследованиях поставили задачу вскрыть каузальный механизм генезиса операторных структур сериации и классификации. Для этого, по мнению авторов, необходимо:

- 1) восстановить исходные корни этого генезиса, ибо никакое развитие невозможно иначе, как исходя из некоторых предварительных структур, которые обогащаются и дифференцируются в ходе этого развития;
- 2) показать, каким образом и под влиянием каких факторов эти исходные структуры превращаются в структуры сериации и классификации.

Ученые в качестве генетически исходных структур для формирования операторных структур сериации и классификации рассматривали: 1) язык; 2) созревание; 3) перцептивные факторы; 4) систему сенсомоторных схем. На основании экспериментальных данных они пришли к выводу, что несмотря на то, что в своем синтаксисе и семантике с самого начала язык содержит структуры как классификации, так и сериации, он не является единственной причиной операторных структур: развитие сериации у глухонемых детей существенно не отличается от развития сериации у нормальных детей. Глухонемым удаются те же самые элементарные классификации, что и у нормальных детей, но наблюдается отставание при более сложных классификациях. Следовательно, речь не является необходимой для образования операторных структур, но овладение языком ускоряет процесс образования классов. По мнению ученых,

¹³ Пиаже Ж., Инельдер Б. Генезис элементарных логических структур. Классификация и сериация / Пер. с фр. Э. Пчелкиной. – М.: Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2002. – 416 с.

речь играет большую роль в классификации, а перцептивные факторы – в операциях сериации.

Ученые подчеркивали, что неизвестна никакая познавательная структура, относительно которой можно было бы сказать, что она является результатом исключительно эндогенных факторов, связанных с созреванием.

Анализ развития элементарных познавательных структур, проведенный учеными, показал, что между перцептивными структурами и операторными структурами классификации и сериации существует значительное различие: посредством перцепции в области классов устанавливаются только отношения сходства или схематической принадлежности, следующие друг за другом во времени, и коллективные конфигурации с отношениями частичной принадлежности в пространстве. Однако этим структурам недостает согласованности между содержанием и объемом понятия класса. Эта согласованность содержания и объема не осуществима чисто перцептивными средствами, она может быть результатом понятийной классификации подготовленной сенсомоторными схемами. О классах можно говорить только с того момента, когда субъект способен: 1) определить их по содержанию через род и видовое отличие; 2) манипулировать ими по объему согласно отношениям включения или включающей принадлежности, предполагающей согласование интенсивных кванторов «все», «некоторые», «один», «ни один».

Ж. Пиаже и Б. Инельдер в своем исследовании (изучение 2159 детей) показали, что именно система сенсомоторных схем является источником классификации и сериации. Задолго до овладения языком ребенок в возрасте от 6-8 до 18-24 четырех месяцев способен к действиям превосходящим операции сериации и классификации. Ребенок, воспринимая предмет в определенных ситуациях, немедленно узнает характерные способы его возможного использования, соответствующие привычным схемам ассимиляции: качать, трясти, стучать, бросать на пол и т.д. Когда ребенку дают новый предмет, он последовательно применяет известные ему схемы, стараясь понять природу незнакомой вещи, т.е. здесь речь идет о «практической классификации», напоминающей определение по способу употребления, но совершающаяся посред-

ством проб и ошибок. набросок операций сериации ученые видят в действиях при построении детской пирамидки, когда ребенок нанизывает «кружки» наугад, а затем по размеру, т.е. на сенсомоторном и довербальном уровне развития наблюдаются действия, превосходящие классификацию и сериацию. Сенсомоторные схемы пока очень далеки от той взаимной дифференцированности и согласованности объема и содержания понятия класса, какие будут характеризовать логические структуры классификации и сериации. Началом, корнем будущих классификаций является примитивная форма действия отношений сходства (соединения и упорядочивания), развивающаяся по линии постепенной дифференциации объема и содержания:

Первая стадия «фигурные совокупности» – ребенок не раскладывает элементы в группы, основанные только на сходстве и различии, а объединяет их в фигурные совокупности, остающиеся на полпути между пространственным объектом и классом. На этой стадии наблюдаются первые признаки действия ретроактивных (припоминание начала построения совокупности) и антиципирующих¹⁴ процессов.

Причиной этого является недифференцированность двух видов структур: логических операций или прелогических действий (относящихся к дискретным элементам) и инфралоогических операций или действий (относящихся к элементам, объединенным в одно пространственное или непрерывное целое). Способность отличать дискретные совокупности от целых предметов возможна только на основе присвоения дискретным совокупностям устойчивой структуры, независимой от пространственной конфигурации, которая как раз и предполагает координацию хорошо дифференцированных объема и содержания понятия класса.

Вторая стадия «нефигурные совокупности» – ребенок из элементов строит небольшие агрегаты, основанные на одних отношениях сходства: т.е. наблюдается частичная дифференциация и возникновение взаимного согласования между содержанием и объемом понятия класса.

¹⁴ Ученые определяют их как полуантиципации, так как испытуемый действует, постепенно забывая то, что он только что сделал, не предвидя последующего, ежеминутно меняя критерий, определяющий его последовательные сопоставления, либо ставя рядом элементы без плана и без какого-либо сопоставления.

Третья стадия «иерархические классификации» – основана на системе отношений сходства и различия, образующих содержание различных классов, включающих или включенных. Процессы ретроактивные и антиципации объединяются в единое целое, становятся прямыми и обратными операциями.

Данные, полученные учеными, показывают, что переход от одной стадии к другой осуществляется за счет постепенной координации, в основе которой – прогрессивная дифференциация между неотчетливо установленным содержанием и столь же неотчетливо установленным объемом.

Отношения сходства, определяющие классификацию на второй стадии, не совсем отсутствуют на первой стадии, а даны уже начиная с элементарных сенсомоторных ассимиляций. Господство отношений сходства на второй стадии состоит не столько в их абсолютной новизне, сколько в освобождении по отношению к фигурным факторам и более явной дифференциации по отношению к объему. Образование иерархических включений также подготавливается дифференциациями и подразделениями нефигурных совокупностей.

Как мы видим, исследование Ж. Пиаже, Б. Инельдер показали, что генезис логических структур осуществляется по пути постепенной дифференциации и координации, причем именно процессы дифференциации определяют процессы координации.

1.1.4. Репрезентации и управляющие процессы (Ф. Крейк и И. Бялысток)

Крейк Ф. и Бялысток И.¹⁵, исследуя проблему изменения когнитивных функций в течение жизни, отмечали, что когнитивные репрезентации формируются в процессе развития и остаются стабильными во взрослом возрасте, в то время как управляющие функции после стремительного развития в детстве во взрослом возрасте теряют свою эффективность. Авторы полагают, что такая специфика развития связана с тем, что изменения серого вещества мозга зависят от научения (среды), в то время как белого – в большей степени от генетических особенностей. Авторы трактуют «репре-

¹⁵ Крейк Ф., Бялысток И. Изменение когнитивных функций в течение жизни// Психология. Журнал высшей школы экономики. 2006. Т3. №2. С. 73-85.

зентации» как совокупность схем, составляющих основу памяти и знаний о мире; управляющие процессы – совокупность операций, которые отвечают за произвольную переработку информации и адаптивное когнитивное функционирование. Репрезентации и управляющие процессы взаимодействуют: управление определяет конкретный способ использования репрезентаций. Количество репрезентаций резко растет в детстве, продолжает медленно увеличиваться у взрослых и остается относительно стабильным в старости. Мощност и сложност когнитивного управления возрастает в период младенчества до ранней взрослости, после чего наступает спад. Репрезентации и управление представляют собой разные аспекты переработки информации, развиваются в ответ на разные воздействия, и возможно локализуются в разных участках мозга.

Взаимодействие между репрезентациями и управляющими процессами авторы называют компетентностью. Определенные постоянные занятия, связанные с профессиональной деятельностью, могут привести к развитию высокоспециализированной системы репрезентаций. Например, в исследованиях Т. Полка и М. Фараха было обнаружено, что канадские почтовые работники, которые постоянно обрабатывают смешанные последовательности цифр и букв (например, М6А 2Е1) демонстрируют меньшую репрезентативную сегрегацию букв и цифр на психофизиологическом уровне. Сходным образом С. Скрибер показала, что люди, работающие на одном и том же молочном заводе, развивают разные вычислительные навыки в зависимости от задач, стоящих перед ними, процесс решения задач реструктурируется знаниями и доступным набором стратегий.

Уровень компетентности может не соответствовать базовым способностям. Так, Солтхауз и Д. Митчелл показали, что результаты психометрических тестов на зрительно-пространственные способности хорошо диагностируют различие между молодыми архитекторами и неархитекторами, однако это отношение не сохраняется для более старшего возраста. Авторы утверждают, что индивидуальные различия в определенных способностях могут способствовать выбору определенной профессии занятия в юности, различия в компетен-

тности спустя много лет зависят в большей степени от опыта и практики в данной области, от специфических когнитивных структур, репрезентирующих ту или иную область деятельности.

Ф. Крейк, И. Бялысток считают, что когнитивное развитие представляет собой рост и стабилизацию репрезентаций, и как процесс роста и спада процессов управления, регулирующих эти системы.

1.2. Теоретические и экспериментальные доводы существования обобщенно-абстрактных репрезентаций

Одним из дискуссионных вопросов является вопрос о существовании когнитивных репрезентативных структур. Из тезиса о невозможности фиксировать когнитивные структуры инструментальными физическими методами не следует делать вывод о том, что их не существует.

Главный теоретический довод существования обобщенно-абстрактных репрезентаций с точки зрения Н. И. Чуприковой состоит в том, что, если бы все знания хранились в виде прямых копий воспринятого, долговременная память должна была бы располагать неограниченным пространством для их хранения. Неясно так же, как можно было бы использовать такие знания как базу 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. М. А. Холодная так же 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»¹⁶, хорошо организованные ментальные структуры превращают индивидуальный интеллект в своего рода безразмерную губку, готовую впитывать любую инфор-

¹⁶ Холодная М. А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2002. С. 107.

мацию, что существенно расширяет возможности человека к комбинированию, трансформации и порождению идей.

В качестве фактического доказательства существования обобщенно-абстрактных репрезентаций, которые являются средством познавательной обработки воспринятого материала, можно привести результаты следующих экспериментов:

1. В эксперименте испытуемым показывали ряд рисунков хорошо известных объектов и слов, их обозначавших, а затем просили опознать их среди множества других аналогичных стимулов, среди которых были стимулы, представляющие элементы положительного множества в другой модальности: вместо слова «стул» рисунок стула, вместо рисунка чашки слово «чашка» и т. п. *Испытуемые этой замены почти не замечали*: оба вида стимулов они относили к элементам положительного множества. Значит, *элементы репрезентировались в памяти в форме обобщенных описаний, а не в той конкретной форме, в какой были восприняты*.

2. В эксперименте испытуемым предъявляли информацию об одной и той же сцене в виде ее фотографии, детального рисунка и схематического рисунка, не содержащего деталей. Оказалось, что *результаты узнавания всех трех типов стимулов были одинаковыми*, т.е. большая детализация не облегчала узнавания. Это согласуется с представлением, что в памяти испытуемых хранились интерпретации, а не «изображения» стимулов. Эти интерпретации, будучи достаточно абстрактными, были одинаково пригодными в качестве описаний для картинок с разной степенью детализации.

3. В эксперименте испытуемым читали ряд предложений, описывающих разные аспекты какой-либо ситуации, например, «*Лавина обрушилась с горы*», «*Лавина засыпала маленькую хижину*», «*Хижина находилась на берегу озера*» и т. д. Тест на узнавание показал, что испытуемые не могли отличить фактически предъявленные предложения от таких, которые содержали фрагменты указанной ситуации, но в действительности не предъявленные. Предложение «*Маленькая хижина находилась на берегу озера*» оценивалось, как только что прочитанное, хотя среди предъявленных предложений оно не существовало. Таким образом, в памяти откладывались не

предложения, но определенная схема событий, связывающая лавину, маленькую хижину и берег озера.

4. Всем хорошо известна проективная методика «пятна Роршаха»: человеку предъявляют набор бесформенных изображений, а он описывает те образы и сцены, которые он в них видит. Но ведь если человек «видит» в бесформенных пятнах определенные образы и сцены, то 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. С возрастом видимые формы в методике Роршаха становятся все более определенными, более расчлененными и сложными.

5. Эксперименты на шахматистах (Chase & Simon, 1973; de Groot, 1978).

Де Грот просил шахматистов разного уровня компетентности обдумывать вслух ходы, возможные в той или иной шахматной ситуации. Не было выявлено никакого различия в количестве ходов, рассматриваемых группами различного уровня компетентности, но гроссмейстеры находили лучшее решение раньше, чем это делали обычные знатоки. Де Грот пришел к выводу, что гроссмейстеры опираются не столько на более развитую способность анализа, сколько на превосходящий багаж структурированного знания. Столкнувшись с трудной ситуацией, слабый игрок может просчитывать варианты целых полчаса и все равно упустит свой шанс, в то время как гроссмейстер сразу увидит правильный ход без какого-либо сознательного анализа.

Чейз и Саймон (William Chase, Herbert Simon) предположили, что у гроссмейстеров память лучше, чем у обычных игроков. Для проверки этой гипотезы обеим группам было предложено в течение 5 секунд запомнить шахматные комбинации, а затем просили воспроизвести их. Варианты ходов были взяты либо из реальных партий, либо совершенно случайны. Оказалось, что при случайно расположенных на доске фигурах запоминание начинающих игроков и мастеров высокого класса было одинаковым. Но при запоминании осмысленных шахматных композиций мастера

значительно превосходили начинающих. Шахматисты высокого класса «видели» множество возможных игровых действий и заложенных в фигурах потенциалов, «видели» множество связей между фигурами, которых «не видели» начинающие. Имеющиеся у мастеров обобщенные схемы «накладывались» на воспринимаемую позицию, позволяли им осуществить значительно более глубокий и широкий анализ видимого шахматного поля, позволяли разложить это поле по множеству разных взаимосвязанных «ячеек», что и приводило к закономерному лучшему сохранению расположения фигур в памяти.

Полученные данные в этих экспериментах были подтверждены с помощью компьютерного моделирования (Simon & Gilmarin, 1973). Саймон и Джилмартин установили, что знатоки при выполнении шахматных задач опираются на более обширные и дифференцированные знания, недоступные новичкам.

6. Внутренние абстрактно-обобщенные когнитивные схемы-репрезентации позволяют врачу-диагносту по бесконечно разнообразным наборам симптомов ставить диагноз болезни, а опытному кардиологу «видеть» в наборе «значков» кардиограммы картину состояния работы сердца. Опытные медики способны группировать случайные диагностические сведения в описания типичных синдромов заболевания с некоторыми специально маркируемыми отклонениями, что позволяет им запоминать после однократного просмотра большие массивы сведений недоступные памяти новичков.

7. О том, что 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 убедительно свидетельствуют эксперименты, проведенные К. Эриксоном (K. Andres Ericsson). 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.

Аналогичный мнемотехнический прием (метод мест) был описан в работе А. Р. Лурия «Маленькая книжка о большой памяти». Герой данной книги знаменитый мнемонист Ш., часто использовал в качестве интреактивного ментального контекста для кодирования и воспроизведения московскую улицу Горького, что позволяло ему запоминать после однократного ознакомления гигантского по человеческим меркам объема материала.

8. Эксперимент П. П. Блонского: ученый просил школьников рассказать о каком-либо хорошо известном животном, а потом просил их выучить текст о тюлене. При сопоставлении собственных рассказов учащихся о животном и пересказе текста о тюлене, оказалось, что они имеют много общего. Например, если в собственном рассказе о животном школьник преимущественно останавливался на образе жизни, то и из статьи он извлекал именно подобную информацию, если в своем рассказе он игнорировал форму животного, то чаще всего не упоминал о ней и при пересказе о тюлене. Фактически текст статьи о тюлене накладывался на ранее сложившиеся у ученика схемы-представления о животных.

9. Е. И. Горбачева, исследуя механизмы предметной ориентации мышления у учащихся профильных классов (естественно-научный, физико-математический, гуманитарный) обнаружила избирательность семантической, мнемической и процессуальной активностей. Невозможно объяснить полученные данные без привлечения понятия о внутренних когнитивных структурах, формирующихся применительно к той или иной области деятельности.

10. О том, что специфические когнитивные структуры должны формироваться применительно ко всем областям объективной действительности, в отношении которых осуществляется познание и специфическая практическая или теоретическая деятельность свидетельствуют следующие исследования:

– эксперименты Т. Полка и М. Фараха показавшие меньшую репрезентативную сегрегацию букв и цифр на психофизиологическом уровне у канадских почтовых работников, постоянно обрабатывающих смешанные последовательности цифр и букв;

– исследования С. Скрибер, выявившие, что люди, работающие на одном и том же молочном заводе, развивают разные вычислительные навыки в зависимости от задач, стоящих перед ними;

– исследования Ф. Гобэ (Fernand Gobet, 2002), проведенные с участием британских шахматистов разных уровней, от любителей до гроссмейстеров, не позволили обнаружить какой-либо связи между качеством игры, обусловленной их уровнем и наличием каких-либо выдающихся зрительно-пространственных способностей, которые оценивались с помощью тестов на запоминание формы фигур;

– эксперименты де Грота (Andriaan de Groot, 1978): в общих тестах на память гроссмейстеры ни в чем не превосходят других людей, но запоминание шахматных композиций показало, что начинающие игроки изучая расположение фигур в течение 30 секунд могли запомнить лишь некоторые дела, мастера лишь глянув на доску могли в точности описать всю позицию, т.е. речь идет об особой форме памяти, специфичной по отношению к позициям, характерным для игры. Причем подобные особенности восприятия не являются врожденными, а приобретаются в результате тренировок. Сходные таланты демонстрируют программисты, наизусть помнящие огромные участки цифрового кода, музыканты, которые держат в памяти целые произведения. Наличие такой памяти, проявляющейся в той или иной области, служит стандартным способом проверки квалификации;

– эксперименты Г. Саймона и В. Чейза на запоминание искусственных и реальных шахматных композиций показали значительно меньшую корреляцию между мастерством игрока и точностью воспроизведения искусственных шахматных композиций, по сравнению с реальными ситуациями, т.е. память шахматиста оказалась еще более специфична, чем изначально предполагалось.

Подобные эксперименты подтвердили, что способности в одной области, как правило, не распространяются на другую. Об этом много лет назад говорил Э. Торндайк, что изучение латинского языка, не помогает овладеть английским, а человек мастерски доказывающий теоремы, не всегда способен логически мыслить в повседневной жизни.

К настоящему времени накопилось достаточно экспериментальных данных в пользу существования репрезентативных когнитивных структур, уже не как гипотетико-методологического конструкта, позволяющего объяснять процессы психического и, в частности, интеллектуального развития, а как реальных психологических структур с конкретным содержанием, иерархией разных уровней и взаимосвязей между ними. Однако конкретное изучение строения и функционирования когнитивных структур применительно к различным областям действительности, находится еще в самом начале. Современная психология только приступила к выработке методов выявления строения внутренних психологических структур, а специальные исследования, направленные на их изучение применительно к усвоению различных дисциплин, насколько нам известно, вообще еще не были предприняты¹⁷. В следующем параграфе мы попытаемся представить возможное строение когнитивных структур репрезентации химических знаний.

1.3. Возможное строение когнитивных структур химического познания

Общая задача данного параграфа – на основе информации, отраженной в предыдущих параграфах, структурно-логического анализа предметной области «химия» и анализа деятельности химика попытаться представить строение когнитивных структур химического познания.

Основными подходами к исследованию и моделированию когнитивных структур являются: семантическая форма репрезентации информации и репрезентация понятий в памяти. Способы репрезентации понятий в памяти:

- 1) репрезентация понятия (сохранение в памяти упорядоченного множества всех принадлежащих к нему объектов);
- 2) репрезентация понятий с помощью прототипов (особые экзем-

¹⁷ Существуют некоторые данные о когнитивных структурах формирующихся при усвоении школьного курса физики (Д. П. Власюк, М. Г. Ковтунович).

пляры класса, вокруг которых в зависимости от сходства группируются другие объекты этого класса);

3) репрезентация признаков понятий (в памяти репрезентируются релевантные признаки понятия и соответствующие алгоритмы их распознавания).

И. Хоффман выделяет следующие признаки понятий: подчиненные и подчиняющие, функциональные связи с другими понятиями и индивидуальные ассоциации. Ассоциации бывают различного уровня: локальные (связи между отдельными явлениями), ограниченно-системные (существуют в границах отдельной темы или раздела школьного курса), внутрисистемные (осуществляют систематизацию ассоциаций по тому или иному признаку), межпредметные или межсистемные (образуются на основе изучения различных школьных предметов). Функционирование обобщенных ассоциаций позволяет быстро и качественно осуществлять мыслительный процесс¹⁸.

У различных людей одни и те же понятия могут быть репрезентированы в разной форме: сенсорной (признаки, отражающих обобщенные наглядные свойства объектов) или категориальной (признаки, отражающих типичные связи множества принадлежащих к понятию объектов с другими понятийными классами). Связи между репрезентациями понятий в памяти называются семантическими отношениями. Они возникают в результате когнитивных процессов и специфическим образом отражают объективно существующие взаимосвязи предметного мира. Специфика этих отношений состоит в том, что они не только объединяют два понятия в памяти, но вместе с тем несут в себе информацию о причинах, которые привели к установлению этой связи. Хранение семантических отношений может быть:

- 1) процессуальное – алгоритмы, реализация которых позволяет проверить наличие в памяти того или иного отношения и отличить его от других отношений (более экономное, но процесс воспроизведения более длительный);

¹⁸ Шеварев П. А. Теория обобщенных ассоциаций в психологии / Под редакцией Т. А. Ратановой и Б. Б. Косова. – М.: Издательство «Институт практической психологии»; Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 1998. – 608 с.

2) декларативное – непосредственная фиксация в памяти результатов отражения, обеспечивающее быстрое и точное воспроизведение, но число таких отношений может быть очень большое, что в конечном итоге приведет к перегрузке памяти.

Выделяют два класса семантических отношений:

1. Внутрипонятийные отношения создаются в результате специфической связи между их признаками в результате определенной процедуры их сравнения (табл. 2).

Таблица 2

Примеры внутрипонятийных отношений в химии

Отношения между понятиями	Примеры
Родовидовые отношения	Сложное вещество – оксид; простое вещество – металл; органические вещества – эфир
Внутривидовые отношения	Сложные вещества: оксид – основание – кислота – соль; характеристики химической связи: валентность – электроотрицательность – степень окисления; типы связей: ионные – ковалентные – металлические
Отношения-контрасты	Металл – неметалл; кислотный – основной; электрофил – нуклеофил; окислитель – восстановитель; соединение – разложение; предельный – непредельный; присоединение – отщепление; обратимый – необратимый и т.д.

2. Межпонятийные отношения создаются в результате взаимодействия объектов в процессе целенаправленной деятельности. Примеры отношений этого класса: определение субъекта действия, его объекта или реализации действия, установление причинной связи или намерения, ориентация действия в пространстве и вре-

мени. Межпонятийные отношения репрезентированы в памяти как целостные комплексы, т.е. не в виде изолированных связей между понятиями, а как компоненты более широких структур. Информация, соответствующая структуре этих комплексов, запоминается с наименьшими трудностями.

Химия, как наука, обладает комплексом признаков, описывающих научные знания, т.е. оперирует фактами, понятиями, моделями, правилами, принципами, законами, теориями, гипотезами. Метакогнитивные структуры репрезентации научных знаний, выделяющие и вычленяющие эти признаки формируются не только на уроках химии, но и на уроках физики, биологии, географии и др. Экспериментальные данные¹⁹, полученные в психологии оперирования научными понятиями, показали, что вначале в когнитивных репрезентациях индивида проблемное пространство гипотез и фактических данных представлено как единое недифференцированное целое. Лишь на высокой ступени развития теоретического мышления имеет место полная дифференциация когнитивных пространств: пространства теории, психологического пространства фактов и пространства их соотношения и взаимодействия. Исследователи отмечают, что до этой ступени познания не доходят ни дети, ни большинство взрослых. Она свойственна только ученым, да и то не всем.

Общими для всех наук являются группы понятий о структурных формах материи и о соответствующих им формах движения, явлениях, величинах, характеризующих явления и свойства тел, о методах научного познания. Можно предположить, что когнитивные структуры, фиксирующие данные элементы знания, являются общими для всех предметных знаний.

Общими для всех предметных знаний являются когнитивные структуры «общее и особенное», «содержание и форма», «необходимое и случайное», «возможность и действительность», «причина и следствие». Однако, наряду с общими моментами, каждая предметная область знаний обладает своей спецификой. Поэтому человек, успешный в одной дисциплине может не быть так успешным в другой.

¹⁹ Kuhn D. Children and adults as intuitive scientists//Psychol. Review. – 1989. V. 94. – P. 674-689.

Можно предположить существование следующих структур репрезентации химических знаний:

– **метапредметные когнитивные структуры**, отражающие метапредметные знания:

«явление» – внешние признаки явления; условия, при которых протекает явление; объяснение явления на основе современных научных теорий; определение явления; связь данного явления с другими явлениями; количественная характеристика; использование явления на практике; способы предупреждения данного явления;

«величина» – какое явление или свойство тел характеризует; какая это величина – основная или производная; определение величины; формула, выражающая связь данной величины с другими; единица и способы измерения данной величины;

«закон» – связь между явлениями, процессами, величинами; формулировка закона; математическое выражение закона; факты, подтверждающие справедливость закона; границы применимости закона; учет и использование закона на практике;

«теория» – эмпирический базис теории; основные понятия теории; принципы теории; математический аппарат теории; круг явлений, объясняемых данной теорией; явления и свойства тел, предсказываемые теорией;

– **межпредметные структуры**, отражающие группы понятий о структурных формах материи и соответствующих им формах движения, методах научного познания, фактах, понятиях, правилах, гипотезах, моделях, а также структуры «общее и особенное», «причина и следствие», «содержание и форма», «необходимое и случайное», «возможность и действительность»;

– **специфичные предметные структуры**:

1) «чувство вещества» – сенсорно-перцептивная структура, отвечающая за специфическое «химическое» восприятие материи (см. 5.7; 5.8);

2) «химические руки» – комплексная структура, представляющая единство когнитивных структур репрезентации химических знаний и сенсомоторных структур, отвечающих за особо тонкую различительную чувствительность к временным, силовым, пространственным характеристикам движения и изменений физико-

химических характеристик вещества (веса, твердости, плотности, температуры, консистенции и т.д.);

3) структура химического языка – отвечающая за 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;

4) структуры качественно-количественных отношений – включающие «генетические структуры» и структуры причинно-следственных связей (см. 6 главу);

5) структура понятийных отношений (приложение 1);

6) производственно-технологические структуры.

При изучении химии используются структуры причинно-следственных связей; структуры организации эксперимента; некоторые структуры математических и физических знаний; структуры, обеспечивающие понимание и порождение речи; структуры формирования понятий. Все перечисленные структуры относятся к общим структурам, но при изучении химии приобретают специфическое химическое содержание.

Попытаемся представить строение когнитивной структуры предметного языка. Поскольку каждая наука обладает собственным языком, в том числе и химия, то, вероятно, что при изучении данного предмета у учащихся должна складываться когнитивная структура, аналогичная когнитивной структуре языка и порождения речи. А может быть, каждая наука использует уже сложившиеся структуры, конкретизируя их применительно к своему предмету изучения. По аналогии со структурами, обеспечивающими понимание и порождение речи, попытаемся представить себе структуру предметного языка – языка химии (табл. 3).

Функции экспликации и апелляции «химического языка» мы можем увидеть у химиков разного уровня, но что касается «экспрессии» – то она проявляется только у влюбленных в химию людей²⁰. Существуют воспоминания о Д. И. Менделееве, в которых сообщается, что ученый разговаривал будто «глыбы языком ворочал». Однако когда затрагивались проблемы химии, речь ученого

²⁰ По мнению студентов вопрос: «Любите ли вы химичить?», – является главным критерием разделения на более и менее способных в химии.

Таблица 3

**Основные речевые функции и возможное их содержание
в «химическом языке»**

Функция	Содержание в языке	Возможное содержание в предметном языке
Экспликация	Передаёт смысл, содержание, сообщение о чём-либо	Улавливает, вычленяет и дифференцирует специфически предметную информацию: факты, понятия, правила, модели, гипотезы, законы, теории, позволяющие понять сущность химической формы движения материи
Экспрессия	Выражает своё собственное состояние, отношение к сообщаемому и слушателю	Особое эстетическое отношение к действительности, способность чувствовать красоту веществ, химических процессов и отражать это в речи
Апелляция	Выражает намерения, целевые установки сообщения	Процессуальные структуры, отражающие специфику мышления химика, способы экспериментальной и коммуникативной деятельности

преображалась, и многие студенты, затаив дыхание, слушали его лекции. Любовью к химии околдовывала, «заражала» слушателей особая выразительность, притягательность речи Ю. Либиха:

Август Кекуле (1829-1896), поразительно одаренный юноша, свободно разговаривающий на четырех языках. Учителя восхищались его исключительными литературными способностями, глубиной и оригинальностью мысли. В Дармштадте уже были построены три дома по проекту гимназиста Кекуле. Для того чтобы овладеть доходной профессией архитектора, он поступает в университет. Там он впервые услышал имя Юстуса Либиха. Студенты произносили его почтительно и восторгом. А. Кекуле, никогда ранее не интересовался химией, но, попав однажды на лекцию прославленного ученого, стал постоянно посещать занятия, и с каждым днем химия увлекала его все больше и больше. «Эта новая наука казалась ему не просто интересной, а какой-то волшебной, таящей в себе

неограниченные возможности. Вскоре, забросив архитектуру, он твердо решил, что будет заниматься химией»²¹.

Август Вильгельм фон Гофман (1818-1892), сын архитектора, поступил в Гиссенский университет для того, чтобы изучать право. Но случилось так, что семья Гофмана сдружилась с семьей Либиха: постройкой новой лабораторией профессора руководил отец Августа. Молодой человек сначала стал посещать лекции профессора просто из вежливости. Химия казалась ему непостижимой загадочной наукой. То, что говорил Либих на лекциях, казалось совершенно непонятным Августу. Но постепенно он увлекся и попал под влияние профессора. «Теперь эта наука казалась ему такой же прекрасной, как поэзия, неисчерпаемой, как шедевры искусства»²². Через некоторое время Август бросил юридический факультет и перешел к изучению химии.

Для того, чтобы дать словесный портрет минерала или процесса его образования, химики используют пейзажные зарисовки, литературно-художественные сравнения. Например, полевой шпат в описании А. Е. Ферсмана светится изнутри, «как горит светом Черное море в осенние вечера под Севастополем». Не менее выразительно представлен процесс образования гранита: «Вязкая расплавленная масса, как тесто, вливается в земную кору и, подобно караваю хлеба, медленно остывает в виде огромных массивов и жил». Большинство тривиальных названий вещества (берлинская лазурь, турнбулева синь, болонские светящиеся камни, глауберова соль, чилийская селитра и т.д.) представляют собой словесное описание соединения, указывающее на происхождение вещества, способ или место его получения, свойства. Признание научных достижений ученого или приоритет того или иного открытия отражается в названии вещества, процесса, элемента по фамилии автора (глауберова соль, витерит, нильсборий, менделевий и т.д.) или его страны (полоний, рутений, германий, галлий и т.д.).

Как мы видим, функция экспрессии «химического языка» состоит в особом эстетическом отношении к действительности, способности чувствовать красоту веществ, химических процессов и отражать это в речи. И эта функция наиболее ярко проявляется у химиков высокого уровня. В то время как для большинства людей

²¹ Цит. по Манолову К.

²² Манолов К. С 427.

слово «химия» вызывает отрицательные эмоции и негативное отношение, связанные и с трудностью изучения предмета и установкой «химия – это вредно».

Структура предметного языка, 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 (+Δ Н – эндотермический процесс). Следующий момент, который следует отметить, химики высокого уровня не зная того или иного языка, могут понять смысл прочитанного, если речь идет о химии, т.е. язык химии является «международным» языком.

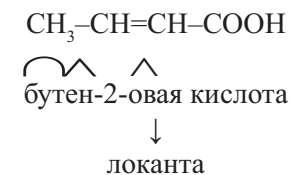
Третий уровень в когнитивной структуре речи – «словарь, хранилище всех известных слов данного языка» (Н. И. Чуприкова; 1997, С. 347). Как мы помним (1.1.2), в словаре слова хранятся в хорошо упорядоченной системе. Такой упорядоченной системой «химического языка» может служить структура понятийных отношений (см. приложение 1), позволяющей связывать слова по смыслу, включать более узкие категории в более широкие (родо-видовые отношения), организовывать по понятийным категориям, по причинно-следственным связям и т.д.

Химия изучает химическую форму движения материи, ее предметом изучения является вещество, свойства веществ, превращения веществ и явления, сопровождающие эти превращения.

Эта простая структура, заложенная в самом определении химии, может быть взята за исходное основание при формировании когнитивной структуры предметного языка, которая постепенно дифференцируется в самых разных направлениях и становится все более сложной, расчлененной и многоуровневой. Например, в модуле «Вещество» прекрасно прослеживается логика формирования по-

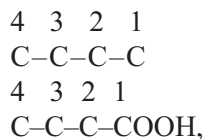
нятий, зоны ближайшего развития и взаимосвязь этих понятий (см. главу 6). Усвоив признаки, позволяющие отличить смесь от чистого вещества, можно приступить к дальнейшей дифференциации: по признаку – состоит вещество из атомов одного или нескольких элементов, разделить вещества простые и сложные. Выделив признаки, позволяющие разделить сложные неорганические вещества на оксиды, кислоты, основания и соли (сложная классификация), приступить к поиску признаков, позволяющих разделить оксиды на кислотные (оксиды неметаллов и металлов со степенью окисления больше +3), основные. При таком подходе учащиеся не заучивают наизусть формулы, а учатся выделять признаки, формулировать понятия, кодировать информацию при помощи химических знаков и символов, формируется интуиция, «чувство вещества». При таком подходе совершенствуется процесс восприятия, логическое мышление и логическая память, формируется теоретическое мышление, профессиональная речь.

Четвертый уровень когнитивной структуры речи – морфемный, основная функция которого – правильное грамматическое оформление речи. Данный уровень представлен элементами слов: корнями, префиксами, суффиксами, окончаниями, и правилами («обобщенные типизированные образцы»²³, 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,



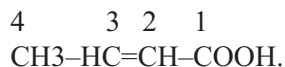
²³ Чуприкова Н. И. Психология умственного развития: принцип дифференциации. – М.: АО «СТОЛЕТИЕ», 1997. – С. 347.

$\overset{\text{C}}{\text{C}}\text{C}\text{C}$
 бут – четыре атома углерода последовательно соединены между собой, образуя цепь:



\wedge
 овая – данное соединение принадлежит к классу кислот,

\wedge
 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.

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

В химии данный уровень представлен планами обобщенного характера: что нужно знать о явлении, величине, законе, теории, технологическом процессе; планы деятельности наблюдения, эксперимента; алгоритмы решения качественных и количественных задач; описание свойств; формулировки понятий; логика построения доказательств (профессиональная речь).

Предметный язык, кроме вербальных уровней когнитивной структуры речи, обладает еще одним – невербальным уровнем, 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, экспериментов, образа вещества («ощущение связи свойства вещества с его составом», – В. В. Загорский (1997, С. 5)) и образа химического процесса.

Химия обладает широкой сетью межпредметных связей. М. А. Шаталов выделяет следующие виды межпредметных отношений: (1998, С. 99):

- 1) причинно-следственные;
- 2) генетические;
- 3) производственно-технологические;
- 4) семиотические;
- 5) экспериментальные;
- 6) прямые и обратные.

Процесс формирования обобщенных когнитивных структур чрезвычайно сложный, длительный, осуществляется во всех областях деятельности.

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

- 1) структура десятичной системы счисления со схемой иерархии разрядов;
- 2) обобщенная схема соотношения компонентов прямых и обратных операций;
- 3) обобщенные схемы анализа задач позволяющих выделять условия, отношения величин, вопрос и направление решения не только в прямых, приведенных, но и в косвенных, неприведенных задачах;
- 4) топологические структуры.

В химическом языке используется когнитивная структура, аналогичная структуре репрезентации физических знаний (табл. 4).

Общность ряда когнитивных структур представления знаний подтверждается в работе В. Н. Дружинина, который утверждает: «... чтобы успешно учиться по математике, физике и химии, нужно обладать развитым «числовым» (формально-символическим), пространственным и вербальным интеллектом» (1999, С. 264).

Такова в общем виде структура предметного языка, она состоит из многих элементов и нескольких уровней, коррелирует с когнитивно-репрезентативными структурами химических знаний, но не тождественна им.

Таблица 4

**Когнитивные структуры репрезентации
физических и химических знаний**

Физика	Химия
Физические явления, их признаки и связи	Химические явления, их признаки и связи
Основные физические свойства объектов вместе со способами их изменения, измерения, основные взаимосвязи этих свойств	Основные химические свойства веществ, их зависимость от физических свойств, состава, строения, взаимного влияния атомов и групп атомов вместе со способами их определения, изменения, измерения и основные взаимосвязи свойств
Физические законы и признаки явлений, которые описываются этими законами	Химические законы и признаки химических и физических явлений, которые соответствуют этим законам
Теория	Теория
Постулат	Постулат
Принцип	Принцип
Идеальный объект	Модель
Факт	Факт
Соотнесение теории и факта	Соотнесение теории и факта

Процесс формирования когнитивных структур химического познания и сохранения полученных знаний в долговременной памяти лежит в основе решения проблемы формирования предметного языка. Не понятие о химическом элементе, как это утверждает Е. В. Высоцкая и И. В. Рехтман (2001), а структура репрезентации химических знаний является той самой «линзой», через которую химики рассматривают и понимают мир. Доказательством того, что в процессе обучения на уроках химии в голове ученика кодируется не просто

знак химического элемента, но и его место, роль, функции по отношению к другим элементам, могут послужить результаты эксперимента «химическое кодирование» и «химическая память» (4.3; 4.4).

Вопрос, какие структуры являются врожденными, а какие приобретенными, несмотря на значительные успехи психогенетики, все еще остается открытым. Врожденными, вероятно, являются самые общие структуры формирования систем деятельности и практики обучения. Какие-то структуры, возможно, только приобретаются.

По мнению Б. М. Величковского, вопрос о существовании «доопытного» знания, постулированное еще в работах Канта, на сегодняшний день перестал быть предметом одних лишь умозрительных построений. Исследования Дж. Брунера и Б. Козловска, а также Т. Бауэра (1981) доказали существование до опыта самых общих категорий нашего рассудка, таких как пространство и время.

Так, Дж. Брунер и Б. Козловска показывали младенцам в возрасте трех недель яркие цветные предметы. Хотя в этом возрасте устойчивое схватывание предметов невозможно, у младенцев отмечалась повышенная моторная активность в плечевом поясе при предъявлении именно тех предметов, размеры и удаленность которых позволяли бы им их схватить тремя месяцами позже.

Если при приближении лица матери младенец слышал ее голос в другом направлении, то у младенца наблюдалось изменение обычно положительной реакции, о чем можно судить по учащению ритма сердцебиения.

Т. Бауэр провел эксперименты, для того чтобы проверить предположение Ж. Пиаже об отсутствии знания у четырехмесячного ребенка о постоянстве существования предмета. В экспериментах Ж. Пиаже ребенку показывалась яркая игрушка. После того как становилась ясно, что игрушка замечена и вызвала интерес, она на глазах малыша помещалась за стоящий перед ним непрозрачный экран. Исходный феномен, описанный Пиаже состоит в том, что младенец при этом теряет к ней интерес и не пытается ее достать. Но Бауэр продолжил эксперимент: через короткий интервал после исчезновения игрушки экран поднимался, и ребенок мог видеть либо игрушку, либо пустое место. Если бы ребенок не знал о продолжении существования предмета вне его восприятия, то реакцию удивления вызывало бы появление игрушки, однако в экспериментах была выявлена реакция удивления²⁴, вызванная отсутствием игрушки.

²⁴ Показатели удивления определялись по психофизиологическим признакам ориентировочной реакции.

То есть, заключает Б. М. Величковский, многое в восприятии представляется врожденным, причем в плане самых общих категорий, таких как интермодальное пространство и постоянство существования предметов (2006, Т. 1. С. 250).

Венгерский педагог Ласло Полгар провел интересный эксперимент, продемонстрировавший возможность намеренного воспитания из трех своих дочерей гроссмейстеров высокого уровня, структурированные знания шахматных позиций которых позволяет им сразу увидеть правильный ход без какого-либо предварительного анализа (см. 1.2). За всю историю шахмат в одной семье еще не рождалось столько шахматистов подобного уровня. Эксперимент Полгара показал, что женщина способна стать гроссмейстером и что высокодифференцированные когнитивные репрезентативные структуры можно формировать.

Большинство теоретиков сходятся в том, чтобы создать в памяти подобные структуры требуется масса усилий. Согласно правилу десяти Саймона для овладения любой областью знаний требуется примерно десять лет интенсивного труда. К. Эриксон подчеркивает, что важны не просто занятия, а сознательная тренировка, основанная на преодолении, стремление выйти за пределы своих возможностей.

Основываясь на результатах собственных исследований, Ж. Пиаже и Б. Инельдер пришли к выводу, что структура «включения» не является данной ни в наследственной форме, ни в форме гештальта, а создается с гораздо большим трудом, чем это можно представить исходя из ее лингвистической модели у взрослых²⁵.

Как мы видим, самые общие когнитивные структуры, вероятно, являются врожденными. Но высокоспецифичные структуры предметных областей приобретаются в результате осознанных тренировок. В химии решение многих задач в той или иной степени связано с операторными структурами классификации и сериации, развитие которых подчиняется принципу системной дифференциации и интеграции (1.1.3). Развитие когнитивных структур репрезентации химических знаний, как частный случай развития всех сложных систем природы и общества, должно подчиняться всеобщему универсальному закону развития. Этот закон будет рассмотрен в следующей главе.

²⁵ Пиаже Ж., Инельдер Б. Генезис элементарных логических структур. Классификация и сериация / Пер. с фр. Э. Пчелкиной. – М.: Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2002. – С. 389.

ОБЩИЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРИНЦИП РАЗВИТИЯ ВСЕХ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА

В трудах многих выдающихся зарубежных и отечественных мыслителей выдвигалось представление о двух всеобщих универсальных принципах развития – дифференциации и интеграции. Усмотреть действие этих универсальных принципов развития можно как в философских учениях древности (труды античных мыслителей и мыслителей древнего востока), так и в биологических концепциях развития (Дарвин, Бэр, Шмальгаузен), русской философской мысли (Франк, Лосский, Соловьев) и немецкой философии (Кант, Гегель), психоанализе (Фрейд, Юнг), гештальтпсихологии (Коффка, Клаппаред, Рибо), когнитивной психологии (Холодная, Чуприкова). В данной главе перед нами не ставится задача подробного и детального изучения той или иной работы ученого и тем более всего его научного наследия в целом. Мы коснемся только тех аспектов работ, которые соответствуют теме данного исследования и составляют ее методологическую основу, определяемую нашим пониманием сущности предмета исследования.

В настоящее время, несмотря на многовековую историю всеобщего универсального принципа развития и огромнейшего экспериментального и фактического материала подтверждающего его правомерность не существует сколько-нибудь общепринятой теории умственного развития. Фундаментальный труд по анализу, обобщению и систематизации существующих теорий развития и эмпирических данных произведенный Н. И. Чуприковой (1997, 2003, 2006, 2007) приводит к заключению, что в психологии имеются все предпосылки, чтобы сформулировать дифференциционно-интеграционную теорию умственного развития, вписанную в универсальную

междисциплинарную системно-эволюционную парадигму современной науки.

2.1. 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 (610 – 548 гг. до н.э.) «О природе»²⁶ показывают, что развитие «рождение нового» происходит из единого целого за счет обособления противоположностей:

Аристотель Phys. 14. Некоторые полагают, что из единого выделяются соединенные в нем противоположности, как говорит Анаксимандр...

Симплиций Phys. 24,13. По мнению Анаксимандра рождение происходит не через изменение стихии, а через обособление благодаря вечному движению противоположностей... А противоположности эти: теплое и холодное, сухое и влажное и другое...

Анаксимандр считает, что первооснова природы – это ни воздух, ни вода, а нечто неопределенно-беспредельное.

Эмпедокл (V век до н.э.) решая проблему единства и многообразия мира приходит к умозаключению, что истинная природа многообразного мира – небольшое единое материнское тело «шару подобный, окружным покоем гордящийся Сферос»²⁷, извергающее из себя вещи, отличные только, тем, больше или меньше досталось им этого материнского вещества, плотней или разреженней 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)

²⁶ Антология мировой философии: Античность. – Мн.: Харвест, С.: ООО «Издательство АСТ, 2001. – С. 22.

²⁷ Там же. С. 63.

движения – Любовь, которая сводит все воедино, и Вражда, разделяющая, разрушающее целое на элементы:

*«Тленного также двояко рождение, двояка и гибель:
Эту рождает и губит всеобщий порыв к единенью,
То же, разладом питаясь, 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»²⁸.*

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 методой» Платона (427–347 гг. до н.э.):

«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...»²⁹

Прокл (410–485 гг. н.э.) 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»³⁰. Рождение нового есть путь от несовершенного к противоположному ему совершенному: «первичное [менее совершенное], чем вторичное, а вторичное менее совершенно, чем последующее. Самое же последнее совершенное всего»³¹. 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

²⁸ Там же. С. 62.

²⁹ Платон. Диалектика / Антология мировой философии: Античность. – Мн.: Харвест, С.: ООО «Издательство АСТ, 2001. – С. 273.

³⁰ Антология мировой философии: Античность. – Мн.: Харвест, С.: ООО «Издательство АСТ, 2001. – С. 935.

³¹ Там же. С. 938.

некоторым образом оставалось тождественным и эманулирующее – отличным вследствие ослабления и, с другой стороны, не выходящее за пределы своего тождества с ним вследствие своей непрерывности. Каково оно в первичном, таковым оно становится во вторичном, сохраняя неразрывную связь ряда»³². В учении древнеримского философа можно увидеть прообраз будущих идей А. Богданова, Ч. Дарвина, И. И. Шмальгаузена. Согласно А. Богданову, 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 газообразное, жидкое, твердое) вплоть до многообразия реальной действительности, включая психические и духовные феномены.

По книге Моисея «Бытие» (древнееврейская философская и религиозная мысль) можно составить следующую схему действия принципа дифференциации: вначале было «слово», затем «сотворил Бог небо и землю», затем «отделил Бог свет от тьмы» (рис. 10).

В учении древнекитайского мыслителя Лао-Цзы «Дао дэ цзин»³³ (VI–V вв. до н.э.) 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 скрыты тончайшие частицы. Эти тончайшие частицы обладают высшей действительностью и достоверностью...

Благодаря ему [дао] все сущее рождается и не прекращает своего роста...

Дао рождает одно, одно рождает два, два рожают три, а три рожают все существа. Все существа носят в себе *инь* и *янь*, наполнены *ци* и образуют гармонию...

³² Антология мировой философии: Античность. – Мн.: Харвест, С.: ООО «Издательство АСТ, 2001. – С. 947.

³³ Там же. С. 604–634.

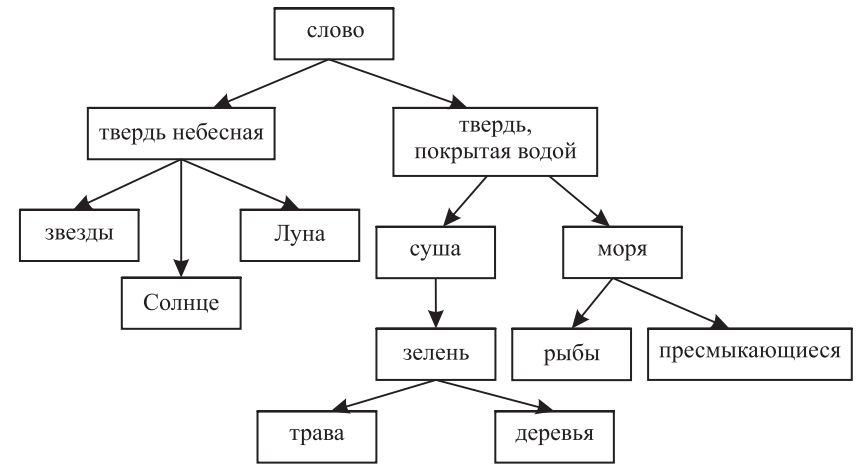


Рис. 10. Схема, отражающая действие принципа дифференциации по книге Моисея «Бытие»³⁴

Идеи древнекитайского мыслителя Лао-Цзы очень напоминают идеи Г. Гегеля, согласно которому вначале имеется чистая чувственность, которая бесконечно богата и вместе с тем – абсолютно бедна. Это нечто, в котором содержится все, и еще нет ничего.

Проведенный нами анализ показывает, что естественный путь развития из первоначально недифференцированного бытия к дифференцированному, определенному и гармонично связанному содержится 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 универсального закона 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 это, лишь поэтическое «нечто» и «туманная даль», основанная на гениальных прозрениях великих мыслителей древности, наблюдениях и размышлениях о загадках мира.

³⁴ Там же. С. 97–101.

2.2. Принцип дифференциации в психоаналитических концепциях развития личности

Действие универсального закона развития можно проследить и в развитии личности:

3. Фрейд рассматривал младенчество и раннее детство как период, в течение которого недифференцированная психика новорожденного ребенка формируется и приобретает направления, по которым он будет следовать позднее. По мнению З. Фрейда, новорожденное дитя – это бурлящая масса импульсов или инстинктивных влечений, абсолютно лишенных какой-либо направленности или сознательного руководства, и ввиду своей надличностной природы эта примитивная масса характеризуется как «ид». Поскольку ребенок должен прийти к согласию с внешней реальностью, часть этого первобытного скопления рано или поздно становится обособленной и выделяется в виде «эго». Из потребности смотреть в лицо общественным моральным запретам возникает «супер-эго».

К. Г. Юнг для описания закономерного процесса внутреннего психического развития, в ходе которого рождается зрелая ответственная личность вводит понятие «индивидуация»: «...индивидуация может означать только процесс психологического развития, осуществляющего заложенные индивидуальные предрасположенности, иными словами, делающего человека тем определенным отдельным существом, каким он является»³⁵; «...индивидуация есть процесс дифференциации, имеющий целью развитие индивидуальной личности»³⁶.

Дифференциация по Юнгу имеет несколько значений:

- это отделение индивидуальной психики от общности и коллектива;
- связано с учением о сознательных и архаических психических функциях.

По словам Юнга, способность к дифференцированию создала современного человека. Сознание не только является результатом

³⁵ Юнг К.Г. Отношения между Я и бессознательным//Собр. соч. Психология бессознательного. – С. 136.

³⁶ Юнг К.Г. Психологические типы. СПб, М., 1995. – С. 522.

процесса дифференцирования – отделения от тождественности с коллективной психикой, но и само внутренне дифференцировано таким образом, что «конфигурация» индивидуального сознания различна в зависимости от преобладания в нем одного из общих типов установки.

2.3. Системно-структурный подход к процессам развития (анализ и обобщение эмпирических данных и теорий развития в работах Н. И. Чуприковой)

С древних времен и до наших дней накопилось огромное количество экспериментальных данных и концепций развития. Х. Вернер с точки зрения ортогенетического принципа развития обобщает и упорядочивает ряд фактов и закономерностей, накопленных в детской психологии, патопсихологии, психологии народов примитивной культуры, общей и дифференциальной психологии. Фактически одновременно и независимо друг от друга Н. И. Чуприковой и М. А. Холодной высказывается идея о когнитивных структурах как носителях умственного развития. Однако до сих пор не существует общепринятой теории умственного развития, позволяющей непротиворечиво объяснять различные закономерности, факты развития и обладающей прогностическими возможностями. Решению именно этой проблемы посвящены фундаментальные научные труды Н. И. Чуприковой (1995, 1997, 2003, 2006, 2007).

В своих работах автор отмечает, что общий универсальный закон развития, который так или иначе звучал в трудах многих авторов состоит в том, что всякое развитие, где бы оно ни происходило, идет от целого к частям, от общего к частному, от состояний и форм мало определенных, примитивных, глобально-диффузных и недифференцированных к состояниям и формам все более определенным, внутренне расчлененным и дифференцированным. Таким образом, первичное целое благодаря процессам дифференциации и интеграции становится все более внутренне дифференцированным и иерархически упорядоченным. Базисная роль в развитии отводится процессам дифференциации. Процессы интеграции обес-

печивают удержание исходной целостности и формирование в ней новых более высоких иерархических уровней. Н. И. Чуприковой на богатейшем эмпирическом и теоретическом материале из разных областей знания прослеживается, что принцип дифференциации (выявление различий) работает одновременно с принципом интеграции (установление взаимных связей) и принципом исходного целого (генетического основания).

На базе общего универсального закона развития автору удалось интегрировать следующие массивы данных:

1. Теоретико-философские представления о существовании общих универсальных принципов развития всех сложных систем природы и общества – дифференциации и интеграции (Г. В. Гегель, Г. Спенсер, Вл. С. Соловьев, А. А. Богданов, И. Г. Гердер, И. В. Гете, С. Н. Трубецкой, Н. О. Лосский и др.)

2. Проявление общих универсальных законов развития в биологии (К. Бэр, Э. Мильн-Эдвартс, Ч. Дарвин, И. И. Шмальгаузен, Дж. Джексон, Л. А. Орбели, П. К. Анохин и др.).

3. Дифференционно-интеграционные теории умственного развития прошлого и настоящего, 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, Т. Рибо, Э. Клаппаред, К. Коффка, Г. Фолькельт, К. Фишер и др.)

4. Фактические результаты многих исследований по развитию самых разных психических процессов и функций (Э. Гибсон, Н. Н. Ланге, К. Нельсон, Е. Кларк, Р. Якобсон, В. И. Бельтюков и др.).

5. Результаты сравнительных и онтогенетических исследований в области нейроморфологии и физиологии нервной системы (А. И. Карамян, Д. О. Хебб, Ю. Конорский, Ю. И. Александров и др.).

6. Системы развивающего обучения и частные психолого-методические разработки (Л. В. Занков, В. В. Давыдов, Д. Б. Эльконин, П. Я. Гальперин, М. Монтессори, И. Я. Каплунович, П. Ф. Лесгафт, Л. А. Орбели, Б. Е. Хаев и др.)

7. Представления современной когнитивной психологии о когнитивно-репрезентативных структурах долговременной памяти, которые могут рассматриваться в качестве субстрата – носителя умственного развития.

Рассмотрим в предельно кратком конспективном виде основные действия всеобщего универсального закона развития:

1. Теоретико-философские представления.

По мнению И. Канта в суждениях нужно исходить из целого, так как только целое делает возможными суждения о значении и всестороннем взаимном влиянии частей.

Согласно Г. В. Гегелю всякий предмет определяется сначала в своей общности, затем разлагается на множественность разных моментов и через это саморазличение становится развитым целым.

В учении Г. Спенсера об общих законах эволюции утверждает, что любому развитию присущи следующие общие моменты: это интеграция, дифференциация, состояние равновесия и распад. Развитие (эволюция) у Г. Спенсера характеризуется тремя взаимосвязанными чертами: 1) ростом дифференцированности, выделением различного в первоначально однородном; 2) ростом связанности частей; 3) ростом определенности.

Вл. С. Соловьев в работе «Философские начала цельного знания» рассматривая действие общего закона к истории человечества (сферы творчества, знания и практической деятельности), отмечал, что каждое развивающееся образование проходит в своем развитии три обязательных момента: 1) первичная, мало определенная и слитная целостность; 2) дифференциация, расчленение первичной целостности; 3) внутренняя свободная связанность (солидарность), органическое свободное единство всех элементов внутри целого, т.е. достижение организмом (системой) высшей совершенной расчлененно-интегративной целостности, в которой отдельные элементы представлены во «внутреннем свободном единстве».

А. А. Богданов одним из первых связал теорию развития с общей теорией систем. Он рассматривал системы как внутренне расчлененные и оформленные в своих взаимосвязанных частях относительно устойчивые объекты природы и общества (организмы, сообщества, язык, наука, мораль, право и т. п.). Согласно автору центральным моментом развития всех систем является системная дифференциация. Ее суть состоит в том, что при расхождении целого разрыв связи между элементами совершается

не в полной мере, оставляя место для конъюгационных процессов. Специализированные части целого, возникшие в результате дифференциации, дополняют друг друга и тем самым повышают связанность и устойчивость системы, ее организованность, ее прочность к ударам со стороны внешних дестабилизирующих воздействий.

2. Проявление общих универсальных законов развития в биологии.

Развитие зародыша по К. Бэру (правило эмбрионального развития) идет от общего к частному, от целого к частям, от гомогенного к гетерогенному, от неспецифического к специфическому в силу чего в строении зародыша раньше всего обнаруживаются черты самых крупных таксономических единиц, а в последнюю очередь черты рода и вида данного животного.

Согласно принципу физиологического разделения труда (Э. Мильн-Эдварте) в процессе филогенеза целое, несущее определенную общую функцию, расчленяется на части, обладающие разными, более специализированными функциями.

В теории Дарвина – Уоллеса основной путь видообразования – дифференциация и одновременная интеграция строения и функций органов. В результате естественного отбора происходит дифференциация популяций, расхождение признаков соответственно частным условиям среды и возникновение многообразия форм на месте прежнего однообразия.

Правило естественного отбора И. И. Шмальгаузена гласит: поднятие организации живых организмов на более высокую ступень развития происходит через внутреннюю дифференциацию строения и функций организма с одновременной интеграцией, т.е. усложнением системы связывающих их зависимостей.

В исследованиях Л. А. Орбели, А. А. Заварзина, А. И. Карамяна, Н. И. Филимонова, П. К. Анохина и других показано, что формирование морфологической структуры и интегративной деятельности центральной нервной системы в фило- и онтогенезе протекает по общему принципу: от диффузных неспециализированных форм структурной организации и функционирования к более специализированным дискретным формам.

3. Дифференционно-интеграционные теории умственного развития.

Я. А. Коменский в «Великой дидактике», сравнивая ход развития познания с ростом и развитием дерева, писал, что обучение и воспитание должно соотносываться с природой развития познания, а ее суть состоит в том, что природа начинает свою образовательную деятельность с самого общего и кончает наиболее частным. Ключевую роль в познавательном развитии ребенка Я. А. Коменский видел в процессах различения.

Согласно И. М. Сеченову умственное развитие представляет собой частный случай процессов развития. Поэтому здесь, как и во всех других случаях, развитие должно начинаться с появления немногих простых слитных форм, каковыми должны быть слитные примитивные нерасчлененные чувствования, и должна заключаться в большем и большем их расчленении параллельно с группированием образующих элементов в разнообразных направлениях. В своей работе «Элементы мысли» ученый поставил задачу приложить универсальный принцип развития Г. Спенсера к освещению с единой точки зрения умственного развития человека, начиная с первичных слитных ощущений младенца и кончая абстрактным и отвлеченным мышлением ученых.

Ортогенетический принцип Х. Вернера гласит: везде, где есть развитие, оно идет от состояний относительной глобальности и отсутствия или слабой дифференцированности к состояниям большей дифференцированности, расчлененности и иерархической интеграции.

В дифференционной логико-гносеологической теории развития знаний Н. О. Лосского развитие знаний рассматривается как многократная, многоаспектная и бесконечная дифференциация действительности, данной субъекту в целостном и нерасчлененном виде в его созерцании.

В работах Т. Рибо показывается, что умственное развитие движется от мало определенных «протоплазматических» состояний познавательной сферы к состояниям все более определенным.

На основе своих исследований Э. Клаппаред приходит к выводу, что определяющей чертой детской психики является синкретизм, а путь психического развития – путь от целого к частям.

К. Коффка полагает, что сущность психического развития состоит в «усовершенствовании структур», которое идет по линии их все большего внутреннего расчленения.

4. Фактические результаты многих исследований по развитию самых разных психических процессов и функций.

Закон перцепции Н. Н. Ланге, сформулированный в конце XIX века гласит: процесс каждого восприятия в микроинтервалах времени состоит в чрезвычайно быстрой смене ряда моментов или ступеней, когда каждая предыдущая ступень представляет психическое состояние менее конкретного, более общего характера, а каждая последующая ступень – более частного и дифференцированного.

В исследованиях Н. А. Берштейна по развитию моторики младенцев и детей дошкольного возраста на основе биомеханического анализа движений было показано, что локомоции начинающего ходить ребенка по своему составу – это не ходьба и не бег, а нечто среднее между ними, нечто неопределенное и недифференцированное. Достоверное отличие ходьбы от бега намечается в возрасте трех лет. Структура локомоции у маленьких детей более примитивна и менее дифференцирована, чем у взрослых. Вместо обширной гармоничной системы импульсов, заполняющих силовые кривые звеньев движений ноги на протяжении одного двойного шага, у ребенка второго года жизни имеются только два реципрокных импульса. Постепенно к двум готовым элементам структуры ходьбы добавляются новые, а полный комплект динамических волн ходьбы складывается полностью примерно к пяти годам. Сходным образом развивается система бега.

Развитие фонематического строя речи по многим данным (В. И. Бельтюков, Ш. П. Бутон, Е. И. Исенина) начинается с того, что ребенок воспринимает высказывания как единое звуковое целое, опираясь на нефонемные акустические признаки. При овладении речью вначале продуцируются грубоприближенные артикуляционные комплексы, соответствующие крупным элементам речи (фразы, слова), а затем на основе целого уточняются их отдельные компоненты (слоги, звуки), что ведет к уточнению самих первоначально грубых, малоопределенных целостных образований. Разви-

тие фонологической системы языка и фонематического строя речи идет как многозвенная дифференциация, расщепление некоторых исходных фонем к все большему числу фонем (Р. Якобсон). Развитие грамматического строя языка и речи происходит в направлении постепенного выделения слов и морфем, обозначающих предметы, действия, признаки и отношения из исходного прасостояния, в котором еще нет ни действия, ни качества, ни предмета, взятых отдельно, но все это дано в неразрывном единстве. Развитие семантики также осуществляется по пути все большей дифференциации и специализации значений слов.

5. Результаты сравнительных и онтогенетических исследований в области нейроморфологии и физиологии нервной системы.

В современных нейронауках большинство авторов принимают, что обучение и развитие мозга основаны на специализации нейронов и нейронных ансамблей и что эта специализация носит последовательный постепенный характер и идет по принципу «от общего к частному». Так, Д. О. Хебб сформулировал гипотезу, что раньше всего в нейронных ансамблях фиксируется информация о наиболее стабильных постоянных особенностях стимуляции от объектов, а нейронные ансамбли, фиксирующие более изменчивые особенности стимуляции, формируются позднее и с большим трудом. Согласно Ю. Конорскому, формирование перцептивных гностических нейронов «грубой настройки», представляющие общие свойства объектов определенного класса, предшествует формированию нейронов «тонкой настройки», соответствующих частным особенностям объектов. Ю. Конорский, изучая развитие иерархических систем гностических нейронов у животных и человека, приходит к выводу, что над уровнем нейронов грубой настройки надстраивается уровень нейронов с более тонкой настройкой, но в процессе восприятия функционируют оба уровня. 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 субсистемы, соотносящиеся со средой все большей «дробности». Системы, составляющие иерархию поведенческого акта исторически ранжированы следующим образом: от врожденных субсистем через базовые к дифференцированным системам.

б. Системы развивающего обучения и частные психолого-методические разработки.

Если естественный путь развития – это путь развития от общего к частному, путь многозвенной и многоаспектной дифференциации какого-то простого малодифференцированного исходного целого, то обучение детей в школе, чтобы быть успешным, должно идти тем же самым путем. Реализацию данной идеи в практике обучения и воспитания можно найти в «Великой дидактике» Я. А. Коменского, в книге Г. Спенсера «Воспитание умственное, нравственное и физическое». Анализ систем развивающего обучения Л. В. Занкова, В. В. Давыдова, Д. Б. Эльконина и частных психолого-педагогических разработок 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), проведенный Н. И. Чуприковой показал, что они согласуются с всеобщим универсальным законом развития.

Анализ огромнейшего количества разрозненных массивов данных привел Н. И. Чуприкову к постановке проблемы: почему системогенез самых разных познавательных процессов и функций независимо от их конкретных характеристик и содержания подчиняется одним и тем же принципам? Автор приходит к выводу, поскольку все психические процессы протекают не в безвоздушном пространстве, а разыгрываются на определенных глубинных психофизиологических структурах мозга, то структуры, несущие функцию познания должны обладать некоторой формальной общностью своего системного строения и системного развития.

Невозможно в рамках одной главы описать все эмпирические и теоретические данные о действии всеобщего универсального закона развития, накопившиеся к настоящему моменту времени. Информация, предъявленная даже в таком конспективном виде, убедительно показывает, что всякое развитие, где бы оно не происходило, осуществляется из общего генетически исходного целого, которое имеет лишь какие-то общие предпосылки, потенции будущих возможностей. Благодаря процессам системной дифференциации и интеграции, диффузная нерасчлененная целостность превращается в качественно новую иерархически интегрированную структуру. В данной структуре при наличии связей элементов по горизонтальным и вертикальным уровням системы, сами элементы находятся между собой в гибких и вариативных отношениях, будучи при этом относительно свободными, как от влияния целого, так и от факторов внешней среды.

Настоящее исследование выполнено в рамках данного закона. В следующих главах будут показаны пути использования данного закона применительно к области исторического и онтогенетического развития когнитивных структур химического знания, к разработке рациональной программы школьного обучения химии, к пониманию природы химических способностей и разработке методов их диагностики.

**ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ РАЗВИТИЕ
ПРЕДМЕТНОГО СОДЕРЖАНИЯ ХИМИИ
КАК НАУКИ В СВЕТЕ ОБЩЕГО
УНИВЕРСАЛЬНОГО ЗАКОНА РАЗВИТИЯ
И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О КОГНИТИВНЫХ
СТРУКТУРАХ, СКЛАДЫВАЮЩИХСЯ
В ПРОЦЕССЕ ПОЗНАНИЯ МИРА**

Каждый вид профессиональной деятельности (профессиональная культура) 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. Эти ментальные структуры образуют «субстрат, материю» специальных способностей. Одним из способов изучения строения когнитивных структур репрезентации химических знаний является логико-психологический анализ историко-культурного развития предметного содержания химии как науки. Такая реконструкция предмета мысли позволяет воспроизвести зафиксированные и опредмеченные в культуре схемы видения мира, преобразования мира и взаимодействия с ним.

В данной главе мы постараемся показать пути использования принципа системной дифференциации применительно к области исторического развития когнитивных структур химического знания. Основная задача данной главы – раскрыть процесс формирования когнитивных структур репрезентации химических знаний: процесс зарождения генетически исходных существенных и всеобщих отношений, определяющих содержание и структуру химии, и ход их последовательной дифференциации и интеграции.

Эта глава имеет огромное практическое значение для разработки рациональной программы обучения химии, поскольку позволяет понять в какой последовательности и как необходимо вводить новые знания, чтобы они в наибольшей степени способствовали внутренним условиям умственного развития школьника.

В рамках дифференциального подхода решение проблемы сущности и путей развития знаний было предложено Н. О. Лосским, согласно которому, 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, т.е. знание – это «процесс дифференцирования действительности путем сравнения» (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 смешении с ложью, и весь процесс развития науки «есть процесс очистки от лжи путем дифференцирования объектов» (1991, С. 198).

С. Франк отмечал непосредственность познания субъектом транс-субъективного (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»³⁷. «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 истонного 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...»³⁸, «...знание, выражаемое как связь определенностей, как А-В-С, возможна только на почве... истонного единства abc, предшествующего возникновению отдельных определенностей»³⁹. 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»⁴⁰.

Г. Спенсер, в истории развития человеческого познания по существу видел тот же принцип развития. Он рассматривал прогресс развития знаний как почти бесконечное разрастание их суммы 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 собиранье 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.

Химия относится к числу естественных наук, изучающих окружающий нас мир со всем богатством его форм и многообразием происходящих в нем явлений. Мир материален. Все существующее пред-

³⁷ Франк С. Предмет знания. Душа человека. – Мн.: Харвест, М.: АСТ, 2000. – С. 334.

³⁸ Так же. С.261.

³⁹ Так же. С. 261.

⁴⁰ Так же. С. 261.

ставляет собой различные виды движущейся материи. Движение, как постоянное изменение, присуще материи в целом и каждой мельчайшей ее частице. Формы движения материи разнообразны: нагревание и охлаждение тел, излучение света, электрический ток, химические превращения, жизненные процессы – все это различные формы движения материи. Одни формы движения могут переходить в другие. Например, механическое в тепловое, тепловое в химическое, химическое в электрическое. Эти превращения свидетельствуют о единстве и непрерывности связи качественно различных форм движения материи. Отдельные формы движения материи изучаются разными науками. Химия как наука изучает химическую форму движения материи.

Слова Д. И. Менделеева: «знание готовых выводов, без сведений о способах их достижения, может легко привести к заблуждению...», потому что тогда неизбежно надо придавать абсолютное значение тому, что относительно и временно» как нельзя лучше раскрывают основную задачу данной главы: показать как в процессе развития науки первоначально глобальное, синкретичное отражение химической формы движения материи в сознании ученых становится все более дифференцированным и расчлененным. Для решения данной задачи возможны два взаимодополняющих подхода: содержательный и хронологический.

В рамках содержательного подхода отражение химической формы движения материи в сознании Человека может быть рассмотрено с позиции возникновения и развития концептуальных систем, каждая из которых является принципиально новым способом объяснения происхождения свойств веществ. Основной задачей содержательного подхода является анализ качественных скачков в развитии предметного содержания химического мышления, выделение «неизменного и общего в изменяемом и частном»⁴¹. Таким неизменным и общим для химических знаний всех исторических периодов является получение веществ с заданными свойствами.

С точки зрения философии науки и современной концепции естествознания объектом изучения химии является вещество на 2–4 уровнях организации в общей структуре иерархии вещества: 1) субатомные частицы; 2) атомы химических элементов; 3) мо-

⁴¹ Менделеев Д. И.

лекулы химических веществ как унитарные системы; 4) микро- и макросистемы реагирующих веществ; 5) мегасистемы (Солнечная система, Галактика и т.д.).

Получение веществ с заданными свойствами невозможно без выявления факторов, обуславливающих свойства вещества. К таким факторам относятся:

1) элементарный состав вещества; 2) структура молекулы вещества; 3) организация системы взаимодействующих веществ.

Иерархия изучаемых материальных объектов определяет иерархию концептуальных систем химии, описывающих вещество (табл. 5).

Анализируя представленные в таблице данные, можно отметить, 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 критериальных 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.

В хронологическом подходе раскрывается процесс формирования когнитивных структур репрезентации химических знаний: процесс зарождения базовых, генетически исходных, существенных и всеобщих отношений, определяющих содержание и структуру химии, и ход их последовательной дифференциации, конкретизации, обобщения и интеграции.

Рассматривая хронологический подход 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.

Таблица 5

Концептуальные системы химии

Факторы, обуславливающие свойства системы	Концептуальные системы, описывающие вещество на данном уровне организации	Период возникновения концептуальной системы	Предмет изучения	Основной тезис учения
Элементарный 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 века	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 века	Вся кинетическая система в целом	Свойства вещества определяются его составом, структурой и организацией системы, в которой это вещество находится

Большинство историков химии выделяют шесть основных периодов развития химии:

1. Преалхимический или античный (до III в. н.э.): теоретический и практический аспекты знаний о веществе рассматриваются независимо друг от друга. Ремесленная химия осуществляет практические операции с веществом. Античная натурфилософия рассматривает происхождение свойств веществ.

2. Алхимический период (III – XVI вв.) – время поиска философского камня «необходимого» для трансмутации металлов и эликсира долголетия. Это период накопления знаний о веществе и зарождения экспериментальной химии.

3. Период объединения химии (XVII – XVIII вв.) – данный период по праву может считаться периодом становления химии как науки. Химия освобождается от натурфилософских взглядов на элементы, происходит ее рационализация, вырабатывается единый взгляд на химические процессы и в полной мере начинает использоваться экспериментальный метод. Завершает данный этап химическая революция, которая придает химии вид самостоятельной науки, занимающейся экспериментальным изучением состава тел.

4. Период количественных законов (1789 – 1860 гг.) – открытие главных количественных закономерностей химии (стехиометрических законов) и формирование атомно-молекулярной теории завершает превращение химии в точную науку, основанную не только на наблюдении, но и на измерении.

5. Период классической химии (1860 – конец XIX века) характеризуется стремительным развитием науки: создается периодическая система элементов, теория валентности и химического строения молекул, стереохимия, химическая термодинамика и химическая кинетика; блестящих успехов достигают прикладные отрасли химии. В связи с ростом объема знаний о веществе и его свойствах начинается дифференциация химии – выделение отдельных ее ветвей, приобретающих черты самостоятельных наук.

6. Современный период (с начала XX века) развития химии связан с революционными изменениями в физике – на смену системы знаний о материи, основанной на механике Ньютона, приходит квантовая теория и теория относительности. Успехи физики позво-

ляют понять природу периодичности свойств элементов и их соединений, объяснить природу валентных сил и разработать теории химической связи; появляются принципиально новые физические методы исследования состава, структуры и реакционной способности веществ. Все это приводит к изменению содержания основных понятий химии.

3.1. Античный период

Анализируя данные, представленные в приложении 2 «Химическая линейка времени», можно отметить, что на первом этапе развития химии формируется примитивное целое отражение химической формы движения материи в сознании человека: зарождаются основные понятия и принципы будущей науки – элемент (архесома), атом, соединение (миксис), сложное вещество (тело), связь, агрегатное состояние вещества (четыре стихии), структура, закон сохранения массы, пропорциональность (прообраз закона кратных отношений, закона Пруста).

Отражение химической формы движения материи в сознании человека происходит в двух планах – наглядно-действенном и умозрительном. Теоретические и практические знания о веществе сначала развиваются относительно независимо друг от друга. Исходя из дошедших до нас исторических сведений, можно полагать, что отражение химической формы движения материи на наглядно-действенном уровне происходит раньше, чем на умозрительном.

Проблема получения веществ с заданными свойствами в практическом плане возникает, видимо, одновременно с человеком, который на протяжении достаточно длительного периода с точки зрения эволюции не столько адаптируется к окружающей среде, сколько приспособливает окружающий мир к себе. Важную роль в преобразовании человеком природы играют различные химические операции с веществом. В чистом виде известны семь металлов – медь, свинец, олово, золото, железо, серебро и ртуть, металлов, которые благодаря особому строению атомов могут находиться в природе в свободном состоянии. Блеск, цвет, свойства металлов, позволяющие изготавливать орудия труда, оружие, украшения привлекают пылкий ум древнего человека, он начинает изготавливать более

совершенные орудия труда, а более совершенные орудия труда способствуют совершенствованию самого человечества. В истории Древнего мира традиционно выделяются Медный, Бронзовый и Железные века, в которых основными материалами для изготовления орудий труда и оружия являлись соответственно медь, бронза и железо. В Бронзовом веке зарождаются крупнейшие цивилизации древности. Таким образом, отражение химической формы движения материи в общественном сознании в определенной мере определяет и развитие социальной формы движения материи.

Особенностью ремесленной химии в Древнем мире являлось то, что все ремесла находились под эгидой храмов, в которых жрецы тщательно записывали, охраняли и сохраняли используемые технологии и рецептуры. Происходит накопление запаса практических сведений и навыков, получение большого числа новых веществ с разнообразными свойствами. На наглядно-действенном уровне формируются первые представления о составе и о химическом процессе. Вершиной развития ремесленной химии является гениальное решение – использование дутья и флюсов при выплавке железа, интуитивное применение законов химической термодинамики и химической кинетики применительно к технологии получения железа, отображение на наглядно-действенном уровне не только состава вещества, но всей кинетической системы в целом. Не на уровне технологии в нашем современном понимании этого термина, но на уровне искусства.

В седьмом веке до нашей эры практически одновременно в разных цивилизациях зарождаются первые представления о природе вещества и его свойствах: в Китае – Конфуций и Лао Цзы, в Индии – Будда, в Персии – Заратустра, в Греции – философы Милетской школы. Учение о веществе и его свойствах являются частью учения о мироздании в целом, свойства вещества следуют из свойств вселенной. Важнейшим элементом любого натурфилософского учения является существование пар противоположных мировых начал: Ян – Инь, светлое – темное, активное – пассивное, любовь – ненависть и т.д. Как мы видим, многие фундаментальные принципы химии в своей общей форме возникают очень рано.

Античная натурфилософская концепция представляет собой гениальную абстракцию, лишенную каких-либо эмпирических основ. Чувственные данные используются лишь как иллюстрация для умозаключений.

В античном мире можно выделить два основных течения, различающихся по способу ответа на вопрос о делимости материи:

1) континуализм исходит из предположения, что материя непрерывна и делима до бесконечности; любая сколь угодно малая часть материи тождественна тому телу, делением которого она получена;

2) атомизм утверждает, что материя дискретна и состоит из множества неделимых частичек – атомов, движущихся в пустоте.

В античном мире число сторонников атомистической концепции было невелико. В то время основными критериями истины в дискуссии были логические доказательства. Позиция атомистов из-за вопроса о способе соединения атомов в молекуле была проигрышной.

Рассматривая умозрительный аспект отражения химической формы движения материи в сознании человека, следует отметить, что вначале в сознании Человека запечатлевается самое главное, самое общее: сущность химической формы движения, – способность веществ к взаимопревращениям (VII век до н.э.). Вводится понятие «элемент». Понятие «элемент» еще не дифференцировано, оно слито с понятием «тело», «вещество», «агрегатное состояние». Это понятие 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 – V века до н.э.) – вода (Фалес Милетский), воздух (Анаксимен из Милета), земля (Ксенофан), огонь (Гераклит Эфесский). Затем появляются учения, в которых предполагается существование нескольких элементов (VI – III века до н.э.): Анаксимандр – три элемента (вода, земля, огонь), Эмпедокл из Агригента – четыре элемента (земля, вода, воздух, огонь), Платон – пять элементов, Аристотель из Стагиры – пять 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 из Агригента утверждает, что элементы материаль-

ны и наделены свойствами филии (любви) и фобии (вражды). Эти две противоположности присущие всем телам приводят материю в движение.

В пятом веке 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 М. В. Ломоносова: масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе образующихся веществ.

В пятом веке до нашей эры Левкипп выдвигает предположение о существовании очень малой неделимой частицы вещества. Бесконечно малые и неделимые, вечные и абсолютно прочные частицы Демокрит называет атомами (IV век до н.э.). Демокрит высказывает иногда наивные предположения, которые фактически являются 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 многовековые проверки 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 век 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 из Стагиры (IV век 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. Аристотель считал, что первоматерия предстает человеку, проявляя два из двух пар противоположных свойств – тепла или холода, влажности или сухости. В результате соединения элементов в различных сочетаниях возможно образование новых сложных тел с различными свойствами (рис. 11).

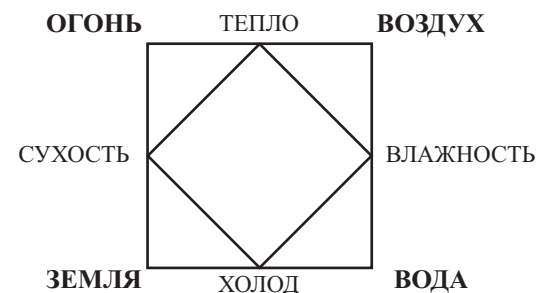


Рис. 11. Система элементов по Аристотелю

(Табл. 6–10 и рис. 11–14 заимствованы из работы Левченко С. И. Краткий очерк истории химии. – Ростов н/Д: Изд-во Рост. Ун-та, 2006. – 112 с.)

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 (Земли), в порядке уменьшения их тяжести – критерий, на какой обратит свое внимание Д. И. Менделеев, формулируя Периодический закон.

Четыре стихии античных натурфилософов многие историки химии считают прообразами четырех состояний вещества – твердого, жидкого, газообразного и плазменного.

В античный период развития химии из потока химической формы движения материи сознание человека сначала выделяет самое глобальное, существенное – способность веществ к взаимопревращениям. Затем происходит выделение более дробных инвариантов – элемент, атом, различение механического и истинного смешивания, ведущего к образованию новых тел (веществ).

Поразительным является факт, что в античный период были высказаны основные идеи, необходимые для определения понятия «элемент» – «атом», характеристика атома (вес, размер, форма), ограниченность числа форм атомов. То есть элемент – это совокупность атомов определенного вида. Но поскольку понятие «элемент» не было отделено от понятия «тело», «вещество», «агрегатное состояние», операционализация этого ключевого понятия химии затянулась на века. Долгие века дифференциации, освобождения от субъективных воззрений ученых разных эпох, пока истина не предстала в сознании Человека, такой как она есть, без привнесения чего-либо извне. Только тогда появилась возможность интеграции этих понятий, возможность операционализации понятия «элемент».

3.2. Алхимический период

На втором этапе развития химии в Александрийской академии происходит соединение теории (античной натурфилософии) и практических знаний о веществах, их свойствах и превращениях; из этого соединения рождается новая наука – *khemia*. Практические знания приобретают «теоретическую базу» в виде аристотелевского учения о четырех элементах стихиях. Основными объектами изучения александрийской алхимии являлись металлы, именно в александрийской алхимии формируется традиционная металлопланетная символика, в которой каждому из известных тогда семи металлов сопоставлялась соответствующая планета и день недели. Эти знаки пока не являются знаками элементов в подлинном смысле, знаками атомов определенного вида. Это лишь попытка запечат-

леть в виде символа определенные простые (серебро, ртуть, медь, золото, железо, олово, свинец) и сложные вещества (вода), смеси веществ (воздух, земля), основные принципы (философская Сера, философская Соль, философская Ртуть), основные действия (Великое делание, окончание Великого Делания) (табл. 6).

Таблица 6

Важнейшие алхимические знаки

 серебро, Луна, понедельник	 Огонь
 ртуть, Меркурий,  среда, философская Ртуть	 Воздух
 медь, Венера, пятница	 Вода
 золото, Солнце, воскресенье	 Земля
 железо, Марс, вторник	 Эликсир  (филофский камень, магистерий)
 олово, Юпитер, четверг	 Великое Делание  (трансмутация)
 свинец, Сатурн, суббота	 окончание Великого Делания
 сера, философская Сера	
 соль, философская Соль	

Алхимики называли серебро луной, железо – марсом, медь – веной. Кислотами действовали на окиси, называемые золой. Полученным продуктам давали самые удивительные названия: саль мирабиле ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – чудесная соль, названная так за ее слабительное действие), саль глаубери (сульфат натрия), саль аммиак, саль тартати ($\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$), саль аммиак секретум глаубери

(сульфат аммония), спиритус салис (соляная кислота), спиритус вини (винный спирт), спиритус нитри (азотная кислота), спиритус волятилис витриоли, ацидум олеум витриоли (серная кислота), олеум алюминис, зеленый витриол ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), синий витриол ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), белый витриол ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), аква региа (царская водка: смесь 1 объема азотной кислоты с 3 объемами соляной кислоты), ликвор нитри фикси (KHC_2O_4). Рецепт получения селитры по Глауберу: «Клади «ликвор нитри фикси» в «спиритус нитри» до тех пор, пока перестанет слышаться шум от растрескивания маленьких пузырьков на поверхности. Потом кипяти, пока не образуется корочка, дай остыть, чтобы осели кристаллы».

Главный результат алхимии – накопление значительного запаса знаний о веществе и становление эмпирических методов изучения свойств веществ. Для арабских алхимиков характерно тщательное отношение к описанию эксперимента; весы и лабораторная техника достигают высокой степени совершенства. В трудах алхимиков приводятся плотности металлов, отличающиеся от современных данных менее чем на один процент. В арабской алхимии создается ртутно-серная теория происхождения металлов (Гебер), разрабатывается понятийный аппарат, лабораторная техника и методика эксперимента. Арабские алхимики выделяют сурьму, мышьяк, фосфор, получают уксусную кислоту и растворы сильных минеральных кислот. Ар-Рази предлагает классификацию веществ на три царства – минеральные, растительные и животные. Джованни Фиданца (Бонавентура) получает «царскую водку», способную растворять золото. Псевдо-Гебер подробно описывает сильные минеральные кислоты – серную и азотную. Использование концентрированных минеральных кислот в алхимической практике приводит к существенному росту знаний о веществе.

Суть ртутно-серной теории состоит в следующем: в основе всех металлов лежат два принципа, являющиеся носителями определенных свойств металлов (философская Ртуть является принципом металличности, а философская Сера – принципом горючести)⁴²; в недрах Земли под действием теплоты эти два принципа соединяются

⁴² Философская Сера и философская Ртуть не тождественны сере и ртути как конкретным веществам. Обычные сера и ртуть являются своего рода свидетельствами существования философских Серы и Ртути.

между собой, образуя шесть из семи известных металлов – ртуть, серебро, свинец, медь, олово, железо; для образования золота – совершенного металла, плотность которого выше единицы, помимо Ртути и Серы необходима очень плотная субстанции, которую Гебер называет эликсир («сухой» в переводе с греческого). Позднее эта субстанция получает название философского камня. Проблема трансмутации (превращения неблагородных металлов в благородные) в рамках ртутно-серной теории сводится к задаче выделения эликсира.

Для европейских алхимиков мистическая связь алхимии и астрологии имеет большее значение, чем факты. По мистическим соображениям сурьму и мышьяк алхимики отказывались признавать самостоятельными металлами, так как для них не хватало планет, которых всего семь. Поскольку ртуть в Библии не упоминалась, то европейские алхимики не считали ее металлом. Мистицизм и закрытость европейской алхимии порождают значительное число мошенников от алхимии.

Сквозь века⁴³, мистику, запреты, догматизм теории – учение 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 (Разес) 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.

3.3. Период объединения химии

В XV–XVI веках в Европе начинается быстрый рост торговли и материального производства. При этом изменения в технических приемах опережают их теоретическое осмысление. Развитие философии и естествознания приводит к глубокому кризису аристотелевскую картину мира и ставит задачу выработать концепцию, отражающую реальные свойства действительности. Френсис Бэкон выдвигает тезис, что решающим доводом в научной дискуссии

⁴³ 12–14 столетий.

должен явиться эксперимент. Огромные успехи в области физики, механики, математики, астрономии способствуют созданию единой механической картины мира. Потребности технического прогресса приводят к созданию основ научного эксперимента. Основой естествознания становится принцип количественного измерения в экспериментальных исследованиях.

Общенаучные принципы оказали значительное влияние на дальнейшее развитие химии. Р. Бойль – крупнейший химик, физик и философ своего времени в работе «Химик – скептик» (1661) предлагает новую систему химической философии, краеугольным камнем которой является поиск ответа на вопрос, что именно следует считать «элементами»: «Химики до сих пор руководствовались узкими принципами, не требовавшими особенно широкого умственного кругозора; они усматривали свою задачу в приготовлении лекарств, в извлечении и превращении металлов. Я смотрю на химию с совершенно иной точки зрения: не как врач, не как алхимик, а как должен смотреть на нее философ». Бойль считает, что «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 я мог бы отказать ему в этом названии, поскольку другие свойства являются разными». Исходя из опытных данных, Бойль показывает, что понятия химии должны быть пересмотрены и приведены в соответствие с общетеоретическими принципами.

В XVII веке 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

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. Ученый полагает, что число элементов гораздо более трех и предлагает эмпирико-аналитическую концепцию элемента: «Если мы... свяжем с названием элементов... представление о последнем пределе, достигаемом анализом, то все вещества, которые мы еще не смогли никаким способом разложить, являются для нас элементами. ... Мы не можем уверять, что считаемое нами сегодня простым является таковым в действительности». На данном этапе развития химии огонь считался основным средством разложения, а все продукты, полученные в результате обжига металлов или нагревания вещества, считались элементами, поэтому Бойль предлагает в качестве главного критерия правильности анализа – синтез. Теория Бойля о корпускулярном строении веществ была шагом вперед на пути развития атомно-молекулярной теории. Правда, в конце жизни, попав под влияние мистических философских учений, Бойль все больше сомневался в правильности корпускулярных представлений. Для него корпускулы были лишь формой мышления, благодаря которой можно было объяснить некоторые явления, а не реально существующими.

В XVIII веке разрабатывается флогистонная теория горения. Основой создания теории послужила феноменологическая картина обжига металлов: металл превращается в окалину, масса которой больше массы исходного металла. Теория флогистона исходит из представления, что свойства вещества определяются наличием в них особого носителя этих свойств. По мнению создателей теории флогистона, И. Бехера и Г. Штала, составными частями тел являются три вида земли: плавкая и каменистая, жирная и горючая, летучая. Горючесть тел, по мнению Бехера, обусловлена наличием в их составе жирной земли. Система Бехера похожа на алхимическое учение о трех принципах, в которых горючесть обусловлена философской Серой, но сера является сложным телом, состоящим из кислоты и жирной земли. Увеличения массы металла при обжиге

традиционно объясняется присоединением «огненной материи». Эти взгляды Бехера послужили предпосылкой для создания Г. Шталем в 1703 году теории флогистона.

Суть теории флогистона такова: во всех горючих телах содержится материальная субстанция – флогистон; горение – это разложение тела с выделением флогистона, необратимо рассеивающегося в воздухе; флогистон не может быть выделен в чистом виде; наиболее богаты флогистоном вещества, сгорающие без остатка; флогистон обладает отрицательной массой. Процесс обжига металла можно представить следующей схемой:

Металл = Окалина + Флогистон.

Для того чтобы из окалина получить металл необходимо использовать любое тело, богатое флогистоном (древесный уголь, каменный уголь, жир, растительное масло):

Окалина + Тело, богатое флогистоном = Металл.

В исторической литературе нет однозначной оценки значения теории флогистона. Данная теория подобно всем предшествующим, также исходит из представлений, что свойства вещества определяются наличием в них особого носителя этих свойств. Ученые для объяснения экспериментальных фактов все еще продолжают оперировать несуществующей реальностью. Например, положение теории об отрицательной массе флогистона было призвано объяснить тот факт, что масса окалина больше массы обожженного металла.

Однако теория флогистона имеет целый ряд достоинств: просто и адекватно описывает экспериментальные факты, касающиеся процесса горения; целиком основана на экспериментальных фактах; внутренне не противоречива; обладает предсказательной способностью. Например, при нагревании руды, содержащей мало флогистона с древесным углем, богатым флогистоном, флогистон переходит из угля в руду, в результате образуется богатый флогистоном металл и бедная флогистоном зола. Уголь одинаково восстанавливает и земли в металлы и серную кислоту в серу. Дыхание и ржавление железа представляет собой тот же процесс, что и горение, но протекающий более медленно. Благодаря теории флогистона началось активное изучение газов и количественный анализ

твердых тел. Теория Штала 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. Так, в 1630 году Жан Рей высказывает предположение, что увеличение массы металлов при обжиге обусловлено присоединением воздуха. В 1665 году Роберт Гук высказывает предположение, что в воздухе содержится вещество, подобное веществу, содержащемуся в селитре. В 1669 году Джон Мейоу в опытах с горящими под колоколом свечами доказывает, что в воздухе содержится особый газ, поддерживающий горение и необходимый для дыхания. Но гениальные прозрения Роберта Гука, Джона Мейоу не получают общественного признания. Давление господствующих на протяжении нескольких столетий когнитивных структур, отражающих Аристотелеву картину мира, не позволили общественному научному сознанию ассимилировать эти идеи. Многие ученые понимали, что флогистонная теория не может объяснить природу процесса горения, а достаточно убедительных данных для создания новой, более научной теории еще не было. Исследователи спорили так бурно, что их дискуссии начинали походить на ссору; однако в спорах рождались новые идеи. И только через сто лет несколькими учеными независимо друг от друга почти одновременно было сделано открытие кислорода (Пристли, Шееле). Лавуазье повторяет опыты Пристли, и в 1777 году формулирует основные положения кислородной теории горения:

- тела горят только в «чистом воздухе»;
- чистый воздух поглощается при горении;
- увеличение массы сгоревшего тела равно уменьшению массы воздуха;
- металлы при прокаливании превращаются в «земли», а сера и фосфор соединяясь с «чистым воздухом» превращаются в кислоты.

Теория Лавуазье более проста, чем флогистонная, не содержит предположений о наличии у тел отрицательной массы и не основывается на существовании субстанций, не выделенных экспериментально. Но в своем открытии Лавуазье был пока одинок. Никто из

ученых не осмеливался поддержать его, и он самостоятельно должен был доказывать правильность своих взглядов.

С кислородной теории начинается переломный этап в развитии химии, происходит дальнейшая дифференциация и интеграция структур репрезентации химических знаний.

По поручению Парижской академии наук четыре выдающихся химика Антуан Лоран Лавуазье, Клод Луи Бертолле, Бернар Гитон де Морво и Антуан Франсуа де 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 году Лавуазье в «Элементарном курсе химии» приводит таблицу простых тел, разделенных на несколько типов:

I. Простые вещества, относящиеся ко всем царствам природы, которые можно рассматривать как элементы: *свет, теплород, кислород, азот, водород.*

II. Простые неметаллические вещества, окисляющиеся и дающие кислоты: *сера, фосфор, уголь, радикал муриевой кислоты (Cl), радикал плавиковой кислоты (F), радикал буровой кислоты (B).*

III. Простые металлические вещества, окисляющиеся и дающие кислоты: *сурьма, серебро, кобальт, медь, марганец, ртуть, мышьяк, висмут, золото, вольфрам, олово, железо, платина, цинк, молибден, никель, свинец.*

IV. Простые солеобразующие землистые вещества: *известь, глинозем, магнезия, кремнезем, барит.*

Созданная Лавуазье классификация простых тел основывается:

- 1) на различии в элементном составе соединений;
- 2) на характере их свойств (кислоты, основания, соли, солеобразующие, органические вещества).

В данной таблице присутствуют несуществующие элементы, такие как теплород, свет. Лавуазье на основании абсолютной инертности земель к кислороду высказывает предположение, что земли являются оксидами неизвестных элементов, но все же относит их к простым веществам. Более глубокая дифференциация тел по элементному составу позволяет увидеть общие свойства простых тел

II и III типа: простые неметаллические и некоторые простые металлические вещества в результате окисления могут образовывать кислоты.

Проанализировав результаты собственных исследований количественного состава веществ и соотношения масс реагентов и продуктов реакции, и результаты подобных исследований других ученых Лавуазье формулирует закон сохранения массы: «Можно принять в качестве принципа, что во всякой операции количество материи одинаково до и после опыта, что качество и количество начал остаются теми же самими». Широкое распространение закон сохранения массы веществ получил благодаря трудам А. Лавуазье, который сформулировал его в 1789 году. Но впервые открыт он был М. В. Ломоносовым в 1747 году и экспериментально подтвержден – в 1756 году. 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 наук. Он первый сформулировал закон сохранения вещества и энергии, первым указал путь, по которому пошли многие ученые. В работе «Элементы математической химии» он писал, что тела состоят из корпускул (молекул), которые в свою очередь содержат известное число элементов (атомов). Корпускулы однородны, если они состоят из одинакового числа одних и тех же элементов, связанных между собой одним и тем же способом. Корпускулы разнородны, если их элементы неодинаковы и связаны между собой различным способом или в различном числе. От этого зависит и бесконечное разнообразие тел. Тела бывают простыми, если они состоят из однородных корпускул, и смешанными, если состоят из нескольких разнородных корпускул. Свойства тел не случайны, они зависят от свойств составляющих их корпускул. Основное свойство корпускул – движение. Движение создает тепло. Представления об атомах и молекулах, высказанные М. В. Ломоносовым за полвека до Д. Дальтона, оказались более достоверными и научными. Например, Дальтон отрицал возможность существования молекул, образованными одинаковыми атомами.

Сложившиеся когнитивные структуры, отражающие общепринятую картину мира в общественном научном сознании, не позволили ассимилировать эти гениальные прозрения. Необходим определенный временной период – период накопления разнообразных экспериментальных данных, период формирования превосходящих схем, когнитивных структур, подготавливающих индивидов к усвоению новой информации, период исторически детерминированных изменений в жизни людей ведущих к изменению их мышления.

3.4. Период количественных законов химии

В начале XIX века успехи количественных методов исследования вещества привели к новому фундаментальному изменению в естествознании и в химии. Данный период характеризуется созданием и развитием атомно-теоретической концепции элемента.

И. В. Рихтер в результате проведенных экспериментов по изучению количеств вещества в реакциях нейтрализации и обмена формулирует закон эквивалентов: «Если одно и то же количество какой-либо кислоты нейтрализуется различными количествами двух оснований, то эти количества эквивалентны и нейтрализуются одинаковым количеством любой другой кислоты»⁴⁴. Открытый Рихтером 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. Клод Луи Бертолле, основываясь на разработанной им теории химического сродства, обусловленного силами притяжения и зависящего от плотности и количества вещества, отстаивал предположение, что элементный состав вещества может изменяться в зависимости от условий, в которых оно было получено.

Жозеф Луи Пруст с помощью тщательных анализов установил, что отношение количеств элементов в составе соединения всегда постоянно: «От одного полюса Земли до другого соединения имеют одинаковый состав и одинаковые свойства. Никакой разницы нет между оксидом железа из Южного полушария и Северного.

⁴⁴ Рихтер И. В. «Начальные основания стехиометрии или искусства измерения химических элементов».

Малахит из Сибири имеет тот же состав, как и малахит из Испании. Во всем мире лишь одна киноварь». Выводы Бертолле, как показал 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 представление о дискретности материи, но атомистические взгляды по-прежнему не имели никаких экспериментальных доказательств.

Экспериментальное подтверждение атомной гипотезы нашел английский химик Джон Дальтон. Он открывает 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 в работе «Новая система химической философии» излагает атомно-молекулярную теорию:

1. Все вещества состоят из большого числа атомов (простых или сложных).
2. Атомы одного вещества полностью тождественны.
3. Атомы различных элементов способны соединяться между собой в определенных отношениях.
4. Важным свойством атомов является атомный вес.

Как мы видим, идея Демокрита, что 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 году в лабораторном журнале Дальтона появляется таблица относительных атомных весов некоторых элементов и соединений. В качестве точки отсчета ученый выбирает атомный вес водорода, принятый равным единице. Для обозначения атомов элементов Дальтон использует символы в виде окружностей с различными фигурами внутри (табл. 7). Это были первые формулы самых простых соединений.

Таблица 7

Таблица относительных атомных весов Дальтона

Простые атомы	Сложные атомы
⊙ Водород 1	⊙⊙ Аммиак 5
○ Кислород 5,66	⊙○○ Вода 6,66
⊖ Азот 4	⊖○○ Моноксид азота 9,66
⊗ Углерод 4,5	○○⊖ Диоксид азота 13,66
⊕ Сера 17	

Дальтон неоднократно корректировал атомные веса элементов. Главное затруднение состояло в том, что для определения атомной 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 Дальтона, сыграл негативную роль при решении проблемы атомных весов. Решению проблемы установления числа атомов элемента в составе соединения способствовало открытие целого ряда стехиометрических законов.

Жозеф Луи Гей-Люссак открывает закон объемных отношений газов: газы всегда соединяются в простых объемных отношениях.

Амедео Авогадро ди Кваренья, опираясь на результаты исследования электролиза воды Уильяма Николсона и Энтони Карлайл, которые показали, что объемы водорода и кислорода выделяющиеся при электролизе относятся как 2:1, формулирует гипотезу: «Равные объемы газов при одинаковых давлении и температуре содержат одинаковое число молекул, так что плотность газов служит мерой массы их молекул и отношение объемов при соединении суть не что иное, как отношение между числом молекул, соединяющихся

между собой при образовании сложной молекулы». Следствием данной гипотезы 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, что корпускулы элементарных субстанций являются сложными, казалось химикам, противоречащим здравому смыслу. Аналогичная ошибка до сих пор встречается не только у учащихся, но и у студентов – при классификации на простые и сложные вещества к простым они относят только те вещества, которые изображены знаками элементов без индексов (Fe, Cu, Ag...), к сложным – простые вещества, изображенные знаками элементов с индексами (Cl₂, H₂, S₈...) (см. главу 6).

Молекулярная гипотеза Авогадро не была принята большинством физиков и химиков первой половины XIX века, которые не могли отчетливо понять различие между понятиями «атом», «молекула», «эквивалент». Неопределенность данных понятий мешает точному определению атомных масс.

В работах Уильяма Праута опять воскрешается идея античных философов о первоматерии. Ученый предполагает, что атомные веса всех элементов должны быть целочисленными и кратны атомному весу водорода. Причина этого, по мнению Праута состоит в том, что водород является основой всех остальных элементов. Гипотеза Праута произвела огромное впечатление на современников, но из-за противоречий с экспериментальными данными не получила широкого признания.

Йенс Якоб Берцелиус, занимаясь систематическим изучением элементного состава соединений и представив огромное количество доказательств в пользу закона Пруста, в 1814 году публикует таблицу атомных весов, содержащей данные о 41 элементе. Опираясь на законы объемных отношений, изоморфизма, удельных теплотемкостей Берцелиус уточняет таблицы атомных весов (табл. 8), но так и не воспользуется гипотезой Авогадро, твердо считая, что в равных объемах газов содержится одинаковое число не молекул, а атомов.

Таблица 8

Сводная таблица атомных весов

Элемент	Атомная масса			
	по Дальтону (1810)	по Авогадро (1821)	по Берцелиусу (1826)	современное значение
O	7	16,1	16,03	16,00
Cl	–	33,74	35,47	35,45
I	–	–	123,21	126,91
F	–	16,3	18,73	19,00
N	5	13,97	14,19	14,01
S	13	32,6	32,24	32,06
P	9	32	31,44	30,97
B	–	14,7	21,79	10,81
C	5,4	12,08	12,25	12,01
H	1	–	1	1,01
Se	–	–	79,26	78,96
As	42	75	75,33	74,92
Mo	–	–	95,92	95,94
Te	–	–	129,24	127,60
Pt	100	389	194,75	195,09
Cr	–	–	56,38	52,00
W	56	–	189,62	183,85
Sb	40	129	129,24	121,75
Si	–	31,6	44,47	28,09
Au	140	398	199,21	196,97
Pd	–	–	114,53	106,4
Hg	167	405	202,86	200,59
Cu	56	127	63,42	63,55
Ni	–	–	59,24	58,71
Sn	50	235	117,84	118,69
Pb	95	414	207,46	207,19
Fe	50	108,5	54,36	55,85
Zn	56	129	64,62	65,37
Mn	40	114	57,02	54,94
Al	–	36	27,43	26,98
Mg	–	94	25,38	24,31
Ca	–	82	41,03	40,08
Na	–	90	46,62	22,99
Ag	100	216	216,61	107,87
Bi	68	–	213,21	208,98
K	–	78	79	39,10
Ba	–	274	137	137,34
Sr	–	175	88	87,62

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 году Ю. Либих предлагает указывать число атомов элементов подстрочными цифрами, которое 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 все 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 века продолжает существовать путаница в понятиях атом, молекула, эквивалент. Авогадро в противовес Дальтону и Берцелиусу, отрицающим существование двухатомных молекул элементарных газов, развивает свою молекулярную теорию, органично дополняющую атомистику Дальтона, публикует работы, в которых приводит правильные формулы ряда веществ, предлагает свою таблицу атомных весов. Путанице в химической теории способствует учение об эквивалентах Уильяма Гайда Волластона, который приводит таблицу эквивалентных масс элементов по большей части совпадающих с величинами атомных весов Дальтона. Учение об эквивалентах получает поддержку со стороны физиков – М. Фарадей открывает законы электролиза и экспериментально устанавливает электрохимические эквиваленты. Многим химикам эквивалентные (соединительные) веса кажутся более точными и удобными. Атомная масса кислорода принимается равной 8, а не 16 как у Берцелиуса, начинается исправление атомных весов. Печальным следствием этого становится тот факт, что для уксусной кислоты предлагается 19 различ-

ных брутто-формул. Попытки четко разделить понятия предпринимают химики-органики. Шарль Жерар и Огюст Лоран развивают идеи Авогадро, настаивая на необходимости установления четкого различия между понятиями «атом», «молекула», «эквивалент».

Международный конгресс химиков, собравшийся 3 сентября 1860 года в Карлсруэ, вносит окончательную ясность в атомно-молекулярную теорию. В письмах, подписанных 45 крупнейшими учеными-химиками и разосланными по разным странам говорилось, что «Химическая наука достигла такого уровня развития, что нижеподписавшиеся считают необходимым созвать конгресс с целью уточнения важнейших положений этой науки. Необходимо обмениваться мнениями, чтобы устранить разногласия по следующим важным вопросам: точные определения понятий «атом» и «молекула», «эквивалентность», «атомность» и прочее; валентность элементов; формулы соединений; новая номенклатура химических соединений».

В конгрессе приняли участие крупнейшие химики того времени (Бунзен, Кекуле, Мейер, Вюрц, Бертло, Гофман, Менделеев, Бородин, Зинин, Канниццаро и др.). Заседание началось с резких дискуссий. Но ход работы в корне изменился, когда с докладом выступил Канниццаро. Революционер и сын шефа полиции Станислао Канниццаро (1826–1910) бескомпромиссно, ясно и убедительно излагает 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.

Еще более ожесточенные споры развернулись по вопросу уточнения атомных весов. Канниццаро доказывал, что даже метод определения молекулярных и атомных весов Дюма основывается на законе Авогадро. Газообразные вещества состоят из свободно движущихся молекул, определив по методу Дюма их молекулярный вес, легко вычислить истинную величину атомных весов. Девиль и Бертло были не согласны с точкой зрения Канниццаро, молекула неизменна, а при различных температурах получают разные значения молекулярного веса. Например, для хлорида алюминия

при 500 °С молекулярный вес близок к 250, а при 1000 °С – около 130. Бертло утверждал, что молекулярные веса являются лишь фиктивными величинами и не имеют никакого отношения к химическим процессам. Канниццаро возражал, поскольку совершенно очевидно влияние температуры, с повышением которой молекула распадается на более простые частицы, о чем и свидетельствуют опыты Девиля. Д. И. Менделеев, Лотар Мейер и другие ученые поддержали Канниццаро. Утверждения ученого основывались на рациональном принципе, в котором не было места для предположений или допущений. Понятие «эквивалент» было признано считать эмпирическим, не зависящим от понятий «атом» и «молекула».

Итак, на данном этапе развития когнитивных структур репрезентации химических знаний выделены следующие критериальные признаки понятия «атом» – мельчайшие частицы, из которых состоят молекулы; «молекула» – самая маленькая частица, которая может сравниваться по физическим и химическим свойствам с другой подобной частицей (носитель физических и химических свойств вещества).

Дифференциация понятий «атом» и «молекула», «эквивалент» и «атомная масса» вновь привела к постановке проблемы о способе соединения атомов. Всеобщему убеждению естествоиспытателей в том, что силы соединяющие атомы должны иметь электрическую природу способствовали экспериментальные данные Алессандро Вольта представившего доказательства связи между химическими реакциями и электричеством («Вольтов столб»).

Гэмфри Дэви предлагает электрохимическую теорию химического сродства: – атомы, способные соединяться химически, приобретают при контакте противоположные заряды;

– акт химической реакции представляет собой соединение атомов за счёт сил электростатического притяжения, при котором происходит компенсация зарядов;

– химическое сродство атомов пропорционально их полярности (величине возникающего заряда);

– если подействовать на соединение электричеством, атомы восстанавливают полярность и движутся к электродам.

Й. Я. Берцелиус, на основании изучения продуктов разложения солей, кислот и оснований, выделяющихся на электродах, создаёт весьма простую и наглядную дуалистическую систему:

- все атомы (простые и сложные) электрически заряжены и биполярны; при этом один из зарядов преобладает;
- соединение атомов сопровождается частичной нейтрализацией их зарядов;
- при пропускании электрического тока атомы восстанавливают начальную полярность;
- химическое средство пропорционально полярности веществ и температуре.

В теориях Г. Дэви и Й. Я. Берцелиуса можно отметить возникновение и развитие когнитивных структур, репрезентирующих количественные характеристики взаимодействующих атомов, таких как электроотрицательность, поляризуемость, поляризующее действие ионов. Например, Й. Я. Берцелиус располагает все элементы в ряд по знаку и величине присущего их атомам заряда: абсолютно электроотрицательные (кислород, неметаллы), индифферентные, переменные и электроположительные (щелочные и щелочноземельные металлы), – глобальный синкретичный прообраз шкалы электроотрицательности Л. Полинга.

Положение Й. Я. Берцелиуса о том, что все вещества состоят из радикалов, способных к самостоятельному существованию, способствовало зарождению новой концепции химии, исходящей из представления, что свойства вещества определяются не только его составом, но и структурой; а предположение, что все химические реакции сводятся к взаимодействию зарядов – теории химической связи.

3.5. Периоды классической и современной химии

Отличительной особенностью периодов классической и современной химии является зарождение и развитие основополагающих теорий: периодический закон химических элементов, законы химической термодинамики и химической кинетики, учение о химическом строении соединений. Для понимания причин, которыми обусловлены фундаментальные законы химии, потребовалось выйти за

пределы предмета химии: достижения физики сделали возможными успехи теоретической и прикладной химии.

Современная химия отличается от классической химии второй половины XIX века следующими основными чертами:

1) создание фундаментальных основ теоретической химии приводит к значительному росту возможностей не только прогнозирования свойств веществ, основные количественные характеристики которых могут быть рассчитаны до опыта, но и условий синтеза этого вещества;

2) основные концепции химии, сформированные к середине тридцатых годов XX столетия, продолжают стремительно развиваться, но принципиальных изменений в теории больше не происходит;

3) широкое использование физико-математического аппарата и разнообразных расчетных методов;

4) все более тесное взаимодействие с другими естественными науками; одновременно с процессами интеграции естественных наук протекает процесс дифференциации самой химии.

Анализируя становление и развитие фундаментальных теорий химии, можно обнаружить целостные глобальные прообразы будущих основополагающих теорий еще в античный период развития химии. С. Франк, рассматривая основной гносеологический вопрос о природе и условиях возможности знания, писал: «...это исконное обладание предметом [знания], предшествующее всякому обращению сознания на предмет, возможно лишь при условии, если субъект и объект знания укоренены ... в абсолютном бытии, как непосредственно и неотъемлемо присутствующим у нас и в нас первичном единстве, на почве которого впервые возможна раздвоенность между познающим сознанием и его предметом»⁴⁵. Ученый подчеркивал, что процесс познания истины «... всегда движется от старого, привычного, уже знакомого к новому, интересному, существенному, впервые узнаваемому и подчеркиваемому»⁴⁶.

В период классической химии для сознания ученых открываются новые предметы знания о химической форме движения материи – строение вещества и химический процесс, определяются новые

⁴⁵ Франк С. Предмет знания. Душа человека. – Мн.: Харвест, М.: АСТ, 2000. С. 6.

⁴⁶ Там же. С. 13.

содержания химического мышления. Более глубокое понимание сущности предмета химии определяет новые методологические требования и понятия.

3.5.1. Периодическая система химических элементов

К 1860 году стало известно 60 элементов. Назревает проблема систематизации элементов и отыскании закономерностей в изменении их свойств. Иоганн Вольфганг 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 Деберейнеру не удалось.

Cl – 35.5	P – 31	S – 32	Ca – 41	Li – 7
Br – 80	As – 75	Se – 79	Sr – 88	Na – 23
I – 125	Sb – 122	Te – 129	Ba – 137	K – 39

Леопольд Гмелин приводит таблицу химически сходных элементов, расставленных по группам в порядке возрастания соединительных масс, в которой три базисных элемента – кислород, азот и водород. Под ними расположены триады, тетрады и пентады. Под кислородом расположены электроотрицательные элементы. Электроположительные и электроотрицательные свойства групп элементов плавно изменялись сверху вниз.

Уильям Одлинг составляет группы естественных элементов (щелочные, щелочноземельные, галогены, и др.).

Александр Эмиль Бегуйе де Шанкуртуа предлагает «земную спираль» – винтовой график элементов, расположенных в порядке возрастания атомных весов таким образом, что на вертикальной линии оказывались элементы, атомные веса которых отличались на 16. В данной таблице (рис. 12) фиксируется закономерное отношение между атомными весами элементов.

Джон Александр Рейна 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 Ньюлендс придает ей всеобщий харак-

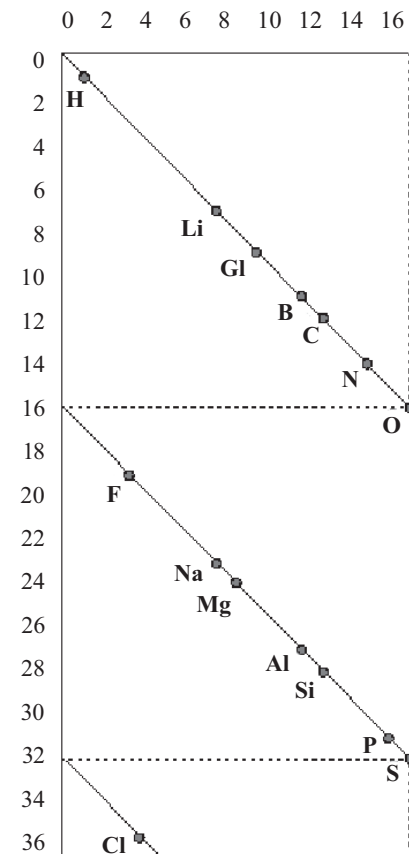


Рис. 12. Фрагмент винтового графика Шанкуртуа

тер. Кроме того, в группах оказываются как схожие, так и совершенно непохожие элементы, в некоторых ячейках он располагает несколько элементов.

Несколько попыток систематизации элементов предпринимает Юлиус Лотар Мейер. В 1864 году он публикует таблицу, в которой представлены 42 из 63 элементов. Чтобы подчеркнуть аналогичное триадам Деберейнера изменение атомной массы он намеренно ограничивает число элементов (табл. 9).

В 1870 году Мейер⁴⁷ предлагает таблицу «Природа элементов как функция их атомного веса» (табл. 10) и кривую зависимости атомного объема элемента от атомного веса (рис. 13). Некоторые ячейки таблицы ученый оставил незаполненными.

Таблица 9

Фрагмент таблицы Мейера 1864 г.

4 val	3 val	2 val	1 val	1 val	2 val
C=12	N=14,4	O=16	F=19	Na=23	Mg=24
Si=28,5	P=31	S=32	Cl=35,5	K=39	Ca=40
	As=75	Se=78,8	Br=80	Rb=85,4	Sr=87
Sn=117,6	Sb=120,6	Te=128,3	I=126,8	Cs=133	Ba=137,4
Pb=207	Bi=208			(Tl=204)	

В марте 1869 году Н. А. Меншуткин⁴⁸ на заседании Русского химического общества зачитал доклад Д. И. Менделеева «Опыт системы элементов основанной на их атомном весе и химическом сходстве». Данная таблица содержала все известные тогда 63 элемента, в отличие от таблиц других ученых, которые не смогли создать единую периодическую систему элементов, поскольку в открытых ими закономерностях многие элементы не находили своего места. В 1870 году вышли в свет еще две статьи Д. И. Менделеева: «Периодическая законность для химических элементов» и «Естественная система элементов и применение ее к указанию свойств неоткрытых элементов», в которых автор подводит итог всем своим открытиям, связанным с периодическим законом и периодической системой химических элементов. Статьи не производят особого впечатления. Нашлись ученые, которые оспаривали заслуги Менделеева, утверждая, что подобные таблицы элементов публиковались

⁴⁷ Работа Мейера была сдана в печать в 1869 году, и после опубликования доклада Д. И. Менделеева Мейер добавил в свою статью ссылку на Д. И. Менделеева, где указал, что предлагаемый им график прекрасно иллюстрирует предложенный русским химиком термин «периодичность».

⁴⁸ Д. И. Менделеев был болен и попросил своего ассистента прочитать вместо него доклад.

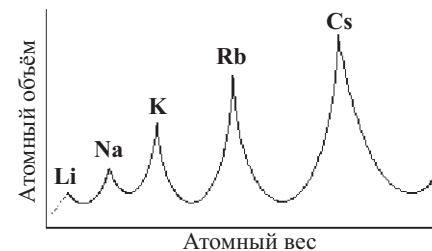


Рис. 13. Кривая атомных объемов Мейера

Таблица 10

Таблица Мейера 1870 г.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	B	Al				In (?)		Tl
	C	Si	Ti		Zr	Sn		Pb
	N	P	V	As	Nb	Sb	Ta	Bi
	O	S	Cr	Se	Mo	Te	W	
	F	Cl	Mn Fe Co Ni	Br	Ru Rh Pd	I	Os Ir Pt	
Li	Na	K	Cu	Rb	Ag	Cs	Au	
Be	Mg	Ca	Zn	Sr	Cd	Ba	Hg	

и раньше, называя Лотара Мейера, Уильяма Одлинга. Менделеев⁴⁹ пишет несколько ответных статей, в которых заявляет, что подобные таблицы действительно публиковались, но они построены исключительно по формальному принципу – группировки элементов по их сходству с целью облегчить изучение. Менделеев же установил, что свойства элементов и их атомные веса взаимосвязаны. Основываясь на всей совокупности отраженных в системе отношений между элементами, он изменяет атомные веса известных элементов (бериллий, индий, цезий, уран и др.), предсказывает существование неоткрытых элементов и очень точно описывает их свойства – экабора, эка-алюминия и эка-кремния. Кроме того, он помещает теллур перед йодом, хотя последний имеет меньший атомный вес. При таком расположении элементов все горизонтальные ряды в таблице содержали только сходные элементы, и отчетливо проявлялась периодичность изменения свойств элементов.

Многие ученые, привыкшие верить только тому, что показывает их непосредственный опыт, привыкшие мыслить узко, эмпирически, не в состоянии были понять, как можно что-то предсказывать на основании теоретически составленной таблицы. Но периодическая система элементов Д. И. Менделеева – это графическое отображение периодического закона. В противоположность своим предшественникам Менделеев сразу понял, что перед ним неизвестный ранее закон природы: «Закон этот указывает на связь внешних сил с внутренними. Внутренние силы, действующие лишь на заметно

⁴⁹ Д. И. Менделеев, работая над созданием нового учебника по неорганической химии, который отражал бы современный уровень развития химии, систематизировал и обобщал основные химические теории, тщательно изучал описание свойств химических элементов. Возникла проблема, в каком порядке их приводить? Никакой системы расположения элементов не существовало. Огромный материал сваливался на головы будущих химиков без всякой внутренней системы, беспорядочно. Ученый принимает решения найти естественную систему элементов в самом фактическом материале химической науки. Менделеев делает карточки. На каждую карточку он заносит название элемента, его атомный вес, формулы соединений и основные свойства, начинает их систематизировать. Разбивает на триады Деберейнера, ничего не выходит, разъединяет триады и разворачивает в колонки. Элемент из каждой последующей колонки ставит в горизонтальный ряд за элементом, с которым тот имел сходные свойства. «Получилось нечто совершенно неожиданное! Свойства элементов в каждой колонке постепенно менялись сверху вниз в зависимости от увеличения атомного веса».

малых расстояниях, определяют химические и физические свойства». В «Основах химии» Д. И. Менделеев пишет: «Периодическая изменяемость простых и сложных тел подчиняется некоторому высшему закону, природу которого, а тем более причину еще нет средства охватить. По всей вероятности, она кроется в основных началах внутренней механики атомов и частиц». 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 также увидеть, что за атомной массой скрывается более существенная характеристика периодической изменяемости свойств веществ, которая пока еще не открыта.

Химический этап развития периодического закона начался с открытия предсказанных элементов. В 1875 году Лекок де Буабодран открывает галлий (экаалюминий). Величина плотности галлия не совпадала с величиной, предсказанной Менделеевым. Менделеев сообщает Буабодрану, что тот плохо очистил галлий от натрия, с помощью которого был восстановлен новый металл из оксида. Лекок Буабодран был страшно возмущен. Он единственный в мире держит новый элемент в руках и может изучать его свойства, а русский ученый, не видя еще этого нового металла, указывает на недостаточную очищенность его и даже берется объяснить ее причину. Но когда новый металл был очищен от всех примесей, удельная плотность его оказалась в точности равной предсказанной.

1879 год – Ларс Фредерик Нильсон публикует сообщение об открытии скандия (экабора). В 1886 г. Клеменс Александр Винклер открывает германий (экасицилий).

В конце XIX века открывается плеяда инертных газов, для которой не были предусмотрены места в таблице. Выход был найден в образовании специальной группы периодической системы. Но многое оставалось неясным:

1) периодическая система и периодический закон не имели физического обоснования, следовательно, отсутствовала возможность объяснения сущности периодического изменения свойств элементов и обоснования структуры периодической системы;

2) неизвестно общее число элементов;

3) неизвестно существуют ли элементы легче водорода и тяжелее урана;

4) почему не соблюдается последовательность увеличения атомных масс в случаях: кобальт-никель, теллур-йод, аргон-калий.

С бурным развитием физики происходит дальнейшая дифференциация и уточнение химических понятий. В 1896-1897 годах – открытие явления радиоактивности (Анри Беккерель) и электрона (Томсон), определяется заряд электрона (Р. Милликен). В 1909-1911 годах – открытие ядра (Э. Резерфорд). Создаются первые сугубо гипотетические и исключительно качественные модели строения атомов – «пудинг с изюмом» (В. Кельвина, 1902), «динамид» (Ф. Ленарда, 1903), сатурнианская (Г. Нагаоки, 1904). Основываясь на экспериментальных данных, Э. Резерфорд предлагает планетарную модель атома (1911). Н. Бор, опираясь на квантовую гипотезу, разрабатывает квантово-механическую модель атома (1913). В 1913 году – открытие и разработка системы изотопов. В 1913 году Мозли доказывает, что в нейтральном атоме каждого элемента, число электронов равно номеру данного элемента в периодической системе, т.е. численно номер совпадает с величиной положительного заряда ядра атома. Паули объясняет, почему каждый период заканчивается инертным газом и в чем причина периодичности – периодически повторяющееся строение внешнего электронного слоя. Объясняется структура периодической системы элементов: группа – совокупность элементов с одинаковым строением внешнего электронного слоя, период – совокупность элементов с одинаковым значением главного квантового числа. Опираясь на таблицу Менделеева, предсказываются и открываются новые элементы (43, 61, 72, 75, 85, 87). Последовательность расположения элементов в их естественном ряду установленная эмпирически оказалась совершенно правильной, аномалии кобальт-никель, йод-теллур, аргон-калий не противоречат идее периодичности.

Степень системной дифференциации основных структур химического знания на современном этапе:

Формулировка периодического закона такова: свойства элементов и образуемых ими простых и сложных веществ находится в периодической зависимости от величины заряда ядра атомов этих элементов.

Атом – наименьшая частица элемента в химических соединениях (1860), – электронейтральная частица, состоящая из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов (совр.).

Молекула – наименьшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами (1860), – наименьшая электронейтральная замкнутая совокупность атомов, образующих определенную структуру с помощью химических связей (совр.). Молекулярный ион – система взаимодействующих атомов, имеющая заряд.

Химический элемент – определенный вид атомов (1860), – это вид атомов с определенным зарядом ядра (совр.).

Вещество – любая совокупность атомов и молекул, находящихся в определенном агрегатном состоянии.

Простое вещество – вещество, состоящее из атомов одного элемента. Необходимо различать понятия «простое вещество» и «химический элемент». Углерод как простое вещество характеризуется определенными физическими и химическими свойствами (графит, алмаз и др.). Углерод как химический элемент – это вид атомов с зарядом +6. Многие элементы образуют несколько простых веществ, различающихся составом или строением (аллотропия).

Сложные вещества – это вещества, состоящие из атомов разных элементов связанных между собой стехиометрическими соотношениями.

Вывод

Впервые идею расположения элементов (земли, воды, воздуха, огня) вокруг центра Вселенной (Земли), в порядке уменьшения их тяжести мы можем увидеть у Аристотеля.

В. Деберейнер объединяет некоторые элементы в триады – главный критерий связи между элементами: вес среднего элемента триады примерно равен полусумме атомных весов двух крайних элементов.

Л. Гмелин выделяет группы химически сходных элементов, критерий – возрастание соединительных масс; плавное изменение электроположительных и электроотрицательных свойств элементов.

А. Шанкуртуа предлагает винтовой график элементов, фиксиру-

ется закономерное отношение между атомными весами элементов по вертикали.

Дж. Ньюлендс в таблице элементов, обращает внимание на то, что в ряду элементов, размещенных в порядке возрастания атомных весов, свойства восьмого элемента сходны со свойствами первого, но 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 Деберейнера изменение атомной массы он намеренно ограничивает число элементов. Сужение условий решаемой задачи не позволяет Мейеру вскрыть всеобщую закономерность. Позднее ученый выделяет функциональную зависимость атомного объема элемента от атомного веса, но и его последняя таблица была построена исключительно по внешнему формальному принципу сходства.

Д. И. Менделеев также опирался при построении таблицы элементов на атомный вес и химическое сходство элементов, но ему удалось выявить и периодичность, и генетически исходное основание периодической изменяемости свойств веществ (внутренняя механика атомов и частиц). Ученый создал периодическую систему элементов, в которой были представлены все известные тогда 63 элемента, 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, которые следовали из всеобщей закономерности.

3.5.2. Учение о химическом строении соединений

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.

Одну из первых попыток объяснить различные свойства вещества (твердость, плавкость, газообразность, горючесть) геометрической структурой разных видов материи можно найти у Платона.

Идея порядка соединения атомов в молекуле отражена в химической символике Дальтона, способ записи химических элементов которого предполагал при изображении сложных атомов выбор определенного порядка соединения атомов между собой.

Первыми фактами, доказывающих влияние способа соединения атомов на свойства вещества, является открытие явления изомерии. И. Либих обнаруживает, что элементный состав гремучей кислоты в точности соответствует составу циановой кислоты полученной Ф. Велером (1825 г.). Повторные анализы, проведенные учеными, однозначно установили существование веществ, одинаковых по составу, но различающихся по свойствам. Вскоре обнаруживается, что это явление чрезвычайно распространено в органической химии.

Ю. Либих и Ф. Велер, исследуя химические превращения жидкости, выделенной из масла горького миндаля, установили, что из нее можно получить целый ряд соединений, в состав которой входит группа атомов C_7H_5O , названная ими бензоилом: C_7H_5OH – водородистый бензоил (бензальдегид – совр.), C_7H_5OCl – хлористый бензоил, $C_7H_5O \cdot OH$ – «гидрат окиси бензоила» (бензойная кислота). В цепи превращений (бензальдегид – бензойная кислота – бензоилхлорид – бензоилцианид) группа атомов C_7H_5O ведет себя как единое целое, как некий органический атом. Факты подобного рода послужили основой для создания теории радикалов, развитой Й. Берцелиусом. Теорию радикалов называют дуалистической, поскольку она подходила к органическому веществу как комбинации двух частей – органического радикала и простого неорганического остатка. Й. Берцелиус по аналогии с неорганическими соединениями неорганический остаток считал электроотрицательной частью, а органический радикал – положительной частью. Ю. Либих, Й. Берцелиус, Ф. Велер полагали, что органические радикалы являются

«истинными элементами органической природы». Поэтому в основу решения вопроса о строении молекул было взято представление о радикалах – полярных группах атомах, способных переходить из одних соединений в другие без изменений.

Количество описанных радикалов быстро возрастает, но выделить их в свободном состоянии не удастся. Поэтому возникает вопрос о существовании радикалов как материальной реальности. Не укладывались в схему Й. Берцелиуса реакции замещения, при которых хлор (элемент крайне электроотрицательный) становился в органических соединениях на место электроположительного водорода, входящего в состав радикала, а свойства соединений при этом практически не менялись. Один из случаев подобного замещения послужил поводом к переполоху во дворце французского короля, когда вынуждены были прекратить бал из-за удушливого дыма, который выделяли горящие свечи. Ж. Дюма установил, что воск для изготовления свечей отбеливали хлором, замесивших в воске часть водородных атомов. Удушливые пары оказались хлороводородом. Явление металепсии, описанное в 1834 г. Ж. Дюма невозможно объяснить, опираясь на теорию радикалов Й. Берцелиуса. Однако оно хорошо согласуется с законом изоморфизма Э. Мичерлиха. Ж. Дюма начинает развивать мысль о том, что свойства соединений определяются только расположением атомов в молекуле, а не их природой, отрицая многочисленные экспериментальные данные, накопленные многовековой историей химии. Ученый разрабатывает теорию типов органических соединений: типы спиртов, альдегидов, кислот, эфира и т.п., которые фактически являются прообразами будущих классов органических соединений.

В 1840 г. Ш. Жерар и О. Лоран предлагают новую теорию типов, в основе которой понимание молекулы как унитарной целостной системы:

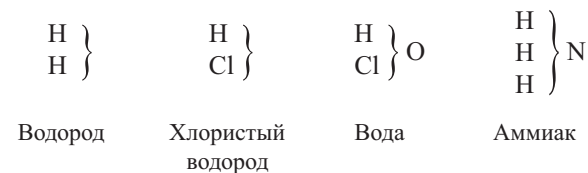
- молекула представляет собой не двойное или тройное тело – совокупность атомов или радикалов, способных к самостоятельному существованию, но принципиально новую единую систему;
- вновь образованное химическое соединение следует рассматривать как полную утрату прежних свойств составляющих его элементов;

– химическую способность атомов или групп атомов (радикалов) в молекуле можно охарактеризовать с помощью понятия функции, зависящей как от природы атома или группы атомов, так и от природы и количества других атомов (групп атомов).

Здесь можно отметить качественный скачок в определении понятий «молекула» и «атом», добавляются новые признаки, позволяющие более точно операционализировать данные понятия:

- во-первых, атомы элементов, образующих молекулу изменяют свои свойства;
- во-вторых, молекула – это не механическая совокупность атомов, а качественно новая унитарная система, свойства которой (т.е. функция) зависят от природы и количества атомов, образующих молекулу.

В теории Жерара-Лорана органические соединения сводятся к трем или четырем типам, каждый из которых способен давать гомологические ряды:



Новая теория типов позволила систематизировать органические вещества, привела к открытию многих соединений, однако полностью удовлетворить химиков не могла, так как считала, что формулы теории типов отражают не «внутреннее соединение молекул», а лишь способы образования и реакции вещества, прошлое и будущее молекулы. В теории типов внутреннее строение молекул считалось принципиально непознаваемым и допускалась множественность «рациональных формул» для одного и того же вещества.

Э. Франкленд, изучая металлоорганические соединения, приходит к выводу пересмотреть теорию радикалов, признать некоторые положения теории типов и предлагает ввести понятие «соединительной силы» атомов, явившейся прообразом понятия «валентность».

Ф. Кекуле в 1857 г. по-новому раскрывает смысл трех основных типов Жерара – водорода, воды и аммиака: число атомов одного элемен-

та, связанных с одним атомом другого, зависит от величины сродства. Элементы в этом отношении распадаются на три главные группы:

1. Одноосновные или одноатомные (I), например H, Cl, Br, K.
2. Двухосновные или двухатомные (II), например O, S.
3. Трёхосновные или трёхатомные (III), например N, P, As.

Развивая учение о валентности, Ф. Кекуле показывает, что углерод является четырехосновным элементом и его простейшим представителем является метан. Ученый разбивает изображаемые в типических формулах остатки на еще более мелкие группировки, выводимые в конечном итоге из простейшего органического вещества – метана. А. Кекуле, уверенный в истинности своих представлений о валентности атомов, в учебнике по органической химии (1859) пишет: «Самый способ прилегания отдельных атомов внутри радикалов, так же как сложение атомов в соединения, обуславливается... основностью атомов».

А. Купер в 1858 году независимо от А. Кекуле в статье «О новой химической теории» высказывает почти аналогичные идеи. А. Купер также предполагает, что некоторые элементы способны проявлять переменную валентность. Одновременно с А. Кекуле ученый обращает внимание на то, что атомы углерода в органических соединениях могут затрачивать свою валентность не только на связь с иными элементами, но и на способность образовывать цепи. Для обозначения связей атомов друг с другом А. Купер вводит «валентные черточки». В 1862 г. Э. Эрленмейер приходит к выводу о существовании двойной связи углерод-углерод в этилене и тройной связи в ацетилене.

В теории А. Кекуле и А. Купера молекула рассматривалась как унитарная система, которая складывается из атомов за счет полного взаимного насыщения единиц сродства. Однако теория валентности трактовала идею целостности молекулы лишь как неспособность ее делиться на самостоятельно существующие радикалы, т.е. представляла молекулу аддитивно. Огромным достоинством теории явилась возможность наглядного изображения молекулы. Графические формулы химических соединений отражают типичное для химиков стремление к наглядному представлению, к упорядочиванию качественных признаков на основе количественных данных.

17 февраля 1858 г. на заседании Парижского химического общества А. М. Бутлеров заявляет, что настало время, когда надо идти дальше прежнего в теоретических взглядах, что «химическое сродство» (способность атомов взаимодействовать друг с другом) служит причиной не только химических превращений, но и определенной группировки элементарных атомов в сложных частицах. В 1861 году в докладе «О химическом строении вещества» на съезде естествоиспытателей и врачей в г. Шпейере А. М. Бутлеров определяет понятие «химическое строение»: «я называю химическим строением распределение действия этой силы [сродства], вследствие которого химические атомы, посредственно или непосредственно влияя друг на друга, соединяются в химическую частицу»⁵⁰. Согласно А. М. Бутлерову «...химическая натура сложной частицы определяется натурой элементарных составных частей, количеством их и химическим строением». В своей теории ученый проводит четкое различие между свободным атомом и атомом, вступившим в соединение с другим, когда его «сродство связывается и переходит в новую форму» и вводит представление о взаимном влиянии атомов в молекуле.

Ученый предлагает пути изучения строения органических веществ – синтез и разложение при температуре «мало возвышенной и вообще при условиях, где можно следить за ходом постепенного усложнения химической частицы». Зная химическое строение, учитывая взаимное влияние атомов в молекулах, можно предвидеть, какими свойствами будет обладать вещество. Исходя из понимания того, что формула должна быть отражением химического строения реально существующей молекулы, А. М. Бутлеров подчеркивает, что для каждого вещества возможна только одна рациональная формула (формула строения). Ученый считает, что всякая научная теория является лишь определенным исторически обусловленным этапом в познании объективной истины, в познании законов природы, что она только часть абсолютной истины: «...Само собой разумеется, что когда мы будем знать ближе натуру химической энергии, самый род атомного движения, когда законы механики получат и здесь приложение, тогда учение о химическом строении падет, как падали

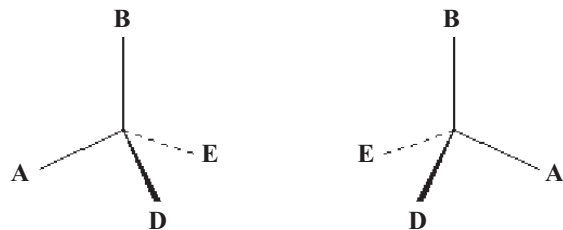
⁵⁰ Бутлеров А. М. Соч. Т.1, С. 68.

прежние химические теории, но, подобно большинству этих теорий, оно падет не для того, чтобы исчезнуть, а для того, чтобы войти в измененном виде в круг новых и более широких воззрений»⁵¹.

Несмотря на то, что для суждения о «физическом строении», еще не было никакой экспериментальной базы, А. М. Бутлеров указывает, что построенная из реально существующих атомов молекула должна представлять собой определенное физическое тело в трехмерном пространстве: «...если атомы действительно существуют, то я не вижу, почему все наши попытки определить их пространственное расположение должны быть... напрасны, почему будущее не сможет научить нас производить подобные определения»⁵².

Здесь мы можем отметить, что более тонкая дифференциация понятия «химическое строение вещества» привело, не только к дальнейшей дифференциации понятий «атом» и «молекула», предсказанию условий изучения строения вещества и пространственного строения, но и более четкому и однозначному кодированию химического состава и химического строения вещества.

Открытие явления оптической активности некоторых веществ способствовало развитию учения о пространственном строении молекул. Л. Пастер высказывает предположение, что асимметрия кристаллов и оптическая изомерия может быть обусловлена асимметрией молекул. В 1874 г. Я. Г. Вант-Гофф конкретизирует гипотезу оптической изомерии, предлагая гипотезу асимметричного атома углерода. Ученый исходит из предположения, что четыре валентности атома углерода направлены из центра тетраэдра к вершинам. Симметрия может быть нарушена только в том случае, если все четыре атома или радикала соединенные с данным атомом углерода будут различны.



⁵¹ Бутлеров А. М. Соч. Т. II, С. 383.

⁵² Цит. по Потапову В.М., Чертков И.Н. Строение и свойства органических веществ: пособие для учащихся 10 кл. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 1980. – С. 8.

Идея Вант-Гоффа находит свое экспериментальное подтверждение с помощью методов рентгенографии и электронографии, благодаря которым появляется возможность определять межатомные расстояния и валентные углы, т.е. получать картину реального расположения атомов в молекуле.

В 1887 году И. Вислинценус, опираясь на теорию Я. Вант-Гоффа, дает объяснение геометрической изомерии малеиновой и фумаровой кислот.

В 1893 году А. Вернер в статье «О строении неорганических соединений» излагает основные положения координационной теории, призванной объяснить свойства комплексных соединений. Ученый распространяет представления структурной химии на неорганические соединения и расширяет понятия химиков о валентности элементов: атомы наряду со связями сродства способны образовывать дополнительные координационные связи. Теория Вернера позволила объяснить строение комплексных соединений и предсказать существование новых. Слабой стороной теории являлись положения о двух типах валентности. Как и в случае периодического закона, ответ оказался за пределами химии.

Успехи физики позволили подойти к решению проблемы природы валентности и рассматривать атом не как неизменяемый и неделимый «шарик», а как сложную систему, в которой большую роль играют электрические силы.

В 1916 году В. Коссель на основе модели строения атома Бора-Резерфорда и представления об особой стабильности двух-, восьмиэлектронных оболочек инертных газов выдвинул предположение, что при образовании химической связи происходит передача электронов от одного атома к другому, возникают противоположно заряженные частицы, притягивающиеся к друг другу за счет сил электростатического притяжения (рис. 14).

Так получила объяснение характерная для неорганических соединений ионная связь. Однако объяснение В. Косселя не подходит для таких молекул, как водород, хлор, кислород, метан и вообще для органических соединений. Образование связи между атомами подобных соединений Дж. Льюис объясняет возможностью обобществления валентных электронов (электронов, как правило, вне-

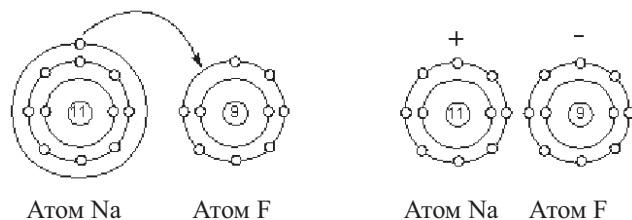


Рис. 14. Схема образования молекулы фторида натрия по Косселю

шнего или предвнешнего электронного слоя участвующих в образовании связи). Ученый также изобретает способ изображения связей, в которой каждый валентный электрон обозначается точкой (рис. 15).

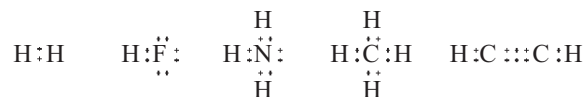


Рис. 15. Формулы Льюиса

И. Ленгмюр предполагает существование трех типов валентности: положительной, отрицательной и ковалентности. Ковалентность определяется числом общих электронных пар. В. Сэджвик распространяет понятие ковалентности на неорганические и координационные соединения и предлагает еще один способ образования связи – донорно-акцепторный, по которому оба электрона связывающей пары изначально принадлежали одному из соединяющихся атомов.

Теории образования ионной и ковалентной связей удачно сочетают простоту и наглядность с новейшими представлениями о строении атома. Тем не менее, теория Льюиса не могла объяснить причины связующего действия электронной пары. Созданию принципиально новых представлений о природе химической связи способствовало развитие квантовой химии, в рамках

которой выделяются два различных подхода к пониманию химической связи: метод молекулярных орбиталей и метод валентных связей.

В 1928-1931 годах Л. Полинг и Дж. Слэтер разрабатывают метод валентных связей (МВС), основанная идея которого состояла в том, что атомные орбитали сохраняют при образовании молекулы известную индивидуальность. Благодаря теории гибридизации, предложенной Л. Полингом, удалось объяснить причину тетраэдрического строения метана. В 1932 году ученый предлагает количественное понятие электроотрицательности – шкалу электроотрицательностей, выражающей зависимость между электроотрицательностью и энергией химической связи. МВС позволяет предсказать геометрию молекул, но плохо приспособлен для предсказания магнитных свойств, числа первых потенциалов ионизации, не объясняет существование молекулярных ионов H_2^+ , He_2^+ .

В это же время Ф. Хунд, Р. Малликен и Дж. Леннард-Джонс разрабатывают метод молекулярных орбиталей (ММО), в основе которого представление о полной потере индивидуальности атомов, соединившихся в молекулу, т.е. молекула представляет собой новую систему, образованную несколькими атомами и движущихся в их поле электронов. Ф. Хунд приходит к выводу о существовании двух основных типов связей – σ -связи (электронная плотность находится на линии соединяющей центры атомов) и π -связи. ММО объясняет существование молекулярных ионов H_2^+ , He_2^+ , парамагнетизм, предсказывает число первых потенциалов ионизации, но не объясняет геометрию молекул.

Э. Хюккель распространяет метод молекулярных орбиталей на органические соединения и формулирует правило ароматической стабильности $(4n+2)$, позволяющее установить принадлежность веществ к ароматическому ряду.

ММО и МВС, несмотря на различия в подходах, во многом приводят к практически одинаковым результатам.

Благодаря квантовой механике к тридцатым годам XX века в основном был выяснен труднейший вопрос со времен Демокрита – способ образования связей между атомами.

Вывод

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 символике Дальтона. Идея химического строения 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. Появление экспериментальных данных, показывающих, что существуют устойчивые группы атомов способных переходить из одних соединений в другие без изменений (радикалы), привело к формированию понятия «атомы, элементы органической природы», еще более усложнивших ситуацию.

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. Я. 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 которой полностью утрачиваются прежние свойства составляющих его элементов.

Э. Франкленд вводит понятие «соединительной силы» атомов, явившейся прообразом понятия «валентность». Накапливаются данные о валентности многих соединений. А. Кекуле расчленяет органические и неорганические радикалы на 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. Ученый указывает пути изучения строения: анализ и синтез соединений в контролируемых условиях, и приложение законов механики к изучению «натуры химической энергии». Последующая дифференциация понятия «химическое строение», «химическая связь» отражена рис. 16 и 17.

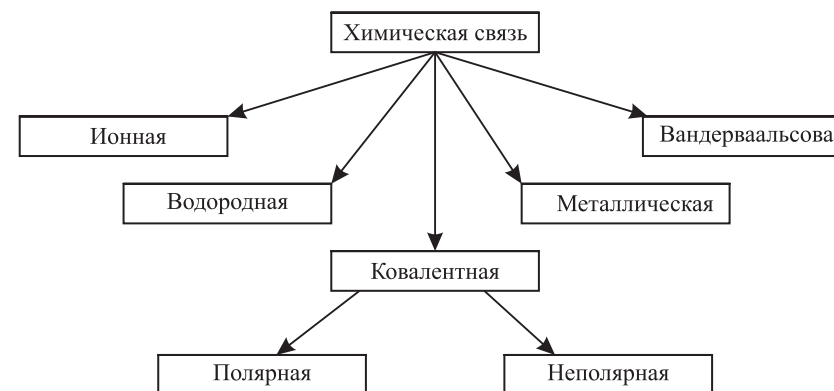


Рис. 16. Типы химической связи

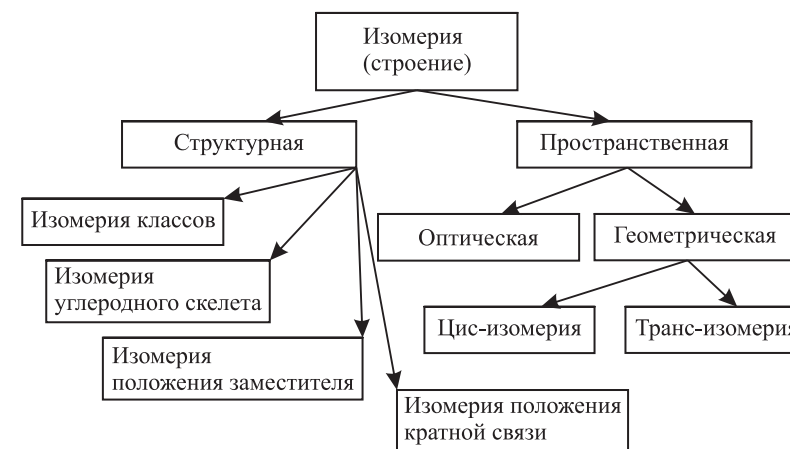


Рис. 17. Изомерия соединений

Факты, приведенные в данном параграфе показывают, что ранее сложившиеся формы операционального знания могут вступать в противоречие с вновь приобретаемой информацией. Например, гениальный Марселен Жак Бертло (1827-1907), доказавший абсурдность виталистической теории получением *инвитро* (в пробирке) органических веществ из неорганических, долгое время отвергал реальность атомов и продолжал использовать эквиваленты, введенные еще Дальтоном. Упорно он отказывался воспринимать и структурную теорию. И только по прошествии трех десятилетий Бертло изменил свою точку зрения и начал писать формулы так, как их писали ученые всех стран. В одном из своих писем Ле Шателю Бертло пишет: «Главное достоинство ученого не в том, чтобы пытаться доказать непогрешимость своих мнений, а в том, чтобы отказаться от всякого воззрения, представляющегося недоказанным, от всякого опыта, оказывающегося ошибочным»⁵³.

3.5.3. Учение о химическом процессе

Первые упоминания о химическом процессе можно обнаружить в рецептах и технологиях записанных жрецами Древнего мира. А использование дутья и флюсов при выплавке железа свидетельствует об интуитивном применении законов химической термодинамики и химической кинетики применительно к технологии получения железа. Затем появляются учения (Гераклит Эфесский, Анаксимандр, Эмпедокл из Агригента, Аристотель из Стагиры), в которых «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 века.

В XVII веке в работах Ф. Бэкона, Р. Декарта, И. Ньютона, Р. Гука и других появляется представление о теплоте как о форме движения мельчайших частиц. Д. Бернулли в 1734 году предлагает уравнение, связывающее давление газа с движением атомов. М. В. Ломоносов в корпускулярной философии детально разрабатывает положения кинетической теории теплоты. Но без доказательства существова-

⁵³ Цит. по *Манолову К.* Великие химики. Издательство «Мир», 1976. Т.2 – С. 48.

ния атомов кинетические воззрения на природу теплоты не могли найти всеобщего признания. Первые экспериментальные подтверждения, что теплота является формой движения, были получены в работах Б. Томпсона и Г. Дэви.

Д. Блэк формулирует понятия «теплоемкости» и «скрытой теплоты изменения агрегатного состояния вещества», указывает на необходимость четкой дифференциации понятий «количество теплоты» и «интенсивность теплоты» (температура), изобретает калориметр и проводит измерения теплоемкости и скрытой теплоты изменения агрегатного состояния вещества.

А. Лавуазье и П. Лаплас формулируют первый закон термодинамики «Если при соединении или при любом изменении состояния системы происходит уменьшение свободной теплоты, то эта теплота в полной мере появится вновь, когда вещества вернуться к своему первоначальному состоянию, и наоборот...».

Г. Гесс формулирует фундаментальный закон термохимии: «Каким бы путём не совершалось соединение, – имело ли оно место непосредственно или происходило косвенным путём в несколько приёмов, – количество выделившейся при его образовании теплоты всегда постоянно». Ученый высказывает предположение, что определение теплоты может позволить измерить химическое сродство.

П. Бертло и Х. Томсен независимо друг от друга высказывают предположение, что тепловой эффект является мерой химического сродства. Бертло формулирует принцип максимальной работы: «...всякое <самопроизвольное> химическое превращение... стремится к образованию тела или системы тел, которые выделяют наибольшее количество тепла», позволяющий предсказать направление реакции и предвидеть принципиальную осуществимость химической реакции. Однако не все самопроизвольные реакции сопровождаются выделением теплоты, кроме того, уже были известны обратимые реакции.

Более тонкая дифференциация существенных свойств механических и тепловых явлений, осуществленная благодаря работам таких ученых, как Н. Карно, Ю. Маеир, Дж. Джоуль, Р. Клаузиус, У. Томсон, Л. Больцман, М. Нернст, М. Планк, Б. Клапейрон, Д. И. Менделеев, И. Ван-дер-Ваальс позволила установить взаимосвязь между механическими процессами и тепловыми явлениями.

А. Уильямсон, исследуя сложные эфиры, приходит к выводу, что реакции этерификации являются обратимыми и приводят к наступлению динамического равновесия, в котором присутствуют и исходные вещества, и продукты реакции. Г. Розе и Р. Бунзен показывают, что реакции обмена часто являются обратимыми и направление реакции можно изменить путём подбора соответствующих условий её протекания. Н. Н. Бекетов изучает зависимость от внешних условий явления вытеснения одним элементом другого из его соединений. Кроме изучения состава и строения соединений химики начинают изучение закономерностей протекания химических процессов. Выделяется еще один существенный элемент знаний о веществе, позволяющий предсказать его свойства – влияние системы в целом на свойства вещества. Происходит дальнейшая дифференциация и интеграция существенных элементов знания о веществе – составе, строении и системы в целом.

К. Гульдберг и П. Ваге, представляя равновесие обратимой реакции как равенство двух сил сродства, действующих в противоположных направлениях, показывают, что направление реакции определяется произведением действующих масс (концентраций) реагирующих веществ. Закон действующих масс, согласно которому отношение произведений действующих масс исходных веществ и продуктов реакции есть величина постоянная (константа равновесия), позволяет вычислять условия равновесия для любых количеств реагирующих веществ.

Я. Вант-Гофф, рассматривая влияние температуры на химическое равновесие, выводит формулу изохоры химической реакции и формулирует принцип подвижного равновесия: «Каждое равновесие... при понижении температуры смещается в сторону той системы, при образовании которой выделяется теплота».

А. Ле Шателье и Ф. Браун независимо друг от друга формулируют принцип подвижного равновесия применительно к любым изменениям равновесных систем: «Когда любая химическая система, находящаяся в устойчивом равновесии, испытывает влияние посторонней силы, которая стремится изменить её состояние..., в ней наступают такие внутренние изменения, которые, идя сами по себе, вызвали бы изменения давления, температуры и концентрации, но обратного знака».

Учение о химическом равновесии положило начало изучению зависимости хода и результата химического процесса от внешних факторов (температура, давление, концентрации реагентов, природа растворителя и пр.).

Параллельно с изучением состояния химического равновесия началось активное изучение такой важной характеристики химического процесса, как скорость реакции и зависимость её от внешних условий.

В 1850 г. Л. Вильгельми в работе «Закон действия кислот на тростниковый сахар», в которой впервые вводит понятие скорости химической реакции как изменения количества вещества в единицу времени. Ученый показывает, что скорость инверсии сахарозы прямо пропорциональна произведению количеств сахара и кислоты.

В 1862 г. М. Бертло и П. Сен Жилль устанавливают зависимость между состоянием равновесия и скоростью химической реакции, представляя равновесие как состояние равенства скоростей прямой и обратной реакций.

В 1884 г. Я. Вант-Гофф предлагает в качестве главной кинетической характеристики использовать не начальную скорость химической реакции, а константу скорости реакции – количество, превращающееся за одну минуту при концентрации, равной единице – в качестве меры реакционной способности вещества. В работе «Этюды химической динамики» Вант-Гофф приводит общую формулу скорости «нормальной» химической реакции, ставшую основным постулатом химической кинетики – скорость реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагентов:

$$V = - \frac{dC}{dt} = kC^n,$$

где V – скорость реакции, C – концентрация, n – порядок реакции, t – время.

Вант-Гофф предлагает также классификацию реакций на моно-, би- и тримолекулярные в зависимости от числа молекул, при взаимодействии которых происходит превращение, и простое эмпирическое правило, учитывающее влияние температуры на константу скорости реакции – правило Вант-Гоффа.

В. Оствальд предлагает классифицировать химические реакции по величине порядка кинетического уравнения реакции (порядка реакции).

С. Аррениус высказывает предположение, что взаимодействие происходит только при столкновении т.н. «активных» молекул, количество которых резко возрастает с повышением температуры и предлагает уравнение, описывающее данную зависимость:

$$\ln k = \ln A - \frac{E}{RT} \quad \text{или} \quad \ln k = \ln A - \frac{B}{T},$$

где E – энергия активации, T – температура, A и B – некоторые постоянные.

Кинетические законы, предложенные Вант-Гоффом и Аррениусом, стали основой для всех последующих исследований скорости и механизма химических реакций и их зависимости от различных факторов.

В начале XIX века появляется первое описание каталитического процесса. Н. Клеман и Ш. Дезорм, изучавшие камерный процесс получения серной кислоты окислением серы в присутствии селитры, показали, что оксиды азота играют роль «передатчика» кислорода сернистой кислоте. Количество «азотистого газа» в ходе процесса не изменяется. Вскоре появляется множество сообщений о реакциях, вызванных присутствием различных дополнительных агентов.

В 1834 г. Э. Мичерлих показывает схожесть между собой множества разнообразных процессов, которые вызываются присутствием различных по своей природе веществ, не претерпевающих в процессе реакции никаких изменений, объединив их термином «контактные явления».

Й. Я. Берцелиус предлагает вместо термина «контакт» термин «катализатор». Берцелиус пытается объяснить закономерности каталитических процессов существованием каталитических сил.

Ю. Либих считает данное предложение не только неверным, но вредным для развития науки и предлагает гипотезу молекулярных ударов, согласно которой катализатор повышает активность частиц реагентов. Тем не менее, взгляды Берцелиуса и Либиха близки тем,

что оба считают взаимодействие катализатора и реагентов нестехиометрическим.

Г. И. Гесс, А. М. Бутлеров, В. В. Марковников предлагают теорию промежуточных соединений, согласно которой катализатор образует с одним из реагентов промежуточное соединение постоянного состава, которое затем взаимодействует с другим реагентом, высвобождая катализатор. Ученые считали, что каталитические реакции не отличаются принципиально от некаталитических процессов. Данный подход оказался чрезвычайно плодотворным в классическом органическом синтезе, однако совершенно неприменим к гетерогенным каталитическим процессам.

Адекватное объяснение каталитическим явлениям удалось предложить лишь благодаря успехам химической кинетики и химической термодинамики. В 90-х годах XIX века В. Оствальд определяет катализатор как «вещество, которое изменяет скорость реакции, не появляясь в конечном продукте реакции». Ученый доказывает, что катализаторы не изменяют состояния химического равновесия, а лишь ускоряют его достижение и предлагает в качестве меры каталитического действия изменение константы скорости реакции.

В начале XIX века высказывались разные точки зрения на природу растворов: К. Бертолле рассматривает растворы как неопределённые (нестехиометрические) соединения, а Й. Я. Берцелиус считает их механическими смесями, при образовании которых не действуют силы химического сродства, поскольку растворы не подчиняются закону постоянства состава. Развившиеся из этих представлений физическая и химическая теории растворов на протяжении всего XIX века существовали параллельно, и каждая из них могла предложить веские экспериментальные свидетельства в свою пользу. Однако уже к концу XIX века стало очевидно, что физическая и химическая теории растворов не взаимоисключающи, как считалось ранее, но дополняют друг друга; каждая представляет собой лишь крайний и односторонний подход к рассмотрению проблемы.

С. Франк, рассматривая основы и пределы отвлеченного знания, так характеризует типичную для развития содержания предмета знания ситуацию: «Оба момента знания – деление его на ряд от-

дельных определенностей, и наличие непосредственной связи между последними, так сказать, момент анализа и момент синтеза в знании – суть неразрывные соотносительные моменты и потому вытекают одновременно из одного источника»⁵⁴.

Вывод

Анализируя возникновение и развитие учений о химическом процессе, мы видим, что химический процесс изначально как целостная система представлен в созерцании, что позволяет интуитивно применять на практике законы химической термодинамики и химической кинетики (использование дутья и флюсов при выплавке железа). Но эта непосредственная данность целостного восприятия химического процесса составляет лишь предпосылку к знанию в собственном смысле слова. Затем эта целостность расчленяется на элементы, материальные носители свойств: вода, воздух, земля, огонь. Представление о теплоте как некоей материальной субстанции сохраняется вплоть до XVIII века. 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 её протекания и, наконец, – зависимости хода и результата химического процесса от внешних факторов. Параллельно вычленяется такая характеристика химического процесса, как скорость реакции и зависимость её 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.

⁵⁴ Франк С. Предмет знания. Душа человека. – Мн.: Харвест, М.: АСТ, 2000. – С. 263.

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.

3.6. Заключение

Детальный анализ историко-культурного развития содержания химического знания показывает, что выявленные в данной главе факты и закономерности согласуются с логико-гносеологической теорией знаний Н. О. Лосского, философско-психологической теорией отвлеченного знания С. Франка, с эволюционной теорией развития Г. Спенсера.

Еще в античный период можно обнаружить прообразы будущих предметов и содержаний химического мышления. Но эта непосредственная данность познающему субъекту всего богатства внешнего мира со всеми его связями и отношениями составляет лишь предпосылку знаний в собственном смысле слова.

Из всего потока химической формы движения материи сознание Человека первоначально выделяет самое главное, самое общее – сущность химической формы движения материи: способность веществ к взаимопревращениям, затем начинается рассматриваться состав вещества, далее – его структура и только после этого начинает рассматриваться вся кинетическая система в целом. В процессе развития исходное целое дифференцируется, и затем, становится все более богатым и актуальным, начинается упорядочивание свойств и отношений вещей и явлений.

Анализ историко-культурного развития предметного содержания химии показывает, что на первом этапе усвоения знаний по химии необходимо вводить самые общие, существенные знания, составляющие каркас химии как науки: вещество, способность вещества к взаимопревращениям, свойства вещества, элемент, атом, соединение, связь, простое и сложное вещество, агрегатное состояние.

Существенным моментом усвоения знаний по химии является большое количество лабораторных работ, во время которых происходит накопление практических сведений и навыков, развитие

структур обеспечивающих более тонкое «ощущение материи», формирование структур отражающих в самой общей форме фундаментальные принципы науки (существование противоположностей, сохранение материи, пропорциональность). 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 учащихся к восприятию и анализу не только состава и строения вещества, но и всей кинетической системы в целом.

Зарождение структур, направленных на анализ качественных и количественных отношений ведет к формированию особой направленности ума на мир химических взаимодействий.

Последовательное выявление и постановка проблем при изучении курса химии, соответствующая логике развития химических знаний (почему не любое смешивание веществ приводит к взаимодействию, за счет каких сил атомы соединены друг с другом и т.д.) должно способствовать формированию более дифференцированных и интегрированных когнитивных структур химических знаний.

Подробный анализ построения курса химии в соответствии с универсальным законом развития и представлением о когнитивных структурах, складывающихся в процессе познания химической формы движения материи, будет представлен в главе 4.

ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ КОГНИТИВНЫХ СТРУКТУР В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ШКОЛЬНОГО КУРСА ХИМИИ

4.1. Принцип дифференциации в теории и практике обучения

Психологический анализ подходов к воспитанию и обучению Я. А. Коменского, Г. Спенсера, Дж. Брунера, систем развивающего обучения Д. Б. Эльконина, С. Ф. Жуйкова, В. В. Давыдова, М. Ф. Косиловой, Л. В. Занкова, М. Монтессори, А. М. Мышляева, И. Я. Каплуновича, проведенный Н. И. Чуприковой (1995, 1997, 2003) показал, что в данных системах обучения авторами успешно реализована идея о том, что в основу обучения должен быть положен объективный закон развития от общего к частному, от абстрактного к конкретному, от неопределенного к определенному, от слитного к отдельному. Педагоги-методисты фактически интуитивно обосновали возможность построения программ обучения в соответствии с принципом системной дифференциации.

Я. А. Коменский⁵⁵ утверждал, что всякий язык, наука, искусство должны преподаваться сначала с самых простейших основных начал. Учащиеся должны получать о них общее понятие в целом и упражнять свои чувства в области правильного восприятия различий, существующих между предметами. Хорошо учить, согласно Я. А. Коменскому, значит показывать, в чем отличие одних вещей от других по их назначению, форме, происхождению: тот, кто хо-

⁵⁵ 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.

рошо различает, тот хорошо и обучает. Обучение пойдет легко и успешно, если будет осуществляться от слитного к раздельному, от общего – к частному и специализированному.

Г. Спенсер⁵⁶ применительно к умственному воспитанию писал, что ум в целом и в каждой своей способности начинает с грубого различения предметов и действий и после этого переходит к большей отчетливости и ясности. Именно с этой закономерностью должны быть согласованы содержание и методы обучения.

Согласно Дж. Брунеру, целью обучения должно стать овладение учащимися структурой того или иного предмета. Поэтому учебные планы следовало бы составлять, исходя из наиболее общих принципов, которые отражают структуру того или иного предмета. Эти общие принципы и самые основные понятия надо изучать в первую очередь.

В. В. Давыдов⁵⁷, анализируя трудности в усвоении понятий, основную причину видит в том, что обучение школьников построено по принципу «от частного к общему», ведущему к эмпирическому познанию, к мышлению отдельными элементами, мало или совсем не связанными между собой. Давыдов выдвигает тезис о необходимости формировать у школьников теоретический тип мышления, развитие которого осуществляется «от абстрактного к конкретному», «от общего к частному». Теоретическое понятие, по В. В. Давыдову, прослеживает взаимосвязи отдельных предметов внутри целого, внутри системы в ее становлении. Абстрактное – это генетически исходный момент развития, неразвитое простое образование, содержащее в себе все потенции перехода к развитой целостной системе. Усвоение знаний общего и абстрактного характера должны предшествовать знакомству с более частными и конкретными знаниями, – последние выводятся из первых как из своей основы.

Л. В. Занков, разрабатывая экспериментальную систему развивающего обучения, отказался от требований традиционной дидактики рассматривать каждый отрезок учебного курса как самостоятельную «законченную единицу» и приступать к усвоению нового материала

лишь после того, как будет основательно усвоен предыдущий. Характеризуя в самой общей форме построение экспериментальных программ, отличающих его систему, Л. В. Занков определял его как дифференциацию, т.е. расчленение целого на многообразные формы и ступени, возникновение различий в процессе движения содержания. Работа по четкому разграничению в познании учащихся разных признаков изучаемых объектов и явлений осуществляется в соответствии с принципами системности и целостности. Каждый элемент знания усваивается только в связи с другими и обязательно внутри определенного целого. Таким образом, подлинное познание каждого элемента все время прогрессирует по мере овладения другими, последующими элементами предмета, и осознания соответствующего целого вплоть до всего учебного курса. Ключевой методический прием в системе Л. В. Занкова, предполагающий формирование хорошо расчлененных когнитивных структур, – специально организованное сравнение, в котором вещи и явления, сходные по одним параметрам, могут быть различными по другим, и наоборот.

И. Я. Каплунович разработал программу формирования пространственного мышления учащихся в курсе геометрии, основанную на генетическом принципе и реализующую идею Ж. Пиаже о том, что порядок формирования геометрических понятий и операций в естественном умственном развитии ребенка соответствует порядку логической преемственности основных групп: топология, метрическая эвклидова геометрия, проективная геометрия. То есть от наименее дифференцированных когнитивных структур к более дифференцированным подструктурам, от оперирования целостными пространственными образами к оперированию все более детальными их частями, свойствами и отношениями.

В настоящее время появляются первые программы, изначально разработанные в соответствии с принципом системной дифференциации и представлении о когнитивных структурах, как субстрате умственных способностей: программа Н. П. Локаловой «120 уроков психологического развития младших школьников», программа экологического образования Г. Н. Каропы. В следующем параграфе мы рассмотрим смысл и содержание программы формирования в соответствии с данным законом когнитивных структур химического познания.

⁵⁶ Спенсер Г. Умственное развитие и воспитание.

⁵⁷ Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении: логико-психологические проблемы построения учебных предметов. – М.: Педагогическое общество России, 2000. – 480 с.

4.2. Смысл и содержание программы «Когнитивное обучение на уроках химии»

Химия – как учебный предмет, по своему характеру, содержанию и особенностям научного познания действительности обладает неограниченными возможностями в плане экологического образования и воспитания, обучения основам безопасности жизнедеятельности. Велика роль химических знаний для формирования научного миропонимания и мировосприятия. Тем не менее, химия традиционно характеризуется учащимися и взрослыми, профессионально не связанными с химией, как сложная, трудная и малопонятная учебная дисциплина, необходимость которой не ощущается в повседневной жизни, а изучение вызывает, в основном, негативное отношение. Активно пропагандируемая идея гуманизации и гуманитаризации образования на практике привела к замене предметов естественнонаучного цикла расплывчатыми курсами культурологии, риторики, превратив химию в раздел естествознания с особыми программами для той части учеников, у которых «другие наклонности». Назрел кризис химического образования: с одной стороны, многие учителя сталкиваются со слабой общей подготовкой (78 %) и низким уровнем развития логического мышления у школьников (86 %), с другой стороны, большинство учащихся не удовлетворено существующей практикой преподавания, преобладающую ориентацию обучения на заучивание и воспроизведение изложенного учителем материала (88,6 %) (М. А. Шаталов, 1998, с. 158–159). Для выхода из данного кризиса педагогическая наука предлагает внедрение новых инновационных систем развивающего обучения – М. А. Шаталова (проблемное обучение на основе межпредметной интеграции), И. В. Герасимовой (алгоритмический подход), И. В. Рехтман (формирование ориентировочной основы действий), П. А. Оржековского (формирование опыта творческой деятельности), Е. Л. Таракановой (обучение химическому языку), Л. П. Очировой (формирование умений осуществлять причинно-следственные связи), Н. А. Ждан (реализация содержательно-деятельностных связей в обучении химии как средство повышения системности и осознанности знаний учащихся) и др. Однако, следует отметить,

что нет серьезных психологических исследований, подтверждающих эффективность различных программ, технологий, методик и приемов развивающего обучения. Отсутствуют психологически обоснованные образовательные стандарты по химии (как и по другим предметам) для школ различного профиля.

Различным аспектам интеллектуального развития учащихся при обучении химии посвящены исследования педагогов-методистов М. В. Зуевой, Ю. В. Ходакова, Г. М. Чернобильской, С. Г. Шаповаленко, Р. Г. Ивановой, В. И. Кузнецова, Н. Е. Кузнецовой, Л. А. Цветкова, Е. Е. Минченкова, И. М. Титовой и др. Проведенный нами анализ существующих школьных учебников и программ по химии (более 40 учебников) показывает, что нет ни одного учебника, программы, которые бы полностью и непротиворечиво соответствовали бы логике развития когнитивных структур репрезентации химических знаний. А внедрение функционерами от образования так называемого «концентрического подхода» в обучении химии на деле разрушило образовательную область. Да, действительно, один из возможных путей развития – развитие по спирали. Но это лишь внешнее проявление определенных внутренних процессов, развивающихся по своим законам. Такая организация «развивающего обучения» является типичным «эмпирическим подходом» по В. В. Давыдову, когда вместо генетически исходного целого, авторы опираются на внешние эмпирические признаки.

Основной замысел программы «Когнитивное обучение на уроках химии» – реализовать всеобщий универсальный закон развития и представление о когнитивных структурах химического познания в практике школьного обучения на уроках химии. Возможное строение когнитивных структур репрезентации химических знаний (1.3) и обоснование логики их развития (см. главу 3) из глобального диффузного целого представления о химической форме движения материи вплоть до современных научных знаний рассмотрены в предыдущих главах.

Программа «Когнитивное обучение на уроках химии» предназначена для учащихся 8–9 классов общеобразовательных школ. В основу курса положены квантово-механические, структурные,

термодинамические и кинетические представления, составляющие основу современной химической науки.

При изучении предмета акцентируется внимание на формирование диалектического мировоззрения, роли химических наук в решении глобальных проблем современности, роли химических и биохимических знаний, как теоретической базы, на которой формируются понятия о механизмах и путях сохранения и укрепления здоровья, роли химии в становлении и развитии материальной культуры, в частности таких ее проявлений, как живопись, скульптура, архитектура, декоративно-прикладное искусство, формирование химического языка, решение качественных и количественных задач разной степени сложности. Курс базового школьного образования рассчитан на обучение химии с недельной нагрузкой 3 часа в 8 классе и 2-3 часа в 9 классе, который не только обеспечит необходимый минимум химической подготовки учащихся, но и может быть использован для реализации углубленного и естественно-научного направлений. Дополнительное время на изучение химии может быть увеличено за счет часов, отводимых в базисном плане на обязательные занятия по выбору учащихся.

Основная цель предлагаемой программы – построение когнитивных структур репрезентации химических знаний учащегося, выступающей как схемы-орудия его мышления. Реализация данной цели предполагает построение курса учебного предмета с опорой на принцип «от общего к частному, от целого к частям», который может позволить одновременно решать три самые главные задачи обучения: способствовать умственному развитию учащихся, обеспечивать эффективное усвоение больших объемов знаний, формировать основы целостного системного мышления.

Реализация принципа системной дифференциации в процессе конструирования содержания химического образования выдвигает определенные требования к созданию учебной программы. Эти требования должны быть учтены при формировании у школьников системы научных понятий и организации процесса развития когнитивных структур репрезентации химических знаний. Рассмотрим некоторые из них.

1. Обучение химии должно начинаться с усвоения учащимися знаний, имеющих обобщенный и теоретический характер. Более частные и конкретные знания должны выводиться из обобщенно-теоретического знания как единой генетической основы. Согласно данному требованию, в начале обучения химии в целом, или отдельной темы, должны четко формулироваться главная идея, принципы, даваться определения базовых понятий, а весь последующий ход должен строиться как последовательная их дифференциация, конкретизация, обобщение.

2. Обучение химии следует ориентировать на выявление и первоочередное раскрытие немногих базовых, генетически исходных, существенных и всеобщих отношений, определяющих содержание и структуру современной химии. Эмпирический материал и факты привлекаются в той мере, в какой это необходимо для раскрытия и осознания школьниками химических понятий, закономерностей.

3. Обучение химии должно обеспечивать не только усвоение школьниками основных теоретических положений химии, но и умение конкретизировать важнейшие исходные отношения благодаря частным эмпирическим фактам. Все это предполагает развитую способность индуктивно-дедуктивного мышления. Поэтапная дифференциация этого исходного отношения и последующая его интеграция ведет к формированию у школьников собственных принципов объяснения и понимания основных закономерностей химической формы движения материи. Эти принципы носят обобщенный характер и, следовательно, могут быть применимы не только к отдельным частным случаям химического взаимодействия, но и к целым классам генетически родственных случаев.

Следует отметить, что единицей процесса обучения при организации учебного процесса в соответствии с принципом системной дифференциации является не урок, а тема, так как при изучении темы вводно-ориентировочный, операционно-познавательный и оценочно-результативный компоненты всегда проявляются достаточно полно и очевидно. Урок далеко не всегда отражает все указанные особенности предполагаемого процесса обучения.

Исходя из вышеприведенных положений, представляется целесообразным конструирование содержания учебной программы, пред-

полагающей следующие этапы усвоения знаний по неорганической химии.

1 этап. Первоначальные химические понятия. *Цель:* подготовить учащихся к восприятию химии и приступить к формированию когнитивных структур предметных знаний.

На данном этапе обучения зарождаются когнитивные структуры предметных знаний: метапредметные, межпредметные и специфические химические структуры. На химическом материале начинают формироваться обобщенные когнитивные структуры «общее и особенное», «содержание и форма», «необходимое и случайное», «возможность и действительность», «причина и следствие», дальнейшее развитие которых происходит на последующих этапах обучения. Школьники знакомятся с основными понятиями химии: атом, молекула, ион, окислитель-восстановитель, нуклеофил-электрофил, металл-неметалл, основной-кислотный-амфотерный, химическое явление, химическая связь, химическая реакция, степень окисления, электроотрицательность, валентность, классы соединений и др., учатся выделять признаки, описывающие конкретные химические категории. Очевидно, такое концентрированное и опережающее введение понятий еще не приводит к их полноценному усвоению. Однако ценность такого подхода обуславливается тем, что при этом у школьника возникает целостное и принципиально правильное представление об изучаемом предмете, его состоянии и проблемах. Благодаря такому подходу в сознании школьников формируется образ-каркас химических знаний, который в дальнейшем будет последовательно дифференцироваться, и на который поэтапно будут нанизываться более частные теоретические и эмпирические знания, а также конкретные примеры их подтверждающие.

Изучая тему «Философское представление о мире», школьники знакомятся с основными критериями и методами научного познания, его особенностями. Рассматривая тему «Фрагменты истории химии как науки», учащиеся в историческом аспекте открывают действие принципа системной дифференциации. Первоначально химические знания были диффузны, отрывочны, изучались в рамках различных наук (философии, медицины и др.), потом происходит объединение (интеграция) разрозненных химических знаний,

определяется предмет химии как науки, разрабатываются специфические методы исследования. В результате анализа многочисленных фактов, явлений выдвигаются первые гипотезы, разрабатываются теории, открываются законы. Затем, на новом витке развития, происходит дальнейшая дифференциация химических знаний, и уже в рамках химии появляются новые отрасли химического знания (фармацевтическая химия, космическая, физическая, коллоидная, агрохимия и др.). Формируется образ химии, как науки, образ ученого-химика. Подчеркивается, что основная задача химии – помочь человечеству в решении глобальных проблем современности. Рассматривая жизнь и деятельность выдающихся химиков, обращается внимание не только на научные открытия ученых, но и какими они были, что привлекло их к изучению данной науки и что помогло совершить им открытия. Образ химии неразрывно связан с формированием своеобразного эстетического чувства (своеобразный «эстетический инстинкт»), чувства красоты и изящества, гармонии химических превращений. Вероятно, поэтому великий ученый химик А. фон Гофман писал: «Химия – такая же прекрасная, как поэзия, неисчерпаемая, как шедевры искусства».

На данном этапе обучения вводятся самые общие химические понятия: вещество, свойства, явления, превращения. Затем проводится работа по четкому, постепенному разграничению в познании детей разных признаков изучаемых веществ, свойств соединений, и явлений. Изучение данных тем желательно начинать с предъявления чувственного и наглядного материала. Поэтому на данном этапе проводится большое число практических работ, школьники с удивлением и восторгом, рассматривая различные вещества, обнаруживают, что вещество бывает «химически чистое», а может быть представлено в виде смесей и каждое химически чистое вещество характеризуется определенными физическими свойствами (цвет, агрегатное состояние, запах, плотность и т.д.). Смеси бывают однородными (если невозможно даже под микроскопом рассмотреть компоненты системы) и неоднородными. В зависимости от того, какая это смесь, и какими физическими свойствами обладают вещества, ее образующие, то можно разделить систему на отдельные компоненты теми или иными физическими способами. Начинает формироваться

целостная комплексная структура, которую метафорически можно назвать «химические руки». Первоначальные действия учащихся неловки, отмечается некоторая нескоординированность, неорганизованность действий, школьники часто заостряют свое внимание на второстепенных, несущественных моментах, фиксирование результатов практических работ неполное, расплывчатое.

После качественного описания системы сразу же приступаем к ее количественной характеристике. Базовым понятием, изучаемым в рамках школьного курса химии данной характеристики, является массовая доля компонента системы. На данном этапе начинают формироваться специфические химические структуры количественных отношений. Пока эти структуры глобальны, диффузны и химические взаимодействия между компонентами системы еще не рассматриваются. Следует отметить, что химические структуры количественных отношений базируются на математических когнитивных структурах. Если у школьников не сформированы необходимые для изучения химии соответствующие математические структуры, то возникают серьезные трудности при изучении данной темы. Поэтому целесообразно провести коррекцию данных структур или актуализировать имеющиеся знания. Школьники выполняют целый ряд простейших задач, формируя относительно стабильные системы динамических процессов анализа, синтеза, абстракции, обобщения. Сколько необходимо решить данных задач зависит от индивидуальных особенностей учащегося, но решать их нужно до тех пор и столько, пока в голове ребенка не образуются соответствующие когнитивные структуры. Например:

$$\begin{array}{llll} \text{1 тип задач} & \rho = m / V & m = \rho \cdot V & V = m / \rho \\ \text{2 тип задач} & w = m_k / m_c & m_k = w \cdot m_c & m_c = m_k / w, \end{array}$$

где ρ – плотность, m – масса, V – объем, w – массовая доля компонента, m_k – масса компонента, m_c – масса системы.

В задачах третьего типа используются совместно алгоритмы вычислений первого и второго типов, рассматриваются трех-, четырехкомпонентные системы (простейший уровень интеграции знаний). На этом завершается подготовительный этап коррекции соответствующих когнитивных структур.

На следующем этапе приступаем к решению более сложных задач, рассматривающих несколько систем, например:

«Определить массу и массовую долю растворенного вещества, полученного при сливании раствора серной кислоты массой 300 г и массовой долей 10 % с раствором массой 500 г и массовой долей 70 %».

$m_c(3) - ?$ $w(3) - ?$ <hr/> $m_c(1) = 300 \text{ г}$ $w(1) = 10 \%$ $m_c(2) = 500 \text{ г}$ $w(1) = 70 \%$	Решение. Составим схему задачи. $\boxed{300 \text{ (г)}}^{0,1} + \boxed{500 \text{ (г)}}^{0,7} = \boxed{300 + 500 = 800 \text{ (г)}}^x$ <ol style="list-style-type: none"> Какова масса полученного раствора? $m_c(1) + m_c(2) = m_c(3)$ $300 + 500 = 800 \text{ (г)}$. Какова массовая доля полученного раствора? $m_c(1) \cdot w(1) + m_c(2) \cdot w(2) = m_c(3) \cdot w(3)$ $300 \cdot 0,1 + 500 \cdot 0,7 = 800 \cdot x$ $380 = 800 \cdot x$ $w(3) = 0,475$ или 47,5 %.
--	---

Далее приступаем к еще более сложным задачам, при решении которых происходит дальнейшая дифференциация и интеграция как математических, так и химических когнитивных структур на более высоком уровне по сравнению с подготовительным этапом. Например, рассмотрим следующую задачу: «В каком соотношении по объему необходимо смешать 4,2 % раствор гидроксида натрия (плотность 1,045 г/мл) и раствор того же вещества с концентрацией 20 % (плотность 1,22 г/мл), для того чтобы получить 10,10 % раствор?»

$V(1) / V(2) - ?$ <hr/> $\rho_c(1) = 1,045 \text{ г/мл}$ $w(1) = 4,2 \%$ $\rho_c(2) = 1,22 \text{ г/мл}$ $w(2) = 20 \%$ $w(3) = 10,10 \%$	Решение: <ol style="list-style-type: none"> Примем массу полученного раствора равную 1000 г и составим схему задачи. $\boxed{m(1)}^{0,042} + \boxed{m(2)}^{0,2} = \boxed{m(3)}^{0,101}$ Какова масса полученного раствора? $\begin{cases} m_c(1) + m_c(2) = m_c(3) \\ \rho_c(1) \cdot V(1) + \rho_c(2) \cdot V(2) = 1000 \text{ (г)}. \end{cases}$ Какова масса растворенного вещества в третьем растворе? $\begin{cases} m_c(1) \cdot w(1) + m_c(2) \cdot w(2) = m_c(3) \cdot w(3) \\ \rho_c(1) \cdot V(1) \cdot w(1) + \rho_c(2) \cdot V(2) \cdot w(2) = 1000 \cdot 0,101 \end{cases}$ Подставим исходные данные в систему уравнений с двумя неизвестными и решим ее: $\begin{cases} 1,045 \cdot V(1) + 1,22 \cdot V(2) = 1000 \\ 1,045 \cdot V(1) \cdot 0,042 + 1,22 \cdot V(2) \cdot 0,2 = 1000 \cdot 0,101 \end{cases}$ Откуда $V(1) = 600 \text{ (мл)}$ и $V(2) = 300 \text{ (мл)}$ Каково объемное отношение растворов? $V(1)/V(2) = 600 / 300$ или 2 : 1
--	---

Сначала решаются простые задачи, в которых отчетливо выделены все компоненты задач – данные и искомые. Но затем постепенно вводятся задачи, текст которых имеет все более и более сложную конструкцию, затрудняющую выделение условия и вопроса, задачи с неполными или избыточными данными, имеющие несколько альтернативных решений.

Далее учащиеся приступают к ознакомлению с практическими методами и приемами приготовления различных растворов, изучением их свойств и применение полученных знаний для решения конкретных задач (например, изучение растворимости соли и приготовление насыщенного раствора для выращивания кристаллов из раствора). Практическая деятельность школьников становится более организованной, целенаправленной. Ребята начинают выделять основные компоненты исследовательской деятельности. Полученные во время практической работы факты и различного рода эмпирический материал начинает воспроизводиться учащимися в особых знаково-символических, предметных или графических изображениях-моделях, позволяющих изучать и анализировать существенные свойства данного объекта, явления в чистом виде.

В данном случае теория предшествует практической деятельности: результаты осуществленной деятельности подтверждают и конкретизируют предварительно осознанное то или иное всеобщее теоретическое отношение.

Таков один из примеров общего «механизма» развития когнитивных структур химических знаний – интеграция через дифференциацию.

Дальнейшее изучение неорганических веществ по программе «Когнитивное обучение на уроках химии» продолжается с усвоения школьниками самых общих понятий об атомах, молекулах, элементах, химических формулах, классах неорганических веществ. Важной особенностью изучения неорганических веществ является то обстоятельство, что формулы различных классов неорганических соединений вводятся не последовательно, один за другим, но на определенном отрезке работы все сразу. Дифференциация первичных глобально-качественных суждений о различных классах неорганических веществ осуществляется по нескольким взаимосвязан-

ными направлениями. Во-первых, учащиеся, определяя качественный состав веществ, начинают различать простые и сложные вещества: вещество, состоящее из атомов одного элемента – простое, из атомов нескольких элементов – сложное. Во-вторых, различая не только качественный, но и количественный состав, школьники начинают выделять элементы и группы элементов, характерные для определенных классов неорганических веществ. Например, если вещество состоит из двух элементов, один из которых кислород, то это – оксид (CrO_3 , CrO , SO_3 , CO_2 , BeO). К основаниям относятся соединения, состоящие из металла и гидроксогруппы (KOH , Cu(OH)_2 , Fe(OH)_3), к солям – из металла и кислотного остатка, к кислотам – из водорода и кислотного остатка (H_2SO_3 , H_2CO_3 , HNO_3 , H_2SiO_3). В-третьих, вводятся «конфликтные ситуации», когда в состав различных классов неорганических соединений входят характеристические элементы или группы атомов другого класса. Например, гидроксогруппу можно увидеть в органических кислотах (CH_3COOH), в основных солях Fe(OH)Cl_2 и основаниях (Ca(OH)_2). После того, как сформировано представление об основных классах неорганических веществ, учащиеся приступают к дальнейшему выделению признаков, позволяющих классифицировать оксиды на кислотные, амфотерные и основные; соли – на средние, кислые, основные, двойные и смешанные и т.д. Параллельно с процессом дифференциации первоначально нерасчлененного знания о классификации неорганических веществ, школьники учатся кодировать качественный и количественный состав соединений при помощи химических знаков, индексов и коэффициентов. Для этого учащимся вводятся чисто формально понятия «степень окисления» и «валентность», как числа, с помощью которых можно составить формулы химических соединений. Завершается данный этап формирования когнитивных структур химических знаний о простых и сложных веществах практической работой по изготовлению коллекций различных веществ и решением вычислительных задач по формулам соединений. Содержание коллекций может быть самым разнообразным в зависимости от профиля школы, склонностей и интересов учащихся, например, «Простые и сложные вещества, используемые в быту», «Неорганические красители», «Лекарственные

препараты», «Минералы и горные породы Свердловской области» и т.д. Учащиеся, рассматривая качественный и количественный состав веществ, определяют класс данных соединений, изучают по литературным источникам функции данных элементов в природе и их воздействие на живые организмы.

После того, как сформировано представление о веществе, учащиеся знакомятся с химическими явлениями, для этого они выделяют существенные признаки явления, формулируют определение и усваивают его логическую структуру. Изучение данной темы целесообразно начинать с предъявления чувственного и наглядного материала. На данном этапе представления учащихся о химических явлениях и превращениях еще диффузны, глобальны. Более дифференцированное восприятие данного понятия сформируется у учащихся в процессе изучения темы «Химический процесс».

2 этап. Темы: «Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева. Строение атома», «Химическая связь. Строение вещества». *Цель:* изучение основных критериев, закономерностей, позволяющих на основании состава и строения вещества предсказывать его свойства. На этом этапе учитель обобщенно излагает и объясняет сущность нового для школьников всеобщего закона и отношений и организует деятельность учащихся по дальнейшему более глубокому и более дифференцированному изучению того или иного теоретического положения. Поэтому вначале организуется фронтальная работа школьников. В этом плане уместны объяснительно-иллюстративное изложение, демонстрация опытов, проведение экспериментов, наблюдения, работа со справочными материалами и т.д. В дальнейшем необходимы формы групповой и индивидуальной работы. В процессе решения учебных задач у школьников происходит усвоение темы, дальнейшая конкретизация и дифференциация всеобщего закона и отношений, овладение интеллектуальными умениями и навыками, позволяющими использовать теоретические положения и следствия из законов на основе состава и строения вещества предсказывать его свойства, а по свойствам определять состав и строение веществ.

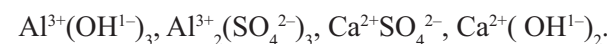
Очевидно, путь, ведущий к решению данных проблем, лежит через системную дифференциацию первоначально нерасчлененного

(обобщенного) знания. Подлинное познание каждого элемента химического знания все время прогрессирует по мере овладения другими, последующими элементами предмета и осознания соответствующего целого вплоть до всего учебного курса. Формально введенные на ранних этапах обучения понятия «степень окисления», «валентность», «атом» и др. приобретают свое конкретное содержание.

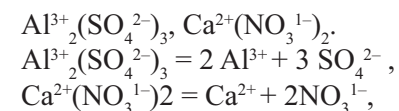
3 этап. Темы: «Химический процесс. Общие закономерности химического процесса». *Цель:* изучение закономерностей химических реакций.

Важной особенностью данной программы является то обстоятельство, что химические свойства различных классов неорганических веществ 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 (и др.).

Первоначально, на основе экспериментального опыта, учащиеся знакомятся с понятиями «электролиты» и «неэлектролиты», «электролитическая диссоциация». Понятие о химическом процессе еще весьма смутны, расплывчаты. Учащиеся оттачивают свои навыки составлять формулы, соединяя катионы и анионы, и писать уравнения электролитической диссоциации. Например, составьте формулы соединений, образованные следующими ионами: Al^{3+} , Ca^{2+} , OH^{-} , SO_4^{2-} . Из данных ионов можно составить следующие формулы соединений:



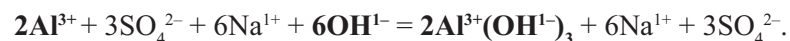
Составьте уравнения диссоциации солей:



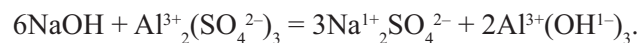
Особое внимание обращается на то, что вещества – **неэлектролиты** (не растворимые в водном растворе) **не диссоциируют на ионы**.

Далее приступаем к изучению реакций ионного обмена, т.е. совместного действия ионов в растворе. Например, какие явления можно наблюдать, если слить два раствора NaOH и $\text{Al}^{3+}(\text{SO}_4^{2-})_3$?

Для того чтобы ответить на данный вопрос: 1) запишем, на какие ионы могут диссоциировать в водном растворе данные вещества; 2) поставим знак равенства; 3) проверим, могут ли данные ионы совместно существовать в растворе; 4) анализируя таблицу растворимости, можно увидеть, что катионы алюминия и гидроксид-анионы образуют нерастворимый гидроксид алюминия, который не является электролитом и поэтому должен быть записан в молекулярном (недиссоциированном) виде; 5) уравниваем число катионов и анионов (т.е. составим формулу нерастворимого гидроксида алюминия и расставим коэффициенты) и получим следующее полное ионное уравнение:



Суть данной реакции можно выразить следующим сокращенным ионным уравнением: $2\text{Al}^{3+} + 6\text{OH}^{1-} = 2\text{Al}^{3+}(\text{OH}^{1-})_3$, следовательно, гидроксид алюминия можно получить при смешивании растворов любых электролитов, в состав которых входят катионы алюминия и гидроксид-анионы. Из ионов, входящих в состав раствора до и после взаимодействия составляем молекулы и получаем молекулярное уравнение:



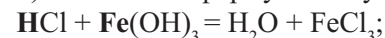
Основание + соль = другая соль + нерастворимое основание.

Определив классы полученных веществ, мы можем сформулировать химические свойства растворимых оснований, солей и способ получения нерастворимого основания. Химическое свойство **оснований**: растворимые основания реагируют с растворами солей, образуя другую соль и другое основание. Химическое свойство солей: растворимые соли реагируют с растворимыми основаниями с образованием другой соли и другого основания. **Способ получения оснований** – взаимодействие растворов оснований и солей между собой.

Можно привести и более простой способ, например: какие вещества образуются при взаимодействии HCl и $\text{Fe}(\text{OH})_3$?

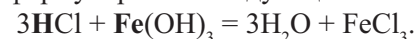
Для решения этой задачи: 1) определяем заряды ионов $\text{H}^{1+}\text{Cl}^{1-}$, $\text{Fe}^{3+}(\text{OH}^{1-})_3$; 2) по принципу «катион на катион» (или «анион на анион») производим обмен ионов $\text{H}^{1+}\text{Cl}^{1-} + \text{Fe}^{3+}(\text{OH}^{1-})_3 = \text{H}^{1+}\text{OH}^{1-} + \text{Fe}^{3+}\text{Cl}^{1-}$;

3) составляем формулы полученных соединений



4) уравниваем коэффициенты $3\text{HCl} + \text{Fe}(\text{OH})_3 = 3\text{H}_2\text{O} + \text{FeCl}_3$;

5) проверяем, идет ли данная реакция до конца (т.е. будем ли мы наблюдать признаки реакций ионного обмена: образование газа, осадка, малодиссоциированного вещества) – данная реакция протекает до конца, так как образуется малодиссоциирующее вещество – вода. Определив классы полученных веществ, мы можем сформулировать следующие химические свойства:



Кислота + основание = вода + соль.

Химическое свойство кислот: растворимые кислоты взаимодействуют с нерастворимыми основаниями, образуя соль и воду. Химическое свойство нерастворимых оснований: нерастворимые основания взаимодействуют с растворами кислот с образованием соли и воды. Способ получения солей – взаимодействие растворов кислот с растворимыми и нерастворимыми основаниями. В результате выполнения этих заданий учащиеся получают представление о своеобразном «каркасе» химических процессов. Поэтому, рассматривая химические свойства различных классов неорганических соединений, мы вначале представили проблему в абстрактном виде, схематически. Дальнейшая конкретизация, уточнение и осознание изучаемых химических процессов учащимися направлены на постепенное заполнение промежутков в этом «каркасе» и происходит с опорой на чувственный и наглядный материал во время практических и лабораторных работ при исследовании различных неорганических веществ. Изучение химических процессов по данной программе сильно растянуто во времени, это дает школьникам возможность глубоко осознать принципы химических взаимодействий. А результатом этого является формирование 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. Исходным пунктом, с которого ведется обучение решению задач данного типа, являются вычис-

ления по уравнению реакции между чистыми веществами. Затем рассматриваются более сложные химические процессы, в которых протекают параллельные или последовательные реакции, происходят взаимодействия между компонентами растворов, веществ, содержащих примеси, находящихся в избытке и т.д. Если посмотреть с психологической точки зрения на результаты работы с задачами, то они состоят в том, что у детей формируются хорошо расчлененные когнитивные структуры-матрицы анализа и синтеза текста задач, в которых представлены и отдифференцированы друг от друга содержательные признаки различных типов задач и алгоритмов их решения.

4 этап. Тема: «Вещество». *Цель:* применение обобщенных знаний и умений для анализа конкретных фактов и явлений (интеграция через дифференциацию и конкретизацию). Суть такого изучения заключается в следующем: учащиеся, используя обобщенные приемы умственной деятельности и сложившиеся когнитивные структуры репрезентации химических знаний (первоначально под руководством учителя), пытаются предсказать свойства конкретных веществ (периода или группы), выявить основные закономерности изменения этих свойств, выяснить причины различий, а затем сравнивают с литературными источниками или пытаются проверить экспериментально. Анализируют и, если прогноз не совпадает с реальностью, то выясняют почему, в чем была допущена ошибка, какие когнитивные структуры предметных знаний недостаточно развиты (что не усвоил). Основные трудности, возникающие на данном этапе, связаны с переходом от информационно-деятельностного к продуктивно-творческому уровню обучения. У учащихся, привыкших к репродуктивной деятельности в условиях традиционного обучения, возникают определенные интеллектуальные затруднения и своеобразный «психологический барьер». Но, с другой стороны, у учащихся формируется научный интерес, и ребята сами определяют широту своих знаний (научного кругозора), кто-то ограничивается стандартом школьного образования, а кто-то идет дальше, кто-то предпочитает работу с литературными источниками, а кто-то, если есть для этого возможность, проверяет на практике. Таким образом, основная функция учителя – это организации

учебного процесса. Ученик становится не объектом, а субъектом учебной деятельности и учителю приходится все время обновлять свой научный потенциал. При таком подходе появляется возможность, не декларировать, а действительно осуществлять дифференцированное обучение в соответствии с интересами, склонностями и возможностями учащихся, руководить их развитием.

5 этап. Тема: «Технология химических производств. Экологические аспекты химических производств». *Цель:* применение полученных знаний для построения экологически чистых химических технологий по производству народно-хозяйственных продуктов. Анализ существующих технологий с точки зрения экологии, экономики, энергетики. Первоначальное восприятие технологического процесса учащимися поверхностно, глобально. При анализе различных производств у школьников начинают формироваться производственно-технологические структуры. Учащиеся начинают выделять цель процесса; его народно-хозяйственное значение; схему процесса; законы и явления, лежащие в основе данного процесса и др. На данном этапе, как правило, формируется окончательный выбор профессиональной деятельности и интерес к изучению химии, если он возник, больше никогда не пропадает.

Организация учебной деятельности по программе «Когнитивное обучение на уроках химии» опирающееся на такие методические принципы как самостоятельность, работа на высоком уровне трудности, освоение теоретических понятий ведет не только к интеллектуальному развитию, но и к развитию личностных качеств учащихся, таких как воля, познавательная мотивация, эмоции.

В традиционной системе обучения обязательным элементом урока является объяснение учащимся нового материала, при котором учитель излагает готовые структурированные знания. При обучении в соответствии с принципом системной дифференциации школьники сами добывают новую информацию, выявляют структурные элементы химических знаний, на основе которых строят свой ответ, привлекают дополнительный материал в той мере, в какой это необходимо для построения более полной структуры знания или оформления научной речи. На начальном этапе обучения наблюдается явление глобальности, диффузности восприятия материала

учебника, которое проявляется в стремлении школьников выучить параграф «как стих» или учащиеся запоминают несущественные факты, в то время как основные идеи, структурные элементы знания остаются вне поля зрения подростков. Например, изучая первый параграф учебника 8 класса, школьники заостряют свое внимание на информации, напоминающей им о том, что они изучали в младших классах. Однако, чем понятие «вещество» отличается от понятия «тело», какие бывают физические свойства вещества и что является предметом изучения химии, ими вообще не рассматриваются. Конспекты учащихся на начальном этапе обучения представляют собой сплошное переписывание учебника.

Для формирования самостоятельности и когнитивных структур предметных знаний, а также структур, составляющих основу общеучебных умений работы с литературными источниками, целесообразны приемы предварительного, самостоятельного изучения параграфа или темы учащимися и «рецензирование ответа». Суть данных приемов технологии состоит в том, что школьники 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 дополнительный материал. На уроке, слушая выступления одноклассников, школьники должны дать «рецензию» ответа (или ответов). При «рецензировании» учащимся приходится «сворачивать» услышанную информацию, выявлять систему понятийных отношений, сообщать, привлекался ли в ответе дополнительный материал или нет и есть ли в этом необходимость, оценивать ответ по следующим критериям: 1) полнота изложения (все ли структурные элементы знания выявлены, правильно ли определена система понятийных отношений, если нет – то дополнить, исправить и обосновать); 2) использование дополнительного материала; 3) культура речи (стиль, оригинальность, образность, эмоциональность, научность). Под руководством учителя и совместно с одноклассниками у школьников формируются когнитивные структуры репрезентации химических знаний, они сами учатся добывать знания. Функция преподавателя – направление и, при необходимости, коррекция учебного процесса, разработка системы

заданий и оценка результативности процесса. Следует отметить, что данная технология предъявляет серьезные требования к предметным знаниям учителя: педагог не просто должен знать материал учебников по химии и смежным предметам, у него самого должны быть сформированы, т.е. тонко дифференцированы и интегрированы когнитивные структуры предметных знаний.

Самостоятельная работа – это высшая форма учебной деятельности школьника, форма самообразования. Психологически для самого обучающегося самостоятельная работа предполагает осознание цели своей деятельности, принятие учебной задачи, придание ей личностного смысла, подчинение выполнению этой задачи другим интересам и форм своей занятости, самоорганизации в распределении учебных действий во времени, самоконтроля в их выполнении. Увлекательным становится само овладение новым материалом. При развитии самоорганизации у школьников формируется целостная система представлений о своих возможностях и умениях их реализовать. Предоставление самостоятельности является необходимым условием воспитания воли. Постановка цели и выработка плана действий самими школьниками порождает сильный мотив к преодолению трудностей, встречающихся на пути задуманного. Преодолевая препятствия, учащиеся тренируют свою волю. Самостоятельность, работа на высоком уровне трудности при усвоении теоретических понятий служат формированию у детей навыков и склонности к совместной умственной деятельности, к интеллектуальному сотрудничеству, мотивации развития и познания. А. Маслоу в работе «Психология бытия» писал, что «развитие само по себе является восхитительным и приносящим удовлетворение процессом» (1997, с. 55), которое усиливает мотивацию и обостряет удовольствия познания. Успешное решение трудных проблем, встающих перед человеком, всегда завершается мощным включением мозговых систем положительного подкрепления. Эта важная биологическая закономерность, обеспечивающая сохранение в памяти условий и результатов успешной аналитико-синтетической деятельности мозга. Активность систем положительного подкрепления субъективно переживается как удовлетворение, радость, как нечто очень приятное, что побуждает человека стремить-

ся к постоянному повторению такого рода состояний. А это может быть достигнуто только на пути постоянного решения новых и более трудных задач.

Учащиеся экспериментального класса, обучавшиеся по данной программе, характеризуются более высокими значениями показателей «воля» (27,29 и 23,6), «саморегуляция» (27,65 и 24,25) по сравнению с учащимися контрольного класса. И эти различия значимы. У учащихся, обучающихся по программе «Когнитивное обучение на уроках химии», создаются все условия, необходимые для формирования полноценной гармоничной личности, преодолеваются атомизм, разрозненность и несвязность знаний у школьников, формируется система знаний, концентрирующихся вокруг системообразующих факторов: вещество, химический процесс, познание и применение веществ и химических процессов человеком.

Созданная программа позволяет добиваться серьезных результатов не только интеллектуального, но и специального (предметного) развития учащихся. Это происходит только потому, что она соответствует принципу системной дифференциации и интеграции знаний. Результаты экспериментального исследования формирования когнитивных структур химических знаний у учащихся, изучающих школьный курс химии по разным учебным программам, будут представлены далее.

4.3. Постановка проблемы и организация экспериментального исследования развития когнитивных структур химического знания в процессе усвоения школьного курса химии

Фактическое содержание выделенных когнитивных структур предметных знаний (1.4) нуждается в экспериментальной проверке. Поэтому, на основе теоретического анализа данных (глава 3) была разработана программа «Когнитивное обучение на уроках химии» (4.2), построенная в соответствии с принципом системной дифференциации (глава 2), и проведен сравнительный анализ когнитивных структур предметных знаний, особенностей интеллектуального развития, уровня когнитивной дифференцированности у школьников, обучающихся по разным учебным программам.

Исследование когнитивных структур репрезентации химических знаний проводилось в г. Камышлов Свердловской области с 1997 по 2001 годы и включало три этапа: 1997 – констатирующий эксперимент: 64 учащихся (8 класс – 24, 10 класс – 19, 11 класс – 21 человек) школы № 58; 1998 – пилотажный эксперимент: 24 учащихся 8 класса школы № 58; 1999 – 2001 – формирующий эксперимент: экспериментальная группа – 26 учащихся школы № 58; контрольная группа – 28 учащихся школы № 5.

Подростки экспериментального класса школы № 58 с первого класса обучались только по традиционным методикам и программам. В данном образовательном учреждении отсутствовал пропедевтический курс химии, подготавливающий ребят к изучению предмета. К освоению школьного курса химии учащиеся приступили, как и предусмотрено базисным планом, с восьмого класса. На данной выборке учащихся был проведен формирующий эксперимент по программе «Когнитивное обучение на уроках химии». Недельная нагрузка: 8 класс – 3 часа, 9 – 2 часа.

В качестве контрольного класса были выбраны подростки школы № 5, которые с первого класса занимались по программе развивающего обучения «Экология и диалектика природы» Л. В. Тарасова. По данной программе с пятого класса запланирован пропедевтический курс химии, а к систематическому изучению предмета ребята приступают с седьмого класса. Недельная нагрузка: 7 класс – 2 часа, 8 – 2 часа, 9 – 4 часа.

Для анализа развивающего потенциала программ были использованы методики экспериментального исследования, в которые вошли: 1) методики оценки уровня интеллектуального развития (Дж. Равен, Д. Векслер); 2) методики изучения когнитивной дифференцированности (тест включенных фигур Г. Уиткина, методика компьютерной дифференцировки стимул-объектов Т. А. Ратановой, Н. И. Чуприковой); 3) методики оценки личностных особенностей учащихся (ДДО Е. А. Климова, карта интересов, методика Дембо-Рубинштейна); 4) методики диагностики индивидуально-психологических особенностей (ОФДСИ В. М. Русалова, опросник Б. Кадырова); 5) методики оценки степени сформированности когнитивных структур химического познания (см. 4.4).

Критерии выставления оценок в экспериментальном классе

Отметка	Мыслительный навык	Определение	Что делает ученик
3	Знание	Запоминание специфической информации	Реагирует, воспринимает, вспоминает, узнает
4	Понимание	Понимание заданного материала независимо от другого материала	Объясняет, переводит, показывает, интерпретирует
5	Применение	Использование методов, концепций, принципов и теорий в новых ситуациях	Решает новые проблемы, демонстрирует использование знаний, конструирует
5	Анализ	Расчленение информации на составляющие элементы	Обдумывает, раскрывает, перечисляет, рассуждает, сравнивает
5	Синтез	Составление целого из отдельных частей	Комбинирует, составляет, придумывает, творит
5	Сравнительная оценка	Определение ценности материалов и методов, когда заданы цели, стандарты и критерии	Оценивает, обсуждает

2. Методика оценки интереса к химии

Цель: определяется уровень развития интереса учащихся к изучению химии. Уровень развития интереса к химии определялся по рангу интереса учащихся к изучению химии по сравнению с 24 сферами деятельности, представленными в методике «Карта интересов».

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 классов. В качестве дополнительных материалов исследования использовались сведения, полученные в результате систематического просмотра тетрадей, олимпиадных работ и результаты наблюдения за процессом усвоения химических знаний учащимися, беседы с детьми, родителями, учителями. Наблюдение за детьми осуществлялось и в широком личностном плане. Прослеживалось развитие их склонностей и интересов, отношение к различным учебным предметам, проявление характерологических черт.

4.4. Методики оценки степени сформированности когнитивных структур химического познания

В литературных источниках отсутствуют методики, позволяющие диагностировать зрелость когнитивных структур химических знаний. Помимо балла успеваемости по химии и тестов на проверку качества знаний по темам, например Р. А. Лидина и Л. Л. Андреевой использовались сконструированные с опорой на всеобщий универсальный закон развития методики, специально адресованные к раскрытию степени дифференцированности когнитивных структур химического познания.

1. Показатель успеваемости по химии

Показатель успеваемости по химии рассчитывался как средний балл всех текущих оценок по предмету за учебный год. Рассматривая вопрос о сравнительной ценности и объективности измерения сформированности когнитивных структур химического познания отметками учителей, следует отметить, что школьные отметки, субъективны и далеки от настоящего измерения способностей. Необходимо иметь в виду, что отметка является «комплексным показателем» и различные учителя пользуются при этом различными критериями (у некоторых оценка имеет и «дисциплинарное» значение). Критерии выставления отметок, применявшиеся для оценки учебной деятельности учащихся экспериментального класса, представлены в табл. 11.

3. Тест Р. А. Лидина и Л. Л. Андреевой

Тест Р. А. Лидина и Л. Л. Андреевой (1994, с. 42–46) «Основные понятия химии. Стехиометрические законы. Атомно-молекулярное учение» состоит из 70 вопросов с выбором ответа. Тест составлен как из теоретических, так и расчетных заданий. Задание выполняется без всяких подручных средств (калькулятор, таблицы Д. И. Менделеева, растворимости и т.д.) и только в умственном плане.

В тестах с выбором ответа учащиеся часто отвечают «наобум». Чтобы исключить угадывание 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. Правильно ответить на многие вопросы в такой короткий промежуток времени (10 минут) можно лишь опираясь на «химическую интуицию», т.е. способность усматривать существенные признаки и отношения химической формы движения материи.

В качестве примера рассмотрим задание № 7: наибольшую относительную молекулярную массу имеет ортофосфат: а) калия – К; б) лития – Li; в) натрия – Na; г) цезия – Cs? Чтобы ответить на этот вопрос нужно рассчитать относительные молекулярные массы всех приведенных солей. Например:

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

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

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

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

На такой способ решения приходится затрачивать много времени. Но если «усмотреть» принадлежность всех этих элементов к первой группе главной подгруппе, то состав солей можно описать общей формулой соли – $\text{Э}_3\text{PO}_4$, поэтому, чем больше относительная атомная масса элемента, тем больше относительная молекулярная масса соли. А в группе с увеличением порядкового номера (сверху вниз) атомная масса элемента увеличивается, т.е. в данном случае облегчение и ускорение выполнения задания, или, так называемый «прайминг-эффект», выражается в активации целых семантических областей понятия «группа» – структур, отражающих качественно-

количественные отношения между элементами и их соединениями в группе.

Ответ – г. И отпадает необходимость в трудоемких расчетах.

Вероятность угадывания также резко снижается за счет того, что правильных ответов может быть от одного до двух из четырех возможных вариантов. Тест на проверку первоначальных понятий 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.

4. Химический диктант

Цель: оценивается способность сохранения в долговременной памяти семиотической системы химического языка. Поскольку диагностируется долговременная память, то химический диктант целесообразно проводить после каникулярного отдыха учащихся 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. Принимается, 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 (Н. И. Чуприкова, 1989; Б. М. Величковский, 2006). Экспериментальные исследования, проводимые Ф. Крейком и Э. Тулвилгом (1975) показали, что сохранение улучшается при большей ассоциативной детализации следа, т.е. при увеличении числа разнообразных связей, выявляемых в материале. Сохранение информации улучшается, если запоминаемый материал и контекст, в условиях которого он кодируется, могут быть интегрированы в некоторую целостную единицу. Ф. Крейк и Р. Локарт (1972, 1990) полагают, что прочность и длительность сохранения является функцией «глубины» познавательной активности. Обработка материала может осуществляться на разных уровнях, свя-

занных с выделением поверхностных (перцепт) или глубоких (семантических) признаков. Когнитивная переработка, обусловленная особой направленностью (интенцией) субъекта, ведет к все более глубокому и поэтому более устойчивому описанию объекта.

Исследования произвольного запоминания П. И. Зинченко и А. А. Смирнова также показали, чем более сложной и осмысленной была обработка, тем лучше запоминался материал.

Можно полагать, что у учащихся, обладающих более высокой расчлененностью и дифференцированностью восприятия и обработки химического материала, объем сохранения информации в долговременной памяти будет больше. Следовательно, критерием зрелости (сформированности) когнитивных структур репрезентации химических знаний 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.

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 (20 элементов знания).

2. Составьте формулы оксидов. Подчеркните формулы амфотерных оксидов.

SO₂, SO₃, NO₂, FeO, BeO, Mn₂O₃ (8 элементов знания).

3. Составьте формулы гидроксидов. Подчеркните формулы амфотерных гидроксидов.

KOH, Cu(OH)₂, Fe(OH)₃, Be(OH)₂, Cr(OH)₃, Mg(OH)₂ (9 элементов знания).

4. Составьте формулы кислот. Подчеркните формулы органических кислот.

H₂SO₃, H₂CO₃, HNO₃, H₂SiO₃, HCOOH. (6 элементов знания).

5. Составьте формулы солей.

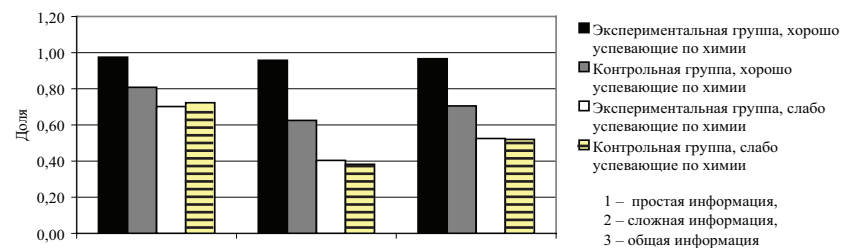
KCl, Ca₃(PO₄)₂, Cr₂S₃, Fe(NO₃)₃, Na₂SiO₃, CaSO₄, (CuOH)₂CO₃. (7 элементов знания).

Обработка результатов

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

Результаты тестирования по методике «Химический диктант», представленные в диаграмме 1, подтверждают значение объема сохранения предметной информации в долговременной памяти в качестве критерия зрелости когнитивных структур химических знаний.

Диаграмма 1



Сохранение семиотической системы химического языка в долговременной памяти у лучше и хуже успевающих по химии учащихся экспериментальной и контрольной групп по завершению формирующего эксперимента

При организации учебного процесса в соответствии с принципом системной дифференциации у хорошо успевающих по химии учащихся экспериментального класса доля сохранения как простой, так и сложной информации в долговременной памяти приближается к 1. Полученные результаты дают основание полагать, что у данных подростков завершён процесс формирования когнитивных структур семиотической системы химического языка.

5. Химическая память

Цель: определить уровень активного внимания и способность сохранения в кратковременной памяти при слуховом запоминании различного семантического материала.

Психологическое обоснование методики

Основной идеей этих опытов послужили данные о роли когнитивных схем, полученные в известном эксперименте В. Г. Чейза и Х. А. Саймона на шахматистах. В нем было показано, что при случайном расположении фигур запоминание их комплексов было одинаковым как у начинающих игроков, так и у мастеров высокого класса, но при запоминании шахматных композиций мастера значительно превосходили начинающих. А. Бине также отмечал, что запоминание шахматных позиций мастерами имеет обобщенный характер, чем отличается от попыток запоминания множества деталей начинающими шахматистами.

Данная идея получила экспериментальное подтверждение в исследовании Е. И. Горбачевой (2001), изучающей избирательность мнемической активности и предметную ориентацию мышления. Е. И. Горбачева избирательность мнемической активности рассматривает как критериальное выражение предметной ориентации мышления. Будет запоминаться конкретный стимул или нет, зависит от того, входит ли он в предметное содержание мнемической активности субъекта. Согласно информационной теории памяти активность субъекта в процессах кодирования и декодирования регламентируется качеством и содержанием задействованных в них когнитивных процессов. Так, например, признаки и связи, вычлняемые конкретным субъектом и составляющие предметную основу для запоминания материала, другим субъектом могут не выделяться. Е. И. Горбачева 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.

Можно полагать, что одним из критериев когнитивной дифференцированности химических знаний является избирательность мнемической активности памяти, так как, чем более дифференцированы когнитивные структуры предметных знаний, 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 и, следовательно, меньше данной информации сможет сохранить и переработать.

Задания

Для анализа зависимости объема кратковременной памяти от особенностей семантического материала при слуховом запоминании были подготовлены четыре группы слов, записанных на отдельных карточках:

А – слова;

В – отражена закономерность расположения элементов в группах;

С – периодическая закономерность расположения элементов;

Д – элементы различных групп и периодов.

А	В (группа)	С (период)	Д
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

Инструкция

1. Тестирование может проводиться как индивидуально, так и фронтально.

2. Первую группу слов (А) читает психолог с интервалом 4-5 секунд между словами. После 10 секундного перерыва испытуемый записывает слова и 10 минут отдыхает.

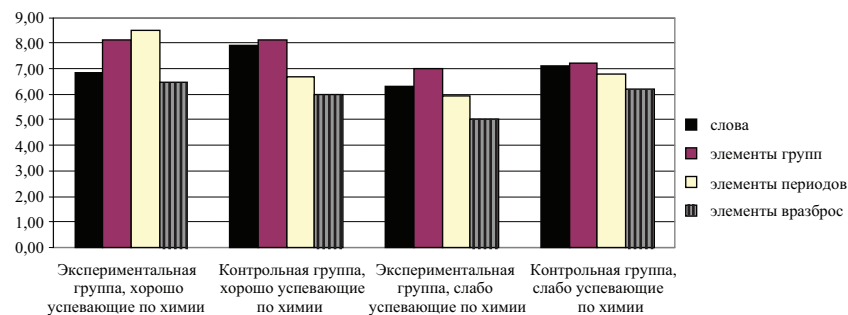
3. Аналогичные инструкции предлагаются для запоминания следующих групп слов.

Обработка результатов

По каждой группе слов подсчитывается число правильно воспроизведенных слов. Чем ближе число к 10, тем лучше сохраняется данная смысловая информация в памяти. (Группы слов В, С, D характеризуют химическую память).

Экспериментальные данные возможности оценки зрелости когнитивных структур химического познания по данной методике представлены в диаграмме 2. 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.

Диаграмма 2



Способность сохранения в кратковременной памяти различного семантического материала (слуховое запоминание) у хорошо и слабо успевающих по химии учащихся экспериментальной и контрольной групп по завершению формирующего эксперимента

У лучше успевающих по химии подростков экспериментальной группы способность воспринимать, сохранять и перерабатывать химическую информацию в памяти выше, чем у школьников контрольного класса, так как системы усвоенных понятий с предметно-специфическим составом признаков и связей между ними более дифференцированы, расчленены, позволяют производить более тонкий анализ и синтез связей и отношений между строением атомов элементов и их положением в периодической системе Д. И. Менделеева, а также физическими и химическими свойствами простых и сложных веществ, образованными данными элементами. Сформированные когнитивные структуры «период» и «группа» у данных подростков позволяют 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 Ф. Крейка и Э. Тулвилга (1975):

Испытуемым предъявлялись предложения различной степени сложности с одним пропущенным словом. Испытуемый должен был определить подходит ли предъявленное слово на место пропущенного. Вероятность последующего 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. Если слово и предложение не могут образовывать целостный контекст, степень воспроизведения оставалась невысокой.

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 когнитивных структур «период» и «группа».

6. Химическое кодирование

Цель: диагностируется зрительно-моторная скорость 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 когнитивными структурами скорость специфически предметных действий будет ниже, чем у субъектов с расчлененными и тонко дифференцированными когнитивными структурами предметных знаний. Для выявления прайминг-эффекта – увеличения скорости кодирования, обусловленного более высоким уровнем зрелости когнитивных структур химического познания, мы модифицировали 11 субтест «кодирование» в тесте интеллекта Д. Векслера следующим образом:

- 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).

Стимульный материал:

Лист А

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fe	Na	O	Zn	J	Ba	S	K	Al

2	1	4	6	3	5	2	1	3	4	2	1	3	1	2	3	1	4	2	6	3	1	2	5	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

3	1	5	4	2	7	4	6	9	2	5	8	4	7	6	1	8	7	5	4	8	6	9	4	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

1	8	2	9	7	6	2	5	4	7	3	6	8	5	9	4	1	6	8	9	3	7	5	1	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Лист В

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K

2	1	4	6	3	5	2	1	3	4	2	1	3	1	2	3	1	4	2	6	3	1	2	5	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

3	1	5	4	2	7	4	6	9	2	5	8	4	7	6	1	8	7	5	4	8	6	9	4	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

1	8	2	9	7	6	2	5	4	7	3	6	8	5	9	4	1	6	8	9	3	7	5	1	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Лист С

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na

2	1	4	6	3	5	2	1	3	4	2	1	3	1	2	3	1	4	2	6	3	1	2	5	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

3	1	5	4	2	7	4	6	9	2	5	8	4	7	6	1	8	7	5	4	8	6	9	4	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

1	8	2	9	7	6	2	5	4	7	3	6	8	5	9	4	1	6	8	9	3	7	5	1	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Лист D

1	2	3	4	5	6	7	8	9
H	F	Cl	Br	J	Be	Mg	Ca	Ba

2	1	4	6	3	5	2	1	3	4	2	1	3	1	2	3	1	4	2	6	3	1	2	5	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

3	1	5	4	2	7	4	6	9	2	5	8	4	7	6	1	8	7	5	4	8	6	9	4	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

1	8	2	9	7	6	2	5	4	7	3	6	8	5	9	4	1	6	8	9	3	7	5	1	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Инструкция

1. Тестирование может проводиться как индивидуально, так и фронтально.

2. Подготовьте бланки и секундомер.

3. На каждом листе вы видите ряды цифр. Вам предстоит на скорость подряд (не пропуская) закодировать все эти цифры теми химическими элементами, которые представлены в образцах.

4. Время, отведенное на выполнение каждого задания (А, В, С, D), 120 сек.

(При большой скорости кодирования время, отведенное на выполнение задания, можно сократить до 60 секунд, однако результаты увеличить вдвое).

Обработка результатов

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

№	Фамилия, имя	А	В	С	D
1					
2					

Экспериментальные результаты, подтверждающие возможность использования данной методики для определения зрелости когнитивных структур химического познания представлены в табл. 12.

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 подростков происходит с меньшей скоростью, чем кодирование элементами, объединенными в группу или период. Скорость кодирования цифр знаками химических элементов лучше успевающими по химии подростками выше, чем хуже успевающими. Полученные данные не обусловлены индивидуально-психологическими особенностями личности, так как психомоторная скорость у хуже успевающих по химии подростков, определенная по тесту В. М. Русалова выше, а скорость кодирования цифр знаками химических элементов ниже, чем у лучше успева-

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

Показатели		Экспериментальный класс		Контрольный класс	
		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

ющих школьников. Следовательно, можно полагать, что предметная избирательность психомоторной активности так же, как и предметная ориентация мнемической активности, является одним из критериев зрелости когнитивных структур химического познания.

7. Методика оценки когнитивной дифференцированности знаний о простых и сложных веществах (химические дифференцировки)

Цель: изучение уровня сформированности когнитивных репрезентаций химических знаний о простых и сложных веществах и основных классах неорганических соединений.

Психологическое обоснование методики

Впервые идею о том, что тесты сенсорного различения могут служить для измерения интеллектуальной одаренности человека можно найти в работах Ф. Гальтона. В 50-х годах прошлого столетия в лаборатории Е. И. Бойко разработан метод тестирующего стимула, позволяющий изучать механизмы аналитико-синтетической деятельности мозга (Е. И. Бойко, М. М. Власова, Н. И. Чуприкова, Т. Н. Ушакова). В 70-х годах зарубежные психологии стали применять аналогичный метод исследования «ментальная хронометрия» для изучения структур хранения семантической информации в долговременной памяти и динамики их работы (М. Познер, Т. Марсел, Б. Форин, Р. Уоррен, Д. Мортон, Д. Струп).

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, нахождение свойств и различий разного рода стимул-объектов (Л. Китинг, В. Бобит, 1978; Е. Хант, 1980; С. Кон, Дж. Карлсон, А. Дженсен, 1985; Айзенк, 1995; Чуприкова, 1995; Чуприкова, Ратанова, 1995).

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 специализироваться на более тонких свойствах изучаемых объектов, более разносторонних их связей и отношений. Центральным звеном концепции системной дифференциации является определение того, что же развивается с возрастом и в процессе обучения ребенка, каков именно тот внутренний материальный субстрат, который под воздействием внешних социально-педагогических влияний переходит в новое качественное состояние, обуславливая тем самым основу для дальнейшего развития индивида. Таким развивающимся субстратом являются внутренние относительно стабильные сис-

темы репрезентации знаний, которые вместе с тем являются системами извлечения и хранения информации.

Экспериментальные исследования Т. А. Ратановой (1989, 1996), Н. И. Чуприковой, Г. А. Винокуровой (1999), Е. А. Ивановой (1999), С. В. Гриценко (1997), В. И. Завалиной (1998), О. Н. Боровик (2002), Т. А. Юшко (1997), И. А. Логановой (2001) и других 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. Полученные экспериментальные данные подтвердили возможность использования методики скоростной классификации стимул-объектов для оценки качества процессов анализа и синтеза, способности индивида к различению и дифференцированию сигналов.

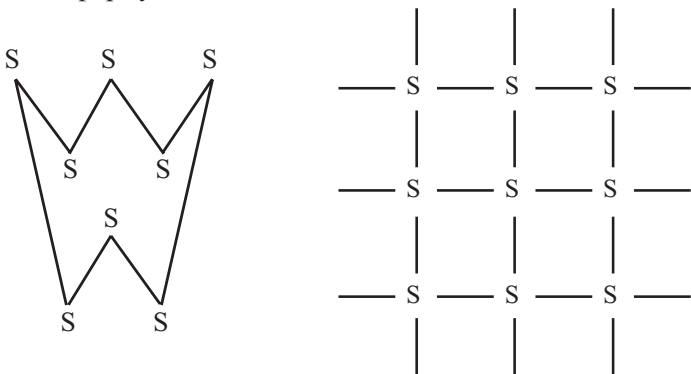
Нейрофизиологические исследования А. В. Гладыша, А. С. Горева, Д. А. Фарбер (1995), в которых сравнивались ЭЭГ показатели двух групп детей 9 лет, различающихся по скорости дифференцирования перцептивных и семантических сигналов, определяемых по методике скоростных классификаций стимул-объектов выявили значимые различия по спектрограммам мощности большинства поддиапазонов тета- и альфа-ритмов в большинстве отведений в пользу более высоких значений у группы детей, показавших большую скорость дифференцирования сигналов. Для младших школьников с более высокими показателями по методике скоростной классификации характерна более сложная в топографическом отношении и более дифференцированная по отведениям и частотным поддиапазнам альфа- и тета-ритмов межцентральная организация ЭЭГ. Полученные данные показывают, что даже в таких простых задачах как различение стимул-объектов и осуществление адекватных дифференцировочных ответов задействуются сложные общемозговые механизмы и эти механизмы таковы, что могут быть сопоставимы с механизмами функционирования сложных дифференцированных и внутренне хорошо расчлененных перцептивных и семантико-понятийных когнитивных структур, необходимых для осуществления сложной интеллектуальной деятельности.

По аналогии с методикой скоростной классификации стимул-объектов Т. А. Ратановой и Н. И. Чуприковой нами была разработана методика оценки когнитивной дифференцированности знаний о простых и сложных веществах. Методика состоит в том, что испытуемый получает последовательно несколько колод карточек с изображенными на них формулами химических соединений, которые раскладывает как можно быстрее на группы согласно определенным, заданным в предварительной словесной инструкции, признакам. Карточки должны быть небольшого размера, чтобы их было удобно держать в руках, и изготовлены из плотной глянцевой бумаги.

Время, затраченное на сортировку каждой колоды, измеряется ручным секундомером. На скоростную классификацию было составлено три типа задач.

Задания

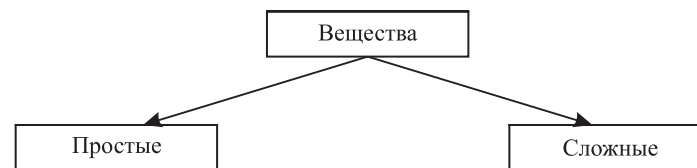
1. Простая дифференцировка. Классификация изображений простых и сложных веществ. Критерием, позволяющим отнести данное вещество к группе простых, является изображение его при помощи знака одного химического элемента. Были предложены следующие химические формулы:



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 , $N \equiv N$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $CaCO_3$, 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 .

Для простой классификации веществ на листе плотной бумаги необходимо составить схему 1.

Схема 1



2. Сложная дифференцировка. Классификация формул соединений по принадлежности к определенному классу веществ. Учащиеся должны распределить вещества по определенным признакам. При наличии в формуле атомов водорода, способных замещаться на металл, и кислотных остатков вещество следует относить к кислотам; если в формуле указаны атомы металла и гидроксогруппы – к основаниям; если в формулу входят атомы металла и кислотные остатки – к солям; если вещество состоит из двух химических элементов, одним из которых является кислород, – к оксидам.

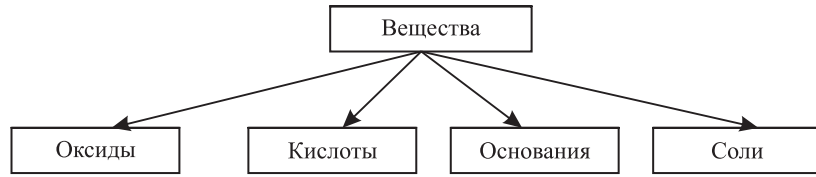
Формулы веществ подбирались таким образом, что отношения соединений по признакам принадлежности к определенному классу неорганических соединений входили в противоречие с известными учащимся правилами. Так, в кислых солях присутствовал атом водорода (**H**), в основных солях – гидроксогруппа (**OH**). В предложенном школьникам списке присутствовали органические кислоты, например уксусная кислота – CH_3COOH .

Школьникам был дан список следующих формул 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 .

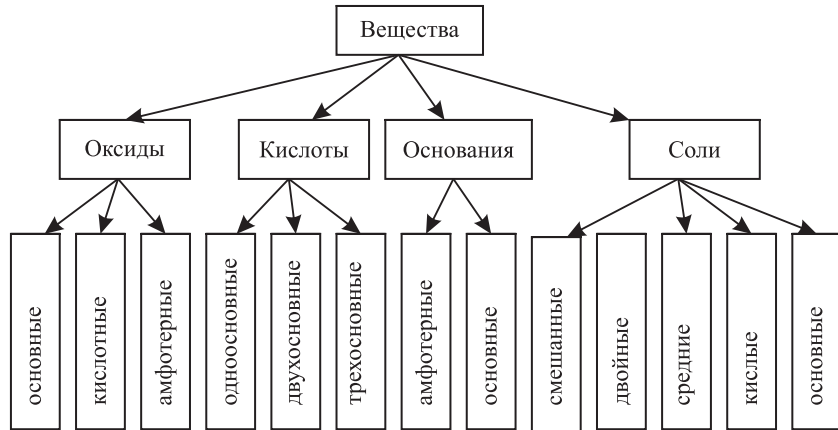
Для проведения школьниками сложной классификации необходимо составить схему 2.

Схема 2



3. Сложнейшая дифференцировка («химический пасьянс»). Эта классификация веществ отличается тем, что часто вводятся дополнительные признаки классификации. Так, например, уже недостаточно выделить оксиды из общего списка веществ. После этого их необходимо разделить на основные, кислотные и амфотерные. Аналогично, по определенным признакам необходимо разделить основания, кислоты и соли. Для дальнейшей классификации необходимо составить схему 3.

Схема 3



Инструкция для учащихся, приступающих к работе

1. Вспомните, какие вещества называют простыми, а какие сложными. Если это не удастся, то попытайтесь самостоятельно выявить признак разделения (дифференциации) веществ на простые и сложные.

2. Как можно быстрее разложите карточки с химическими формулами согласно схеме 1.

Аналогичные инструкции предлагаются учащимся для выполнения сложной классификации и «химического пасьянса».

Время сортировки учащимися карточек фиксируется секундомером. Затем отмечаются число и характер ошибок (табл. 13).

Обработка результатов

Таблица 13

Сводная таблица результатов эксперимента

№	Фамилия, имя учащегося	Дифференцировка								
		простая			сложная			сложнейшая		
		время, с	число ошибок	характер ошибок	время, с	число ошибок	характер ошибок	время, с	число ошибок	характер ошибок
1										
2										

В ней отмечается время выполнения задания (в с). За каждую ошибку, допущенную учащимися, к общему времени выполнения задания прибавляется «штрафное» время – по 9 с. Штрафное время – 9 с, было определено методом оптимизации. Полученный результат согласуется с данными В. П. Беспалько (Педагогика и прогрессивные технологии обучения), согласно которому для условий учебного процесса скорость усвоения равна 0,1 – 0,5 дв.ед./с, что соответствует временным затратам от 2 до 10 с на переработку одной двоичной единицы информации. Таким образом, итоговое время рассчитывается по формуле:

$$T = t_{\text{экс}} + 9n, \text{ где } n - \text{число ошибок.}$$

Интерпретация полученных данных

Данная методика позволяет выявить сформированность трех по-дуровней когнитивных структур химического познания о простых и сложных веществах: на первом уровне (простые дифференцировки) испытуемые выявляют самые общие, генетически исходные признаки вещества, позволяющие классифицировать соединения по химическим формулам на простые и сложные; на втором уровне (сложные дифференцировки) необходим более тонкий анализ критериальных признаков, позволяющий отнести то или иное соединение к определенному классу неорганических веществ; третий уровень – сложнейшие дифференцировки (химический пасьянс) требуется еще более тонкая «настройка» когнитивных структур химического познания для дифференциации соединений по химическим формулам уже внутри того или иного класса. Как видим, данная методика позволяет определить и глубину, и широту проработки материала. Результаты тестирования учащихся по данной методике представлены на рис. 18. Из рисунка видно, что с возрастанием сложности задания увеличивается время, необходимое для его выполнения. Однако, чем выше величина ОИП, тем меньше времени затрачивается на выполнение заданий разного уровня сложности. Следовательно, критерий системной дифференцированности может служить не только показателем высоких умственных достижений, но и зрелости когнитивных структур химического познания.

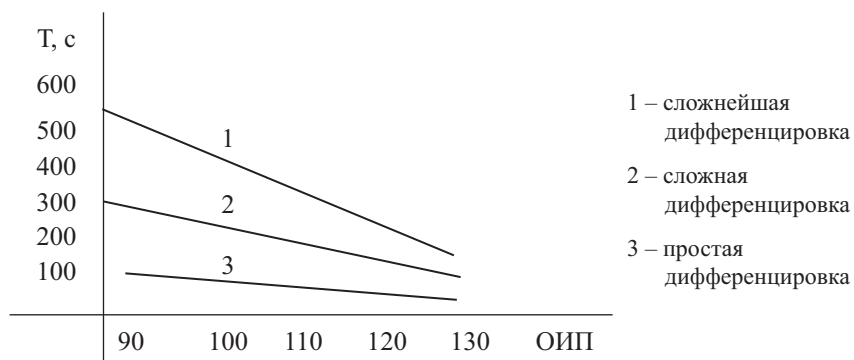


Рис. 18. Зависимость времени дифференцирования химических понятий от ОИП (по результатам пилотажного эксперимента)

В заключении данного раздела можно отметить, что психологически обоснованные и экспериментально проверенные методики исследования строения когнитивных структур: «химический диктант», «химическое кодирование», «химическая память», «химические дифференцировки» позволяют, опираясь на такие критерии, как когнитивная дифференцированность предметных знаний, информационная емкость и предметная избирательность памяти, избирательность психомоторной активности предметных действий, определять зрелость когнитивных структур химического познания.

4.5. Результаты экспериментального исследования

4.5.1. Сравнительный анализ формирования когнитивных структур химического познания подростков, обучающихся по разным программам

На начало формирующего эксперимента (восьмой класс), как и следовало ожидать, подростки контрольной группы с пятого класса обучавшиеся по программе развивающего обучения «Экология и диалектика природы» по большинству показателей имели лучшие результаты, чем подростки экспериментального класса до этого занимавшиеся только по традиционным программам и имевшим смутное представление о химии. Об этом свидетельствуют результаты исследования, представленные в табл. 14. Статистически значимые различия имелись в следующих показателях сформированности когнитивных структур химического познания: успеваемость по химии, сохранение сложной и общей информации в долговременной памяти, химические дифференцировки – сложная (время, число ошибок), сложнейшая (число ошибок). Уровень интереса к предмету, как показатель особой направленности ума, был тоже значительно ниже.

Достоверных различий между показателями самого низшего первого уровня когнитивных структур химического познания в контрольном и экспериментальном классах ни по методике «Химический диктант» (простая информация), ни по методике «Химические дифференцировки» (простая) выявлено не было. Число ошибок в обеих группах менее 5%. Эти данные свидетельствуют о достаточ-

Таблица 14

Средние показатели сформированности когнитивных структур химического познания у подростков, обучающихся по разным программам на начало эксперимента (1999–2000 учебный год)

№	Показатели	Учащиеся всей выборки		Величина Т-критерия Стьюдента	
		экспериментальная группа	контрольная группа		
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	77,95	89,6	-0,879
		Число ошибок	4,9	4,2	0,427
		Итоговое время, с	122,9	127,53	-0,251
4.2	Сложная	Время, с	168,19	115,28	2,916**
		Число ошибок	10,57	4,6	2,679**
		Итоговое время, с	263,33	156,75	3,443***
4.3	Сложнейшая	Время, с	393,95	377,78	0,37
		Число ошибок	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***	

ной зрелости структур химического познания данного уровня в обеих выборках. Но если речь идет о более сложной информации (по этим же методикам) – второй уровень структур химического познания, то у подростков экспериментального класса данный уровень еще не сформирован (более 10 ошибок), рыхлое, глобальное представление о классах неорганических соединений. Число ошибок по сложным дифференцировкам в контрольной группе менее 10 %, но показатель сохранения сложной информации в долговременной памяти 55,5 %, т.е. учащиеся контрольного класса вышли на второй уровень, но их результаты недостаточно стабильные, прочные. Третий уровень (сложнейшие дифференцировки) не сформирован в обеих выборках. Полученные результаты подтверждают действие всеобщего универсального закона развития, согласно которому всякое развитие, где бы оно ни происходило, идет от низшего к высшему уровню за счет все более глубокой дифференциации и интеграции некоторого исходного целого.

Обратимся к более детальному анализу показателей сформированности когнитивных структур химического познания в группах лучше и хуже успевающих подростков обучавшихся по разным программам (табл. 15).

В группах лучше успевающих по химии подростков экспериментального и контрольного классов достоверные различия выявлены только по показателю интереса к химии. Обе эти группы учащихся вышли на второй уровень когнитивных структур химического познания о веществе (число ошибок менее 5 %), но этот уровень еще нестабилен, поскольку объем сохранения сложной информации в долговременной памяти составляет 54,3 и 61,3 %. Вероятно, и особенности программы в экспериментальном классе, и особенности испытуемых позволяют фактически на начальном этапе обучения сравниться с лучше успевающими учащимися контрольного класса. Но интерес к предмету пока значимо ниже. Для них химия еще, как в свое время и для великого химика А. Гофмана, «загадочная и малопонятная наука».

В группах хуже успевающих подростков экспериментального и контрольного значимых различий больше. Лучшие результаты были выявлены у учащихся контрольной группы: сохранение семи-

отической системы химического языка в долговременной памяти, сложные классификации и число ошибок в сложнейших дифференцировках. Для хуже успевающих учащихся экспериментального класса на данный момент изучения химии свойственна глобальность, недифференцированность структур даже первого уровня химического познания. Хуже успевающие подростки контрольного класса, вероятно, находятся на той ступени развития когнитивных структур химического познания, когда в рамках одного еще не до конца сформированного первого уровня создаются предпосылки для более глубокой дифференциации и интеграции когнитивных структур химического познания другого 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 когнитивных структур химического познания по завершению формирующего эксперимента представлены в табл. 16 и 17.

В результате обучения по программе, построенной в соответствии с принципом системной дифференциации, учащимся экспериментального класса удалось не только достичь показателей подростков контрольной группы на начало эксперимента, но и превзойти их. Более того, по тесту Р. А. Лидина и Л. Л. Андреевой, времени сложнейших классификаций были получены статистически значимые различия. На основании полученных данных, можно утверждать, что уровень дифференцированности когнитивных структур (меньшее время классификации химических понятий) у учащихся экспериментальной группы стал выше, чем контрольной группы и, как следствие этого, более развитая химическая интуиция.

Далее обратимся к результатам среднегруппового анализа различий в выборах подростков с разной успеваемостью по химии (табл. 17).

У лучше успевающих по химии учащихся экспериментальной группы практически по всем показателям зрелости когнитивных химических структур были выявлены более высокие результаты, чем в контрольной выборке, и эти различия были статистически значимые. Хуже успевающие учащиеся экспериментальной группы практически по всем предметным показателям достигли результатов учащихся

Таблица 15
Средние показатели сформированности когнитивных структур химического познания в группах лучше и хуже успевающих подростков, обучающихся по разным программам (начало эксперимента, 1999-2000 учебный год)

№	Показатели	Лучше успевающие по химии подростки		Величина Т-критерия Стьюдента	Хуже успевающие по химии подростки		Величина Т-критерия Стьюдента
		экспер. группа	контр. группа		экспер. группа	контр. группа	
3. Сохранение семиотической системы химического языка в долговременной памяти							
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	Время, с	66,44	84,57	-1,225	86,58	100,22	-0,547
	Число ошибок	2,66	3,42	-0,37	6,58	5,88	0,259
4.2	Итоговое время, с	90,44	115,36	-0,918	145,83	153,22	-0,209
	Число ошибок	144,88	108,26	1,406	182,66	130,11	2,154*
4.3	Итоговое время, с	2,33	3,73	-1,216	16,75	6,44	2,657*
	Число ошибок	169,88	141,89	0,847	333,41	188,11	3,087*
4.3	Время, с	320,77	371,73	-1,069	448,83	390,55	0,725
	Число ошибок	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

Средние показатели сформированности когнитивных структур химического познания у подростков, обучающихся по разным программам по завершению эксперимента (2000–2001 учебный год)

№	Показатели	Учащиеся всей выборки		Величина Т-критерия Стьюдента
		экспериментальная группа	контрольная группа	
1	Успеваемость по химии	3,42	3,87	2,938**
2	Тест Лидина и Андреевой	6,42	3,62	3,243**
3. Сохранение семитической 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	Время, с	42,69	47,65	-1,06
	Число ошибок	1,26	2,23	-1,153
4.2	Итоговое время, с	54,11	67,73	-1,576
	Число ошибок	79,26	85,65	-0,621
4.3	Итоговое время, с	134,3	123,03	0,501
	Число ошибок	245,32	349,34	-2,807**
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

Средние показатели сформированности когнитивных структур химического познания в группах лучше и хуже успевающих подростков, обучающихся по разным программам (завершение эксперимента, 2000–2001 учебный год)

№	Показатели	Лучше успевающие по химии подростки		Величина Т-критерия Стьюдента		Хуже успевающие по химии подростки		Величина Т-критерия Стьюдента	
		экспер. группа	контр. группа	экспер. группа	контр. группа	экспер. группа	контр. группа	экспер. 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 семитической 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	Время, с	31,16	49,78	-2,431*	46,15	45,85	0,049		
	Число ошибок	0,5	2,166	-0,848	1,5	2,28	-0,902		
4.2	Итоговое время, с	35,66	69,27	-2,157*	59,65	66,42	0,633		
	Число ошибок	47,33	79,33	-4,396***	88,85	91,07	-0,152		
4.3	Итоговое время, с	54,83	103,33	-4,644***	158,15	139,92	0,576		
	Число ошибок	147,33	342,75	-2,75*	276,26	355	-1,839		
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		

практически по всем предметным показателям достигли результатов контрольной группы, а по тесту Р. А. Лидина и Л. Л. Андреевой и итоговому времени выполнения сложнейших классификаций показали лучшие результаты. Показатели зрелости когнитивных структур химического познания в группах лучше успевающих подростков в обеих выборках выше, чем хуже успевающих.

Рассмотрим подробнее результаты выполнения тестов «Химическое кодирование», сохранение семиотической системы химического языка в долговременной памяти и «Слуховое запоминание».

В табл. 18 представлены результаты исследования уровня активного внимания и способности сохранять химическую информацию в кратковременной памяти.

Таблица 18

Результаты выполнения теста «Слуховое запоминание»

Показатели		Экспериментальный класс		Контрольный класс	
		лучше успевающие	хуже успевающие	лучше успевающие	хуже успевающие
1	Слова	6,83	6,3	7,91	7,13
2	Элементы групп	8,16	7	8,16	7,2
3	Элементы периодов	8,5	5,95	6,66	6,8
4	Элементы вразброс	6,5	5	6	6,2

Во всех группах учащихся обнаружено, что элементы вразброс сохраняются в памяти хуже, чем слова. 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.

Элементы периодов и групп запоминаются в памяти легче, чем элементы вразброс. Согласно информационным теориям памяти, избирательная активность памяти, направленная на запоминание элементов групп и периодов, регламентируется содержанием, задействованных в них когнитивных процессов. Следовательно, в процессе изучения школьного курса химии у подростков формируются ког-

нитивные структуры, позволяющие выявлять определенные общие и особенные признаки, позволяющие объединять элементы в определенные совокупности – периоды или группы. Поэтому химические понятия, объединенные по каким-либо признакам (семантические отношения между понятиями), сохраняются в памяти лучше, чем понятия, не связанные семантическими отношениями.

Лучше успевающие по химии учащиеся экспериментальной и контрольной групп характеризуются большей информационной емкостью, по сравнению с хуже успевающими подростками (искл. запоминание элементов периода хуже успевающими подростками контрольной группы). Увеличение показателей слухового запоминания химической информации идет параллельно с уменьшением времени химических дифференцировок. Лучше успевающие по химии учащиеся показывают меньшее время химических дифференцировок и большую информационную емкость памяти по сравнению с хуже успевающими по химии подростками. Поскольку информационная емкость памяти на химическую информацию связана с уровнем когнитивной дифференцированности химических знаний, то, кроме общепринятого критерия когнитивной дифференцированности – время различения стимул-объектов в качестве критерия сформированности когнитивных структур химических знаний можно предложить информационную емкость и предметную избирательность памяти.

Аналогичные выводы можно получить, рассматривая сохранение семиотической системы химического языка в долговременной памяти.

На начало формирующего эксперимента учащиеся экспериментального класса обладали меньшей информационной емкостью на химические понятия, по сравнению с подростками контрольного класса.

В целом по выборкам учащихся экспериментального и контрольного классов и при разделении на группы успеваемости по химии обнаружено, что информационная емкость простых знаний больше, чем сложных. Расхождения по уровню сохранения сложной информации в группах по успеваемости больше, чем по уровню простой информации.

У учащихся экспериментального класса наблюдается рост информационной емкости как простых, так и сложных знаний. У подростков контрольной группы обнаружена тенденция снижения доли сохранения химической информации в памяти.

В результате формирующего эксперимента по программе «Когнитивное обучение на уроках химии» учащиеся экспериментального класса в целом по выборке и в группах с разной успеваемостью по показателю долговременной памяти превзошли учащихся контрольной группы. Увеличение показателей сохранения химической информации в долговременной памяти идет параллельно с уменьшением времени химических дифференцировок. Лучше успевающие по химии учащиеся показывают меньшее время химических дифференцировок и большую информационную емкость долговременной памяти по сравнению с хуже успевающими по химии подростками.

Поразительные результаты сохранения семиотической системы химического языка в долговременной памяти показали лучше успевающие по химии учащиеся экспериментального класса: практически одинаковый уровень сохранения простой и сложной информации. 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 учащихся фактически завершено формирование когнитивных структур химического познания по блоку «Простые и сложные вещества. Классы неорганических соединений» и химического языка.

Следует отметить, что при высоком уровне когнитивной дифференцированности и интегрированности химических знаний информационная емкость на химическую информацию приближается к 1 (доля сохранения информации). Дальнейшие наши наблюдения и экспериментальные исследования на студентах, участниках олимпиад по химии высокого уровня и взрослых показали, что такой уровень зрелости когнитивных структур химического познания отличается высокой устойчивостью во времени и определяет успех в профессиональной деятельности.

Рассмотрим результаты исследования **психомоторной скорости** кодирования цифр знаками химических элементов, отраженные в табл. 19. Обнаруживается та же закономерность, что и в случае исследования сохранения химической информации в кратковременной памяти.

Таблица 19

Результаты выполнения теста «Химическое кодирование»

Показатели		Экспериментальный класс		Контрольный класс	
		лучше успевающие	хуже успевающие	лучше успевающие	хуже успевающие
1	Элементы вразброс	79,66	63,45	78,16	70,66
2	Элементы периодов	86	67,75	81	75,26
3	Элементы групп	82,5	64,8	78,66	74

Кодирование элементов вразброс как лучше, так и хуже успевающими по химии подростками происходит с меньшей скоростью, чем кодирование элементов, объединенных в группу по какому-либо признаку (периодическая или групповая закономерность). У лучше успевающих по химии подростков скорость кодирования цифр знаками химических элементов выше, чем у хуже успевающих.

Следовательно, не только избирательность мнемической активности, но и избирательность психомоторной активности предметных действий, может быть рассмотрена как критериальное выражение предметной ориентации мышления. Следует отметить, что предметная избирательность психомоторной активности (более высокая скорость кодирования лучше успевающими по химии подростками цифр знаками химических элементов) не связана с индивидуально-психологическими особенностями личности. Так как у хуже успевающих по химии подростков психомоторная скорость и психомоторная активность по тесту В. М. Русалова выше, а ско-

рость кодирования цифр знаками химических элементов ниже, чем у лучше успевающих, можно предположить, что в рассматриваемом случае способность к быстрому реагированию и тонкому различению, которая, по мнению многих исследователей (Ф. Гальтон, 1883; Г. Ю. Айзенк, 1982; Н. И. Чуприкова, 1980; Т. А. Ратанова, 1991 и др.), лежит в основе высоких умственных достижений, имеет специфически предметное содержание.

4. 5. 2. Динамика формирования когнитивных структур химических знаний в разных группах испытуемых

Чтобы показать, что изменения когнитивных структур химического познания у подростков, обучающихся по разным учебным программам, носят не столько количественный, сколько качественный характер, рассмотрим динамику изменения показателей, представленных в табл. 20.

У учащихся экспериментального класса наблюдается статистически значимое улучшение результатов выполнения теста Р. А. Лидина и Л. Л. Андреевой, сохранения семиотической системы химического языка в долговременной памяти, уменьшение времени и числа ошибок при выполнении теста «химические дифференцировки». Если на начало формирующего эксперимента для данной выборки была характерна глобальность и нерасчлененность даже первого уровня структур «Простые и сложные вещества», то по завершению эксперимента данный уровень отличается высокой степенью дифференцированности, и в рамках второго уровня «классы неорганических соединений» можем отметить появление предпосылок для более тонкой дифференциации структур химического познания внутри отдельных классов неорганических соединений (число ошибок сложной и сложнейших дифференцировок уменьшилось почти в два раза).

У подростков контрольного класса наблюдалось ухудшение результатов выполнения теста Р. А. Лидина и Л. Л. Андреевой, уменьшилось время выполнения простых и сложных классификаций, нерасчлененность когнитивных структур, отвечающих за различение сходных признаков при выполнении сложнейших дифференцировок, осталась прежняя.

Динамика показателей сформированности когнитивных структур химического познания в группах подростков, обучающихся по разным программам (2000-2001 учебный год)

№	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	Время, с	77,95	42,69	3,979***	89,6	47,65	4,128***
	Число ошибок	4,9	1,26	3,104**	4,21	2,23	1,509
4.2	Итоговое время, с	122,09	54,11	4,195***	127,53	67,73	3,781***
	Время, с	168,19	79,26	4,646***	115,28	85,65	3,127**
4.3	Число ошибок	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
7. Интерес к химии	Время, с	393,95	245,32	3,228**	377,78	349,34	0,806
	Число ошибок	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
7.1	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

* = 0,05; ** = 0,01; *** = 0,001.

По результатам корреляционного анализа выявлена тесная взаимосвязь показателей зрелости когнитивных структур химического познания у учащихся экспериментального: выявлена 141 статистически значимая корреляционная связь из 217, что составляет 64,9 %. Полученные данные свидетельствуют о высокой степени интегрированности предметных знаний у учащихся экспериментального класса, изучающих химию по программе «Когнитивное обучение на уроках химии».

У учащихся контрольного класса выявлено значительно меньше достоверных связей между показателями предметных способностей – 34 из 217, что составляет всего 17,5 %, и, следовательно, низкий уровень интеграции предметных знаний.

Согласуя данные корреляционного анализа с данными по когнитивной дифференцированности химических знаний, можно отметить, что у учащихся экспериментального класса более высокий уровень расчлененности когнитивных структур (меньшее время классификаций химических понятий и меньше число ошибок) и более высокий уровень интеграции предметных знаний (64,9 %) по сравнению с учащимися контрольного класса, у которых уровень когнитивной дифференцированности (большее время классификации химических понятий и больше число ошибок) и интегрированности (17,5 %) предметных знаний ниже. На основании этих данных, можно полагать, что более высокий уровень дифференцированности когнитивных структур позволяет формировать и более высокий уровень интегрированности предметных знаний.

В диссертационных исследованиях (Иванова, 1999; Винокурова, 1999; Назарова, 2001), выполненных в русле системно-структурного подхода, было показано, что значимое увеличение количества корреляционных связей между показателями может свидетельствовать о возникновении нового качества.

Так, в диссертационном исследовании Е. В. Ивановой выявлено уменьшение количества значимых интеркорреляций с ростом интеллекта у детей с нормальным возрастным развитием, но 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 (Е. В. Иванова, 1999).

В исследованиях Г. А. Винокуровой обнаружено увеличение значимых интеркорреляций у детей с задержкой психического развития по мере увеличения показателей интеллекта, т. е. приближения к норме, качественно иному уровню развития (Г. А. Винокурова, 1999).

В. В. Назарова, изучая динамику когнитивной дифференцированности и возрастные интеллектуальные особенности школьников, обнаружила, что у учащихся от 6 к 9 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» (В. В. 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) всегда сопровождаются ростом когнитивной дифференцированности и интеграции функций, и их можно диагностировать по значительному увеличению количества корреляций между показателями способностей при одновременном уменьшении времени дифференцировок. Следовательно, высокий уровень дифференцированности структур химического познания одновременно с увеличением числа связей между показателями зрелости данных структур может свидетельствовать об образовании качественно новой структуры, отвечающей за успешность в усвоении химических знаний, которую можно соотнести с понятием «специальные способности».

Рассмотрим динамику изменения показателей в группе лучше успевающих подростков, представленных в табл. 21.

У учащихся экспериментального класса сохранение простой и сложной информации в долговременной памяти достигло одинако-

Динамика показателей сформированности когнитивных структур химического познания в группах лучше успевающих подростков, обучающихся по разным программам (2000-2001 учебный год)

№	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	Время, с	66,44	31,16	2,326*	84,57	49,75	3,052**
	Число ошибок	2,66	0,5	1,237	3,42	2,16	0,664
4.2	Итоговое время, с	90,44	35,66	2,569*	115,36	69,25	2,018
	Время, с	148,88	47,33	2,178*	108,26	79,33	2,9*
4.3	Число ошибок	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	Время, с	320,77	147,33	3,66**	371,73	342,75	0,556
	Число ошибок	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

вого уровня информационной емкости памяти (фактически приблизилась к 1), улучшились результаты выполнения теста Р. А. Лидина и Л. Л. Андреевой, в 2–3 раза уменьшилось время классификаций химических понятий, число допускаемых ошибок при сложнейших дифференцировках уменьшилось с 19,33 до 4, возрос интерес к химии. Фактически у данных подростков завершено формирование трех уровней когнитивных структур «Простые и сложные вещества. Классы неорганических соединений» и семиотической системы химического языка.

У лучше успевающих по химии подростков контрольного класса наблюдается уменьшение времени простых и сложных дифференцировок, числа ошибок при сложнейших классификациях, статистически значимого снижения интереса к химии не выявлено. Завершено формирование структур первого и второго уровня, но процент сохранения информации в долговременной памяти по теме «классы неорганических соединений составляет всего 62,5 % (а в экспериментальной группе – 95,8 %).

Обратимся к табл. 22. У хуже успевающих по химии учащихся экспериментального класса 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 группы подростков контрольного класса улучшилось время выполнения только простых дифференцировок.

Подведем итоги сравнительного анализа формирования когнитивных структур химического познания у подростков, обучающихся по разным образовательным программам.

1. Получены убедительные данные, подтверждающие большую эффективность учебной программы «Когнитивное обучение на уроках химии» по сравнению с программой развивающего обучения «Экология и диалектика природы». Экспериментальная программа позволяет за меньшее учебное время формировать более расчлененные и интегрированные структуры предметных знаний, отличающиеся высокой устойчивостью во времени.

2. Высокая эффективность программы «Когнитивное обучение на уроках химии» свидетельствует о том, что выделенное содер-

Динамика показателей сформированности когнитивных структур химического познания в группах хуже успевающих подростков, обучающихся по разным программам (2000-2001 учебный год)

№	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	Время, с	86,58	46,15	3,68***	100,22	45,87	2,811**
	Число ошибок	6,58	1,5	3,445**	5,88	2,28	1,905
4.2	Итоговое время, с	145,88	59,65	4,139***	153,22	66,42	3,961***
	Число ошибок	182,66	88,85	5,078***	130,11	91,07	2,15*
4.3	Время, с	16,75	7,7	2,617*	6,44	5,42	0,515
	Число ошибок	333,41	158,15	4,113***	188,11	139,92	1,936
4.3	Время, с	448,83	276,26	2,818**	390,55	355	0,708
	Число ошибок	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

жание когнитивных структур химического познания и логика их формирования действительно соответствует естественному ходу развития.

3. Экспериментальные данные показывают, что процесс формирования когнитивных структур химического познания у подростков обучавшихся по разным программам подчиняется всеобщему универсальному закону развития: развитие идет от низшего к высшему уровню за счет все более глубокой дифференциации и интеграции некоторого исходного целого, при этом в рамках одного уровня создаются предпосылки для более глубокой дифференциации и интеграции когнитивных структур химического познания другого уровня.

4. Высокий уровень дифференцированности структур химического познания одновременно с увеличением числа связей между показателями зрелости данных структур у подростков экспериментального класса может свидетельствовать об образовании качественно новой структуры, отвечающей за успешность в усвоении химических знаний, которую можно соотнести с понятием «специальные способности».

4.5.3. Влияние организации учебного процесса по программе «Когнитивное обучение на уроках химии» на умственное развитие учащихся

На начало формирующего эксперимента учащиеся экспериментального класса (ранее занимавшегося только по традиционным программам) в целом (табл. 23), и при делении на группы по академической успеваемости и успеваемости по химии, почти по всем показателям умственного развития отставали от соответствующих групп контрольного класса. 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 учащиеся экспериментальной выборки показали «сниженную норму» общего интеллектуального развития. Полученные данные свидетельствуют о недостаточной эффективности традиционной системы образования.

Показатели интеллектуального развития учащихся контрольной и экспериментальной групп на начало эксперимента

№	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	81,83	90,82	-3,717***
2.13	Невербальный интеллектуальный показатель	90,14	93,3	-1,096
2.14	Общий интеллектуальный показатель	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*

Подростки, лучше успевающие по химии, экспериментальной и контрольной групп опережают своих сверстников с худшей успеваемостью по всем показателям интеллектуального развития. Следовательно, чем выше общие интеллектуальные способности, тем легче происходит процесс формирования системы химических знаний, тем меньше затруднений испытывают учащиеся при усвоении школьного курса химии.

Результаты, полученные по завершению формирующего эксперимента

Учащиеся экспериментальной выборки, обучающиеся по программе «Когнитивное обучение на уроках химии» по тесту и классификации Д. Векслера из области «сниженной нормы» продвинулись на «средний» уровень интеллектуального развития. Эти данные подтверждаются и результатами выполнения теста Дж. Равена, по которому учащиеся показали уровень «среднего интеллекта» и оценку уже выше, чем медиана (61,999 процентиль) и результатами выполнения теста Г. Уиткина, по которому время выделения простой фигуры из сложного фона сократилось с 68,42 до 36,74 с (табл. 24). Полученные данные свидетельствуют о том, что построение образовательного процесса в соответствии с принципом дифференциации даже в рамках одного предмета, способствует не только эффективному усвоению химических знаний, но и развитию общих умственных способностей.

В результате формирующего эксперимента лучше успевающие по химии учащиеся экспериментальной группы не только догнали, но и превзошли по уровню интеллектуального развития таких же учащихся контрольной группы, а по показателям субтестов «недостающие детали», «складывание объекта», НИП эти изменения достигли статистической значимости. Хуже успевающие по химии учащиеся экспериментальной выборки по результатам выполнения невербальных субтестов достигли результатов таких же учащихся контрольной группы.

Динамика изменений интеллектуальных способностей

У учащихся экспериментальной выборки изменения (статистически значимые) в характере умственной деятельности наблюдаются как по вербальным интеллектуальным показателям, так и по

Показатели интеллектуального развития учащихся контрольной и экспериментальной групп по завершению эксперимента

№	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

невербальным, в то время как у учащихся контрольной выборки качественные изменения в характере умственной деятельности произошли преимущественно по вербальным интеллектуальным показателям (табл. 25).

Статистически значимые изменения у лучше академически успевающих подростков экспериментальной выборки обнаружены в основном по НИП, в то время как у хуже успевающих подростков – как по ВИП, так и по НИП; в группах более и менее способных к изучению химии учащихся экспериментальной выборки, обнаружены статистически значимые изменения по всем интегральным показателям.

У учащихся контрольной группы выявлена иная закономерность: в группе лучше академически успевающих и более способных к изучению химии статистически значимые изменения обнаружены как по ВИП, так и по НИП, в то время как в группе хуже успевающих и менее способных – только по ВИП.

4.5.4. Корреляционные связи показателей интеллекта и степени сформированности систем химического знания

У учащихся экспериментального класса выявилось значительно большее число корреляционных связей показателей интеллекта и степени сформированности систем химического знания, чем у учащихся контрольного класса (табл. 26, 27). 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 должна составить задачу дальнейших исследований. Сейчас можно сказать, что планируемая работа по усвоению знаний по определенному предмету, основанная на реализации принципа системной дифференциации не только ведет к лучшему усвоению предмета, к повышению показателей интеллекта и к общему умственному развитию, но делает всю сферу более интегрированной и скоординированной.

В экспериментальном классе успеваемость по химии тесно связана со всеми показателями интеллектуального развития по Д. Векслеру и Дж. Равенну, а в контрольном классе – нет (только небольшая тенденция). Имеется огромное число данных о связи показателей

Изменения показателей интеллектуального развития учащихся экспериментальной группы

№	Показатели	Экспериментальная выборка		Величина Г-критерия Стьюдента	Контрольная выборка		Величина Г-критерия Стьюдента
		1999–2000	2000–2001		1999–2000	2000–2001	
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**

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.

Качество знаний по химии в экспериментальном классе статистически значимо связано с показателями НИП и ОИП, в контрольном – с ВИП. Показатели химических дифференцировок (способность по формуле соединения определять класс неорганического вещества, а, следовательно, и его свойства) у учащихся экспериментального класса значимо связаны почти со всеми показателями (ВИП, НИП, ОИП, Равен). У учащихся контрольного класса имеются корреляции времени сложной дифференцировки с показателем по тесту Равена, а также ошибок и итогового времени сложной и сложнейшей дифференцировок с ВИП. Интересной особенностью учащихся экспериментального класса 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 учащихся экспериментального класса в основном коррелирует с НИП и ОИП, в то время как у учащихся контрольного класса с ВИП и показателем теста Уиткина.

4.6. Заключение

Как показали наши исследования, организация обучения учащихся только по традиционным программам менее эффективна, чем по развивающей программе «Экология и диалектика природы» Л. В. Тарасова. Традиционные программы обучения на сегодняшний день отстают от запросов общества. Однако, организация учебного процесса по программе «Когнитивное обучение на уроках химии», разработанной в соответствии с принципом системной дифференциации и представлением о когнитивных репрезентативных структурах как субстрате умственного развития более эффективна, чем

Корреляционные связи показателей зрелости когнитивных структур химических знаний с некоторыми интеллектуальными показателями у учащихся экспериментальной группы (9 класс)

№	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
4.2	Сложная	**	*	**	*	**
	Время, с	-0,6007	-0,5954	-0,6747	0,4634	-0,6682
	Число ошибок	**	*	**	0,2808	**
	Время, с	-0,5362	-0,4599	-0,5663	0,2808	-0,6026
	Число ошибок	*	*	*	0,1824	*
	Итоговое время, с	**	*	**	0,1824	**
	Итоговое время, с	**	*	**	0,2514	**
		-0,5353	-0,4521	-0,5584	0,2514	-0,5679

№	Показатели	ВИП	НИП	ОИП	Уиткин	Равен
4.3	Сложнейшая	**	**	**	**	**
	Время, с	-0,6841	-0,2931	-0,5898	0,2464	-0,5228
	Число ошибок	**	**	**	0,3943	**
	Итоговое время, с	**	**	**	*	*
	Слова	**	*	*	0,3610	**
	Группа	0,5384	0,3094	0,4816	-0,2212	0,2970
5	Слуховое запоминание	**	**	**	*	**
	Период	0,3344	0,3971	0,4074	-0,0345	0,1817
	Вразброс	**	**	**	*	**
	Вразброс	0,6595	0,5184	0,6660	-0,4408	0,6000
	Период	*	**	**	0,0613	0,1166
	Группа	0,4010	0,2192	0,3761	-0,2765	0,2988
6	Химическое кодирование	0,3584	0,6739	0,5477	-0,1939	0,3473
	Период	**	**	**	-0,0132	*
	Группа	0,3370	0,6312	0,5168	-0,1939	0,3473
7	Рейтинг интереса к химии (из 24)	*	*	**	-0,0132	*
		0,4333	0,4633	0,4990	-0,0132	0,3963
	Рейтинг интереса к химии (из 24)	-0,0664	0,1749	-0,0789	-0,3100	0,3073

Корреляционные связи показателей предметных способностей с некоторыми интеллектуальными показателями учащихся контрольной (9 класс) группы

№	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

№	Показатели	ВИП	НИП	ОИП	Уиткин	Равен	
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
6	Химическое кодирование	Вразброс	-0,0606	-0,0102	-0,0565	0,0542	0,0168
		Вразброс	* -0,4216	0,0907	-0,2326	0,3367	-0,0232
		Период	* -0,4537	-0,0284	-0,3245	* 0,4787	-0,0367
7	Рейтинг интереса к химии (из 24)	Группа	* -0,4910	-0,0181	-0,3454	0,4369	0,0090
			-0,1156	-0,0373	-0,1059	-0,0680	0,0185

по программе «Экология и диалектика природы». Это подтверждается как меньшими временными затратами на изучение предмета, так и более высокой динамикой роста показателей интеллектуальных способностей, показателей зрелости когнитивных структур химического познания. По-видимому, преподавание химии в школах различного профиля должно отличаться не столько структурными компонентами предметных знаний, сколько содержанием, приемами и методами изучения научных дисциплин в зависимости от индивидуальных особенностей, интересов и склонностей учащихся. Когнитивные структуры как инварианты, отражающие содержание и структуру современных научных знаний должны быть едины для школ различного профиля и именно они, а не перечень конкретных знаний, умений и навыков по предмету, должны быть выявлены и зафиксированы в стандарте образования.

Эмпирический подход к организации развивающего пространства не всегда приводит к лучшему результату. В последнее время учителя-предметники все чаще отмечают, что «новый» подход к организации учебного процесса по химии, «новые» программы и учебники последних лет зачастую менее эффективны по сравнению со старыми, проверенными годами учебными планами и программами по химии.

В нашем исследовании получены убедительные данные, что представление о когнитивных структурах как носители свойств субъекта и принцип системной дифференциации могут и должны стать «компасом» для разработки и психолого-педагогического анализа программ, методик, приемов, технологий и стандартов школьного обучения.

Принцип системной дифференциации и представление о когнитивных структурах как субстрате, материи развития позволяют не только исследовать репрезентативные когнитивные структуры, формирующиеся при усвоении различных дисциплин, но и разрабатывать развивающие программы, объективно оценивать их эффективность и развивающий потенциал.

ХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБНОСТИ КАК ПСИХИЧЕСКАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Понятие «способность» является общенаучной категорией. Например, в экономике используется термин «покупательная способность», отражающий 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 рассматривается, 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 (крови, лимфы и др.) и устойчивость его функций (терморегуляции, дыхания, кровообращения и др.) 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. Несущая способность, корпоративная способность, реакционная способность, смазывающая способность, адсорбирующая способность, звукопоглощающая способность... Общим моментом различных определений способностей является:

1. Понятие «способность» тождественно философской категории «качество» – внешняя и внутренняя определенность, система харак-

терных черт объектов, теряя которую предметы перестают быть тем, чем они есть.

2. Способности проявляются во взаимодействии и функционировании систем, определяются структурой объектов и свойствами элементов этой структуры, т.е. способность – это свойство системы проявлять свою сущность при взаимодействии с другими системами.

В психологии термин «способности» рассматривается с точки зрения успешности человека в той или иной деятельности. Психологический контекст данного понятия будет представлен далее.

5.1. Проблемы психологии способностей

В психологии существуют очень близкие, но не тождественные понятия, описывающие феномен особой успешности: общие способности, специальные способности, одаренность, талант, гениальность. В последнее время широко используется привнесенное из зарубежной психологии понятие «компетентность». Разные авторы вкладывают разное содержание в одни и те же понятия.

Например, в зарубежных исследованиях встречаются такие подходы к определению компетентности, как:

- 1) совокупность знаний, умений и навыков;
- 2) не просто обладание знанием, но возможность его гибкого применения;
- 3) большинству видов компетентности необходимо еще и творческие навыки;
- 4) как свойство человека, и как особенность его восприятия другими людьми.

С одной стороны Эриксон, Крамп, Чейз и другие доказывают, что осознанная практика необходим и достаточным условием для развития компетентности, с другой стороны – в работах Блума, Шифрина, Симонтона, Стернберга, Винера говорится, что «в развитии компетентности важнейшую роль играет не только осознанная практика, но и талант, или врожденные способности»⁵⁸.

⁵⁸ Практический интеллект / Р. Дж. Стернберг, Дж. Б. Форсайт, Дж. Хедланд и др. – СПб: Питер, 2002. – С. 17.

Теории компетентности, описанные в работах Стернберга, Григоренко, Эриксона и других, преимущественно фокусируются либо на умственных процессах, лежащих в основе той или иной деятельности, либо на возникающем в результате этих процессов знании и его организации. Ученые подчеркивают, что интеллект, способности и компетентность связаны одними и теми же психологическими механизмами.

Аналогичная ситуация и в отечественной психологии. Дискуссия⁵⁹ по содержанию понятия «компетентность» привела к следующей коллизии: компетентность – это готовность применять знания, умения и навыки к той или иной деятельности. А что такое готовность? Оказывается, готовность – это способность! Многие участники дискуссии так же, как и зарубежные коллеги, говорили и об особенностях личности, необходимых компетентному человеку и о творческой составляющей компетенции. Как мы видим, ключевым понятием, описывающим феномен успешности как в отечественной, так и зарубежной психологии, является понятие «способности». Филипп Росс подчеркивает: «Если человек ярко не выделяется своими способностями на фоне среднестатистического уровня коллег, его нельзя назвать по-настоящему квалифицированным специалистом, он может считаться лишь обладателем хорошего диплома»⁶⁰.

Анализ зарубежных и отечественных экспериментальных исследований позволяет соотнести понятия «академический», «научный интеллект», «g-фактор» с понятием «общие способности». Если используются понятия «компетенция» или «практический интеллект», то речь идет, как правило, о «специальных способностях».

Обратимся к обзору наиболее признанных и подтвержденных эмпирическими результатами теорий способностей, среди которых можно выделить как минимум четыре подхода.

В научном мире⁶¹ для определения понятия «способности» достаточно часто предлагается принять самое широкое понятие. Основной чертой первого подхода является распространение понятия

⁵⁹ IV Национальная научно-практическая конференция (Москва, декабрь – 2007).

⁶⁰ Росс Ф. Как вырастить гения. // В мире науки. – № 11, 2006. – С. 55.

⁶¹ НПК «Психология способностей: современное состояние и перспективы развития» (Москва, сентябрь – 2005).

«способность» и на личностные свойства. Например, по мнению К. К. Платонова (1972), 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 (1986, 1990) 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 выделил 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.

Следующие два направления являются крайними точками зрения на проблему существования общих и специальных способностей.

С одной стороны, существует обширная литература, в которой проводится мысль, что g-фактор представляет собой единую сущность, определяющую успешность человека (Jensen A., Brand S., Carroll J., и др.). С другой стороны, R. Sternberg, G. Forsythe, J. Hedland, J. Horvath, R. Wagner, W. Williams, S. Snook, Е. Григоренко и другие, опираясь на многочисленные исследования проведенные в разных частях мира с различными группами людей, собрали данные о том, что практический интеллект – конструкт отличный от генерального интеллекта, позволяет делать более точные прогнозы успешности. Р. Стернберг с коллегами рассматривают практическое мышление, подобно большинству способностей как форму развивающейся компетенции.

Наиболее яркими представителями второго и третьего направлений в отечественной психологии являются Д. К. Кирнарская и В. Д. Шадриков.

Д. К. Кирнарская рассматривает 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»⁶². 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»⁶³.

Д. К. Кирнарская подчеркивает, что тесты на специальные способности должны быть тоже специальными, так как будущие музыканты будут возиться с музыкой, филологи – со словами. С помощью тестов на интеллект и креативность невозможно обнаружить ни Федора Конюхова, ни Мэрилин Монро. Тесты должны проводиться на том материале, который использует талант в своей работе. Но эти тесты должны быть с секретом, т.е. не на выработанные знания

⁶² Кирнарская Д. К. Психология специальных способностей. Музыкальные способности. – М.: Таланты – XXI век, 2004. – С. 44.

⁶³ Там же.

и навыки, а на интуицию, на мгновенное усмотрение истины, данное настоящим талантам.

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 Гарднера о сложном множественном интеллекте. Однако Стернберг с коллегами подчеркивают, что «эмпирических подтверждений гипотезы Гарднера не существует со времени ее появления, и поэтому статус ее как научной теории до сих пор весьма неопределенный»⁶⁴. Стернберг солидарен с мнением Д. К. Кирнарской 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.

Д. К. Кирнарская рассматривает способности как психическое свойство, способствующее освоению и обучению, а не открытию и изобретению; способности не равносильны таланту, с помощью которого рождаются высочайшие достижения человечества. Талант не возникает из способностей и не является их высшей ступенью, а представляет собой иное, интегративное и многокомпонентное психическое свойство, которое включает в себя операциональную часть (способности), креативную часть (ее можно назвать одаренностью) и эмоциональную часть (мотивацию и прочие сопутствующие компоненты).

Структура таланта мультипликативна: это означает, что отсутствие (или сведение к нулю) хотя бы одного компонента ничем не может быть компенсировано.

Если К. Д. Кирнарская отрицает существование общих способностей, то В. Д. Шадриков придерживается совершенно иной точки зрения: «феномен «специальных» способностей как отличных от общих является фантомом. Человек от природы наделен общими

⁶⁴ Практический интеллект / Р. Дж. Стернберг, Дж. Б. Форсайт, Дж. Хедланд и др. – СПб.: Питер, 2002. – С. 35.

способностями. Природа не могла позволить себе роскоши закладывать специальные способности для каждой деятельности...»⁶⁵.

В. Д. Шадриков правомерно отмечает, что термин «способности» в определениях, которые представлены в литературе, указывает только на то, что это *нечто* (способности) определяют успех в деятельности, но ничего не говорит нам о том, *что есть это нечто*. Для того, чтобы дать содержательное определение способностей, необходимо ответить на три вопроса:

- 1) в какой взаимосвязи и в каких отношениях находятся способности и психические функции;
- 2) каково отношение способностей и деятельности, можно ли сами способности рассматривать как «родовые» формы деятельности;
- 3) как соотносятся задатки и способности, развиваются ли способности из задатков (на основе задатков).

В. Д. Шадриков, рассматривая место способностей в структуре психики, полагает, что «именно способности реализуют функцию отражения и преобразования действительности в практической и идеальной формах»⁶⁶. Способности конкретизируют общее свойство мозга отражать объективный мир, относя его к отдельным психическим функциям. Развитие психических свойств проявляется как развитие функциональных, операциональных и мотивационных механизмов. Функциональные механизмы складываются задолго до возникновения операциональных механизмов. Для каждой психической функции формируются соответствующие операциональные механизмы. Так, для процессов восприятия это будут системы измерительных, построительных и других действий. Функциональные механизмы относятся к характеристикам человека как индивида, операциональные – к характеристикам человека как субъекта деятельности, мотивационные – к характеристикам человека как индивида и личности.

В. Д. Шадриков в структуре способностей выделяет функциональные и операциональные компоненты. В процессе деятельности происходит тонкое приспособление операциональных механизмов к

⁶⁵ Шадриков В. Д. Происхождение человечности: учебное пособие для высших учебных заведений. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Логос, 2004. – С. 224.

⁶⁶ Там же. С. 211.

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»⁶⁷. Психические функции реализуют более общие, родовые формы деятельности, которые выступают в качестве исходных при ее анализе. По 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»⁶⁸.

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

Рассматривая с данных позиций функциональные механизмы мышления В. Д. Шадриков в конце концов приходит к заключению, что функциональные механизмы мышления недостаточно изучены, а операционные механизмы представлены односторонне логическими операциями и методами мышления, помимо которых к ним еще могут относиться и познавательные способности. Таким образом, делает вывод автор, формирование и развитие психических функций одновременно выступает как процесс интеграции интеллекта.

Краткий анализ работ Д. К. Кирнарской и В. Д. Шадрикова показывает, что они не являются взаимоисключающими, но дополняют друг друга; каждая представляет собой лишь крайний и односторонний подход к рассмотрению проблемы.

⁶⁷ Шадриков В. Д. Происхождение человечности: учебное пособие для высших учебных заведений. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Логос, 2004. – С. 215.

⁶⁸ Шадриков В. Д. Способности, одаренность, талант// Развитие и диагностика способностей. Отв. ред. В.Н. Дружинин, В.Д. Шадриков, – М.: Наука, 1991. – С. 11.

Зарубежные авторы Стернберг, Форсайт, Хедлан, Хорвард, Вильямс не отрицают существование g-фактора, но подчеркивают, что практический интеллект, не только психологически, но и статистически отличается от научного интеллекта, а также от склада личности и мыслительных навыков.

Четвертый подход с нашей точки зрения является наиболее перспективным для решения проблемы способностей.

С. Л. Рубинштейн в «Основах общей психологии»⁶⁹ так характеризует способности: всякая способность является способностью к какой-либо деятельности. Всякая более или менее специфическая деятельность требует от личности более или менее специфических качеств, специфических способностей определяемых характером деятельности. Предпосылками развития способностей являются задатки – природные анатомо-физиологические, функциональные особенности нервно-мозгового аппарата. Значение врожденных задатков для разных способностей различно.

С. Л. Рубинштейн отмечает, что различия в способностях обусловлены ходом развития личности. Способность развивается на основе различных психофизических функций и психических процессов, является сложным синтетическим образованием, включающим ряд качеств, без которых человек не был бы способен к какой-либо конкретной деятельности, и свойств, которые лишь в процессе определенным образом организованной деятельности вырабатываются. Способности не тождественны умениям.

Способности человека являются продуктом культурно-исторического развития. По мере того как человечество создавало новые области культуры и сферы трудовой деятельности, порождались или развивались новые способности, прежние способности получали новое содержание. Человеческие способности и их структура зависят от исторически изменяющихся форм разделения труда. Специальные способности проявляются в отношении к отдельным специальным областям деятельности. Внутри тех или иных специальных способностей проявляется общая одаренность индивида, соотношенная с более общими условиями ведущих форм человеческой деятельности.

⁶⁹ Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. – СПб.: Питер, 2002. – С. 535–550.

Б. М. Теплов в своих исследованиях показал, что свойства нервной системы «входят в состав природных основ развития способностей, в состав «задатков»⁷⁰. Задатки – анатомно-физиологические особенности человека, «которые лежат в основе развития способностей»⁷¹.

Б. М. Теплов выделил три признака способностей⁷²:

– во-первых, под способностями понимаются индивидуально-психологические особенности, отличающие одного человека от другого; никто не станет говорить о способностях там, где дело идет о свойствах, в отношении которых все люди равны ...;

– во-вторых, способностями называют не всякие индивидуальные особенности, а лишь такие, которые имеют отношение к успешности выполнения какой-либо деятельности или многих деятельностей ...;

– в-третьих, понятие способность не сводится к тем знаниям, навыкам и умениям, которые уже выработаны у данного человека.

Тем самым область психологии способностей – это область индивидуальных различий (дифференциальной психологии). Группа психологов Теплова – Небылицына разработали оригинальную концепцию и методы изучения способностей, согласно которой главными биологическими факторами индивидуальных различий считаются врожденные анатомно-физиологические особенности мозга и свойств нервной системы: силы – слабости, подвижности, лабильности – инертности, уравновешенности – неуравновешенности.

Согласно Б. М. Теплову в исследовании способностей и одаренности следует выделять два подхода:

- 1) качественный (изучение своеобразия способностей);
- 2) количественный (уровень развития способностей).

Б. М. Теплов показал, что для успешного выполнения той или иной деятельности важны не только специальные данные (специальные способности), но и общий интеллект. Солидарно с С. Л. Рубинштейном, Б. М. Теплов отмечал, что общие способнос-

⁷⁰ Теплов Б.М. Избранные труды. В 2-х т. Т. 1. Психология музыкальных способностей. – М., Педагогика. 1985. – С. 19.

⁷¹ Там же. С. 11.

⁷² Там же.

ти отражают «общие моменты» различных видов деятельности и функционируют «внутри» качественно своеобразных специальных способностей.

Э. А. Голубевой (1986) в комплексном исследовании способностей была выявлена следующая тенденция – природные предпосылки специальных способностей выступают в составе сложных системнокомплексов. Для коммуникативных языковых способностей – это лабильность, слуховая память и преобладание первосигнальных функций; для лингвистических способностей – это инертность, преобладание зрительной памяти и второсигнальных функций. Для педагогических способностей – это сопряженность высокой чувствительности нервной системы и особенностей социального интеллекта. Для музыкальных способностей – лабильность в разных возрастах, высокая чувствительность и доминирование произвольного уровня регуляции у подростков, т.е. проблема специальных способностей выступает как проблема качественная.

Т. А. Ратанова, изучая психофизиологические особенности интеллектуального развития подростков, получила значимые связи между показателями школьной успеваемости, ОИП, ВИП и выраженностью второй сигнальной системы. В исследовании была выявлена тенденция к тому, что индивиды со слабой нервной системой характеризуются более высокой школьной успеваемостью и преобладанием первосигнальности (1999).

В. М. Русалов и Е. Р. Наумова (1997, 1999) сопоставляя темпераментные шкалы по опроснику формально-динамических свойств индивидуальности (ОФДСИ) с уровнем общего интеллекта, измеренного с помощью теста Д. Векслера, обнаружили, что интеллектуальные шкалы темперамента (умственные эргичность, скорость и пластичность) положительно и значимо сопряжены с уровнем общего интеллекта. Исследователи полагают, что общие способности и интеллект имеют общие природные предпосылки: обладают общим динамическим компонентом – общей активностью. Полученные в исследовании данные согласуются с представлениями С. Спирмена, который полагал, что в основе общей умственной одаренности лежит фактор G, определяющийся количеством «умственной энергии».

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»⁷³, 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»⁷⁴.

Согласно М. А. Холодной 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. Психологическим индикатором специальных способностей на начальной стадии их формирования выступают склонности. Предпочтения, с одной стороны, могут иметь универсальный характер, с другой – интеллектуальные предпочтения уникальны. О чем свидетельствует разнообразие проявлений интеллектуального выбора. По сути дела, отмечает М. А. Холодная, предпочтения – это своего рода ментальный компас, выводящий человека в ту строго определенную область действительности, которая находит-

⁷³ Холодная М. А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2002. – С. 9.

⁷⁴ Там же. С. 48.

ся в максимальном соответствии с его индивидуальными интеллектуальными возможностями⁷⁵.

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

Н. И. Чуприкова⁷⁶ раскрывает содержание понятия «способности» с точки зрения представления о внутренних когнитивно-репрезентативных структурах как субстрате (носителе) умственного развития:

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 свои специфические системы репрезентативно-когнитивных структур, которые могут быть соотнесены с понятием о специальных способностях. В то же время какие-то структуры или их элементы могут быть необходимы для осуществления многих разных видов деятельности. Такие структуры должны быть соотнесены с понятием общих способностей.

⁷⁵ Там же. С. 135.

⁷⁶ Чуприкова Н. И. Умственное развитие: принцип дифференциации. – СПб.: Питер, 2007. – С. 341.

5. Предложенное в литературе разделение 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.

Как мы видим, представление о когнитивных структурах как субстрате умственного развития и принцип дифференциации позволяет Н. И. Чуприковой не только дать четкий и определенный ответ на вопросы, поставленные В. Д. Шадриковым, но и реализовывать на практике зону ближайшего развития Л. С. Выготского, о которой все говорят, но мало кто знает, как это делать.

Представление о когнитивных структурах и принцип дифференциации могут стать основой единого подхода к пониманию и изучению разных специальных способностей. Н. И. Чуприкова, анализируя в этом ключе результаты фундаментального 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 разного рода логико-количественные связи и отношения между определенными содержаниями действительности (объектами, их элементами, группами, классами, символами). 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...»⁷⁷.

Н. И. Чуприкова выдвигает следующую задачу перед исследователем, которая состоит в том, чтобы понять с психологической точки зрения, что представляют собой те инварианты и те глубинные структуры, оперирование которыми необходимо для успешного выполнения определенного вида деятельности. Если математик оперирует инвариантными логико-математическими структурами, музыкант – ладовыми, мелодическими, гармоническими и ритмическими структурами, лингвист – фонологическими, гармони-

⁷⁷ Чуприкова Н. И. Умственное развитие: принцип дифференциации. – СПб.: Питер, 2007. – С. 357–358.

ческими и синтаксическими, то как описать структуры, которыми оперирует физик, химик, биолог, шахматист или экономист?

Конкретные возможности применения данного подхода к пониманию природы специальных способностей учителей физкультуры реализовано в исследовании Л. И. Резника⁷⁸.

Обратимся к анализу понятий «одаренность», «талант», «гениальность». На сегодняшний день многие психологи определяют «одаренность» как системное, развивающееся в течение жизни качество психики, которое определяет возможность достижения человеком более высоких, незаурядных результатов в одном или нескольких видах деятельности по сравнению с другими людьми.⁷⁹ Ключевые признаки, позволяющие охарактеризовать одаренного человека, представлены в табл. 28.

Таблица 28

Признаки, характеризующие одаренного человека

Инструментальный аспект способов деятельности	Мотивационный аспект поведения
Наличие специфических стратегий и способов деятельности	Избирательная чувствительность
Индивидуальный стиль деятельности	Повышенная познавательная потребность
Особый тип организации знаний	Ярко выраженный интерес
Своеобразный тип обучаемости	Предпочтение парадоксальной информации
	Высокая требовательность к результатам собственного труда

С. Л. Рубинштейн под общей одаренностью понимает совокупность всех качеств человека, от которых зависит продуктивность деятельности, в нее включается не только интеллект, но и все

⁷⁸ Резник А. И. Индивидуальное семантическое пространство как ведущий компонент социально-перцептивных способностей (на материале учителей физкультуры). Автореф. канд. дис. – Ульяновск, 1992.

⁷⁹ Рабочая концепция одаренности. – 2-е изд., расш. и перераб. – М., 2003. – С. 7.

другие свойства и особенности личности. Он считает несостоятельными попытки свести одаренность к простой механической сумме специальных способностей и противопоставлять общую одаренность специальным способностям. В работах ученого отмечается, что общая одаренность является не только предпосылкой, но и результатом всестороннего развития личности. Образование специальных способностей является не только предпосылкой, но и следствием разделения труда в историческом плане. Способности человека реально даны всегда в некотором единстве общих и специальных свойств. Нельзя их противопоставлять друг другу. Между ними имеется и различие, и единство. Наличие специальной способности накладывает отпечаток на общую одаренность, а наличие общей одаренности сказывается на характере каждой специальной способности. Взаимоотношение общей одаренности и специальных способностей для разных способностей различно. Чем большую роль в той или иной специальной способности играют специальные задатки и специальная техника, тем больше диспропорция между специальными способностями и общей одаренностью. Но чем более высокого порядка та или иная специальная способность, тем теснее ее взаимосвязь с общей одаренностью. Отношение между общей одаренностью и специальными способностями не является каким-то статическим отношением двух внешних сущностей, а изменяющимся результатом развития. Каждая способность имеет свой путь развития, в ходе которого она дифференцируется, формируется и отрабатывается.

Особенно высокий уровень одаренности обозначают понятиями «талант» и «гений». Талант характеризуется способностью к достижениям высокого порядка, но остающихся в принципе в рамках того, что уже было достигнуто; гениальность предполагает способность создавать что-то принципиально новое, прокладывать действительно новые пути, а не только достигать высоких точек на уже проторенных дорогах. Высокий уровень одаренности, который характеризует гения, неизбежно связан с незаурядностью в разных или даже во всех областях. Гениям свойственен универсализм. Существенным показателем значительности способностей в процессе их развития могут служить темп, легкость усвоения и быстрота продвижения.

Л. Термен в результате сравнительного исследования возрастных показателей приобретения знаний и навыков у знаменитых людей с аналогичными данными выборки обычных детей сделал вывод, что гении – это те люди, которых еще в раннем детстве можно отнести к категории высокоодаренных.

На основании работы В. Н. Дружинина⁸⁰ можно привести следующую таблицу различий (табл. 29):

Таблица 29

Сравнительный анализ особенностей гениального и талантливое человека

Гений	Талант
Творит по преимуществу бессознательно, точнее, через активность бессознательного	Творит рационально, на основе продуманного опыта
Преимущественно креатив	Преимущественно интеллектуал
Различия в уровне креативности преимущественно определяются средой	Различия в уровне интеллекта преимущественно определяются генотипом
Оригинальность, универсальность, продолжительность творческого периода жизни	

В. Н. Дружинин предлагает психологическую «формулу гения»:

$$\text{Гений} = (\text{высокий интеллект} + \text{еще более высокая креативность}) \cdot \text{активность психики}.$$

Поскольку креативность преобладает над интеллектом, рассуждает автор, то и активность бессознательного преобладает над сознанием. Возможно, что действие разных факторов мозга может привести к одному и тому же эффекту – гиперактивности

⁸⁰ Дружинин В.Н. Психология общих способностей. – СПб.: Издательство «Питер», 1999. – С. 173.

**Сравнительный анализ понятий «талант» и «гений»
по Н.А. Бердяеву**

Талант	Гений
Талант есть свойство художника, ученого, общественного деятеля	Гений есть свойство человека, есть соединение гениальной природы человека со специфическим талантом
Природа таланта не органическая, не онтологическая, а функциональная. Природа таланта не универсальная	Гениальность есть универсальное восприятие вещей (С. 41)
Талант может создавать более совершенные объективные ценности, чем гениальность. В нем есть приспособление к требованиям дифференцированной культуры, есть удачничество	
Талант с точки зрения культуры каноничен	Гениальность с точки зрения культуры не канонична
В таланте воплощается дифференцированная функция духа, приспособленная к поставленному миром требованию	В гениальности трепещет цельная природа человеческого духа, его жажда иного бытия.
Талант обычно создает ценности и оценивается	Гениальная натура может сгореть, не воплотив в мире ничего ценного
В таланте есть умеренность и размеренность	В гениальности – всегда безмерность
Талант действует в середине культуры с ее «науками и искусствами»	Природа гениальности всегда революционна. Гениальность действует в концах и началах и не знает граней
Талант – есть послушание	Гениальность – есть дерзновение, есть страстная воля к иному бытию
Талант от «мира сего»	Гениальность от «мира иного»

головного мозга, что в сочетании с креативностью и интеллектом дает феномен гениальности⁸¹.

Аналогичную точку зрения можно найти в работе Н. А. Бердяева «Смысл творчества»⁸². Сопоставительный анализ понятий «талант» и «гений» по Н. А. Бердяеву представлен в табл. 30.

Н. А. Бердяев отмечает, что в судьбе гениальности есть святость жертвенности, которой нет в судьбе таланта. Бездарность – есть грех, неверное определение своего места и призвания в мире.

Краткий анализ как отечественных, так и зарубежных концепций посвященных феномену успешности, позволяет говорить, что фактически идет речь о способностях (общих и специальных), особенностях личности, требуемых в том или ином виде деятельности и интегральном качестве, объединяющем способности и особенности личности и обеспечивающем определенный уровень достижений (компетентность, талант, гениальность). Рассмотрев понятия «задатки», «способности», «компетентность», «талант» и «гениальность», опираясь на представление о репрезентативных структурах, можно увидеть, что речь идет о степени сформированности и взаимодействия познавательных и личностных структур. По всей вероятности врожденными являются самые общие когнитивные и личностные структуры, обуславливающие индивидуальные свойства человека. Эти структуры, опосредованные особенностями нервной системы, являются генетически исходной основой, задатками будущих способностей и черт личности. В результате активного взаимодействия с окружающей действительностью формируются общие и специальные способности, личностные особенности, уровень развития которых обуславливает успешность в той или иной сфере деятельности. Для того чтобы быть компетентным специалистом, как отмечают многие ученые, одних только знаний недостаточно, необходим определенный уровень развития способностей и черт личности. Компетентные специалисты в своей работе опираются в основном на шаблонные, часто встречаемые схемы деятельности. Поэтому, если они сталкиваются со стандартной проблемой – она

⁸¹ Дружинин В.Н. Психология общих способностей. – СПб.: Издательство «Питер», 1999. – С. 174.

⁸² Бердяев Н. А. Смысл творчества. – Харьков: «ФОЛИО», Москва: АСТ, 2002. – С. 156–158.

решается успешно, но если ситуация не является типичной – появляются серьезные затруднения. Талантливый специалист достаточно легко справляется как со стандартными, так и нестандартными ситуациями, он видит проблему в целом, но в своей деятельности опирается на готовые схемы, оставаясь в рамках того, что уже было достигнуто, т.е. компетентный и талантливый специалист находятся в пределах одного уровня сформированности когнитивных и личностных структур, но на разных полюсах: компетентный – на низшем, талантливый – на высшем.

Гениальный специалист обладает такой степенью дифференцированности и интегрированности когнитивных и личностных структур, которые уже относятся к качественно иному уровню развития, обеспечивают особую «универсальность восприятия вещей», позволяющую разрабатывать принципиально новые пути решения проблем. Но чтобы создать в памяти подобные структуры, требуется масса усилий. Согласно психологическому закону Г. Саймона («правило десяти лет») для безупречного овладения любой областью деятельности требуется примерно десять лет интенсивного труда. А. Эриксон подчеркивает: важна не тренировка сама по себе, а занятия, требующие усилий, когда человек постоянно пытается решить задачи, несколько превосходящие его возможности. В данном контексте интересно замечание Д. И. Менделеева, когда он слышал, что о нем говорят как о гении, ученый отвечал: «Ну, какой там гений, трудился всю жизнь, вот и стал гением».

Обобщая вышеизложенное, следует отметить, что представление о репрезентативных структурах, как субстрате психического развития позволяет с единых позиций и непротиворечиво раскрывать понятия «задатки», «способности» (общие и специальные, актуальные и потенциальные), «компетентность», «талант», «гениальность», трактовать экспериментальные исследования. Фактически на сегодняшний день сложились все необходимые предпосылки для разработки общей теории способностей, основу которой составят положения С. Л. Рубинштейна, Б. М. Теплова, Н. И. Чуприковой и которые будут реализованы для исследования специальных способностей химиков в следующей главе. Способности к усвоению химии и работе в области химии мы будем для краткости называть химическими способностями.

5.2. Гипотеза о существовании специальных химических способностей

Проблемам психологии способностей как в нашей стране, так и за рубежом посвящено большое количество работ. Однако среди них очень мало исследований, посвященных собственно специальным химическим способностям.

Специфика музыкальных, художественных способностей ясна априорно, а математических, физических, химических – нет. В. А. Крутецкий ясно и убедительно доказал, что математические способности существуют и в чем их специфика. Данные В. А. Крутецкого стыкуются с результатами исследования Е. И. Горбачевой, посвященные предметной ориентации мышления. Вслед за В. А. Крутецким, определившим математические способности как способность к выделению и анализу логико-математических отношений существующих в мире и составляющих предмет математики, способность к различению и оперированию качественно-количественными, пространственными и временными отношениями химической формы движения материи мы будем называть химическими способностями.

Анализ биографий выдающихся химиков XVII–XX веков позволяет составить собирательный психологический портрет ученого-химика. Отличительной чертой всех химиков являются исключительно разносторонние интересы и способности, наиболее часто встречаются следующие:

1. Языковая способность – Джозеф Пристли (9 языков), Жозеф Луи Пруст (3 языка), Эйльгард Митчерлих (3 языка), М.В. Ломоносов (3 языка), Н. Н. Зинин (3 языка), Антуан Лоран Лавуазье (3 языка), Марселен Жан Бертло (4 языка), Карл Шееле (2 языка) и т. д. Практически все химики знали не менее двух языков – латинский и греческий. Роберт Бойль занимался проблемами языкознания. Современные ученые владеют как минимум двумя языками.

2. Способности к изучению биологии. Джон Дальтон занимался проблемами цветной слепоты. Берцелиус исследовал действие тока на живые организмы. Мишель Эжен Шеврель изучал психологическое и эстетическое действия сочетания цветов. Н. Н. Зинин был высоко эрудирован в области зоологии, анатомии

и физиологии. Проблемами биологии и медицины занимался Роберт Бойль, его особенно интересовало воздействие химических веществ на цветы, так он открыл индикаторы. Многие были врачами. Фридрих Велер, Юстус Либих, Станислао Канниццаро изучали физиологию. Современный этап развития химии характеризуется возникновением пограничных отраслей и направлений, например, биохимия, биохимия растений и т.д.

3. Математическая способность. М. В. Ломоносов блестяще знал математику. Дальтон усиленно занимался математикой, сам разрабатывал новые задачи и новые методы решений. Август Вильгельм фон Гофман на досуге любил поразмышлять о новых методах решения задач. Практически все химики блестяще знали математику, так как для количественных анализов необходимо проводить сложные математические расчеты. Н. И. Лобачевский говорил о Н. Н. Зинине, что в его лице мы потеряли математика, но приобрели блестящего химика. Овладение многими современными отраслями химии, например, физическая химия, квантовая химия невозможно без основательных знаний по математике.

4. Литературные способности. М. В. Ломоносов сочинял стихотворные произведения и создал новый тип стихосложения. Джозеф Пристли изучал литературу и писал стихи на разных языках. Гемфри Дэви писал стихи. Марселен Жан Бергто очень интересовался литературой и поэзией, сам писал стихи. Интерес к литературе и поэзии не угас и у современных химиков.

5. История и право. Интересовался древней историей, изучал древние рукописи Эйльгард Митчерлих. Антуан Лоран Лавуазье занимался римским правом, изучал уголовный кодекс, был адвокатом.

6. Занимались вопросами философии и теологии: Роберт Бойль, М. В. Ломоносов, Джозеф Пристли, Джон Дальтон, Август Вильгельм фон Гофман.

7. Музыкальные способности. Анри Этьен Сент-Клер Девилль любил музыку и сам музицировал. А. П. Бородин – великий русский композитор (опера «Князь Игорь», «Богатырская» симфония). В. В. Лебединский – почти профессионально играл на скрипке.

Анализ профессиональной деятельности химика позволяет выделить следующие основные мыслительные действия: 1) вы-

бор объекта изучения – вещества, свойства веществ, превращения веществ и явления, сопровождающие эти превращения; 2) анализ качественного состава; 3) анализ количественного состава; 4) изучение свойств веществ; 5) классификация веществ; 6) кодирование и декодирование качественного и количественного состава, химических процессов и явлений, используя семиотическую систему химического языка; 7) прогнозирование – способность на основании качественного и количественного состава вещества предсказывать свойства, а по свойствам определять качественный и количественный состав вещества и разрабатывать способ получения.

Среди общих свойств и качеств личности, характерных для химиков можно выделить следующие особенности:

1. Исключительная память не только на химические факты, но и на образные и слуховые впечатления. Но вместе с тем были ученые с плохой памятью – Р. Бойль, Д. И. Менделеев.

2. Аналитический склад ума – способность к выявлению сходств и различий, обобщение.

3. Химическая интуиция. Д. И. Менделеев на основании своего закона предсказал и описал еще не открытые элементы – экаалюминий, экабор, экасилиций (германий, галлий, скандий). В. Рамзай предсказал существование трех неизвестных инертных газов, Фаянск – протактиний, Бор – гафний.

4. Хорошее воображение.

5. Особая тщательность подготовки и проведения опытов.

6. Конструирование и изготовление приборов.

7. Трудолюбие и целеустремленность.

8. Как правило, уравновешенность характера. Однако Ломоносов, Митчерлих, Бертолле, Пруст отличались излишней вспыльчивостью.

9. Отличное чувство юмора.

10. Сочетание практичности и наивности.

11. Тактичность.

12. Скромные, но гордые.

Анализ возрастных проявлений химических способностей показывает, что в разные возрастные периоды будущих великих хими-

ков привлекали разные особенности химической формы движения материи:

1. Раннее детство. Возникновение интереса к минералогии. Роберт Бойль, Иоганн Рудольф Глаубер, Фридрих Веллер очень любили рассматривать, раскладывать кристаллы на группы, восхищались их огромным разнообразием. Блеск, цвет, необычная форма предметов привлекала и древнего человека, привлекает и современных дошкольников, младших школьников, родители которых не успевают освобождать карманы от «драгоценностей» – разноцветных камушков, стеклышек, металлических предметов.

2. Юношество. Для подросткового и юношеского возраста интересен процесс превращения. Жозеф Луи Пруст, Мишель Эжен Шеврель испытывали огромный восторг и удивление, наблюдая за превращениями веществ. Из биографических данных известно, что после одного неудачного опыта гимназиста Бутлерова наказали: поставили на табурет и прикрепили ему на грудь табличку «Великий химик». Процесс брожения привлек внимание и определил жизненный путь А. Н. Баха. Многие призеры олимпиад среди школьников отмечают, что более всего их привлекает химический процесс.

3. Средний возраст. Клод Луи Бертолле (28 лет), Джозеф Луи Пристли (34 года), Николай Николаевич Зинин – хотел стать математиком, но волею жизненных обстоятельств, стал заниматься химией.

Интересные данные можно получить, анализируя биографии Нобелевских лауреатов по химии⁸³: из 134 ученых – три представительницы прекрасного пола (Мария Склодовская–Кюри, Ирен Жолио–Кюри, Дороти Кроуфут–Ходжкин)⁸⁴. Причем среди трех дважды лауреатов – одна женщина. Мария Склодовская–Кюри является не только дважды лауреатом, мамой лауреата, но и самым популярным Нобелевским лауреатом. Самыми молодыми лауреатами по химии являются Ф. Жолио–Кюри (35), А. Бутенандт (36), Э. Резерфорд (37), Р. Кун (37). В возрасте 83 лет получил Нобелевскую премию Ч. Педерсон, в 82 – Г. Виттиг. Наиболее успешным

⁸³ Волков В. А., Вонский Е. В., Кузнецова Г. И. Выдающиеся химики мира. – М.: Высшая школа, 1991. – 651 с.

⁸⁴ В нашей стране из 109 академиков и член–корреспондентов АО СССР (1920–1980 гг.) – две женщины: А. В. Новоселова и Р. Х. Фрейдлина.

периодом для получения Нобелевской премии по химии является возраст 50–54 года (30 чел.), 55–59 лет (20 чел.), 45–49 лет (18 чел.). Как правило, лауреаты Нобелевской премии живут долго: Н. Н. Семенов – 90 лет, Л. Полинг – 93 года, Г. Виттиг 82 года.

В нашей стране из 109 академиков и член–корреспондентов АО СССР (1920–1980 гг.) известны две женщины – А. В. Новоселова и Р. Х. Фрейдлина. Первые русские женщины–химики – А. Ф. Волкова, Ю. В. Лермонтова, В. Е. Богданова.

Анализ автобиографий и характеристик научной деятельности выдающихся отечественных химиков⁸⁵ позволяет выделить такие особенности химиков, 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...); 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.

Краткие выдержки из автобиографий и характеристик научной деятельности ученых представлены ниже:

Исключительное знание громадного материала по структуре кристаллов, физическая, математическая и кристаллографическая эрудиция... позволили сделать ряд важных научных обобщений. В лице Н. В. Белова мы имеем одного из крупнейших кристаллохимиков, сочетающего в себе геометра, кристаллографа и физика. (Из отзыва А. В. Шубникова на работу по кристаллохимии Н. В. Белова). С. 31.

Сочетая в себе качества прекрасного экспериментатора и вдумчивого исследователя, А. Н. Башкиров находит новые и оригинальные пути исследования поставленных задач... впервые доказана общность механизма синтеза углеводов на кобальтовых и железных катализаторах... С. 28.

⁸⁵ Химики о себе. – М.: «ВЛАДМО», УМИЦ «ГРАФ–ПРЕСС», 2001. – 352 с.

Б. А. Арбузов, применив классический метод получения фосфиновых кислот академика А. Е. Арбузова, синтезировал целый ряд новых типов фосфиновых кислот, доказав этим универсальность самого метода и возможность его применения к самым разнообразным типам галогенсодержащих органических соединений. (Представление А. Н. Несмеянова)

Важно отметить, что все эти, казалось, столь разнородные отделы органической химии в исследованиях А. Е. Арбузова объединялись одной общей идеей, идеей большей устойчивости форм изучаемых соединений, соответствующих высшим валентностям элементов. С. 15.

...работы отличаются большой оригинальностью мышления... Уже в своих первых работах Бах встал на тот путь, который лишь в самое последнее время стал общепризнанным... Содержание этого современного направления, ... заключается в стремлении разъединять сложные биохимические процессы посредством расчленения их на отдельные простые реакции и улавливания промежуточных продуктов, образующихся и исчезающих во время этих ступеней сложного физиологического превращения веществ. (Из отзыва С. П. Костычева на работы А. Н. Баха). С. 25.

Отличительной чертой научного творчества В. В. Воеводского является исключительно широкий охват актуальных химических проблем и высокий теоретический уровень его работ. Для экспериментальных исследований В. В. Воеводского характерна широта использования различных современных физико-химических методов исследования... С. 53–54.

Ворожцов Н. Н. – экспериментатор, исследователь, организатор, педагог, «развивает деятельность совершенно исключительную по энергии и стремительности... обладает необычайным организационным талантом». С. 69–70.

Главнейший результат в этой области – нахождение общей закономерности изомерных превращений циклических соединений... С. 82. (О Демьянове Н. Я.)

Отличительной чертой Н. М. Жаворонкова является его широкая научная эрудиция в разнообразных областях химической технологии... С. 93.

Н. Д. Зелинский является разносторонним исследователем в области органической химии... С. 97.

Казанский Б. А. ... проявил незаурядные способности химика-исследователя (Н. Д. Зелинский). С. 104.

Тщательно исследовались... Эти работы проводились с высокой степенью точности... многочисленные экспериментальные данные обобщил в предложенном им правиле термодинамической логарифмики... Тщательное исследование растворимости... Благодаря остроумному сочетанию в одной и той же нити накаливания электрическим током в парах серного ангидрида – «печки», термометра сопротивления и катализатора... сочетание пирометра Курнакова с маностатом Бекмана... Им изучалась зависимость стабильности координационной сферы от симметрии расположения аддендов. С. 109–111. (О Капустинском А. Ф.)

...исключительно одаренный экспериментатор, ... идет своим оригинальным путем... даровитый экспериментатор, оригинальный исследователь, работы его изящны по выполнению и строги по выводам, он избегал излишнего теоретизирования и стремился не отдаляться от фактов (О Кинжере Н. А.). С. 121–122.

Мне пришлось бороться за новые идеи в физической химии и электрохимии, так как эти новые дисциплины не встретили поддержки в официальных кругах русских ученых... (из автобиографии Кистяковского В. А.). С. 123.

Новаторство, целеустремленность, теоретическая глубина и высокое искусство эксперимента... широкий круг интересов (из характеристики научной деятельности Кондратьева Н. А.).

Исключительное знание громадного материала (из характеристики К. А. Кочеткова). С. 139.

Его работы отличаются оригинальным подходом и широтой исследуемых проблем... (О Курсанове Д. Н.). С. 143.

В. В. Лебединский одарен любовью не только к науке, но и искусствам, как это часто бывает, одарен способностью ко многим родам искусства. ...умение чертить схемы производства... совсем неплохо рисует красками. А музыкой в свое время он занимался почти всерьез, и мы в старые годы острили над ним: «Если из химии у В.В. ничего не выйдет, это еще не беда, он сможет зарабатывать».

вать себе на хлеб игрой на скрипке». Это постоянное стремление к совершенству и нежелание остановиться на достигнутом очень характерно для Вячеслава Васильевича. Он часто возвращается к темам, которые он разрабатывал ранее и при этом всегда находит новые и интересные факты часто у соединений, казалось бы вдоль и поперек исследованных в обычной химической практике. ...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... (Из отзыва Н. Н. Черняева). С. 149–152.

Обратимся к краткому обзору психолого-педагогических исследований, посвященных химическим способностям. Так, Д. А. Эпштейн утверждает, что химические способности «существуют и заслуживают изучения». По мнению ученого: «Химик начинается лишь на той ступени познания химического превращения, когда за внешним проявлением перед ним открывается мир мельчайших частиц»⁸⁶. Основной чертой химического мышления ученый считает сочетание конкретного и абстрактного. Наряду с химическим мышлением в структуре специальных способностей химика Д. А. Эпштейн выделяет: химический язык, химические руки, острая наблюдательность, быстрота реакции, логическая память, развитое воображение, и мыслительные способности: синтезирование, обобщение, сравнение, сопоставление. Автор считает, что, говоря о способностях, необходимых для химика, необходимо включить и другие способности, и в первую очередь он выделяет математические способности.

Н. Е. Кузнецова и Ж. Л. Самородницкая выделяют такие компоненты химических способностей, как умение логически мыслить и абстрагировать; анализировать, синтезировать, обобщать конкретные предметы и явления; делать теоретические выводы и применять их к истолкованию фактов; умение аккуратно и точно проводить практические операции; наблюдать, «вопросать природу», проводить количественные расчеты; способность к техническому конструированию и творчеству. По мнению авторов, способнос-

⁸⁶ Эпштейн Д. А. Формирование химических способностей у учащихся // Вопросы психологии. – 1963. - № 6. – С. 108.

ти – это потенциальный набор, данные которого превращаются в навыки, дают возможность развивать устойчивый интерес к предмету. Химическое мышление, по их мнению, творческое, так как связано с экспериментом.

Следует отметить, что свойства, выделенные данными авторами, как компоненты химических способностей, встречаются и в других источниках, но одни их выделяют как умения, другие – как необходимые для химиков свойства и определенное «химическое видение мира», третьи – как характеристики особенностей деятельности.

Л. П. Очирова считает, что у химика должна быть развита деятельность по осуществлению причинно-следственных связей – форма мышления, отражающая конкретные процессы мыслительной деятельности: «Причинно-следственные связи выступают средством овладения системой химических знаний, умений... развития мышления»⁸⁷.

Х. Т. Оманов, как и Д. А. Эпштейн, отводит усвоению химического языка важное место, считает необходимым для химика наличие естественно-научного кругозора. Химик должен обладать творческим видом мышления и хорошо развитой интуицией. Автор отмечает, что если физика и математика способствуют развитию логического и пространственного мышления, то химия развивает образно-логическое мышление⁸⁸.

Особому химическому мышлению и связанным с ним разнообразием мыслительных операций, особому чутью химических превращений педагогами-методистами уделяется много внимания (Л. А. Цветков, Г. М. Чернобельская и др.), но все же первое место отводится химическому эксперименту, который определяет химическое мышление и химическое видение мира.

М. А. Шаталов выделяет в качестве компонентов химических способностей⁸⁹: 1) логическое мышление; 2) элементы творческого

⁸⁷ Очирова Л. П. Формирование умений осуществлять причинно-следственные связи в обучении химии: дис. канд. пед. наук. – СПб, 1995. – С. 35.

⁸⁸ Оманов Х. Т. Философско-педагогические основы химического образования и вопросы его совершенствования: автореф. дис. д-ра пед. наук: Ташкент, 1995. – 46 с.

⁸⁹ Шаталов М. А. Проблемное обучение химии в средней школе на основе межпредметной интеграции: дис. ... канд. пед. наук: Санкт-Петербург, 1998.

мышления (кодирование и декодирование информации в символическо-графических выражениях); 3) владение семиотической системой науки; 4) знание фактического материала; 5) знание теоретического материала; 6) системность, мобильность и прогностическая сила знаний.

К. Борецка выделяет следующие компоненты, необходимые для овладения химической наукой⁹⁰: 1) наблюдение фактов, явлений, процессов и организация наблюдений; 2) установление фактов и их описание, что требует умелого использования понятийного аппарата, химической терминологии и номенклатуры в словесном, графическом и модельном описании; 3) обобщение фактов, формулировка эмпирических законов низшего и высшего порядка (индуктивный ход рассуждения); 4) выдвижение и подтверждение гипотез, формулировка взглядов и теории, теоретическая проверка собранного материала, обобщение фактов; 5) установление причинно-следственных и генетических связей, формулирование зависимостей и химических закономерностей; 6) сравнительное и разностороннее описание и прогнозирование свойств химических элементов и веществ, процессов их превращения; 7) дедуктивное и продуктивное выделение из теории новых законов, предвидение новых фактов и проверка их на практике (дедуктивный ход рассуждения).

П. А. Оржековский (1998, 1999), занимаясь вопросами формирования у учащихся опыта творческой деятельности, указывает, что опыт учебного химического творчества имеет как компоненты, характерные для всех видов творчества, так и компоненты, имеющие специфику, связанную с химией. К компонентам общих для всех видов творчества автор предлагает отнести способность к сотрудничеству и способность творчески мыслить. Специфичными для той или иной науки являются: мотивация творчества; опыт использования знаний различных разделов химии при решении проблем, решенные учебные творческие задачи, опыт технического творчества⁹¹.

⁹⁰ Борецка К. Теория и практика изучения общей химии на основе профессиональной направленности в педвузах Польши. – СПб., 1993. – 42 с.

⁹¹ Оржековский П. А. Методические основы формирования у учащихся опыта творческой деятельности при обучении химии: дис. д-ра пед. наук. – М., 1998. – С. 68.

П. В. Федоренко, изучая психологические условия эффективно-го применения ТСО для совершенствования профессиональной деятельности будущего учителя химии, подчеркивая экспериментальный характер самого предмета, утверждает, что только эксперимент может научить видеть вещество⁹².

И. В. Рехтман, изучая психологические условия полноценного усвоения химии в школе, способы формирования основных действий и понятий для данного предмета, обнаружила существование специфически предметного действия – «переход от макроуровня наблюдений за химической реакцией к микроуровню ее атомно-молекулярного описания на языке химических формул и уравнений (и обратно)»⁹³. Это действие «явно не сводимо к химической теории, поскольку и предшествующие психолого-педагогические исследования и наши собственные экспериментальные данные свидетельствуют о качественном освоении теоретического материала». Занимаясь проблемами исследования оптимального возрастного периода изучения предмета на основании того, что у учащихся 5-7 классов (11–12 лет) активно формируется логическое (теоретическое) мышление, а также собственных наблюдений и практики, предполагает, что именно этот возрастной период наиболее чувствителен для формирования химических способностей. Автор указывает на наглядно-образную форму химических знаний, а также отмечает, что «успешность выполнения учащимися лабораторных работ не связана определенным образом с хорошим освоением химической теории»⁹⁴. На основании данного факта можно предположить, что существуют два вида школьных химических способностей – теоретические и практические.

Е. Е. Доманова⁹⁵, изучая специальные способности в структуре интегральной индивидуальности учителей биологии и химии, вы-

⁹² Федоренко П. В. Психологические условия эффективного применения ТСО для совершенствования профессиональной деятельности будущего учителя химии: дис. ... канд. психол. наук. – М., 1992.

⁹³ Рехтман И. В. Психологические условия формирования ориентировочной основы действий (на материале обучения химии). Дис. ... канд. психол. наук. – М., 2000. – С. 8.

⁹⁴ Там же. С. 51.

⁹⁵ Доманова Е. Е. Специальные способности в структуре интегральной индивидуальности учителей биологии и химии: дис. ... канд. психол. наук. – Пермь, 1999. – С. 67–69.

делила следующий симптомокомплекс химических способностей:

1) склонность к профессии типа «человек-знак»; 2) теоретико-практическое понимание химических явлений (способность творчески совмещать теоретические знания и практические навыки в области химии); 3) «химические руки» (способность оперировать химическим материалом при постановке опытов в экспериментальной работе); 4) способность к химическому анализу (способность разделять химический процесс на составляющие его части, а также делать подробный анализ химических превращений); 5) способность к химическому синтезу (способность выделять суть химического процесса или явления понимать смысл химического превращения, способность оценивать химический процесс в целом); 6) химическая наблюдательность (способность к быстрому переключению с детального анализа химического процесса к выделению его сути и обратно); 7) химическое видение мира (способность замечать и объяснять химические процессы и явления в повседневной жизни и «включенность» в химический мир); 8) «химический язык» (способность оперировать химической терминологией, точно выражать научным языком смысл происходящего химического явления); 9) химическая память (способность запоминать химические процессы, действия, формулы, облегчающие пользование закономерностями с целью установления связей между большим числом отдельных фактов); 10) вычислительные способности (способность произвести необходимые расчеты, описывающие химический процесс); 11) уровень развития способностей к химии (интегральный показатель уровня развития всех химических способностей); 12) успеваемость по предметам химического цикла.

Е. Е. Доманова в структуре химических способностей выделила два значимых фактора:

1. «Процессуальные характеристики химических способностей». В него вошли показатели: химическое видение мира, химический синтез, химическая память, уровень развития химических способностей, теоретико-практическое понимание химических процессов, успеваемость по химии, склонность к профессии типа «человек-знак», химический язык, «химические руки», вычислительные способности.

2. «Химическое мышление»: химическая наблюдательность, способность анализировать химические процессы.

Автором было обнаружено, что химические способности детерминированы рядом свойств нейродинамического уровня: слабостью процессов возбуждения, неуравновешенностью и инертностью процессов торможения⁹⁶. Также Е. Е. Доманова выявила, что «химические способности студентов, молодых учителей в большей мере детерминированы психодинамикой, а в выборке учителей со стажем – социальным уровнем»⁹⁷. На основании экспериментальных данных Е. Е. Домановой можно предположить, что с ростом уровня развития предметных способностей и опыта преподавателей, влияние природных задатков на химические способности уменьшается, так как:

1) для студентов – химические способности в большей мере детерминированы нейродинамическим уровнем, т. е. в большей степени природными свойствами и в меньшей степени социальным уровнем;

2) у молодых учителей – связи химических способностей с нейродинамикой уменьшаются;

3) для учителей со стажем 20–25 лет показатели химических способностей имеют всего три низкосвязанных свойства со свойствами нейродинамики: склонность «человек-знак» связан с неуравновешенностью и инертностью процессов торможения и возбуждения, химическое видение мира – связано с неуравновешенностью нервных процессов.

Краткий анализ существующих исследований по проблеме специальных способностей химиков показывает, что содержание понятия «химические способности» рассматривается неправомерно широко, в него включаются и общие способности, и личностные особенности. Проблема субстрата, носителя химических способностей не затрагивается. В работах в основном описывается компонентный состав способностей. Накоплены некоторые экспериментальные данные о взаимосвязи успеваемости школьников по химии

⁹⁶ Доманова Е. Е. Специальные способности в структуре интегральной индивидуальности учителей биологии и химии: дис. ... канд. психол. наук. – Пермь, 1999. – С. 117.

⁹⁷ Так же. С. 170.

с показателями интеллекта, направленности личности, склонностей, особенностями высшей нервной деятельности. Существование химических способностей принимается как факт, не требующий доказательств.

Вопрос существования химических способностей имеет два взаимосвязанных аспекта изучения: философский и психологический.

Первое направление обусловлено философскими проблемами современной химии:

1. Является ли химия физикой?
2. Проблема единства химии как науки.
3. Проблема химического времени.

Успехи развития физики привели к тому, что многие ученые стали рассматривать возможность сведения закономерностей любых химических процессов к фундаментальным физическим законам. Многие психологи, да и сами химики утверждают, что успех в химии определяется только интеллектуальными способностями (память, мышление) и совокупностью знаний по физике и математике. Как мы видим, проблема редукции химии к физике тесно связана с вопросом существования химических способностей как таковых. Если химия – это физика, то способности к какой предметной области мы собираемся изучать?

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 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 подчеркивал, 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

и другие исследователи. По мнению ученых, наличие химической связи в веществе – главный критерий объекта химического исследования. Химическое взаимодействие, ведущее к образованию новых связей, включает электромагнитные взаимодействия, но не сводится к ним. С. В. Зенин, 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 другие⁹⁸. 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»⁹⁹.

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, ранее не существовавшее, со свойственными ему новыми качествами»¹⁰⁰.

П. М. Зоркий в работе «Критический взгляд на основные понятия химии»¹⁰¹ убедительно показал, что химические соединения построены не из индивидуальных атомов, а из атомных остовов, связанных обобществленным электронным континуумом, обеспечивающем особую целостность химических систем и несводимость их свойств к свойствам составляющих их компонентов. Дискретность и насыщенность валентностей, обменное взаимодействие между ядрами, приводящее к обобществлению электронов как моменты химического взаимодействия не имеют аналогов в физических процессах.

⁹⁸ Зенин С. В. К проблеме химической формы движения // Философские науки, 1975. № 4. – С. 142.

⁹⁹ Гегель Г. Энциклопедия философских наук: В 3 т. Т. 2. Философия природы. – М., 1975. – С. 331.

¹⁰⁰ Энгельгардт В. А. Познание явлений жизни. – М., 1984. – С. 208.

¹⁰¹ Зоркий П. М. Критический взгляд на основные понятия химии // Росс. хим. журн., 1996. Т. XL. № 3. – С. 20.

По мнению Н. Н. Семенова, основными принципами химии, не сводимыми к законам физики, и 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 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 позволили выявить концептуальные особенности «химического времени»: все реальные химические процессы необратимы. В то время как уравнения квантовой механики описывают процессы как обратимые, в которых различия между прошлым, настоящим и будущим отсутствуют. Поэтому время в химии с ее идеей необратимости 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 предполагающее неравномерность, наличие временных циклов, разнонаправленное взаимодействие прошлого, настоящего и будущего.

Как мы видим, краткий экскурс в философские проблемы современной химии позволяет раскрыть специфику химической формы движения материи и предположить, что в процессе изучения химии и профессиональной деятельности формируются специальные способности, обусловленные качественной спецификой предметной области. Также можно полагать, что когнитивные структуры химического познания будут иметь качественную специфику, не сводимую к когнитивным структурам репрезентации других предметных знаний.

Современная химия сильно отличается от классической химии. На сегодняшний день известно около 70 самостоятельных химических дисциплин и 2000 направлений. Проблема единства химии как науки выдвигает перед исследователем вопрос: способности к какой химии предполагается исследовать? Ведь каждый вид профессиональной деятельности имеет свои особенности, а, следовательно, формирует свои специфические познавательные структуры. С этой точки зрения наиболее оптимальной выборкой являются студенты вторых курсов химических факультетов классических университетов: во-первых, акцент в учебной деятельности только на дисциплины химического цикла; во-вторых, ко второму курсу общий стаж углубленных занятий по химии составляет более пяти лет; в-третьих, ко второму курсу большинство случайных студентов уже отсеялось, а дальнейшая дифференциация на отдельные направления химии еще не началась, хотя встречаются студенты, которые уже достаточно четко осознают свою дальнейшую специализацию.

Анализ предметной области, особенностей профессиональной деятельности и личности великих химиков разных эпох, существ-

вующих психолого-педагогических исследований позволяет нам выдвинуть гипотезу о существовании специальных химических способностей.

Для доказательства существования тех или иных способностей, как правило, прибегают к факторному анализу. Но использование факторного анализа в качестве единственного метода исследования не оправдывает себя при изучении высших и сложных способностей человека. Поэтому мы сочли наиболее рациональным другой путь исследования – путь исследования возникновения и развития когнитивных структур химического познания, являющихся субстратом, носителем специальных способностей (см. главы 3, 4). В настоящем исследовании мы также использовали факторный анализ, но как дополнительный метод. Поэтому основными задачами данной главы являлись:

1. Исследование связей (корреляционных, дисперсионных, регрессионных) времени дифференцирования химических понятий с показателями интеллекта.

2. Изучение особенностей памяти на химическую информацию в разных группах испытуемых и связи показателей кратковременной и долговременной памяти на химическую информацию с уровнем дифференцированности структур химического познания.

3. Качественный и количественный анализы выполнения СПМ Равена и теста Торренса в группах, испытуемых с разной успешностью по дисциплинам химического цикла, с разной степенью сформированности структур репрезентации химических знаний.

4. Анализ специфики химической направленности ума и природных предпосылок, обуславливающих более быстрое и легкое формирование структур химического познания.

5.3. Исследование связи времени дифференцирования химических понятий с показателями интеллектуального развития (по тесту Д. Векслера)

Одним из способов разрешения проблемы существования химических способностей как психической реальности является изучение связи времени дифференцирования химических понятий с показателями интеллектуального развития.

Б. Г. Ананьев в работе «Человек как предмет познания» отмечает исключительное значение количественного описания и определения взаимосвязей между различными сторонами и компонентами человеческого развития, так как такой подход способствует пониманию целостности человеческого развития. Связи между отдельными видами развития разнообразны, они могут быть функциональными, причинно-следственными, структурными. Б. Г. Ананьев подчеркивает: «Познание этих взаимосвязей – необходимое условие практического овладения управлением человеческого развития»¹⁰², «Особенно важно знать, какие из связей (и между какими именно свойствами) существенны для образования сенситивных состояний развития, благоприятствующих эффективности воспитания и обучения»¹⁰³.

Экспериментальное исследование проводилось с 1995 по 2006 гг. и включало два этапа:

1 этап (1995 по 2001) – изучение процесса формирования когнитивных структур репрезентации химических знаний у учащихся 8 – 9 классов (лонгитюдное исследование, в котором приняли участие два класса (47 человек) обучавшихся по программе «Когнитивное обучение на уроках химии» и один класс (28 человек) – по программе «Экология и диалектика природы» (см. главу 4).

2 этап – с 2002 по 2006 год на студентах второго курса химического факультета УрГУ им. А. М. Горького (294 человека из них 175 (60 %) девушек и 114 юношей). В ранних наших исследованиях¹⁰⁴ была выявлена неравномерность развития когнитивных структур репрезентации химических знаний: 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 дифференциации: структуры более высоких способностей

¹⁰² Ананьев Б. Г. Человек как предмет познания. – СПб.: Питер, 2001. – С. 18–19.

¹⁰³ Там же. С. 8.

¹⁰⁴ Волкова Е.В. «Great chemists» – 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.

тей формируются на основе более простых. Недоформированность структур низкого уровня не позволяет реализовать потенциал структур более высокого уровня и при решении задач испытуемый опирается на работу памяти, а не анализ существенных признаков задачи, позволяющих применить ту или иную схему решения. Поэтому для изучения связи между показателями развития общих способностей и временем дифференцирования химических понятий нами была выбрана методика оценки когнитивной дифференцированности знаний о простых и сложных веществах.

Методики исследования:

1. Методики оценки уровня интеллектуального развития: детский вариант теста Д. Векслера (А. Ю. Панасюк, 1973); методика исследования интеллекта для взрослых Д. Векслера (WAIS), адаптация 1995 г. под ред. О. И. Муляр.

2. Методика оценки когнитивной дифференцированности знаний о простых и сложных веществах (химические дифференцировки) (4.4).

Обратимся к количественному описанию и определению взаимосвязей между показателями развития общих способностей и уровнем дифференцированности когнитивных структур репрезентации химических знаний о простых и сложных веществах.

5.3.1. Исследование корреляционных связей между показателями интеллекта по Д. Векслеру и временем дифференцирования химических понятий

Как известно, корреляционные (структурные) связи выражают определенную меру близости или отдаленности связывающихся между собой компонентов развития, совместимости или противоречивости конкретных свойств.

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, в данной работе мы представим результаты параметрических методов анализа как наиболее часто встречающихся в отечественных психологических исследованиях и потому наиболее легких для восприятия.

Обратимся к анализу данных, представленных в табл. 31 и 32. У восьмиклассников по показателям времени химических дифференцировок выявлена высоко значимая корреляционная связь между временем простой и сложной химической дифференцировкой. Данные показатели достоверно связаны с показателями вербальных, невербальных и общих интеллектуальных способностей: чем выше уровень интеллектуального развития, тем меньше затрачивается время на выполнение задания. Для времени сложнейших дифференцировок не выявлено ни одной достоверной связи ни со временем простых и сложных химических дифференцировок, ни с показателями интеллектуальных способностей, что свидетельствует о рыхлости, диффузности структуры данного уровня у восьмиклассников. Показатели вербального, невербального и общего интеллекта также значимо связаны между собой.

Таблица 31

Корреляционные связи показателей интеллекта и времени дифференцирования химических понятий у учащихся восьмых классов (74 учащихся), 1990–2000 учебный год

Значение критерия Пирсона	T1	T2	T3	ВИП	НИП	ОИП
T1	1	,464**	,015	-,286**	-,381**	-,319**
T2	,464**	1	,268	-,382**	-,404**	-,458**
T3	-,015	,268	1	-,175	-,074	-,137
ВИП	-,286**	-,382**	-,175	1	,531**	,876**
НИП	-,381**	-,404**	-,074	,531**	1	,818**
ОИП	-,319**	-,458**	-,137	,876**	,818**	1

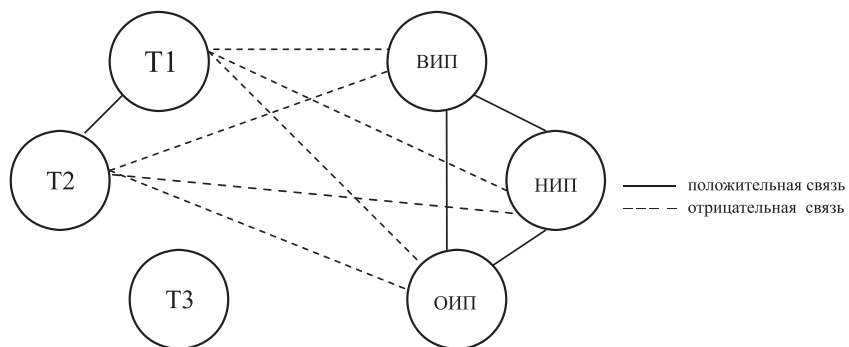


Рис. 19. Корреляционные связи показателей интеллекта и времени дифференцирования химических понятий у учащихся восьмых классов

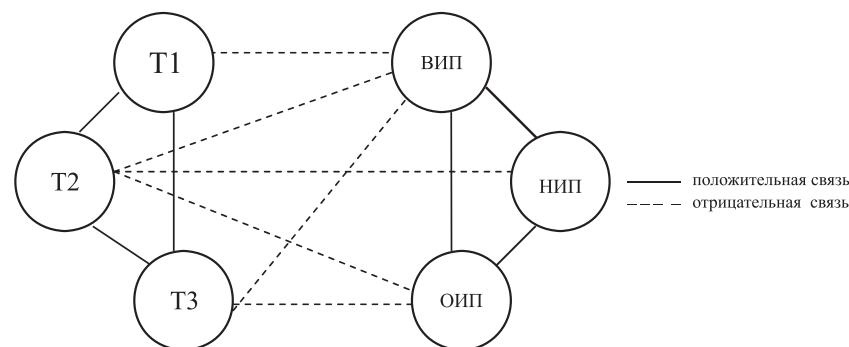


Рис. 20. Корреляционные связи показателей интеллекта и времени дифференцирования химических понятий у учащихся девярых классов

К девятому классу у данной выборки мы диагностируем наличие значимых корреляционных связей между временем простой, сложной и сложнейшей дифференцировок. Когнитивная структура репрезентации химических знаний о простых и сложных веществах становится более однородной. Показатели простой и сложнейшей дифференцировок значимо связаны с показателями вербального и общего интеллекта. Время сложной дифференцировки достоверно связано со всеми показателями интеллектуального развития.

Таблица 32

Корреляционные связи показателей интеллекта и времени дифференцирования химических понятий у учащихся девярых классов (75 учащихся), 2000–2001 учебный год

Значение критерия Пирсона	T1	T2	T3	ВИП	НИП	ОИП
T1	1	,425**	,368**	–,316**	–,117	–,350**
T2	,425**	1	,498**	–,458**	–,268*	–,487**
T3	,368**	,498**	1	–,358**	–,086	–,312**
ВИП	–,316**	–,458**	–,358**	1	,416**	,884**
НИП	–,117	–,268*	–,086	,416**	1	,720**
ОИП	–,350**	–,487**	–,312**	,884**	,720**	1

Опираясь на полученные данные можно предположить, что при выполнении простой и сложнейшей дифференцировок задействуются в основном механизмы вербального интеллекта, в то время как при выполнении сложной дифференцировки – вербального и невербального интеллекта. Аналогичную закономерность мы можем увидеть у студентов второго курса химического факультета, за исключением того факта, что между временем химических дифференцировок и невербальным интеллектом не выявлено ни одной достоверной связи (табл. 33 или рис. 21). Возможно, ко второму курсу при выполнении химических дифференцировок в основном задействуются механизмы вербального интеллекта.

Следует отметить, что у студентов наблюдается снижение силы связей между показателями интеллектуальных способностей и временем химических дифференцировок (слабая и очень слабая связь), возрастает отдаленность связывающихся между собой компонентов развития. И для случая более способных студентов химиков мы не обнаруживаем каких-либо достоверных связей между показателями общих способностей и временем дифференцирования химических понятий (табл. 34, рис. 22).

Аналогичные данные были получены в исследованиях E. Hunt (1995)¹⁰⁵, ученый показал, что величина коэффициентов корреля-

¹⁰⁵ Hunt E. The role of intelligence in modern society//American Scientist. 1995. V.83. P. 356–368.

ции 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.

У лучше успевающих по химическим дисциплинам студентов отмечается большая внутренняя взаимосвязь, согласованность между показателями времени химических дифференцировок, структура интеллекта также отличается большей однородностью.

Таблица 33

Корреляционные связи показателей интеллекта и времени дифференцирования химических понятий у студентов второго курса химического факультета (294 студента), 2002–2006 учебный год

Значение критерия Пирсона	T1	T2	T3	ВИП	НИП	ОИП
T1	1	,471**	,279**	–,210**	–,112	–,207**
T2	,471**	1	,506**	–,154*	–,118	–,172**
T3	,279**	,506**	1	–,245**	–,081	–,216**
ВИП	–,210**	–,154*	–,245**	1	,317**	,881**
НИП	–,112	–,118	–,081	,317**	1	,724**
ОИП	–,207**	–,172**	–,216**	,881**	,724**	1

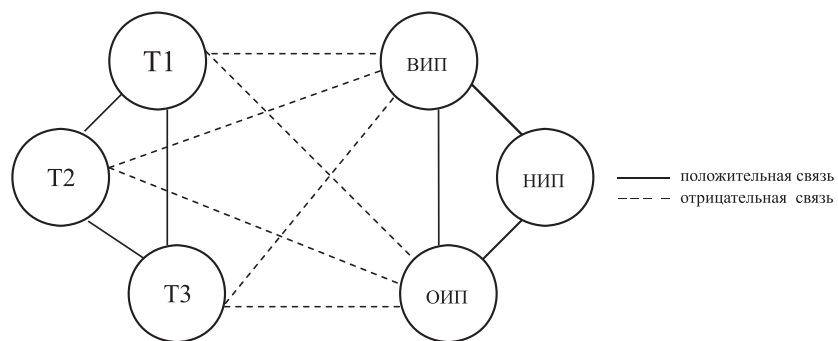


Рис. 21. Корреляционные связи показателей интеллекта и времени дифференцирования химических понятий у студентов второго курса химического факультета

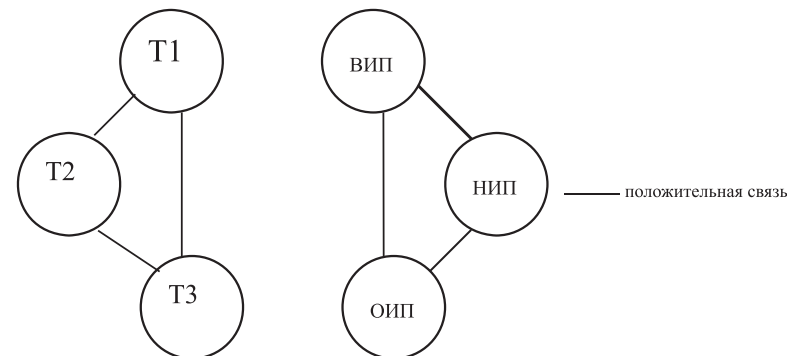


Рис. 22. Корреляционные связи показателей интеллекта и времени дифференцирования химических понятий у лучше успевающих студентов второго курса химического факультета

Сопоставляя данные табл. 34 и 35 можно предположить существование так называемого «интеллектуального порога: 125–129 IQ», выше которого общие и специальные химические способности могут рассматриваться как отдельные независимые факторы. Также следует отметить, что более способные химики обладают более тонко дифференцированными структурами репрезентации химических знаний (различия высокой степени значимости по сложнейшим химическим дифференцировкам) и более высокой степенью интегрированности показателей простых, сложных и сложнейших дифференцировок.

Следующий момент, на который мы обратили внимание, анализируя динамику развития призеров олимпиад по химии и студентов: у учащихся с восьмого по девятый классы наблюдается резкий скачок в формировании структур репрезентации химических знаний, который в дальнейшем определяет успех в профессиональной деятельности. По-видимому, возраст 14–15 лет является наиболее сенситивным для формирования понятийной структуры химии. Поскольку именно в этом возрасте (стадия формальных операций) на основе уже сформированных операций, по мнению Ж. Пиаже, можно обучать понятиям. Это подтверждается и данными сравнительного анализа показателей общих и специальных способностей у учащихся, обучающихся по разным учебным программам.

Таблица 34

Корреляционные связи показателей интеллекта и времени дифференцирования химических понятий у лучше успевающих студентов второго курса химического факультета (ср. хим. >4,5), 2002–2006 учебный год

Значение критерия Пирсона	T1	T2	T3	ВИП	НИП	ОИП
T1	1	,704**	,499**	–,132	–,195	–,185
T2	,704**	1	,586**	,028	–,210	–,085
T3	,499**	,586**	1	,040	–,090	–,016
ВИП	–,132	,028	,040	1	,403**	,898**
НИП	–,195	–,210	–,090	,403**	1	,763**
ОИП	–,185	–,085	–,016	,898**	,763**	1

Таблица 35

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***

Данные корреляционного анализа убедительно показывают, что в процессе формирования когнитивных структур химического познания происходит уменьшение силы связи времени химических дифференцировок и показателей интеллектуального развития. И для случая лучше успевающих по химическим дисциплинам студентов вообще не было выявлено ни одной достоверной связи между показателями интеллекта и временем дифференцирования химических понятий.

5.3.2. Исследование регрессионных связей между показателями интеллекта по Д. Векслеру и временем дифференцирования химических понятий

Для анализа функциональных связей между показателями интеллекта и времени дифференцирования химических понятий обратимся к табл. 36. Данные регрессионного анализа показывают, что во время становления когнитивных структур репрезентации химических знаний высока зависимость времени химических дифференцировок от общего интеллектуального развития, причем, чем сложнее дифференцировка, тем больше зависимость 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 вещества) 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 (рис. 23, 24, 25). Когнитивные структуры репрезентации химических знаний, 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. Происходит отбор тех элементарных способностей, которых объективно требует данный вид деятельности. Как отмечал С. Л. Рубинштейн, по мере того как связи, определяющие протекание психического

Уравнения регрессии в разных группах испытуемых

Группы испытуемых	Вид дифференцировок химических понятий	Вербальный интеллектуальный показатель (ВИП = x)	Невербальный интеллектуальный показатель (НИП = y)	Общий интеллектуальный показатель (ОИП = z)
8 класс – вся выборка (74 чел.)	Простая	t1 = 178.32 – 1.211x	t1 = 199.591 – 1.337 y	t1 = 202.753 – 1.380z
	Сложная	t2 = 348.285 – 2.2447x	t2 = 334.761 – 2.125 y	t2 = 416.787 – 2.996z
	Сложнейшая	t3 = 702.986 – 3.563x	t3 = 511.904 – 1.277 y	t3 = 648.374 – 2.724z
9 класс – вся выборка (75 чел.)	Простая	t1 = 99.852 – 0.543 x	t1 = 68,018 – 0.191 y	t1 = 116.954 – 0.652 z
	Сложная	t2 = 225.837 – 1.479 x	t2 = 171,532 – 0.824 y	t2 = 264.918 – 1.708 z
	Сложнейшая	t3 = 720.806 – 4.353 x	t3 = 406,948 – 0.995 y	t3 = 741.327 – 4.139 z
Студенты второго курса (вся выборка, 294 чел.)	Простая	t1 = 69.97 – 0.253x	t1 = 56.954 – 0.147 y	t1 = 75.781 – 0.295z
	Сложная	t2 = 73.639 – 0.203x	t2 = 69.443 – 0.169 y	t2 = 81.877 – 0.267z
	Сложнейшая	t3 = 319.286 – 1.404x	t3 = 209.935 – 0.508 y	t3 = 328.476 – 1.46z
Лучше успевающие студенты (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

Жирным шрифтом выделены константы, для которых возможно существование нулевых значений.

процесса «стереотипизируются» «...психический процесс перестает выступать видимым образом, уходит из сознания; на месте его остается... новая «природная» способность...»¹⁰⁶. В нашем случае такой новой «природной способностью» является способность к усвоению химических знаний.

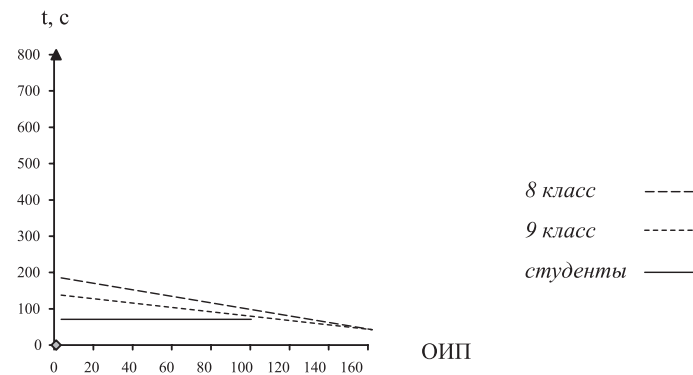


Рис. 23. Зависимость времени простых химических дифференцировок от общего интеллектуального показателя

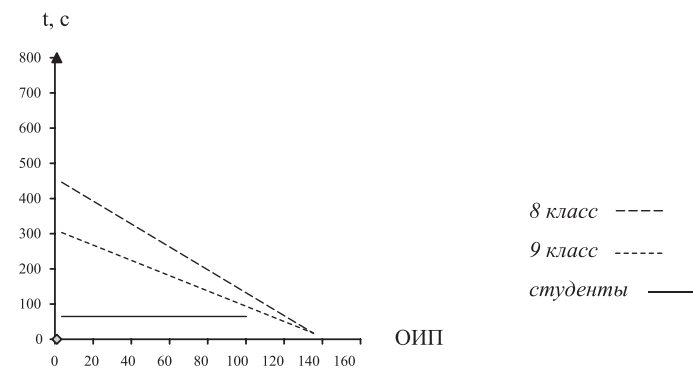


Рис. 24. Зависимость времени сложных химических дифференцировок от общего интеллектуального показателя

¹⁰⁶ Рубинштейн С. Л. Бытие и сознание. Человек и мир.: – СПб., Питер, 2003. – С. 258.

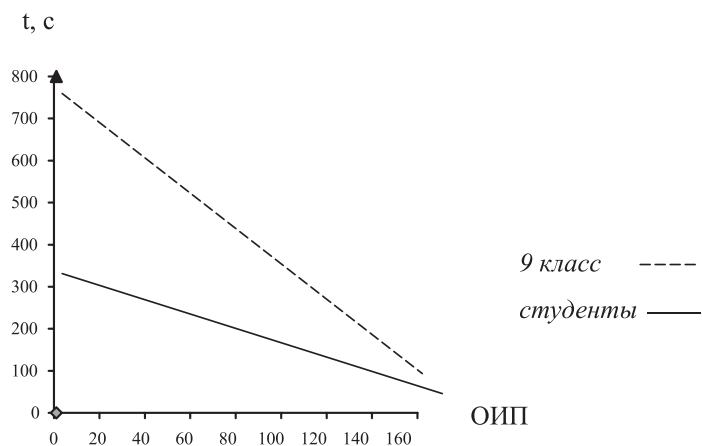


Рис. 25. Зависимость времени сложнейших химических дифференцировок от общего интеллектуального показателя

У лучше успевающих студентов во всех уравнениях регрессии присутствуют константы, для которых возможно существование нулевых значений. Данный факт согласуется с результатом корреляционного анализа и подтверждает образование новой психической реальности – химических способностей. Но наиболее парадоксальным является уравнение $t_3 = 24.794 + 0.714 \cdot \text{ВИП}$, т.е. для лучше успевающих студентов-химиков: чем выше уровень вербального интеллекта, тем хуже решаются задачи на сложнейшую дифференцировку. Возможно, в данном случае операциональные механизмы вербального интеллекта вступают в конфликт с операциональными механизмами химического мышления.

По этому поводу можно высказать следующее предположение, которое требует дальнейшего изучения. При чтении знакомого текста слова, как правило, опознаются по первой и последней буквам, даже если в середине слова две буквы переставить местами, все равно удается понять смысл прочитанного. При опознании веществ по химическим формулам такой механизм приводит к серьезным ошибкам, поскольку для понимания «химического смысла» последовательности знаков

(отнесения вещества по его формуле к тому или иному классу) необходимо вычленивать не только критериальные признаки элементов и характеристических групп, но их последовательность, взаимное расположение и количество. Лучше успевающие по химическим дисциплинам студенты осуществляют более глубокий анализ, что ведет к значительному снижению ошибок, но увеличивает время выполнения задания. В данном контексте становятся понятны необъяснимые ранее ошибки:

Вопрос	Ответ	Правильный ответ
HN_3	Основание	Кислота

Увидев данную ошибку, испытуемые первоначально утверждали, что в тесте закралась ошибка, они ответили правильно и, только внимательно взглядевшись в формулу, понимали, что спутали азидоводородную кислоту HN_3 с аммиаком NH_3 , водные растворы которого обладают щелочными свойствами.

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 опираясь на успешность решения химических задач определять показатель общего интеллектуального развития, может привести к большим погрешностям.

Как видим, данные регрессионного анализа согласуются с данными корреляционного анализа (5.3.1): в процессе формирования когнитивных структур химического познания наблюдается уменьшение степени зависимости времени дифференцирования химических понятий от показателей интеллектуального развития. Например, значения угловых коэффициентов для случая общего интеллектуального показателя и времени:

- простых химических дифференцировок: **1,38** – учащиеся 8 классов, **0,65** – учащиеся 9 классов, **0,295** – студенты второго курса;
- сложных химических дифференцировок: **2,99** – учащиеся 8 классов; **1,7** – учащиеся 9 классов, **0,267** – студенты второго курса;
- сложнейших химических дифференцировок: несформированность данных структур у учащихся 8 класса, **4,14** – учащиеся 9 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.

5.3.3. Дисперсионный анализ связи времени дифференцирования химических понятий и показателей интеллекта

В данной работе применялся однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA), который позволяет исследовать изменения результативного признака (время химических дифференцировок) под влиянием изменяющихся градаций показателей интеллектуального развития, т.е. диагностировать наличие причинно-следственных связей. Преимущество однофакторного дисперсионного анализа по сравнению с непараметрическими методами Н. Крускала-Уоллиса и χ^2 Фридмана – неограниченность в объемах выборок.

А. Н. Гусев отмечает, что дисперсионный анализ основывается на ряде допущений: нормальность выборки, однородность (гомогенность) дисперсий и независимость наблюдений. Автор отмечает слабую чувствительность дисперсионного анализа к нарушению допущения о нормальности распределения, а влияние нарушения допущения о неоднородности дисперсий может быть компенсировано большим объемом выборки¹⁰⁷.

С точки зрения Е. Сидоренко – ограничения дисперсионного анализа достаточно условны, а по поводу нормальности распределения можно вообще не волноваться, как это советуют А. К. Kurtz и S. T. Mayo¹⁰⁸.

Для выборки восьмых классов (74 человека) не выявлено значимого влияния вербального и общего показателей интеллекта на время дифференцирования химических понятий. Показатель невербального интеллекта оказывает достоверное влияние на величину времени простых дифференцировок ($F=1,893^*$).

¹⁰⁷ Гусев А. Н. Дисперсионный анализ в экспериментальной психологии: учебное пособие. – М.: Учебно-методический коллектор «Психология», 2000. – С. 11–13.

¹⁰⁸ Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: ООО «Речь», 2002. – С. 229.

К девятому классу у данных учащихся не выявлено значимого влияния показателей интеллекта на время дифференцирования химических понятий. Что может свидетельствовать о достаточной зрелости когнитивных структур химического познания о простых и сложных веществах.

Для всей выборки студентов выявлена причинно-следственная связь между показателем общего интеллекта и временем простых дифференцировок ($F=1,743^{**}$); невербальным интеллектуальным показателем и временем сложных ($F=1,729^*$) и сложнейших ($F=1,652^*$) химических дифференцировок.

В группе лучше успевающих студентов¹⁰⁹ не выявлено значимого влияния показателей интеллектуального развития на время дифференцирования химических понятий, что согласуется с данными корреляционного и регрессионного анализа и свидетельствует в пользу существования химических способностей. Поэтому, чтобы завершить математические спекуляции по этому поводу, обратимся к факторному анализу.

5.3.4. Факторный анализ

Для доказательства существования тех или иных способностей часто прибегают к факторному анализу. По нашему глубокому убеждению факторный анализ – это лишь один из способов сокращения данных для более удобной интерпретации и поэтому использовать только факторный анализ для доказательства существования тех или иных способностей нецелесообразно. Данные опроса студентов, а также наблюдения показывают, что среди студентов химического факультета не все считают химию делом своей жизни. Причина, обуславливающая выбор того или иного факультета далеко не всегда связана с осознанием своих способностей в том или ином виде деятельности. В психологических исследованиях часто встречаемым критерием деления студентов на группы более успешных и менее успешных является средняя оценка успеваемости. Однако наблюдения показывают, что не все влюбленные в химию студенты имеют отличную успеваемость по предмету, таких студентов более

¹⁰⁹ Показатели данной группы испытуемых соответствуют нормальному распределению по критерию Колмогорова-Смирнова.

Корреляционные связи между факторами

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

Но можно ли утверждать, что химические способности являются независимыми по отношению к знаниям химии, математики, физики и общим умственным способностям? Наверное, нет. Так, Фарадей подробно исследовал прохождение газов через капиллярные трубочки и установил, что чем легче газ, тем быстрее он проходит через капилляр. Это было предпосылкой к открытию закона газовой диффузии, но Фарадей, к сожалению, не знал математики и потому не увидел закономерностей, которые так ясно бросались в глаза из его результатов. Это сделал позднее Томас Грэм. Качественный анализ результатов выполнения субтеста «арифметический» показал, повсеместное использование калькуляторов привело к тому, что многие студенты затрудняются в уме решать арифметические задачи в два действия.

Так же нельзя утверждать, что химические способности независимы от уровня развития интеллектуальных способностей. Данные регрессионного анализа показывают, что во время становления когнитивных структур репрезентации химических знаний высока зависимость времени химических дифференцировок от уровня общего интеллектуального показателя, причем, чем сложнее дифференцировка, тем больше зависимость от интеллекта. Но в процессе формирования химических способностей 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.

всего интересует не столько оценка, сколько сам процесс деятельности. 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 (5.6).

Факторный анализ позволил нам выделить три фактора¹¹⁰:

В первый фактор «химические знания» вошли оценки по химии, физике, математике и ошибки, допущенные в химических дифференцировках; показатель вербального интеллекта, показатели субтестов «понятливость», «арифметический», «аналогии» теста Д. Векслера и результаты тестовых заданий для итогового контроля качества знаний.

Во второй фактор, который мы назвали «химические способности», вошли в основном временные показатели теста Great chemists (дифференцировки – физические и химические явления, простые и сложные вещества, изомеры и не изомеры, окислительно-восстановительный процесс – не окислительно-восстановительный процесс, изменение – не изменение реакции среды и т.д.); временные показатели методики «Химические дифференцировки»; объем слуховой памяти на химические элементы в разброс; объем кратковременной памяти на элементы, объединенные химической закономерностью и показатель внимания по тесту ТИПС.

В третий фактор «общие способности» вошли показатели вербального, невербального и общего интеллекта по тесту Векслера, а также показатели всех субтестов, за исключением – «последовательные картинки» и «шифровка»; показатели интеллектуального развития по тесту Равена, ТИПС (искл. внимание) и показатель оригинальность в вербальном субтесте Торренса «причины». Анализ корреляционных связей между факторами (табл. 37) подводит нас к выводу, что фактор «химические способности» является независимым по отношению к факторам «общие способности» и «знаниям».

¹¹⁰ Мы задали достаточно высокий порог отбора главных компонент: сколько факторов имеют собственные значения выше пяти, таких оказалось три, что означает отбор трех факторов. Факторные нагрузки рассчитаны с использованием метода ортогонального вращения – Varimax with Kaiser Normalisation.

Обобщая вышеизложенное можно отметить:

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 студентов отсутствуют достоверные корреляционные связи между показателями предметных 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.

5.4. Особенности памяти студентов и школьников с разным уровнем успешности по химическим дисциплинам

Память является одним из существенных компонентов в структуре специальных способностей химиков. Е. Е. Доманова такую память называет «химической» и определяет ее как способность запоминать химические процессы, действия, формулы, облегчающие пользование закономерностями с целью установления связей между большим числом отдельных фактов. Но существует ли «химическая память» как специфическое явление психики или способность запоминать химическую информацию является результатом более высокого уровня мнемических способностей, на этот вопрос однозначного ответа нет. В рамках данной проблемы также интересно узнать, различают ли студенты-химики продуктивность своей памяти в зависимости от специфики запоминаемого материала. Для этого мы попросили студентов оценить свою память «вообще» и память на химическую информацию (приложение 7). Метод математического анализа для парных выборок позволил выявить достоверные различия между самооценками памяти и «химической памяти» ($t=2,287^*$, 282 студента 2 курса химического факультета).

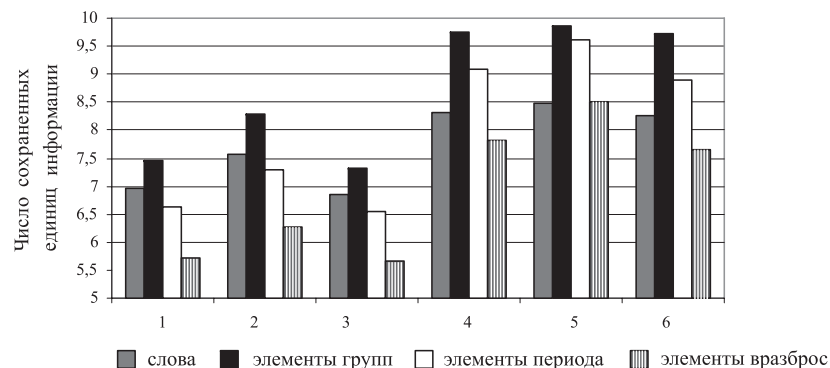
Полученные нами данные показывают, что лучше успевающие по химии студенты оценивают свою память на химическую информацию выше (62,21 и 60,43), а хуже успевающие – ниже (59,42 и 61,84) по отношению к способности запоминать «вообще». Аналогичная закономерность выявлена и для групп отобразивших (64,24 и 62,44) и неотобразивших образы химии в невербальной батарее Торренса (56,71 и 60,14).

Итак, возможно ли существование «химической памяти»? Для ответа на этот вопрос мы модернизировали методику «10 слов» слухового запоминания: серия А – стимульный материал без изменения (слова русского языка – лампа, яблоко, карандаш и др.), серия В – химические элементы, объединенные групповой закономерностью, серия С – химические элементы в периодической закономерности, серия D – химические элементы вразброс, т.е. не объединенные какой-либо закономерностью. Результаты математического анализа показали значимые различия между способностью запоминать слова русского языка и названия знаков химических элементов. При анализе данных отдельных студентов 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. Так же были выявлены студенты, которые хорошо запоминали любую информацию и студенты, которые хорошо выполняли серию А, но серии В, С и D выполняли одинаково плохо.

Лучше успевающие по химии студенты и школьники воспроизводили четкий порядок элементов группы (серия В) или периода (серия С) и при этом в знаковой форме (Н, F, Br, I...). Услышав названия первых трех элементов, они сразу выявляли связывающую их закономерность и далее достраивали ряд элементов до группы или периода. Хуже успевающие испытуемые воспроизводили названия элементов в произвольном порядке и в словесной форме (йод, водород...). Полученные данные заставляют предположить вероятность существования особой – «химической» памяти.

Обратимся к более детальному анализу сохранения информации в кратковременной памяти в разных группах испытуемых, представленных на диаграмме 3.

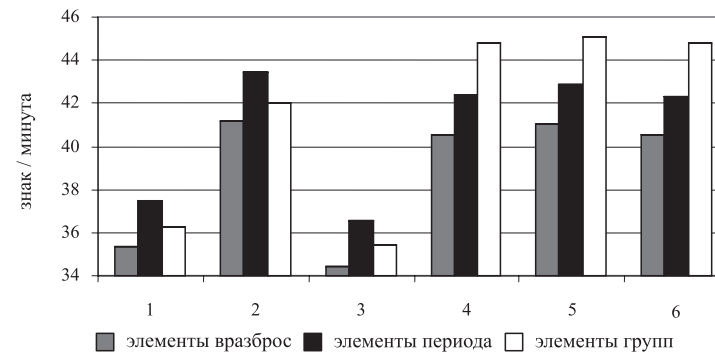
Диаграмма 3



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

При кратковременном запоминании элементы, объединенные групповой закономерностью в разных выборках испытуемых, воспроизводятся лучше по сравнению с множеством слов. Элементы периода студенты воспроизводят лучше, чем множество слов, а школьники – хуже. Во всех выборках, за исключением группы отлично успевающих студентов и группы студентов, отобразивших образы химии в невербальной батарее Торренса, элементы, не объединенные закономерностью, воспроизводятся хуже, чем множество слов русского языка. Увеличение объема воспроизведения названий элементов объединенных какой-либо закономерностью может быть объяснено связью кратковременной памяти с долговременной, за счет которой происходит укрупнение единиц информации. Такое укрупнение возможно, если в долговременной памяти содержится информация, позволяющая систематизировать этот материал, т.е. в данном случае когнитивные структуры репрезентации понятий «период» и «группа». О том, что такие структуры существуют, могут свидетельствовать проведенные нами эксперименты по кодированию цифр знаками химических элементов, результаты которых представлены на диаграмме 4.

Диаграмма 4



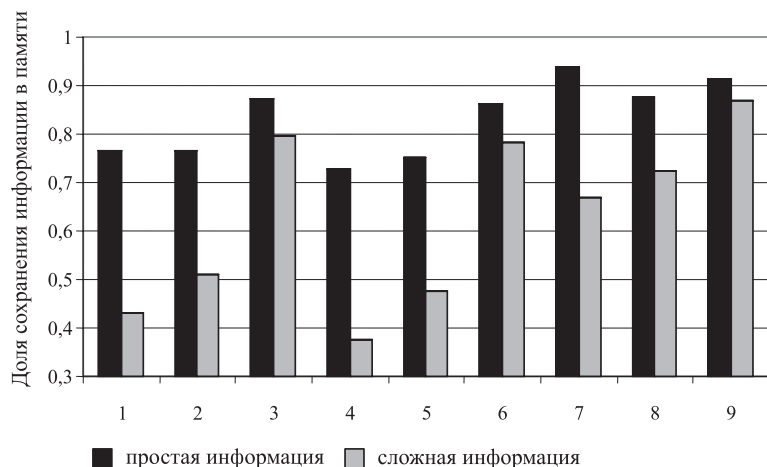
Скорость кодирования цифр знаками химических элементов в разных группах испытуемых: группы испытуемых 9 класса: 1 – вся выборка, 2 – лучшие успевающие, 3 – хуже успевающие; студенты второго курса: 4 – вся выборка, 5 – лучшие успевающие, 6 – хуже успевающие

Во всех выборках испытуемых наблюдается увеличение скорости кодирования цифр знаками химических элементов, объединенных периодической или групповой закономерностью по сравнению с элементами «вразброс». У лучше успевающих учащихся 9 класса скорость кодирования элементов «вразброс» и элементов периода сопоставима с результатами аналогичных заданий у лучше успевающих студентов второго курса химического факультета. Однако скорость кодирования цифр знаками химических элементов групп у лучше успевающих девятиклассников по сравнению с лучше успевающими студентами намного ниже, что может свидетельствовать о недостаточной зрелости когнитивных структур химического познания и подтверждается результатами исследования долговременной памяти (диаграмма 5), выполнения «химических дифференцировок» (табл. 38).

Для изучения долговременной памяти мы использовали методику «Химический диктант» (4.4.). 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 школьников исследование проводилось после каникул, когда они основательно успевали подзабыть все, что учили и тем более по химии. Преподавание химических дисциплин в вузе по содержанию сильно отличается от того, что и как изучается в школе, поэтому студентам фактически приходилось вспоминать материал пятилетней давности (восьмого класса).

Диаграмма 5



*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*

Во всех группах испытуемых простая информация сохраняется в долговременной памяти лучше, чем сложная. У студентов доля сохранения сложной химической информации приближается к доле сохранения простой информации. Для школьников характерно существенное различие в уровне сохранения простой

и сложной информации в долговременной памяти. Испытуемые более успешные в химии отличаются более высоким уровнем сохранения простой и сложной химической информации в долговременной памяти.

По нашему мнению, высокий уровень сохранения химической информации в долговременной памяти обусловлен глубокой проработкой материала, выделением более тонких инвариант, существенных свойств и отношений между элементами информации. Данные, представленные в табл. 38 показывают, что в процессе усвоения химических знаний происходит уменьшение и времени различения химических понятий по формулам соединений и числа ошибок. Более успешные в химии испытуемые характеризуются меньшим временем дифференцировок и меньшим числом ошибок. Но говорить о зрелости данных когнитивных структур химического познания можно только в отношении лучше успевающих по химическим дисциплинам студентов (ошибки по сложнейшим дифференцировкам менее 5%).

Данные корреляционного анализа, представленные в табл. 39 выявили большое число значимых связей между показателями теста «химические дифференцировки» и показателями кратковременной и долговременной памяти на химическую информацию, т.е. чем более дифференцированные когнитивные структуры химического познания, 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) позволил выявить наличие причинно-следственных связей между показателями времени «химические дифференцировки» и показателями долговременной и кратковременной памяти на химическую информацию. Эти данные представлены в табл. 40.

**Показатели выполнения методики
«Химические дифференцировки» в разных группах испытуемых**

Группы испытуемых	Дифференцировка					
	простая			сложная		
	T1, [с]	n1	T2, [с]	n2	T3, [с]	n3
8 класс (74 чел.)	71,08	4,51	128,09	8,34	392,13	25,23
9 класс (74 чел.)	47,56	1,71	83,12	5,2	301,87	17,58
2 курс (328 чел.)	38,8	1,29	48,72	0,24	147,2	6,34
Хуже успевающие по химическим дисциплинам						
8 класс (56 чел.)	76,83	5,05	135,65	10,36	400,39	27,51
9 класс (60 чел.)	48,84	1,7	88	6,2	313	19,82
2 курс (260 чел.)	39,43	1,52	49,29	0,27	153,1	6,97
Лучше успевающие по химическим дисциплинам						
8 класс (18 чел.)	53,16	2,83	105	2,16	358,3	15,9
9 класс (14 чел.)	42,14	1,5	62,57	1	255,78	8,28
2 курс (68 чел.)	36,5	0,31	46,53	0,08	122,75	3,6

**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 класс	Простая	T1	-0,223	-0,128						
		N1	-0,243	-0,220						
		T2	-0,209	-0,425**						
	Сложная	N2	-0,519***	-0,590***						
		T3	-0,157	-0,306*						
		N3	-0,503***	-0,602***						
9 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		
		T2	-0,567***	-0,519***	-0,146	-0,234	-0,140	-0,142		
	Сложная	N2	-0,637***	-0,660***	-0,164	-0,305*	-0,298*	-0,278*		
		T3	-0,435**	-0,524***	-0,047	-0,168	-0,535***	-0,177		
		N3	-0,524***	-0,697***	-0,223	-0,220	-0,340*	-0,004		
2 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		
		T2	-0,153*	-0,103	-0,069	-0,138*	-0,060	-0,089		
	Сложная	N2	-0,133	-0,109	-0,066	-0,337***	-0,143*	-0,046		
		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**		

Таблица 40

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 класс	Простая	T1					
		N1					
	Сложная	T2	11,978*				
		N2		2,305*			
	Сложнейшая	T3					
		N3	2,247*	2,911**			
9 класс	Простая	T1					
		N1	5,244***	2,458*			
	Сложная	T2					
		N2	3,487***	2,978**			
	Сложнейшая	T3		4,635*			
		N3	1,998*	3,210**			
2 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***

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

5.5. Сравнительный анализ выполнения серий С и Е СПМ Равена в группах лучше и хуже успевающих по химии студентов и школьников

При изучении строения когнитивных структур формирующихся при усвоении химических знаний и являющихся субстратом, носителем химических способностей нами был обнаружен интересный феномен: лучше успевающие по химии учащиеся и студенты показывают значимые различия в сериях С и Е стандартных прогрессивных матриц Равена по сравнению с хуже успевающими (табл. 41). Полученные результаты отличаются высокой воспроизводимостью: исследования, проводимые нами на выборке студентов второго курса химического факультета в течение пяти лет (с 2002 по 2007), показывали один и тот же неизменный результат – значимые различия только в сериях С и Е. Возникает вопрос: почему именно в этих сериях? Какие структуры задействованы при выполнении этих серий и как это может быть связано с когнитивными структурами химических знаний?

Таблица 41

Средние значения показателей теста СПМ Дж. Равена в группах лучше и хуже успевающих студентов второго курса химического факультета

№	Показатели	Средние значения показателей в группах испытуемых		Т-критерий Стьюдента	Значимость различий по непараметрическим критериям анализа (U, W, Z)
		лучше успевающие по химии (41 чел.)	хуже успевающие по химии (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 проанализировали содержание заданий в каждой серии. Но в данной работе, чтобы не перегружать читателя избытком информации 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. тест состоит из 60 головоломок, поделенных на пять 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 прогрессируют по сложности. Установленный порядок предъявления заданий обеспечивает стандартное обучение методу работы.

Испытуемый первоначально воспринимает задание как целое, затем выделяет закономерности изменения элементов образа, после чего выделенные элементы включаются в целостный образ, и находится недостающая часть изображения.

При выполнении заданий активизируются когнитивные структуры, вычлняющие **признаки формы** объекта и его строения: сложное – состоит из комплекса простых форм, образующих внешнюю и внутреннюю фигуру; составное – состоит из одинаковых фигур, образующих ряды и столбцы. Простое задание нацелено на выделение следующих признаков **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;
- признаки **фона** (цвета) объекта: черный, белый, полосатый, шахматный, в клеточку;
- признаки **размера**: высота, длина, толщина;
- признаки **количества**: число (увеличение или уменьшение) элементов в рядах или столбцах, исходящих из одной точки, по диагонали;

- признаки **взаимного положения**:
- верх – низ – бок;
- вертикальное, горизонтальное, наклонное;
- симметричное – осевое, зеркальное, центральное;
- параллельное, перпендикулярное;
- раздельное положение, частичное совмещение, полное совмещение.

А также активизируются структуры правилосообразных действий, позволяющие выделять закономерности изменения образа:

- признаки **тождества и различия**;
- признаки **направления и способа изменения** гештальта;
- признаки способа **взаимодействия** между элементарными единицами гештальта.

Серия С

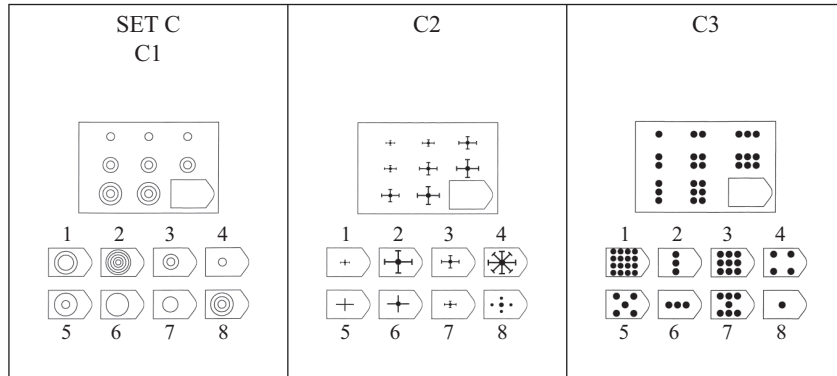
Серия С – матрица, образованная тремя рядами и тремя столбцами элементарных единиц гештальта. В данной серии для нахождения недостающей части изображения необходимо вычлнить:

- 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.

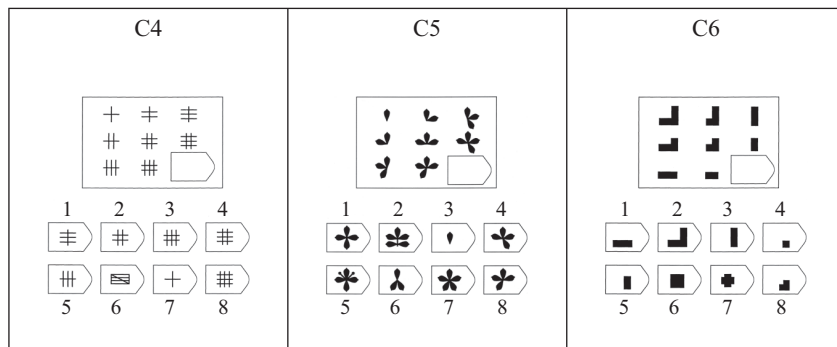
В задании С1 отражен фрагмент таблицы Д. И. Менделеева: в периодах число электронных слоев одинаково (горизонтальные ряды), в группах (столбцы) – увеличение и числа электронных слоев и размеров атомов.



Примечание. Standart Progressive matrices sets A, B, C, D, E Prepared by JC Raven. Published by Oxford Psychologists Press LTD 1996.

Задание C2. 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.

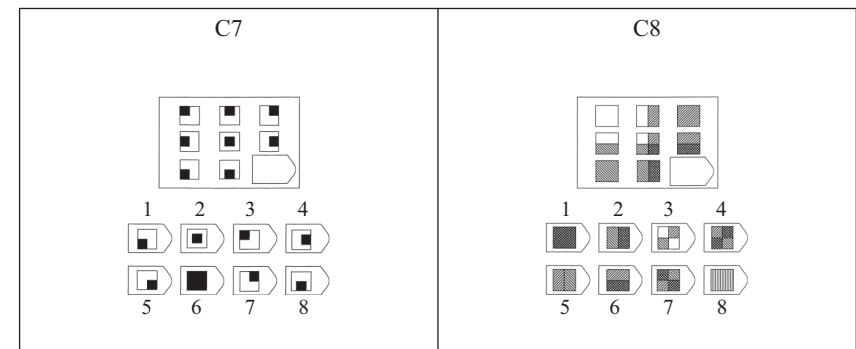
Задание C3. Элементарная единица – черный круг. Направления изменения: по горизонтали – увеличение числа столбцов, образованных элементарными единицами; по вертикали – увеличение числа рядов, образованных элементарными единицами гештальта; по нисходящей диагонали – одновременное увеличение числа рядов и числа столбцов.



Задание C4. 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 C5. 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 расположения лепестков исходящих из центра на плоскости.

В задании C6 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.

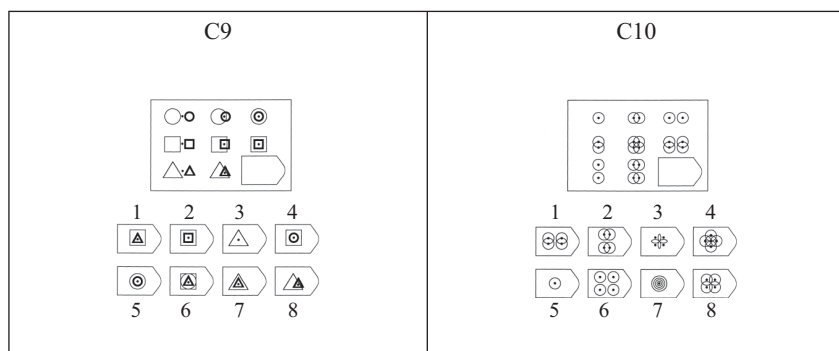


В задании C7 мы видим закономерное перемещение черного квадрата меньшего размера внутри белого квадрата большего размера. Некоторые испытуемые при выполнении данного задания следуют выработанным в предыдущих заданиях действиям, т.е. идет

проработка признаков по вертикали, горизонтали и диагоналям, но некоторые выбирают направления анализа «по часовой стрелке».

Сложная дифференциация

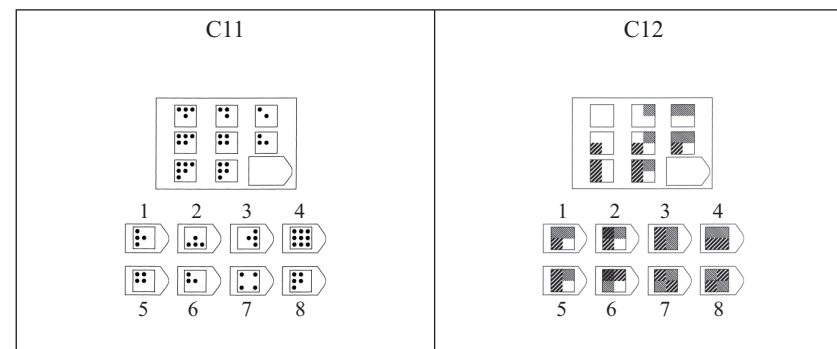
В восьмом задании данной серии в результате закономерных изменений в вертикальном, горизонтальном и диагональном направлениях фигур с разным фоном (белый, штриховка с правым наклоном и штриховка с левым наклоном) мы получаем квадрат с качественно иным типом штриховки. Данное задание является своеобразной 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). Объединения 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 направлениях мы получаем девять 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 чувствитель-

ностью, 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, что они не изучали.

В отличие от заданий серий **A** и **B** в серии **C** изменение компонентов гештальта происходит не только по вертикальной или (и) горизонтальной составляющим, 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:

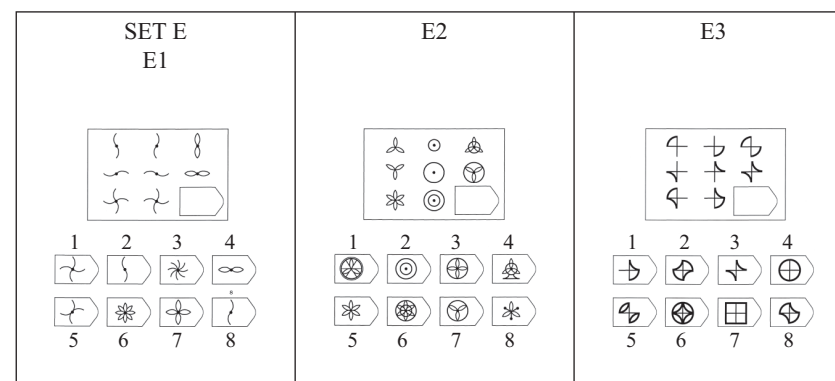
- в периоде сохраняется число электронных слоев, уменьшается размер атома, за счет электронного сжатия, но возрастает электроотрицательность;

- 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) проявляет 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 опираясь на таблицу Д. И. Менделеева, необходим высокий уровень зрелости когнитивных структур, вычерпывающих изменения критериальных признаков по вертикали, горизонтали и диагонали. Эти изменения могут быть однонаправленные (возрастание или убывание) по вертикали, горизонтали, диагонали размера, количества элементов гештальта (C1-C3), однонаправленные изменения одних элементов, при инвариантности других (C4-C12).

Серия Е Простая дифференциация

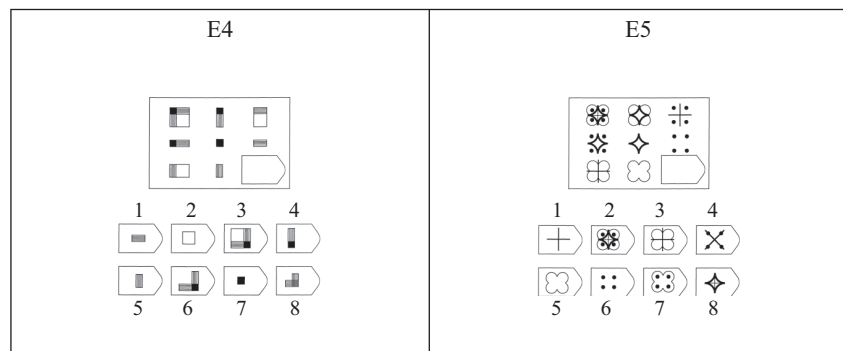


Задание Е1. Элементарная единица гештальта – изогнутая линия, свободно вращающаяся вокруг центра симметрии. Сумма зеркально симметричных изогнутых линий первого и второго столбцов дает замкнутые фигуры третьего столбца. Две противоположности образуют целостность.

Взаимодействие противоположностей: катионы взаимодействуют с анионами, окислитель – с восстановителем, нуклеофил – с электрофилом, кислота – с основанием, – являются важнейшими принципами химических взаимодействий.

Задания Е2 и Е3. При выполнении заданий необходимо открыть принцип дополнения до целого. Соединение фигур первого и второго рядов приводит к образованию фигур третьего ряда. Соединение фигур первого и второго столбцов приводит к образованию фигур третьего столбца. Данный принцип «дополнение до целого» широко используется в решении химических задач. Например, одной из причин химических взаимодействий является образование устойчивой восьмиелектронной 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 заверченный (достроенный до целого) электронный слой (как у инертных газов), атомы таких элементов будут проявлять восстановительные свойства. Если атому элемента до завершения внешнего электрон-

ного 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 E4 и E5. 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 строк;

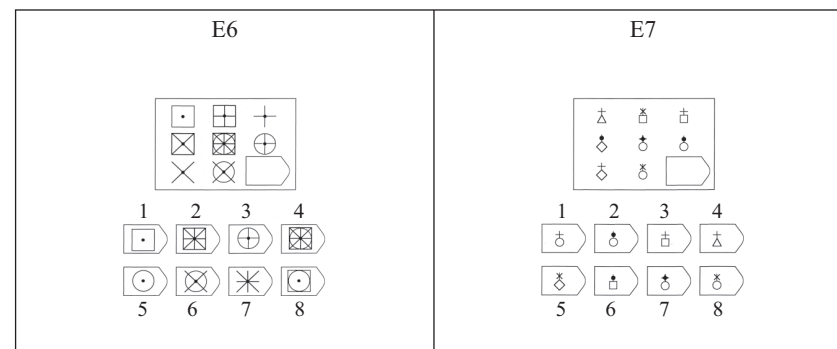
2) закона Ж. Л. Пруста: каждое химически чистое вещество независимо от места нахождения и способа получения имеет один и тот же постоянный состав (фигура первой строки первого столбца может быть получена разными способами);

3) того, что из одного и того же вещества в зависимости от условий процесса разложения можно получить разные конечные продукты;

4) закона сохранения массы вещества: «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 E4 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 E6. Принцип **среднего**: фигуры среднего столбца (ряда) являются суммой фигур двух крайних столбцов (рядов). В химии когнитивные структуры «среднего» могут быть задействованы во многих случаях, например:

1. Атомная масса элемента приблизительно равна среднему арифметическому атомоаналогов¹¹¹:

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

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

¹¹¹ Таким простым приемом пользовался Д.И. Менделеев для определения ряда физических свойств предсказанных элементов.

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 когнитивных структур репрезентации химических знаний здесь могут работать 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.

E8	E9
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 1234 </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 1234 </div>

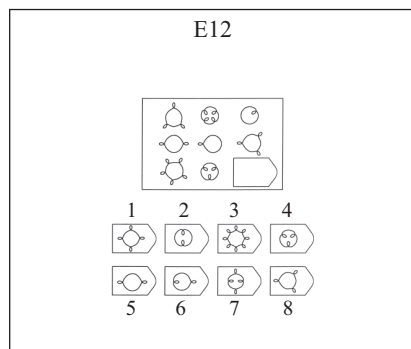
Сложнейшая дифференциация

В заданиях **Е8** и **Е9** заложен принцип усиления сходного и уничтожение различного: при сложении фигур первого и второго рядов (столбцов) в полученных фигурах третьего ряда (столбца) сходные элементы фигур сохраняются, в то время как различные – уничтожаются. При выполнении данных заданий включаются когнитивные структуры «**обобщения**», отвечающие за способность мысленно объединять предметы и явления по их общим и существенным признакам. Вероятно, именно данные структуры позволили химикам выделить группы естественных элементов – щелочные металлы, щелочноземельные, галогены, халькогены и др.

E10	E11
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 1234 </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 1234 </div>

В заданиях **Е10** и **Е11** главный акцент – различия. При сложении фигур первого и второго рядов (столбцов) в полученных фигурах третьего 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 **Е12** заложен принцип эквивалентного взаимоуничтожения противоположностей. Вид полученной фигуры (число петель и их вид) будет зависеть от того, каких петель было больше, внутренних или внешних.



5.6. Сравнительный анализ выполнения методики Торренса в группах лучше и хуже успевающих по химии студентов

Когда мы только приступали к исследованию, то обнаружили, что среди многочисленных работ по психологии способностей, фактически не было исследований, посвященных специальным способностям химиков. Не был разработан адекватный диагностический инструментарий оценки данных специальных способностей, не выявлены четкие и однозначные критерии для определения более способных и менее способных в химии. Обычно в качестве такого критерия используют успеваемость. Но понятие «успеваемость» не тождественно понятию «способность», а высокая скорость решения химических задач может оказаться результатом более благоприятных условий обучения. Поэтому желательно найти такой критерий, который подобно индикатору позволял бы выявлять предрасположенность человека к тому или иному виду деятельности.

Поскольку в немногочисленных работах, посвященных способностям химиков в качестве отличительных особенностей, указывается творческий характер химического мышления и способность устанавливать причинно-следственные связи (Д. А. Эпштейн (1963), М. А. Шаталов (1998), Л. П. Очирова (1995), К. Борецка (1993), Е. Е. Доманова (1999, 2003), И. В. Рехтман (2000), П. В. Федоренко (1992), Т. М. Хрусталева (2003) и другие), то в поисках диагностического инструментария, позволяющего хоть в какой-то мере пролить свет на сущность способностей к усвоению химических знаний, наше внимание привлекла методика Е. Торренса.

Опираясь на вышеназванные исследования, можно было предположить, что у более способных химиков можно ожидать более высокие показатели субтестов «Причины» и «Следствия» вербальной батареи Е. Торренса и показатели 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 вариан-

На основании проведенного 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 серий С и Е когнитивным структурам химического познания. Надо думать, что в результате глубокой проработки предметных знаний у лучше успевающих студентов сформировались более высокого порядка когнитивные структуры репрезентации химических знаний, абстрактно-обобщенные «ячейки» которых оказываются пригодными для выполнения заданий в СПМ Равена, так как вычерпывают из текущей информации соответствующие этим ячейкам свойства и отношения.

ты 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. 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. В четвертом субтесте «Улучшение предмета» обследуемому предлагается высказать как можно больше способов улучшения игрушечного слона. В пятом субтесте «Необычное использование» требуется придумать как можно больше способов необычного использования картонных коробок. Образ «картонные коробки» стимулирует множество стереотипных идей и тем самым позволяет выявить способность испытуемого уходить от них в своих размышлениях, предлагая необычные решения.

В шестом субтесте «Необычные вопросы» обследуемый должен придумать как можно больше вопросов о самых разнообразных и необычных свойствах картонных коробок. Согласно Торренсу, некреативные индивиды склонны задавать однотипные, фактологически-ориентированные вопросы, они затрудняются придумать вопросы другого типа.

В седьмом субтесте предлагается картинка, на которой изображена неправдоподобная ситуация. Задача испытуемого – предположить как можно больше последствий этой ситуации. Некреативные люди, используя железную логику, как правило, отвергают задания такого рода.

Невербальная батарея включает в себя 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, навязыва-

ющих 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 испытуемого необходимо оценить по параметрам «беглость», «гибкость», «оригинальность». При обработке невербальной батареи к этим показателям добавляются «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. Параметр «Оригинальность» оценивает способность придумывать необычные уникальные ответы, требующие творческой силы. Концепция «творческой силы» в понимании Гилфорда, Торренса 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 годы на студентах второго курса химического факультета УрГУ. В эксперименте приняли участие 374 студента, из них 60 % девушек. Как принято на начальных этапах исследования всех специальных способностей в качестве критерия деления студентов на группы мы при-

няли успеваемость по специальным дисциплинам: в группе более способных средний балл по всем химическим дисциплинам выше 4,7, в группе менее способных средний балл ниже 4,7.

Следуя предостережению В. Н. Дружинина¹¹² о том, что влияние характеристик группы, в которой получены нормы, очень велико, и перенос норм с выборки стандартизации на другую выборку дает большие ошибки, мы разработали стандартные нормы для выборки студентов-химиков второго курса (табл. 42 и 43).

Таблица 42

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

Возраст	Объем выбор- ки	Беглость		Гибкость		Оригинальность	
		М	σ	М	σ	М	σ
18–19. Психологи* (Дев.)	30	66,86	26,93	30,9	7,87	78,29	34,29
20–21. Психологи** (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. Хи- мики (Юн.)	150	46,67	23,47	27,79***	13,15	46,20	32,35
18–19. Хи- мики (Дев.)	224	52,68	16,51	31,41	9,09	42,23	21,72

* Данные получены Клепаловой Ю. В. на выборке студентов-психологов УрГУ.
 ** Данные получены Кучиной М.А. на выборке студентов-психологов УрГУ.
 *** Значимые различия между показателями девушек и юношей (t=2.097*).

¹¹² Дружинин В.Н. Психология общих способностей. – СПб.: Издательство «Питер», 1999. – С. 187.

Таблица 43

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

Возраст	Объем выборки	Беглость		Оригинальность		Разработанность		Абстрактность названия		Сопrotивление замыканию	
		М	σ	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
Выборка 5–6 лет*	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
18–19. Психологи	30	22	7,56	18,48	6,3	8,24	2,26	6,9	4,74	14,57	4,06
20–21. Психологи**	100	23,7	6,8	15,9	5,4	13,2	2,9	9,1	5,2	10,7	3,5
18–19. Химики Вся выборка	374	18,301	6,033	10,341	4,262	10,0	3,164	6,512	4,461	9,532	3,98
18–19. Химики (юн.)	150	17,26	6,58	9,25***	3,66	6,29	4,39	9,35	4,28	9,8	3,98
Химики (дев.)	224	18,87	5,65	10,42	2,77	6,63	4,51	9,63	3,81	9,76	3,77

* Данные получены Сероитановой Н.С. на выборке старшего дошкольного возраста.
 ** Данные получены Кучиной М.А. на выборке студентов-психологов УрГУ.
 *** Значимые различия между показателями девушек и юношей (t=2.340*).

При подсчете среднеарифметических значений (M) и стандартного отклонения (σ) показателей креативности было 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 (табл. 44).

Таблица 44

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

Окончание табл. 44

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	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**		

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

ных студентов при выполнении субтеста «Необычная ситуация» (см. табл. 44). И следующий момент, который мы не могли не отметить – число «химических образов» при выполнении невербальной батареи Торренса у лучше успевающих химиков значимо выше, чем у хуже успевающих.

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 – геометрические фигуры, математические формулы, физические приборы»¹¹³.

Отсутствие достоверных различий по показателям методики Торренса в группах лучше и хуже успевающих по химии студентов можно объяснить существованием специальных способностей, не диагностируемых тестом Торренса, но позволяющих 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. Адашкина и др.). Так, А. А. Мелик-Пашаев указывает, что ни один из предложенных Торренсом параметров не пригоден для оценки художественных способностей. В исследованиях М. Е. Каневской оказалось, что одаренные дети, уже проявившие себя в литературе и создавшие 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.

¹¹³ Одаренность и возраст. Развитие творческого потенциала одаренных детей: учеб. пособие / Под ред. А. М. Матюшкина. – М.: Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 2004. – С. 82.

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

– во-первых, достаточно часто встречаются химическая посуда¹¹⁴ (пробирки, колбы, воронки, мерные цилиндры, осушители), химические формулы и знаки, графики химических процессов (цикл Карно), гальванические элементы, электролиз и нас особенно заинтриговало, чем же отличаются студенты, отразившие и неотразившие 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, следовательно, необходимо разработать свои списки неоригинальных ответов для каждой гендерной группы;

– в-третьих, культура, в которой происходит социализация личности, формирует культурно-обусловленные когнитивные 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 деятельности¹¹⁵.

Итак, попытаемся разобраться, почему не у всех студентов-химиков в ответах мы обнаружили «химические образы». Чем это можно объяснить – способностью противостоять давлению среды или за этим скрыт более глубокий пласт работы сознания, связанный с правилосообразной организацией визуальной информацией? Чем же отличаются студенты, отобразившие и неотобразившие химическую форму движения материи?

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

¹¹⁴ См. приложение 3. «Атлас химических образов в невербальной батарее Торренса».

¹¹⁵ Стандартные нормы для выборки студентов-психологов представлены в табл. 42 и 43, а со списком часто встречающихся ответов можно ознакомиться в приложениях 4, 5, 6.

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	4,0559	3,7594	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	8,2571	8,2798	-0,108
Объем памяти на химические элементы, объединенные групповой закономерностью	9,8571	9,6835	2,095*
Объем памяти на химические элементы, объединенные периодической закономерностью	9,3429	8,9725	2,243*
Объем памяти на химические элементы вразброс	8,2286	7,6193	2,484*
Методика Лидина и Андреевой			
Химическая интуиция	20,8143	16,0000	3,333***
Методика прямого шкалирования компонентов химических способностей			
Химическая направленность	61,9667	54,8934	1,914
Химическая память	66,4667	59,3361	2,051*
Химическая интуиция	62,0000	55,7923	1,609
Химический язык	71,4333	59,8027	3,529***
Химическое мышление	67,0000	58,1689	2,518*
Химические руки	66,0333	63,7175	0,536
Способность решать химические задачи	74,5000	60,0060	4,67***
Интерес к химии	8,1471	6,3039	2,788**

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 (искл. 3 арифметический субтест)), показателями творческих способностей (тест Торренса); показателями теста 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 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 Great chemists¹¹⁶ 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 табл. 45.

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 (рис. 26–28).

Мы предположили, что причиной появления химических рисунков в невербальных субтестах Торренса является более высокая степень дифференцированности когнитивных структур репрезентации химических знаний, являющихся носителем специальных способностей химиков. Данные однофакторного дисперсионного анализа подтвердили наше предположение о наличии причинно-

¹¹⁶ Тест Great chemists предназначен для оценки степени сформированности когнитивных структур репрезентации химических знаний. Чем больше степень дифференцированности структур, тем выше уровень способностей.

следственной связи между временем сложнейших дифференцировок (химический пасьянс, окислительно-восстановительный процесс – не окислительно-восстановительный процесс) и числом химических образов.

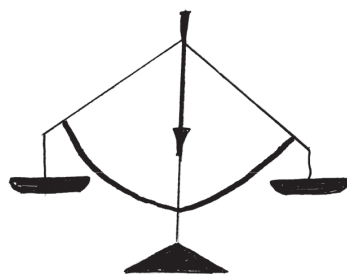


Рис. 26. Аналитические весы

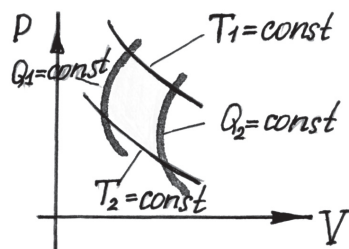


Рис. 27. Цикл Карно

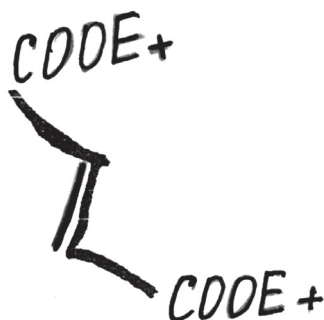


Рис. 28. Формула органического вещества

На основе полученных данных можно утверждать, что студенты, отобразившие химическую форму движения материи в невербальных субтестах Торренса, обладают более высоким уровнем зрелости когнитивных структур химического познания, более высокими специальными способностями. Следовательно, появление «химических образов» в невербальной батарее Торренса может служить более надежным, чем успеваемость, критерием для выявления потенциально способных химиков.

Следует особо подчеркнуть тот момент, что причинно-следственная связь была выявлена между числом химических образов и временем сложнейших химических дифференцировок: чем более тонко дифференцированы когнитивные структуры репрезентации химических знаний, 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 когнитивных структур репрезентации химических знаний 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»¹¹⁷.

Известно, что наиболее значимые образы сознания в ответах испытуемых сохраняются и воспроизводятся лучше. Об этом свидетельствуют эксперименты П. П. Блонского на сохранение. На избирательную активность процессов памяти указывает Е. И. Горбачева. Именно поэтому наибольший интерес представляют типичные, часто встречающиеся ответы испытуемых, которые позволяют воссоздать внутренний мир испытуемых, моделировать содержание и структуру психического отражения действительности. Как указывает Н. И. Чуприкова «Это возможно потому, что характер и особенности поведения глубинно и закономерно

¹¹⁷ Химики о себе. – М.: «ВЛАДМО», УМИЦ «ГРАФ-ПРЕСС», – 2001.

связаны с содержанием, структурой и динамикой отражательной деятельности мозга»¹¹⁸.

Сравним списки типичных ответов студентов-химиков и американских испытуемых в невербальной батарее Торренса (см. приложение 4., табл. 58). 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.

В целом, анализируя данные (табл. 58) 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 (Chi-Square Tests)¹¹⁹: 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 бы не придумал никто, кроме

¹¹⁸ Чуприкова Н. И. Теория отражения, психическая реальность и психологическая наука//Методология и история психологии. Том 1. Выпуск 1. – 2006. – С. 189–190.

¹¹⁹ Программный пакет SPSS Version 10.

тебя!». Инструкция раскрепощает испытуемого, снимает защиты, и в творческом процессе направляет полет мысли к отображению того, что для человека значимо.

В исследованиях М. А. Холодной 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»¹²⁰. Образы, возникающие в условиях понятийного познания, находятся внутри понятийных структур как ее неотъемлемая органическая составляющая.

Итак, что же в реальности мы «измеряем» тестом Торренса? Фактически тест Торренса работает как проективная методика, качественно-содержательный анализ рисунков которой в невербальной батарее позволяет заглянуть во внутренний мир испытуемого. Так, интересна судьба трех студентов второго курса – Максима, Михаила и Андрея. У юношей прекрасная успеваемость, высокие показатели интеллектуального развития, но разное содержание рисунков в невербальной батарее Торренса.

Основное направление рисунков Михаила М. – космос (планеты, звезды, планетарные системы). В конце второго курса Михаил 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 интересной, 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.

¹²⁰ Холодная М. А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2002. – С. 121.

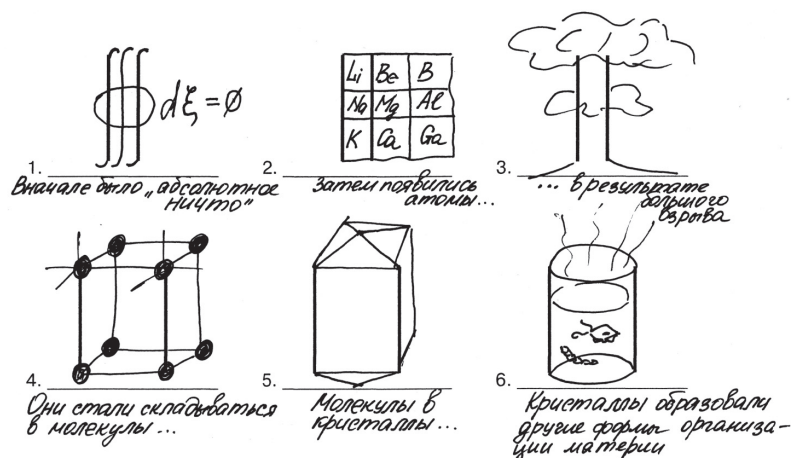


Рис. 29. Максим А. Химический взгляд на происхождение жизни на Земле

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 семестре невербальной батареи Торренса на основе шести пар параллельных линий нарисовал несколько картинок, последовательно развивающих единый сюжет – химический взгляд на происхождение жизни на Земле (рис. 29). К пятому курсу Максим является участником научно-исследовательских грантов, победителем Всероссийской олимпиады по физической химии среди студентов, награжден именной стипендией. Его область интересов – кристаллохимия.

Еще более интересны результаты выполнения субтеста «Параллельные линии» Александром Б. На рис. 30 он изобразил процесс перегонки органического вещества с использованием обратного холодильника и осушителя. Оказалось, что Александр поступил на химфак вопреки воле родителей. Ни слезы, ни мольбы родителей, ни к чему не привели. 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.

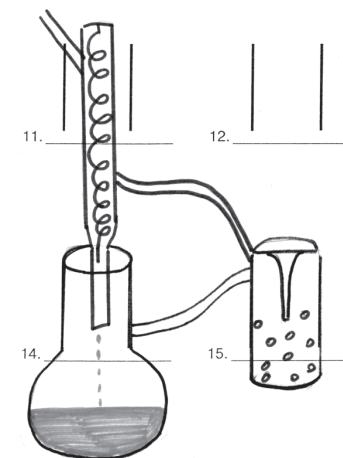


Рис. 30. Александр Б. Процесс перегонки с использованием обратного холодильника и осушителя

Екатерина П. – хорошо успевающая студентка, особых трудностей в учебе не испытывает, но в ее рисунках звучит музыка, мы видим театр, сцену, балетную пачку. 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 (рис. 31).

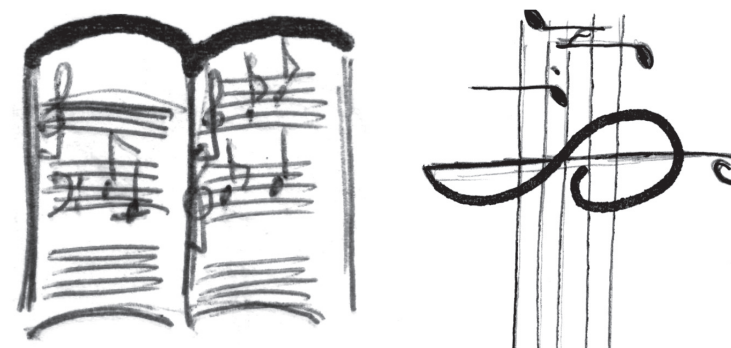


Рис. 31. Екатерина П. Ноты и нотный стан

Как мы видим, качественный 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.

Основные выводы по данному параграфу

1. Чем более тонко дифференцированы когнитивные структуры репрезентации химических знаний, 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 более надежным, чем успеваемость 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.

5.7. Химическая направленность ума

«Склад ума», «умственная направленность», «склонность», «предметная ориентация мышления», под этими понятиями обычно подразумевают нечто такое, что определяет индивидуальный почерк в решении задач, границы мыслительной обработки материала, предрасположенность «думать так, а не иначе».

М. А. Холодная при анализе интеллекта предлагает учитывать интеллектуальные интенции как состояния направленности ума, которые по своим механизмам являются продуктами эволюции индивидуального ментального опыта, а по форме выражения неопределенно переживаемыми и в то же время чрезвычайно устойчивыми чувствованиями¹²¹.

Е. И. Горбачева отмечает, что индивидуальные предпочтения субъекта в оперировании конкретными формами репрезентации

¹²¹ Холодная М. А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. – М. – Томск. 1997. – С.215.

предметного материала, особая наблюдательность, предрасположенность к определенным специфическим характеристикам материала и использованию тех или иных языков кодирования служит психологическим индикатором умственных предпочтений. 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»¹²². По мнению Е. И. Горбачевой, предметная избирательность мышления должна быть понята как соответствие характеристик мышления индивида содержанию и логике решаемой им задачи¹²³.

А. М. Матюшкин считает, что «устойчивая избирательность, возможно, составляет одно из оснований развития специальных способностей...»¹²⁴.

В. А. Крутецкий, 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 деятельности¹²⁵.

Однако Е. И. Горбачева уточняет: общее между мотивом, установкой и предметной избирательностью мышления является то, что предметное содержание переживается субъектом. Отличие состоит

¹²² Горбачева Е. И. Предметная ориентация мышления: сущность, механизмы, условия развития: научное издание – Калуга: КГПУ им. К. Э. Циолковского, 2001. – С. 3.

¹²³ Там же. С. 46.

¹²⁴ Одаренность и возраст. Развитие творческого потенциала одаренных детей: учеб. пособие /Под ред. А. М. Матюшкина. – М.: Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 2004. – С. 20–21.

¹²⁵ Крутецкий В. А. Психология математических способностей школьников / Под ред. Н. И. Чуприковой. – М.: Издательство практической психологии; Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 1998. – С. 329–330.

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. Е. И. Горбачева в своих работах выделяет:

– факторы формирования предметной избирательности мышления: импрессинг, кристаллизация опыта, фасцинация, накопленные формы познавательной активности, значимость и экспрессивная неоднородность генов;

– виды предметной ориентации мышления: временно-ситуативная, активная, латентная, мнимая и электоральная мобилизация (широкая и узкая);

– функции предметной ориентации мышления: информационная, стимулирующая, идентифицирующая, редуцирующая, амплифицирующая¹²⁶.

В ряде работ, посвященных изучению особенностей деятельности химиков, в качестве одного из основных компонентов специальных способностей выделяют: «химическое видение» мира (Г. И. Егорова, Е. Е. Доманова); «химическая наблюдательность» (Д. А. Эпштейн, К. Борецка, Х. Т. Оманов). Опираясь на данные работы, анализ биографий великих химиков, а также результаты собственных исследований и наблюдений можно определить химическую направленность ума как особую чувствительность к структурным и содержательным характеристикам химической формы движения материи, системную характеристику индивидуальной психики.

Особенностью химической направленности ума как предметной ориентации мышления является то, что предметное содержание химии может быть зримым, вещественным, осязаемым, оно затрагивает всю сенсорно-перцептивную организацию человека. Роберт Бернс Вудворд – величайший химик-органик XX

¹²⁶ Горбачева Е. И. Предметная ориентация мышления: сущность, механизмы, условия развития: научное издание – Калуга: КГПУ им. К. Э. Циолковского, 2001.

столетия, так говорил об этом, 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 взмывающие вверх в процессе перегонки; клубящиеся дымы; запахи – хорошие и плохие; цветовые 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»¹²⁷. Следовательно, одной из ключевых особенностей химической направленности ума является высокий уровень сенсорно-перцептивной различительной чувствительности лежащий в основе особого «ощущения материи», затрагивающий все сенсорно-перцептивные системы. В то время как особенностью слуха музыканта является высокий уровень звуковысотной различительной чувствительности, восприятия художника – чувство формы. Математик обращает внимание на пространственные и количественные отношения, связи и функциональные зависимости, т.е. на математическую сторону явлений, безотносительно к качеству материала. Химик смотрит на мир сквозь призму вещества, т.е. качественных изменений задающих и определяющих диапазон количественных изменений.

Результаты экспериментального исследования, представленные в табл. 46 и 47, как в группах студентов лучше и хуже успевающих по химическим дисциплинам, так и в группах отразивших-неотразивших химические образы в невербальной батарее Торренса показывают значимые различия времени различения стимул-объектов в основном только по сенсорным и перцептивным дифференцировкам.

¹²⁷ По работе: Вудворд К. Артистизм и элегантность Роберта Бернса Вудворда // Химия и жизнь – XXI век. 1998. - № 4. – С. 16.

Показатели времени дифференцирования стимул объектов в группах лучше и хуже успевающих по химическим дисциплинам студентам второго 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. $\geq 4,75$) – 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*	,028
2	Простая, среднее	16,53	17,90	-2,872**	,041
3	Сложная, 1 проба	16,96	18,99	-3,608***	,002
4	Сложная, среднее	16,06	17,54	-3,246***	,007
Перцептивные дифференцировки					
5	Простая, 1 проба	15,51	17,50	-3,140**	,002
6	Простая, среднее	14,92	16,42	-2,770**	,005
7	Сложная, 1 проба	20,85	23,80	-3,103**	,002
8	Сложная, среднее	18,73	20,35	-2,146*	,010
Тожество-различие					
9	Простая, 1 проба	26,41	28,35	-2,104*	,030
10	Простая, среднее	22,18	23,00	-1,360	,263
11	Сложная, 1 проба	32,14	32,46	-,246	,893

№	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. $\geq 4,75$) – 42 чел.	в группе хуже успевающих по химическим дисциплинам (ср. хим. $< 4,75$) – 289 чел.		
12	Сложная, среднее	25,01	25,92	-1,127	,397
Семантические дифференцировки					
13	Простая, 1 проба	24,31	25,96	-2,450*	,062
14	Простая, среднее	21,90	22,81	-1,834	,213
15	Сложная, 1 проба	28,85	30,26	-1,673	,152
16	Сложная, среднее	25,69	26,25	-,758	,785
Личностные дифференцировки					
17	Простая, 1 проба	36,8049	38,8034	-1,705	,134
18	Простая, среднее	30,2834	31,4312	-1,394	,240
19	Сложная, 1 проба	42,9756	45,2028	-1,373	,429
20	Сложная, среднее	36,0072	36,7742	-,548	,585
Все дифференцировки					
21	Простая, 1 проба	24,1317	25,9579	-3,059**	,014
22	Простая, среднее	21,1662	22,3105	-2,611*	,058
23	Сложная, 1 проба	28,2610	30,1209	-2,228*	,071
24	Сложная, среднее	24,3067	25,3946	-1,692	,105
25	Число химических образов в невербальной батарее Торренса	1,48	0,61	3,577***	,000

Таблица 47

**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 неотразивших 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*
Тожество–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

Но 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.

М. В. Ломоносов в работе «Слово о пользе химии...» так определяет сущность химической направленности ума: «Химик требуется 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 Nature сокровенную тайну точным и непоползновенным языком вывести умеет. Бесполезны тому очи, кто желает видеть внутренность вещи, лишаясь рук к отверстию оной. Бесполезны 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...»¹²⁸.

По мнению Д. А. Эпштейна: «Химик начинается лишь на той ступени познания химического превращения, когда за внешним проявлением перед ним открывается мир мельчайших частиц»¹²⁹.

Е. Е. Доманова¹³⁰ в качестве одного из «симптомокомплексов» в структуре интегральной индивидуальности учителя химии выделяет «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 пред-

¹²⁸ Ломоносов М. В. Слово о пользе химии. – 1751. – С. 90.

¹²⁹ Эпштейн Д. А. Формирование химических способностей у учащихся // Вопросы психологии. 1963. – № 6. – С. 108.

¹³⁰ Доманова Е. Е. Специальные способности в структуре интегральной индивидуальности учителей биологии и химии: дис. ... канд. психол. наук. – Пермь, 1999. – С. 67-68.

метное действие – «переход от макроуровня наблюдений за химической реакцией к микроуровню ее атомно-молекулярного описания на языке химических формул и уравнений (и обратно)»¹³¹. Это действие, пишет автор «явно не сводимо к химической теории, поскольку и предшествующие психолого-педагогические исследования и наши собственные экспериментальные данные свидетельствуют о качественном освоении теоретического материала».

Обратимся к табл. 48, в которой представлены результаты экспериментального исследования по разработанной нами методике прямого шкалирования основных компонентов общих и специальных способностей «МИКОСС» (приложение 7). В данном эксперименте студентам предлагалось оценить актуальный и желаемый уровень развития определенных качеств личности.

Таблица 48

Показатели методики МИКОСС в группах лучше и хуже успевающих по химическим дисциплинам студентов второго 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. ≥ 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

¹³¹ Рехтман И. В. Психологические условия формирования ориентировочной основы действий (на материале обучения химии): дис. ... канд. психол. наук. – М., 2000. – С. 8.

№	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. ≥ 4.75) – 32 чел.	в группе хуже успевающих по химическим дисциплинам (ср. хим. < 4.75) – 241 чел.		
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

Как 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 показателям общих способностей и языковых способностей выявлено не было. Аналогичные различия (U – критерий) были

получены в группе отразивших (87 чел.) и неотразивших (156 чел.) химические образы в невербальной батарее Торренса.

Обобщая вышеизложенное можно отметить:

1. Химическая направленность ума – это особая чувствительность к структурным и содержательным характеристикам химической формы движения материи, системная характеристика индивидуальной психики.

2. Особенность химической направленности ума как предметной ориентации мышления состоит в том, что она затрагивает всю сенсорно-перцептивную организацию человека.

3. 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.

5.8. Некоторые соображения о природных предпосылках химических способностей

Одним из существенных моментов в исследовании специальных способностей химиков является вопрос о природных основах этих способностей. Анализ биографических материалов показывает, что родители многих выдающихся химиков как прошлых веков, так и современности были связаны с химическими знаниями – аптекари, врачи, промышленники, медики, химики (Юстус Либих, Жозеф Луи Пруст, Марселен Жан Бертло, Д. И. Менделеев, Л. Полинг). Но также были и ученые из семей, не имеющих никакого отношения к химии: Рудольф Глаубер (сын цирюльника), Станислао Канниццаро (сын шефа полиции), М. В. Ломоносов (сын рыбака).

Среди российских ученых – Н. В. Агеев, И. П. Алимарин, А. П. Виноградов, Н. С. Ениколопов, Н. А. Изгарышев и др. – из семей служащих. Н. М. Жаворонков, С. Н. Данилов, К. А. Андрианов, К. А. Кочешков – дети крестьян. У Э. В. Брицке – отец агроном. А. Н. Башкиров – из семьи коммерсанта, Н. Н. Ворожцов – из семьи торгового служащего, В. В. Воеводский из семьи юриста.

У А. Е. Арбузова, А. В. Думанского, Б. А. Казанского, Д. Н. Курсанова отцы – химики. У А. А. Баландина оба родителя – химики. Из семей врачей, провизоров – Н. В. Белов, И. В. Березин, С. И. Вольфович, Я. И. Герасимов, И. В. Гребенщиков, М. И. Ильинский и др. У А. А. Гринберга, В. А. Каргина отцы – горные инженеры. Среди студентов встречаются химики в третьем и даже четвертом поколениях.

Для выяснения природных основ тех или иных способностей наиболее часто применяются 1) методы психогенетики; 2) психофизиологические методы исследования типологических свойств нервной системы; 3) скоростные характеристики нервной системы¹³².

В данном параграфе мы не претендуем на полное и окончательное решение вопроса о природных основах химических способностей, однако приводим некоторые предварительные данные, которые еще нуждаются в более тщательном экспериментальном исследовании и в глубоком осмыслении, но которые необходимы для более полного представления о специфике способностей химиков. Обратимся к анализу некоторых предварительных результатов:

1. Отсутствие единого подхода к определению тех или иных понятий существенно затрудняет психогенетический анализ, поскольку не всегда ясно, генетику какого психологического признака необходимо изучать. Обзор литературных источников не позволил выявить достаточно надежные экспериментальные данные о роли наследственности в развитии специальных способностей химиков. В работе А. И. Савенкова представлены данные генетиков Ф. Айалы и Дж. Кайгера, согласно которым степень зависимости способностей к естественным наукам от наследственных факторов составляет 0,34¹³³. И. В. Равич-Щербо приводит данные, согласно которым коэффициент наследуемости признаков, отвечающих за успешность в усвоении естественных дисциплин равен 0,30¹³⁴.

¹³² См.: Акимова М. К. Интеллект как динамический компонент в структуре способностей. Дис. ...док. психол. наук. – М., 1999. – С. 190–206.

¹³³ Савенков А. И. Одаренные дети в детском саду и школе. – М., 2000. – С. 42.

¹³⁴ Равич-Щербо И. В. и др. Психогенетика. Учебник/И. В. Равич-Щербо, И. И. Полетаевой, – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Аспект Пресс, 2006. – С. 236.

Можно предположить аналогичную зависимость и для химических способностей.

2. Б. М. Теплов в своих исследованиях показал, что типологические свойства нервной системы «входят в состав природных основ развития способностей, в состав задатков»¹³⁵. Задатки – анатомно-физиологические особенности человека, «которые лежат в основе развития способностей»¹³⁶. Согласно современным представлениям свойства нервной системы, являясь физиологическими особенностями организма, рассматриваются как фенотипические, наследуемость которых очень высока. Получены многочисленные экспериментальные факты подтверждающие, что основные свойства нервной системы могут рассматриваться в качестве природных основ умственных способностей.

В. П. Симоновым на морфофизиологическом уровне подтверждена гипотеза И. П. Павлова о специально человеческих типах высшей нервной деятельности – «художниках», «мыслителях» и «среднем типе»¹³⁷.

В работах Э. А. Голубевой, Н. Я. Большуновой, Г. Н. Дерюгиной подтверждена гипотеза А. М. Иваницкого о возможных индивидуальных различиях вызванных потенциалов у испытуемых с различным типом высшей нервной деятельности.

В. В. Печенковым обнаружено, что сочетание слабости, инертности, инактивированности соответствующее на физиологическом уровне формированию меланхолического темперамента, чаще соотносится с формированием мыслительного типа; холерическое сочетание силы, лабильности, активированности способствует формированию художественного типа.

В. Д. Мозговой выявил, что умственная активность в значительной мере определяется особенностями деятельности лобно-ретикулярной системы мозга, а именно, повышенной суммарной энергией β – 2 ритма, средним уровнем асимметрии единичных волн ЭЭГ лобного отведения и др.

¹³⁵ Теплов Б. М. Избранные труды. В 2-х т. Т. 1. Психология музыкальных способностей. – М., 1985. – С. 19.

¹³⁶ Там же. С. 11.

¹³⁷ Симонов П. В. Эмоциональный мозг. – М., 1981. – 215 с.

В. М. Русалов и С. А. Кошман обнаружили факты, свидетельствующие о связи формально-динамических факторов интеллектуального поведения с особенностями нейродинамики испытуемых¹³⁸. Так же В. М. Русаловым с сотрудниками были установлены определенные взаимоотношения темперамента и показателей интеллекта¹³⁹.

Получены многочисленные факты, свидетельствующие о связи биологических особенностей нервной системы не только с общими интеллектуальными, но и некоторыми специальными видами деятельности. Например, К. М. Гуревич¹⁴⁰, В. И. Рождественская и Л. П. Степанова¹⁴¹ показали, что в экстремальных условиях преимущество имеют лица с более сильной нервной системой, а в некоторых монотонных – с более слабой.

В комплексном исследовании познавательных способностей под руководством Э. А. Голубевой¹⁴² было выявлено, что для детей 6 лет характерно преобладание невербальных функций, образность и эмоциональность восприятия, памяти, мышления, доминирование правого полушария, слабость и лабильность нервной системы. В 13–14 лет больший удельный вес приобретают вербальные компоненты мнемических и интеллектуальных способностей, но весьма существенным остается и невербальный. Э. А. Голубева отмечает наибольшее число положительных корреляций невербальных компонентов памяти и мышления с усвоением предметов естественного цикла, а вербальных – с усвоением предметов гуманитарного цикла¹⁴³. В психофизиологических соотношениях эта зависимость

¹³⁸ Русалов В. М. Биологические основы индивидуально-психологических различий. – М., 1979.

¹³⁹ Русалов В. М., Наумова Е. Р. О связях общих способностей с «интеллектуальными» шкалами темперамента // Психол. Журнал, 1999, Том 20, – № 1. – С. 70–77.

¹⁴⁰ Гуревич К. М. Профессиональная пригодность и основные свойства нервной системы. – М., 1970.

¹⁴¹ Степанова Л. П., Рождественская В. И. Особенности работоспособности в условиях монотонной деятельности // Вопр. психологии. 1986. – № 3. – С. 121–127.

¹⁴² Голубева Э. А., Изюмова С. А., Кабардов М. К., Кадыров Б. Р., Матова М. А., Печенков В. В., Суворова В. В., Тихомирова И. В., Туровская З. Г., Юсим Е. Д. Опыт комплексного исследования учащихся в связи с некоторыми проблемами дифференциации обучения // Вопр. психологии. 1991. – № 2. – С. 132–139.

¹⁴³ Голубева Э. А. Комплексное исследование способностей // Вопр. психологии. 1986. – № 5. – С. 18–30.

подтверждается косвенным образом; число значимых корреляций показателей основных свойств нервной системы с успешностью усвоения предметов естественного цикла практически одинаково для правого и левого полушарий, а предметов гуманитарного цикла различно – для правого полушария таких корреляций в два раза меньше, нежели левого. Интересны данные о соотношении способностей, склонностей и направленности личности семиклассников с их психофизиологическими характеристиками: число значимых корреляций для способностей – 25, для склонностей – 8, для видов направленности – 1, что свидетельствует о большей природной составляющей в способностях, меньшей в склонностях и еще меньшей в направленности. Для «художников» характерна большая выраженность силы, активированности и инертности нервной системы, более высокий уровень энергетических и следовых процессов в информационном блоке мозга. Для «мыслителей» природную основу способностей составляет сочетание слабости, лабильности и инактивированности нервной системы, т.е. менее выраженная «энергетика», компенсируемая саморегуляцией и скоростными возможностями.

С целью выяснения природных основ химических способностей рассмотрим особенности формально-динамических свойств индивидуальности (методика ОФДСИ В. М. Русалова), типов высшей нервной деятельности (тест Б. Р. Кадырова) в группах более способных и менее способных по химическим дисциплинам студентов второго курса химического факультета (лучше и хуже успевающих по химическим дисциплинам студентов, а также отразивших и неотразивших химические образы в невербальной батарее Торренса). Как показано в наших предыдущих исследованиях, отражение химических образов в невербальной батарее Торренса может служить более надежным критерием, чем успеваемость для выявления потенциально способных в химии студентов¹⁴⁴.

Студенты, отразившие химические образы в невербальной батарее Торренса (табл. 49) отличаются более высокими показателями

¹⁴⁴ 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. Выпуск 21. – С. 241–253.

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 (табл. 50) у данных студентов более выражен показатель аналитического мышления. Группа отразивших химические образы в невербальной батарее Торренса тяготеет к «мыслительному типу» высшей нервной деятельности по Павлову, а неотразивших – к «среднему».

Еще отчетливее проявляются различия по формально-динамическим показателям интеллектуальной сферы – активности, эргичности, скорости, пластичности в группах отлично и хуже успевающих по химическим дисциплинам студентов (см. табл. 49). Данная группа студентов отличается меньшими эмоциональностью и коммуникативностью. По показателям теста Кадырова (см. табл. 50) отлично успевающие по химии студенты также менее эмоциональны, характеризуются более выраженными показателями саморегуляции, аналитического мышления, второй сигнальной системы, обладают более сильной нервной системой. Различия в группах лучше и хуже успевающих по химии студентов по типу высшей нервной деятельности достигают статистической значимости: 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 разных типов темперамента в группах лучше и хуже успевающих по химии испытуемых, а также отразивших-неотразивших образы химии в невербальной батарее Торренса (диаграммы 6, 7). На диаграмме 6 представлена частота встречаемости общего типа темперамента.

Сравнительный анализ формально-индивидуальных показателей по опроснику В. М. Русалова 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.)		
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	,152	98,70	97,31	,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	-,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*	

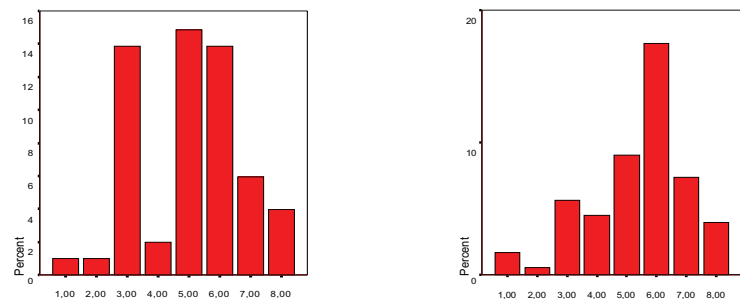
Сравнительный анализ показателей теста Б. Р. Кадырова в разных группах испытуемых

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 сигнальности	-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

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

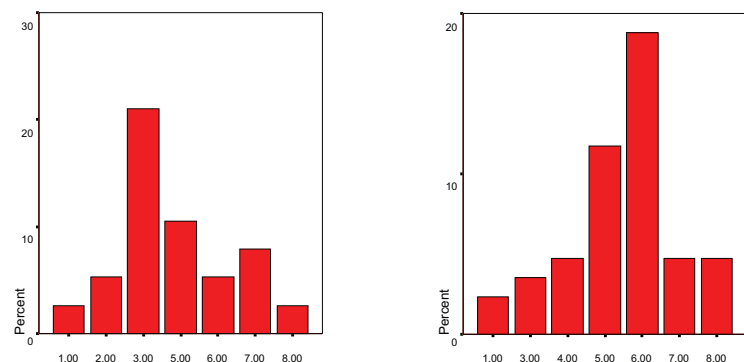
Диаграмма 6

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



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

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 высокоэмоциональ-

ный тип формально-динамических свойств индивидуальности наиболее часто встречается в группе студентов хуже успевающих по химии или неотразивших химические образы в невербальной батарее Торренса.

В группе отлично успевающих по химии студентов или отразивших химические образы доминирующими формально-динамическими свойствами индивидуальности являются – 3 и 5 типы (сангвиники и смешанный низкоэмоциональный). И не характерны 2, 4 и 8 типы темперамента, отличающиеся низкой активностью.

Еще более отчетливо эта тенденция выражена в интеллектуальной сфере¹⁴⁵: в группе отлично успевающих по химии студентов – частота встречаемости 3 типа (сангвиники) и 7 типа (смешанный высоко-активный) значительно выше (диаграмма 7).

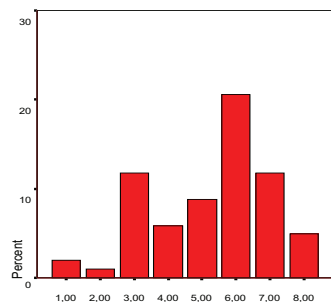
В психомоторной сфере различия между формально-динамическими свойствами индивидуальности в группах лучше и хуже успевающих по химическим дисциплинам, а также в группах отразивших-неотразивших химические образы менее выражены, чем в интеллектуальной сфере. Во всех группах испытуемых доминирующими являются 3 и 7 типы темперамента. Однако в группах отразивших химические образы и отлично успевающих по химии студентов практически не встречаются испытуемые с холерическим (1 тип), флегматическим (2 тип) и меланхолическим (4 тип) типами темперамента.

145

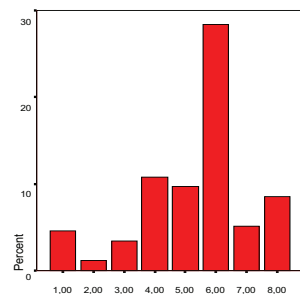
Тип	Активность	Эмоциональность	Темперамент
1	Больше 102	Больше 34	Холерик
2	Меньше 78	Меньше 26	Флегматик
3	Больше 102	Меньше 26	Сангвиник
4	Меньше 78	Больше 34	Меланхолик
5	От 78 до 102	Меньше 26	Смешанный низко-эмоциональный тип
6	От 78 до 102	Больше 34	Смешанный высоко-эмоциональный тип
7	Больше 120	От 26 до 34	Смешанный высоко-активный
8	Меньше 78	От 26 до 34	Смешанный низко-активный
9	От 78 до 102	От 26 до 34	Неопределенный

Диаграмма 7

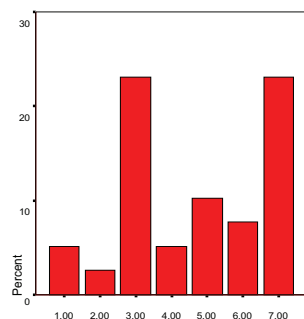
Частота встречаемости различных типов темперамента
(ОФДСИ В. М. Русалова,
интеллектуальная сфера) в разных группах испытуемых



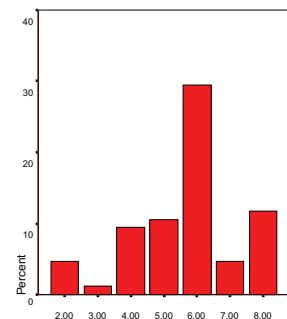
Группа испытуемых, отразивших химические образы – 102 человека



Группа испытуемых, неотразивших химические образы – 176 человек



Группа испытуемых, отлично успевающих по химии (≥ 4,75) – 42 человека



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

Данные непараметрического анализа свидетельствуют о том, что такое распределение значений формально-динамических свойств индивидуальности в группах лучше и хуже успевающих по химиям, а также отразивших и неотразивших образы химии не является случайным.

По-видимому, такие природные предпосылки как высокая активность нервной системы и низкая эмоциональность, доминирование второй сигнальной системы являются более благоприятными внутренними условиями формирования когнитивных структур репрезентации химических знаний. Выявлено значимое различие показателей успеваемости по химическим дисциплинам, математике, физике у студентов с разным типом темперамента. Испытуемые 3 (сангвиники) и 7 (смешанный высокоактивный) типов темпераментов характеризуются более высокими показателями силы нервной системы и доминированием второсигнальности. Испытуемые 6 типа темперамента (смешанный высокоэмоциональный) отличаются более низкими показателями силы нервной системы и незначительным преобладанием первосигнальности (65,36 – показатель первой сигнальной системы и 66,14 – второй сигнальной системы).

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

В данных группах испытуемых были выявлены значимые различия 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 ($t = 2,134^*$), объем долговременной памяти ($t = 3,389^{***}$) и кратковременной на химические элементы, связанные периодической закономерностью ($t = 3,137^{**}$), химические дифференцировки простые ($t = -3,868^{***}$) и сложнейшие ($t = -2,077^*$).

По показателям методики «Великий химик» в группе испытуемых сангвинистического и смешанного высокоактивного в сравнении с группой испытуемых смешанного высокоэмоционального типов темпераментов 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 пла-

не при решении различных задач, что для лиц менее активных, более эмоциональных, с более слабой нервной системой достаточно затруднительно.

Полученные нами данные согласуются с исследованиями М. К. Акимовой, 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 решения¹⁴⁶.

Студенты 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 (табл. 51).

Полученные нами данные об успешности для групп испытуемых с разными типами дифференциального темперамента в интеллектуальной сфере согласуются с полученными ранее результатами для групп более способных и менее способных по химическим дисциплинам студентов.

Рассмотрим результаты корреляционного анализа. Для всей выборки студентов выявлено 55 значимых корреляционных связей показателей успеваемости с показателями формально-динамических свойств индивидуальности 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, скорости, 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.

¹⁴⁶ Акимова М. К. Интеллект как динамический компонент в структуре способностей. Дис. ...док. психол. наук. – М., 1999. – С. 320.

Таблица 51

Показатели интеллекта (тест Дж. Равенна) и когнитивной дифференцированности (тест включенных фигур Г. Уиткина) в группах испытуемых с разным 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. Равенна (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 E	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 такие испытуемые считаются полнезависимыми, больше 2,5 – полнезависимыми.

В группе хуже успевающих по химии студентов число значимых корреляционных связей между показателями успеваемости и показателями формально-динамических свойств индивидуальности, силы нервной системы и показателями опросника Б. Р. Кадырова намного выше (97), чем в группе отлично успевающих (14). Полученные данные свидетельствуют о большей зависимости успешности хуже успевающих по химическим дисциплинам студентов от природных особенностей. Причем, выявлены причинно-следственные связи (однофакторный дисперсионный анализ) 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 причинно-следственные 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. Выявлены достоверные причинно-следственные связи 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 эмоциональностью ($F=4,02^*$) по тесту ОФДСИ В. М. Русалова, эмоциональностью по тесту Б. Р. Кадырова ($F=5,473^*$).

Полученные данные показывают, 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.

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 К-независимых выборок (Н-критерий Kruskal-Walis) позволили выявить наличие причинно-следственной связи между типами темперамента и успешностью обучения по химическим дисциплинам ($30,68^{***}$); показателями химических способностей: «химические дифференцировки»; скорость кодирования цифр знаками химических элементов объединенных периодической закономерностью ($14,56^*$); объем кратковременной памяти на элементы, объединенные периодической закономерностью ($15,14^*$); химическая интуиция ($33,28^{***}$); долговременная химическая память (простая информация – $17,61^*$, сложная – $19,67^{**}$); самооценка таких показателей химических способностей как интуиция, память, мышление, способность осуществлять специфические химические расчеты; показатели методики «Великий химик» и т.д.

3. Еще один подход к выяснению биологических основ умственных способностей связан со скоростными характеристиками нервной системы, в основе которого лежит представление о том, что успешность выполнения умственных действий определяется вероятностью беспрепятственного прохождения закодированной информации по нервным каналам. В основе данного подхода представление о существовании единого скоростного генотипически обусловленного фактора работы нервной системы. Основным показателем данного фактора является скорость обнаружения и различения стимул объектов.

Сравним результаты экспериментального исследования в группах лучше и хуже успевающих по химическим дисциплинам студентов и в группах испытуемых с разным типом дифференциального темперамента в интеллектуальной сфере (табл. 52). Общее – больше всего значимых различий по сенсорным, перцептивным и тождество-различие дифференцировкам, меньше всего – семантическим и личностным. По-видимому, высокая сенсорно-перцептивная раз-

личительная чувствительность и такие формально-динамические свойства индивидуальности как высокая активность и низкая эмоциональность создают более благоприятные условия для формирования химических способностей.

Особенностью химической направленности ума является то, что предметное содержание химии может быть зримым, вещественным, осязаемым, оно затрагивает всю сенсорно-перцептивную организацию человека (см. 5.7).

В рамках вышеизложенного материала становятся понятными не объяснимые ранее факты: почему значимые различия по методике Т. А. Ратановой «Когнитивная дифференцированность стимулов объектов» (см. табл. 52) между лучше и хуже успевающими по химическим дисциплинам студентами мы наблюдаем в основном только по сенсорным и перцептивным дифференцировкам. В то время как данные, полученные по этой методике на таких выборках как одаренные дошкольники (Е. В. Иванова, 1999), учащиеся младших классов общеобразовательных школ (Г. А. Винокурова, 1999), учащиеся девятого класса средней школы (С. В. Гриценко, 1997), студенты-физики четвертого курса педагогического института (В. И. Завалина, 1998), студенты математики и филологи четвертого курса педагогического колледжа (О. Н. Боровик, 2002), учащиеся четвертых классов художественной школы (Т. А. Юшко, 1997), учащиеся выпускных классов музыкальной школы и школы искусств (И. А. 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 «ключевую роль в успешности обучения дискриминативной способности мозга в области семантических отношений»¹⁴⁷.

В исследованиях И. А. Логановой подростков с более высокими музыкальными и художественно-изобразительными способностями было выявлено, что время практически всех типов скоростной

¹⁴⁷ Ратанова Т. А., Чуприкова Н. И. Время реакции как показатель дискриминативной способности мозга // Психология высших когнитивных процессов / Под ред. Т. Н. Ушаковой, Н. И. Чуприковой. Изд-во «Институт психологии РАН», – М. 2004. – С. 33–56.

Таблица 52
Средние значения времени дифференцирования стимул-объектов в разных группах испытуемых

№	Название показателя	Средние значения показателей в группах испытуемых с разным типом диф. темперамента (интеллектуальная сфера)		Значение t – критерия Стьюдента	Средние значения показателей в группах испытуемых		Значение t – критерия Стьюдента
		сангвиники и смешанный высокоактивный (39 чел.)	смешанный эмоциональный (75 чел.)		лучше успевающие $\geq 4,75$ (41 чел.)	хуже успевающие $< 4,75$ (289 чел.)	
Сенсорные дифференцировки							
1	Простая, 1 проба	18,17	19,79	-2,126*	17,58	19,21	-3,098**
2	Простая, среднее	17,17	18,26	-1,648*	16,53	17,89	-2,841**
3	Сложная, 1 проба	18,24	19,76	-1,936	16,96	18,99	-3,596***
4	Сложная, среднее	16,77	18,07	-2,174*	16,06	17,53	-3,224**
Перцептивные дифференцировки							
5	Простая, 1 проба	15,91	18,10	-3,393***	15,51	17,49	-4,184***
6	Простая, среднее	15,47	16,73	-2,386*	14,92	16,40	-3,537***
7	Сложная, 1 проба	22,59	24,64	-1,609	20,85	23,81	-3,108**
8	Сложная, среднее	19,64	20,66	-1,123	18,74	23,81	-2,131*
Тождество-различие							
9	Простая, 1 проба	27,06	29,83	-2,208*	26,41	28,37	-2,117*
10	Простая, среднее	21,77	23,63	-2,580*	22,18	22,99	-1,344
11	Сложная, 1 проба	31,09	34,00	-1,954	32,14	32,43	-0,220
12	Сложная, среднее	24,28	26,94	-3,053**	25,01	25,92	-1,127
Семантические дифференцировки							
13	Простая, 1 проба	25,29	25,89	-0,683	24,31	25,96	-2,448*
14	Простая, среднее	22,25	22,89	-1,022	21,90	22,80	-1,816
15	Сложная, 1 проба	29,13	30,30	-1,218	28,85	30,25	-1,665
16	Сложная, среднее	25,96	26,22	-0,324	25,69	26,32	-0,915

№	Название показателя	Средние значения показателей в группах испытуемых с разным типом диф. темперамента (интеллектуальная сфера)		Значение t – критерия Стьюдента	Средние значения показателей в группах испытуемых		Значение t – критерия Стьюдента
		сангвиники и смешанный высокоактивный (39 чел.)	смешанный высокоэмоциональный (75 чел.)		лучше успевающие $\geq 4,75$ (41 чел.)	хуже успевающие $< 4,75$ (289 чел.)	
Личностные дифференцировки							
17	Простая, 1 проба	37,21	38,42	-0,761	36,80	38,74	-1,652
18	Простая, среднее	30,04	31,69	-1,658	30,28	31,41	-1,374
19	Сложная, 1 проба	43,78	44,76	-0,429	42,97	45,21	-1,379
20	Сложная, среднее	36,35	37,51	-0,648	36,00	36,75	-0,533
Все дифференцировки							
21	Простая, 1 проба	24,73	26,40	-2,030*	24,13	25,94	-3,028**
22	Простая, среднее	21,34	22,62	-2,179*	21,16	22,29	-2,582*
23	Сложная, 1 проба	28,85	30,66	-1,558	28,26	30,11	-2,220*
24	Сложная, среднее	24,60	25,89	-1,637	24,30	25,38	-1,675

классификации на статистически значимом уровне короче, чем у подростков с более низкими художественными и музыкальными способностями.

Итак, обобщая вышеизложенное, можно отметить:

1) коэффициент наследуемости признаков, отвечающих за успешность в усвоении химических знаний, может составлять 0,3–0,34;

2) более способные по химическим дисциплинам студенты 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;

3) отлично успевающие по химическим дисциплинам студенты, а также отразившие химические образы в невербальной батарее Торренса тяготеют к «мыслительному типу» высшей нервной деятельности по Павлову, а неотразившие и хуже успевающие – к «среднему»;

4) отлично успевающие по химии студенты характеризуются более выраженными показателями саморегуляции, аналитического мышления, второй сигнальной системы, обладают более сильной нервной системой;

5) в группе более способных по химии студентов в интеллектуальной сфере наиболее часто встречается сангвинистический и смешанный высоко-активный типы дифференциального темперамента и не характерны низкоактивные и высокоэмоциональные типы темперамента, в группе менее успешных по химическим дисциплинам студентов наиболее часто встречается смешанный высокоэмоциональный тип темперамента;

6) данные непараметрического анализа для K-независимых выборок позволили выявить наличие причинно-следственной связи между типами темперамента и показателями химических способностей;

7) 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; ключевую роль в успешности профессиональной деятельности химика может играть дискриминативная способность мозга в области сенсорных и перцептивных отношений, лежащая в основе высокой сенсорно-перцептивной чувствительности (чувства вещества).

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЫСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ, ЗАДЕЙСТВОВАННЫХ ПРИ РЕШЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Для выявления особенностей химического мышления принципиально важными являются подходы Л. С. Выготского, С. Л. Рубинштейна, Л. Н. Ланды, Н. И. Чуприковой, В. А. Крутецкого, М. А. Холодной, Е. И. Горбачевой и др.

Так, Л. С. Выготский отмечал, что «...функции мышления напрямую зависят от строения мыслей, которые функционируют. Ведь всякое мышление устанавливает связь между каким-то образом и представленными в сознании частями действительности. Следовательно, каким образом эта действительность представлена в сознании, не может быть безразличным для возможных операций»¹⁴⁸.

«Говоря о мыслительном процессе, – пишет С. Л. Рубинштейн, – нельзя забывать, что он реально осуществляется применительно к определенному предметному содержанию... мышление выступает в виде большого многообразия различных операций, обусловленных структурой соответствующей предметной области»¹⁴⁹.

М. А. Холодная подчеркивает, что любая форма интеллектуального отражения, в том числе и понятийное мышление, ориентирована на воспроизведение в познавательном образе предметной реальности. Утверждение, что понятийное мышление оперирует «отвлеченными сущностями», конечно же, не более чем метафора¹⁵⁰. В составе понятийной структуры должны присутствовать

¹⁴⁸ *Выготский Л. С.* Мышление и речь // Собр. Соч. Т 4. – М: Педагогика, 1984. – С. 289.

¹⁴⁹ *Рубинштейн С. Л.* О мышлении и путях его исследования. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 48.

¹⁵⁰ *Холодная М. А.* Психология интеллекта. Парадоксы исследования. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2002. – С. 122.

элементы, обеспечивающие представленность в психическом пространстве понятийной мысли предметно-структурных характеристик действительности.

Трудность изучения специфики химического мышления, как и мышления вообще связано с тем, что мыслительные процессы ненаблюдаемы. Для выяснения особенностей и механизмов (структуры) мыслительных процессов, которые задействуются при решении химических задач, мы использовали общенаучный подход – опосредованное познание с помощью построения и верификации моделей. Данный метод наиболее полно представлен в исследованиях Л. Н. Ланды. Выбор способа моделирования мыслительных процессов зависит от наличия или отсутствия в науке декларативных знаний (определений, понятий, законов, формул, теорем, правил), которые определяют процесс решения. Л. Н. Ланда разработал оригинальный способ моделирования – логико-психологический анализ структуры декларативных знаний. Теоретическое обоснование этого способа состоит в том, что правила, законы и т.п. являются результатом отражения человеком реальных объектов и способов оперирования с ними. Поэтому за указанными в положениях признаками лежат определенные мыслительные операции по их выявлению в объекте, за логическими связями признаков – определенная последовательность этих операций, а за итоговой частью положений – операции вывода. Под операцией Л. Н. Ланда понимает автоматизированное и протекающее на бессознательном уровне умственное (мыслительное) действие. Л. Н. Ланда отмечает, что 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.

Помимо указанного способа моделирования мыслительных процессов, 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). Применялся также логический анализ самих химических задач и анализ историко-культурного развития предметного содержания химического мышления (см. главу 3).

Гипотетическое представление о строении того или иного мыслительного процесса можно выразить *в форме описания* (словесного, схематического, символического) системы мыслительных действий, операций, а также *в форме предписания*, каким образом их следует производить.

Верификация гипотетической модели химического мышления осуществлялась во время формирующего эксперимента по программе «Когнитивное обучение на уроках химии». Но, в отличие от традиционной методики верификации гипотетических моделей (как в работах Л. Н. Ланды), в которой испытуемые предварительно знакомятся с моделями-предписаниями решения тех или иных задач, а затем действуют в соответствии с ним. В настоящем исследовании во время формирующего эксперимента создавались условия, в которых испытуемые сами открывали эти модели – предписания в результате специально организованной деятельности.

Для того чтобы показать специфику мышления, обусловленную предметной областью – химия, обратимся к анализу результатов выполнения теста «Greatchemist». Данный тест состоит из трех блоков: первый блок – химические дифференцировки, включающие 13 субтестов на классификацию химических понятий по разным основаниям; второй блок – два субтеста творческих задач (14 – анализ, 15 – синтез), в которых оцениваются параметры – гибкость, беглость, разработанность, направленность; третий блок – арифметический, состоящий из 16 типовых расчетных задач.

Экспериментальная проверка теста осуществлялась с 2002 по 2007 годы. Всего в экспериментальном исследовании было задействовано 1011 человек: 428 учащихся 9-11 классов 33 образовательных учреждений из 25 городов и районов г. Екатеринбурга и Свердловской области. Среди них 99 учащихся 8 классов, 82 учащихся 9 классов, 144 учащихся 10 классов и 103 – 11 классов. А также 575 студентов химического факультета УрГУ из них: 1 курс – 66 человек, 2 курс – 375 человек, 3 курс – 60 человек, 4 курс – 60 чело-

век, 5 курс – 14 человек. В исследовании также приняли участие восемь преподавателей и учителей химии.

6.1. Логико-психологический анализ структуры декларативных знаний «вещество и тело», «физические и химические явления», «гомогенные и гетерогенные системы»

Для анализа структуры декларативных знаний «вещество и тело», «физические и химические явления», «гомогенные и гетерогенные системы» рассмотрим особенности выполнения субтестов 1, 2 и 3 методики «Великий химик».

Субтест 1. «Вещество и тело»

Данное задание является тренировочным, основная цель которого – познакомить испытуемых с особенностями компьютерного тестирования. В задании предлагается разделить вербальные стимулы на две группы, относящиеся к понятиям «тело» и «вещество». Ключевыми признаками, позволяющими операционализировать понятие «тело» являются масса, объем, форма и вещество. Понятие «вещество» чаще всего определяется как то, из чего состоит тело и приводятся примеры: «Так, ложка, кастрюля, дверная ручка – предметы, обладающие разной формой, объемом и массой. Однако их объединяет то, что все они сделаны из алюминия. Алюминий – это вещество. Капля воды – это тело. Вода – это вещество»¹⁵¹. Следовательно, когда речь идет о теле, то в сознании представляется конкретная форма, объем, масса, и вещество (или вещества), из которого это тело состоит. Вербальный стимул «капля воды» вызывает схожие образы сознания. Но вербальный стимул «алюминий» у разных испытуемых вызовет разные образы – ложка, кастрюля, дверная ручка, кусок алюминия и т.д., имеющих разную массу, форму, объем. То есть понятие «тело» в данном контексте можно рассматривать как единичное понятие, относящееся к конкретно-

¹⁵¹ 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. – С. 4.

му предмету, понятие «вещество» – общее, поскольку относится к группе однородных по химическому составу предметов. Обращаясь к анализу историко-культурного развития предметного содержания химического мышления необходимо отметить, что вплоть до конца XIX века понятия «элемент», «тело», «вещество», «агрегатное состояние» были нерасчлененными, слитными в сознании химиков. Аналогичную недифференцированность данных понятий можно увидеть на ранних стадиях формирования когнитивных структур репрезентации химических знаний и в ответах менее способных по химии студентов и школьников (табл. 53):

Таблица 53

Типичные ошибки испытуемых в субтесте «Вещество и тело»

Вопрос	Ответ испытуемого	Правильный ответ
Пластмассовая бутылка	Вещество	Тело
Стакан	Вещество	Тело
Капля воды	Вещество	Тело
Нож	Вещество	Тело
Мяч	Вещество	Тело
Чернила	Тело	Вещество
Древесина	Тело	Вещество
Хлопок	Тело	Вещество
Железо	Тело	Вещество
Капля воды	Вещество	Тело

Субтест 2. «Физические и химические явления»

Задания в данном субтесте предъявляются в виде словесного описания явления или знаково, то есть с использованием знаков химических элементов, частиц, индексов, коэффициентов, зарядов. Для успешного выполнения данного задания необходим достаточно высокий уровень химической направленности ума, «химического видения мира», заключающегося в способности замечать и объяснять химические процессы и явления в повседневной жизни, 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.

Первые критерии различения физических и химических явлений были сформулированы еще в IV веке до нашей эры Аристотелем, говорившем, что «миксис» или истинное смешивание, в отличие от механического приводит к образованию нового тела (вещества), в то время как при механическом смешивании (физическое явление) новых тел (веществ) не образуется. Но в начале XX века физиками были открыты ядерные реакции, так же, как и химические, приводящие к образованию новых веществ. Поэтому к химическим явлениям стали относить только те процессы образования новых соединений, при которых состав ядра атома не затрагивается. Все химические явления в той или иной степени связаны или сопровождаются физическими явлениями, поэтому в данном субтесте к химическим явлениям относят все процессы, в которых происходит образование новых соединений, не затрагивающих изменения ядра атома.

При выполнении задания, необходимо по словесному описанию воссоздать образ той или иной ситуации (химически взглянуть на мир) и вычленив признаки, сигнализирующие об образовании новых соединений (сопровождающие образование новых соединений) такие, как изменение цвета, образование осадка, выделение газа, появление запаха, выделение или поглощение тепла и света и др.

Однако эти признаки являются внешними, и опора только на эти признаки свидетельствует об эмпирическом уровне усвоения знаний, и в конфликтных ситуациях часто ведет к ошибкам. Поэтому в субтесте специально подобраны задания, в которых признаки, сигнализирующие о протекании химического процесса, вступают в конфликт с критериями, характерными и для физического процесса.

Например, перегонка нефти и сухая перегонка древесины. Перегонка – это физический процесс разделения системы на фракции обусловленный различиями в температурах кипения компонентов системы. Но в процессе сухой перегонки древесины происходит не только разделение на фракции, но и разрушение целлюлозы, ведущей к образованию новых соединений. Аналогичная ситуация конфликта в заданиях «получение кислорода из жидкого воздуха» и «получение кислорода из оксида ртути (II)».

В заданиях «свечение электрической лампы накаливания» и «горение свечи» мы видим общие признаки – выделение тепла и света, но только в случае горения свечи происходит еще и образование новых соединений.

При нагревании речной воды и при пропускании электрического тока через водный раствор соли (электролиз) происходит выделение газа. Но только в случае электролиза мы можем отметить образование новых соединений – кислород и др.

«Образование инея на деревьях» и «образование зеленого налета на медных предметах»; «отстаивание» и «брожение»; «нагревание медного провода при пропускании электрического тока» и «при внесении медной пластинки красного цвета в пламя пластинка покрывается черным налетом», уравнения ядерных реакций и уравнения химических реакций – в подобных заданиях мы видим общие признаки, но в одном случае – это физическое явление, а в другом – химическое.

Уравнения химических реакций и уравнения ядерных реакций включают знаки химических элементов, индексы и коэффициенты. И многие слабоуспевающие по химии школьники и студенты увидев условную запись, содержащую знак химического элемента принимают решение, что речь идет о химическом явлении (табл. 54). Слабоуспевающие студенты и школьники к химическим явлениям нередко относят все, что может иметь какое-либо отношение к химии.

Таблица 54

**Типичные ошибки испытуемых в субтесте
«Физические и химические явления»**

Вопрос	Ответ	Правильный ответ
При нагревании речной воды из нее выделяется кислород	Химическое явление	Физическое явление
Получение кислорода из жидкого воздуха	Химическое явление	Физическое явление
${}_{93}^{239}\text{Np} = {}_{-1}^0\text{e} + {}_{94}^{239}\text{Pu}$	Химическое явление	Физическое явление
${}_{90}^{232}\text{Th} = {}_2^4\text{He} + {}_{88}^{228}\text{Ra}$	Химическое явление	Физическое явление
Перегонка нефти	Химическое явление	Физическое явление

Рассмотрим подробнее, какие операции необходимо осуществить испытуемому при дифференциации знаковых стимулов отражающих физические и химические явления, т.е. на что нужно обратить внимание, чтобы отличить условную запись химического процесса от условной записи ядерной реакции.

В условной записи ядерной реакции, так же, как и в химической необходимо абстрагировать из всей совокупности символов знаки химических элементов (заглавная буква или комплекс букв из одной заглавной и одной прописной).

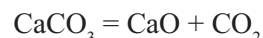
Физическое явление	Химическое явление
${}_{24}^{53}\text{Cr} + {}_1^2\text{D} = {}_0^1\text{n} + {}_{25}^{54}\text{Mn}$	$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$
${}_{27}^{55}\text{Co} = {}_1^0\text{e}^+ + {}_{26}^{55}\text{Fe}$	$\text{AlCl}_3 + 3\text{AgNO}_3 = 3\text{AgCl} + \text{Al}(\text{NO}_3)_3$

В химическом уравнении число знаков каждого элемента в левой и правой частях равенства одинаково, в ядерном – различно.

Знак равенства в химическом уравнении отражает тождество массы, энергии и качественно-количественного (элементного) состава, то есть:

- 1) масса веществ, вступивших в реакцию равна массе образующихся веществ;
- 2) сколько энергии поглощается (или выделяется) при образовании соединений столько и выделяется (или поглощается) при разложении этих соединений;
- 3) соотношение элементов в правой и левой частях уравнения одинаково.

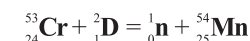
Например, условная запись:



означает, что из одной молекулы карбоната кальция (состоящей из одного атома кальция (Ca), одного атома углерода (C) и трех атомов кислорода (O₃)) образуется одна молекула оксида кальция (один атом кальция и один атом кислорода) и одна молекула углекислого газа (один атом углерода и два атома кислорода). Итого в левой

части уравнения – один атом кальция, один атом углерода и три атома кислорода, в правой части – тоже один атом кальция, один атом углерода и три атома кислорода. Именно такое, а не иное соотношение обусловлено строением атомов (положением элементов в таблице Д. И. Менделеева).

Знак равенства в уравнениях ядерных реакций означает тождество массы и заряда в левой и правых частях. Например,



равенство зарядов (верхний индекс перед знаком элемента):

$$53 + 2 = 1 + 54;$$

равенство масс (нижний индекс перед знаком элемента):

$$24 + 1 = 0 + 25.$$

В отличие от химического уравнения, в ядерных реакциях присутствуют знаки элементарных частиц – электронов (e), протонов (p), нейтронов (n) и др., которые обозначаются прописными буквами. Также в уравнениях ядерных реакций индексы (цифры меньшего размера, чем знаки химических элементов) – верхний, показывающий массовое число, а нижний – заряд пишется перед символом элемента.

В химическом уравнении присутствуют знаки химических элементов, индексы – маленькие цифры после знака химического элемента, обозначающие число атомов элемента в соединении и коэффициенты – большие цифры (размер цифры, стоящей перед знаком химического элемента, и знака химического элемента одинаковы), указывающие количественное отношение между частицами в химическом процессе.

Анализ выполнения данного субтеста показал, что даже такая простая операция, как классификация явлений на физические и химические, опосредована качественно-количественными взаимодействиями обусловленными спецификой химической формы движения материи. Последовательность идентификации химических явлений, представленных знаково, такова:

1 звено – из всей совокупности символов абстрагируется комплекс признаков того или иного знака химического элемента;

2 звено – определяется количество знаков того или иного элемента в правой и левой частях уравнения;

3 звено – установление качественно-количественного тождества элементного состава в правой и левой частях уравнения.

Однако в условиях скоростной классификации стимул-объектов все три последовательных шага если и применяется, то на ранних стадиях становления когнитивных структур репрезентации химических знаний. Обычно происходит сравнение либо с обобщенным прототипом знаковой записи процесса, либо по какому-либо исключительному признаку. Например, верхний и нижний индексы перед знаком химического элемента или прописные буквы – e, p, n (знаки элементарных частиц) сигнализируют о том, что здесь идет речь о физическом процессе.

Субтест 3. «Гомогенные и гетерогенные системы»

В данном задании предлагается как можно быстрее и безошибочно разложить на две группы стимулы, относящиеся к гомогенным (однородным) и гетерогенным системам (неоднородным). В большинстве изданий как отечественных, так и зарубежных приводится классификация вещества, представленная на рис. 32.

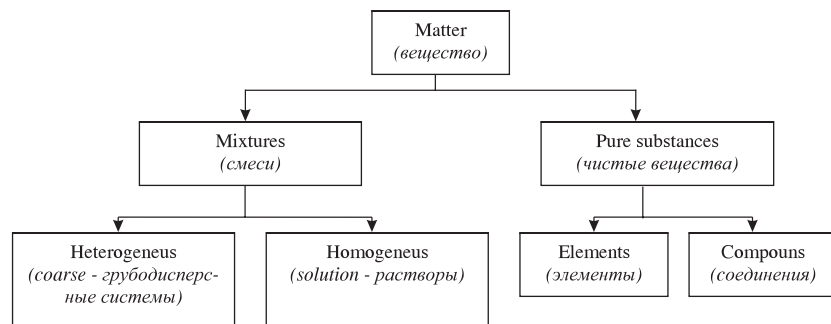


Рис. 32. Классификация вещества¹⁵²

«Homogeneous or uniform mixture, in which the composition of the mixture is the same throughout...

¹⁵² По Willian L. Masterton, Cecile N. Hurley Chemistry: Priciples & Reaction, Third Elition.USA: Sauders College Publishing, 1989. – p. 3–7.

... Heterogeneous or nonuniform mixture are those in which the composition varies throughout. Most rocks fall into this category. In a piece of granite, several components can be distinguished, differing from one other color»¹⁵³.

Гомогенными или однородными смесями называются такие системы, состав которых одинаков по всему объему, или такие, в которых даже при помощи микроскопа невозможно обнаружить каких-либо включений. Типичными гомогенными системами являются молекулярные или истинные растворы – газовые смеси, раствор сахара или поваренной соли в воде и др.

Гетерогенными или неоднородными называются такие смеси, в которых состав непостоянен по всему объему системы, или такие, в которых невооруженным глазом или при помощи микроскопа можно увидеть разнородные частицы. В качестве примера неоднородных систем наиболее часто приводят гранит, молоко, чернила. Однако ключевым признаком гетерогенных систем является наличие границы раздела между фазами системы, при переходе которых состав и свойства меняются скачкообразно.

Выполнение данного субтеста так же, как и предыдущего требует особого «химического видения мира», «химической» эрудиции. У слабоуспевающих студентов и школьников наблюдается слитность, недифференцированность понятий «однородная система» и «агрегатное состояние вещества».

6.2. Строение мыслительных процессов, задействованных при классификации соединений по химическим формулам

Субтест 4. «Простое и сложное вещество»

Рассмотрим процессы, протекающие в следующих условиях: нам заданы химические формулы веществ и предложено их разделить на «простые и сложные». Выполняя такого рода задания, мы, прежде всего, должны установить число знаков химических

¹⁵³ Willian L. Masterton, Cecile N. Hurley Chemistry: Priciples & Reaction, Third Elition.USA: Sauders College Publishing, 1989. – p. 3–7.

элементов образующих то или иное соединение. Обычно это происходит за счет «простого» восприятия данных нам химических формул, которое на самом деле является не таким уж простым. Из всей совокупности знаков (буквы заглавные и прописные, соединенные между собой «черточками» или нет; цифры расположенные на строке перед формулой вещества и цифры, расположенные под строкой после элемента в уменьшенном размере; скобки: круглые и квадратные и т.д.) на первом этапе нам необходимо абстрагироваться от всех «мешающих» восприятию несущественных признаков элементов (цифры, скобки, «черточки» и их положение в пространстве), вычленив знак химического элемента – буквы латинского алфавита и определить их написание: заглавная или прописная. Знак химического элемента может быть операционализирован либо одной заглавной буквой, либо комплексом, состоящим из двух букв – заглавной и прописной. Затем установить тождество выделенных знаков (A тождественно A или A тождественно A и a тождественно a) или различие (A не тождественно A_1 или A тождественно A , но a не тождественно a_1). Если выделенные знаки тождественны, следовательно, мы имеем дело с простым веществом, если нетождественны – со сложным. Умозаключение имеет следующий вид: если выделенные знаки химических элементов тождественны (т.е. химическая формула вещества записана знаками одного элемента), то вещество – простое; если выделенные знаки не тождественны – сложное (химическая формула вещества включает два и более знаков химических элементов). Рассмотрим некоторые примеры.

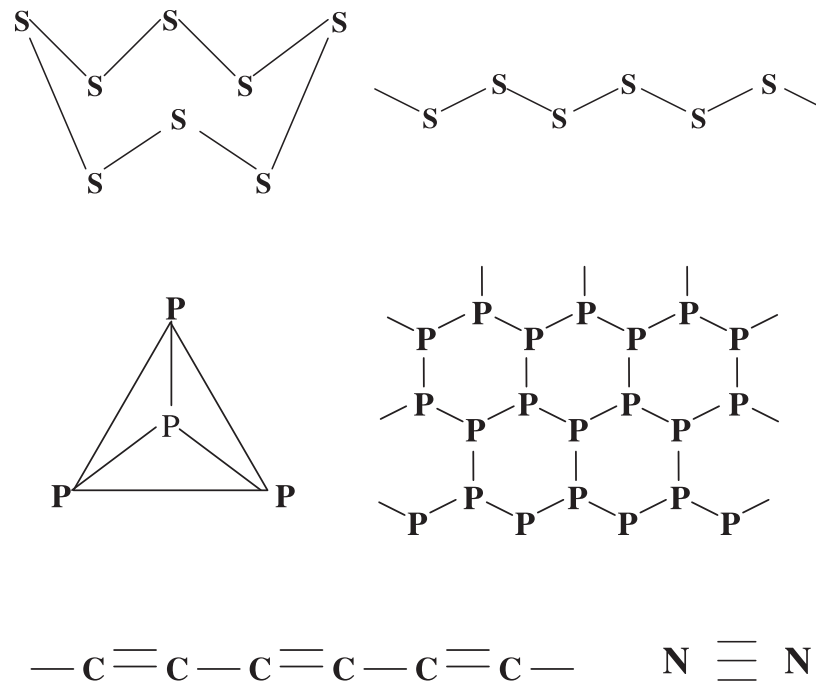
1. Пример $H_2, 2H_2, O_2, 3O_2, O_3$ – простые вещества.

Выделение знака из комплекса букв и цифр (индекс – маленькая цифра после заглавной буквы, коэффициент – большая цифра перед заглавной буквой).

2. Пример $Cu, C, Co, Cr, S, Sn, Si, Hg, Fe$ – простые вещества.
 CO, NO, TiO – сложные вещества.

Ключевым моментом выделения знака является определение написания буквы – заглавная или прописная.

3. Пример



При идентификации данных простых веществ по химической формуле понятие «простое вещество» входит в конфликт с субъективным представлением о «простом и сложном». Поэтому субъективно простые формулы (хорошо знакомых веществ) часто относят к «простым веществам», такие как $H_2O, CO_2, NaCl$ и др.

Простое вещество азот, представленное молекулярной формулой N_2 относят к «простым», в то время как тоже вещество, но представленное структурной формулой – к «сложным».

4. Пример $S, Cu, Sn, Co, Al, C, P_4, S_2, S_8, H_2, Cl_2, 4C, 3S$

При отнесении тех или иных веществ к «простым» или «сложным», часто вместо абстрагирования ключевого признака – знака химического элемента, выделяется цифра. Поэтому вещества, в формулах которых встречаются цифры – индексы или коэффициенты, ошибочно относят к «сложным», а остальные – к «простым».

5. Пример	B, Ba, Be P, Pb S, Sn, Se, Si, Ne, Na	Mo, Mn He, Hg Al, Au, Ar C, Co, Cr, Cu
-----------	--	---

В рядах данных простых веществ, для определения тождества или различия знаков необходимо в комплексе знаков не только абстрагировать заглавную букву латинского алфавита, но и установить тождество или различие прописных букв: CuCl, Co(CO)₄, CrCl₃ и т.д.

Следующий момент, который также необходимо подчеркнуть, знак химического элемента, так же, как и химическая формула вещества относится к конкретной материальной реальности и поэтому непосредственно связан с «представлением» конкретно-индивидуального образа данного вещества или элемента в сознании химика.

Но когда мы выполняем классификацию веществ на «простые» или «сложные», мы выходим на уровень суждений об отвлеченно-общем, т.е. речь идет уже не о конкретных веществах и их свойствах, а о самом содержании понятий «простое» и «сложное» вещество как таковых.

Как мы видим, неправомерное сужение или расширение состава знаний о простом и сложном веществах ведет к серьезным ошибкам.

Субтест 5. Классы неорганических веществ

В данном задании предлагается как можно быстрее и безошибочно по химическим формулам сложных веществ определить классы неорганических соединений: оксиды, кислоты, основания и соли.

Итак, первым этапом является выделение знаков химических элементов и определение их тождества или различия (см. субтест 4). Если установлено, что данное вещество относится к «сложным», то следующий этап – качественный и количественный анализ состава вещества. Легче всего определяются оксиды, при идентификации которых опираются на следующие признаки:

- 1) количественный состав – только два элемента;
- 2) качественный состав – один из этих элементов должен быть кислород.



Примеры: Mn₂O₇, Na₂O, Rb₂O, K₂O, Li₂O, BeO, BaO, Al₂O₃, Mn₂O₃, CrO₃, CO₂, SO₃ и др.

При опознавании кислот, оснований и солей выясняется, что химики мыслят не отдельными знаками химических элементов, а «некими функциональными группами, которые можно в наиболее простом виде представить с помощью символов химических элементов, наделенными некими функциональными свойствами. Можно также представлять атомы и группы в виде «шариков», вокруг которых находятся электроны, их избыток или недостаток, свободные электроны. Зная положение элемента в периодической таблице, можно судить об его свойствах»¹⁵⁴, «Имея вещества, можно предположить, какие процессы в принципе возможны между ними. Лично я делаю это примерно следующим образом – разбиваю вещества на функциональные группы: такие как ионы, отдельные атомы, группы атомов...». Из сочинений-рассуждений видно, что даже такое простое действие как классификация веществ по химическим формулам на основные классы неорганических соединений опосредована логикой качественно-количественных отношений химической формы движения материи, внутренним строением атомов и местом элемента или группы элементов во всеобщей иерархии вещества. С. Франк так писал об этом: «...всеединство как целое, потенциально дано нам в каждом мыслимом частном содержании. Поэтому всякий шаг в расширении интуиции, раскрывающий нам связь одного содержания с другим, есть тем самым некоторое дальнейшее ориентирование в целом»¹⁵⁵.

Из «хаоса неопределенностей» сознание химика выделяет характеристические атомы и группы атомов, позволяющие соотнести то или иное соединение с группой кислот, оснований или солей. Такими характеристическими группами являются для кислот – катион водорода H⁺ или карбоксильная группа –COOH; для оснований – гидроксогруппа OH⁻, для солей – катионы металлов или аммония – NH₄⁺, K⁺, Al³⁺, Ba²⁺ и анионы кислотных остатков – Cl⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻, MnO₄⁻, Cl₂O₇⁻, CH₃COO⁻, HCOO⁻ и др.

¹⁵⁴ Из сочинения-рассуждения *Андрея П.*

¹⁵⁵ *Франк С.* Предмет знания. Душа человека. – Мн: Харвест, М.: АСТ, 2000. – С. 346.

Оксиды	Кислоты	Основания	Соли
Cl_2O_7	COOH  COOH	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	ONa 
V_2O_5	$\text{HCOO} - (\text{CH}_2)_4 - \text{COOH}$	NH_4OH	NH_4NO_3

Оксиды: X_mO_n , где X любой элемент, O – символ кислорода, а m и n – целые числа, обусловленные строением атомов и их взаимоположением в периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева.

Кислоты: H_mK или $\text{R}(\text{COOH})_n$, где H – символ водорода, m – число атомов водорода, обусловленное строением атомов, образующих кислотный остаток K и их положением в таблице Д. И. Менделеева или для органических кислот R – органический радикал и карбоксил – COOH, n – число карбоксильных групп, обусловленное строением вещества.

Соли: Me_mK_n , где Me – катион металла или аммония, K – анион кислотного остатка, m и n – целые числа, обусловленные качественно-количественным взаимодействием.

Основания: $\text{Me}(\text{OH})_m$, где Me – катион металла или аммония, OH – гидроксиданион, m – целое число, обусловленные валентностью металла (строением атома).

Субтест 6. «Химический пасьянс»

Данное задание требует более глубокой дифференциации формул соединений: т.е. уже недостаточно опознать оксиды, кислоты, основания или соли, для более точного прогноза возможности и направления протекания химических процессов, необходимо уточнить, а какие они. Так, оксиды бывают несольобразующие и сольобразующие (рис. 33).

При опознавании функциональных групп из совокупности символов необходимо выделить символ или комплекс символов определенных химических элементов. В сознании же «представляется» целостная заряженная частица: комплекс знаков, знак заряда «+» или «-», расположенный в «степени» после знаков химических элементов и его количественная характеристика: H^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , Al^{3+} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, COOH^- , OH^- и т.д.

Анализируя формулы веществ, представленных в табл. 55, можно отметить, что в формулах неорганических веществ на первой позиции расположены катионы, на второй – отрицательно заряженные элементы и группы. В формулах органических веществ последовательность расположения элементов определяется строением вещества. Итак, основание можно распознать по следующим признакам – на первой позиции катион, за которым следует одна или несколько гидроксогрупп. Для формул кислот характерно наличие атома водорода на первой позиции и анионов кислотных остатков на второй или наличие карбоксильной группы. Для солей – катионы металлов или аммония на первой позиции, анионы кислотных остатков – на последней. Запишем в виде формул «правилосообразные» действия, необходимые для идентификации соединений.

Таблица 55

Химические формулы веществ

Оксиды	Кислоты	Основания	Соли
SrO	H_3PO_4	TlOH	NaCl
NiO	H_3AsO_4	CsOH	AgNO_3
Ti_2O	HClO_3	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
VO	HCOOH	$\text{Sr}(\text{OH})_2$	HCOONa
La_2O_3	HN_3	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	Na_2SO_3
Ce_2O_3	H_2SO_4	$\text{Mn}(\text{OH})_3$	KClO_3

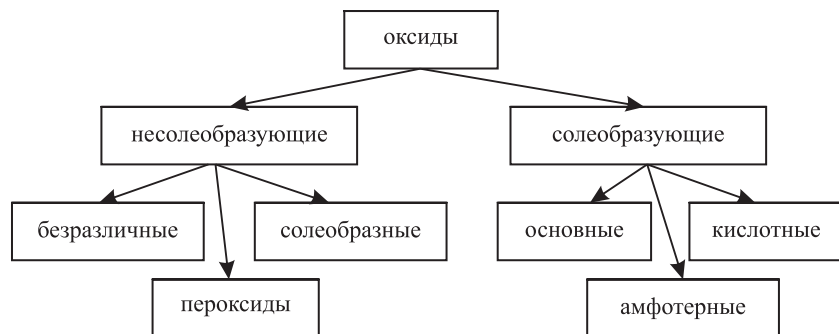


Рис. 33. Классификация оксидов по характеру химических свойств

Основные оксиды вступают в реакции аналогично основным гидроксидам (основаниям), кислотные – кислотам, а амфотерные могут проявлять свойства как кислот, так и оснований. Но как их распознать? Практически все учебники по химии дают следующие определения:

«Все щелочные элементы образуют основные оксиды, на которые соответствуют растворимые основные гидроксиды или основания»¹⁵⁶.

«Оксиды металлов, которым соответствуют основания, называют основными оксидами»¹⁵⁷.

«Оксиды, которым соответствуют основания, называют основными. Оксиды, которым соответствуют кислоты, называют кислотными»¹⁵⁸.

«Основными называются такие оксиды, которым соответствуют основания. ... Кислотными оксидами называются такие оксиды, которым соответствуют кислоты»¹⁵⁹.

«Большинству оксидов неметаллов соответствуют кислоты, поэтому их называют кислотными оксидами»¹⁶⁰.

¹⁵⁶ Близнаков Г., Боянова Л., Радева М., Петрова М. Химия 7 класс. – Българска. Издание «Просвета-София». 2005 г. – С. 91.

¹⁵⁷ Минченкова 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. – С. 73.

¹⁵⁸ Рудзитис Г. Е., Фельдман Ф. Г. Химия: неорган. химия: учеб. для 8 кл. сред. шк. – 2-е изд. М. – М.: Просвещение, 1991. – С. 86.

¹⁵⁹ Хомченко Г. П. Химия для поступающих в вуз. – М.: Высшая школа. – С. 146.

¹⁶⁰ Ахметов Н. С. Химия: учеб. для 8 кл. общеобразоват. учреждений. – 2-е изд., с испр. – М.: Просвещение, 1998. – С. 53.

«Названия групп оксидов отражают их связь с другими классами неорганических соединений: большей части кислотных оксидов соответствуют кислоты, практически всем основным оксидам – основания»¹⁶¹.

Такие определения фактически заставляют работать только память, т. е. выучить все кислоты или основания и оксиды, которые им соответствуют. Но не вскрывают причину и условия проявления кислотных, основных или амфотерных свойств.

В учебнике Н. В. Коровина для высшей школы «Общая химия» мы уже видим хоть какие-то ориентиры для предположения свойств оксидов – это степень окисления элемента, металл или неметалл и к каким элементам¹⁶² (s, p, d, f) относится данный элемент: «Оксиды можно подразделить на кислотные, основные, амфотерные и нейтральные. Оксиды неметаллов и d-элементов высокой степени окисления (например, CrO₃) имеют кислотный характер. Оксиды металлов с низкой степенью окисления образуют при растворении основания. Амфотерные оксиды образуют металлы с относительно невысокой электроотрицательностью, такие как Al, Pb, Sn, Zn, Ga, Cr (III), Be и др.»¹⁶³.

В учебнике Н. Е. Кузьменко, В. В. Еремина, В. А. Попкова «Краткий курс химии. Пособие для поступающих в вузы» даны аналогичные ориентиры: «К основным относятся оксиды типичных металлов, им соответствуют гидроксиды, обладающие свойствами оснований. ... Кислотные оксиды представляют собой оксиды неметаллов или переходных металлов в высоких степенях окисления... Амфотерные оксиды обладают двойственной природой: они одновременно способны к реакциям, в которые вступают как основные, так и кислотные оксиды, т.е. реагируют и с кислотами, и со щелочами»¹⁶⁴.

¹⁶¹ Кузнецова Н. Е., Титова И. М., Гара Н. Н., Жегин А. Ю. Химия. Учебник для учащихся 8 класса общеобразовательных учреждений. – М.: «Вентана-Граф», 1997. – С. 171.

¹⁶² Т. е. какой электронный слой заполняется – s, p, d, f.

¹⁶³ Коровин Н. В. Общая химия: учеб. для технических направ. и спец. вузов. – 2-е изд., испр. и доп. М.: Высш. шк., 2000. – С. 413.

¹⁶⁴ Кузьменко Н. Е., Еремин В. В., Попков В. А. Краткий курс химии. Пособие для поступающих в вузы. – М.: Высш. шк., 2000. – С. 155–158.

На основании анализа существующих пособий и справочников по химии можно прийти к выводу, что для прогноза кислотных, основных или амфотерных свойств как оксидов, так и гидроксидов элементов ключевыми являются следующие характеристики: степень окисления элемента и положение в периодической системе Д. И. Менделеева. Такие данные как металл или неметалл, электроотрицательность, валентность, степень окисления, длина связи (радиус атомов и т.д), зависимость от условий реакции (по отношению к какому реагенту происходит прогноз, среда, температура, давление и пр.) можно извлечь из периодической системы Д. И. Менделеева.

Практически все металлы (s-, p-, d-, f- элементы) расположены в левом нижнем, а неметаллы (s-, p- элементы) – в правом верхнем углу периодической таблицы Д. И. Менделеева. Электроотрицательность в периоде слева направо возрастает, а в группе – сверху вниз уменьшается. Радиус атома в периоде слева направо за счет электронного сжатия уменьшается, а в группе – сверху вниз увеличивается за счет увеличения числа электронных слоев. Кроме групповых и периодических закономерностей в периодической системе еще отражено и диагональное сходство.

Неметаллы образуют кислотные оксиды.

Оксиды и гидроксиды металлов со степенью окисления меньше +3 скорее всего будут проявлять основные свойства (искл. Be – диагональное сходство с Al проявляющим типичные амфотерные свойства); однако в группе с увеличением порядкового номера элемента радиус атома возрастает, поэтому большинство f- элементов (лантаноиды, актиноиды) со степенью окисления +3 тоже будут проявлять основные свойства. Некоторые оксиды металлов (p-элементы) при степени окисления +2 не проявляют основные свойства (Sn, Pb).

Оксиды и гидроксиды металлов со степенью окисления +3 скорее всего будут проявлять амфотерные свойства, но чем больше радиус атома элемента, тем меньше эта вероятность.

Оксиды и гидроксиды металлов со степенью окисления +4 и выше, скорее всего, будут проявлять кислотные свойства.

Обратимся к анализу рисунка 34. Свойства нерастворимых и растворимых, основных и амфотерных гидроксидов металлов существ-

венно различаются. Поэтому, определив класс соединения, можно предсказать и возможные свойства.

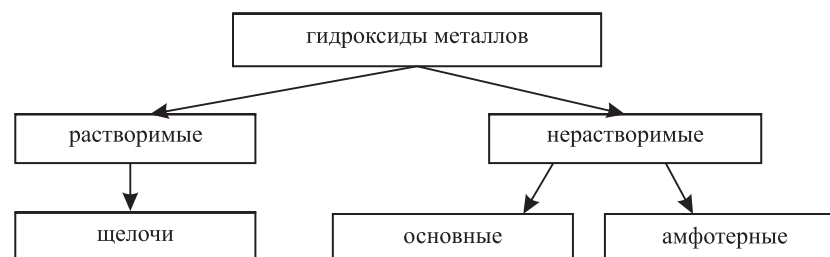


Рис. 34. Классификация гидроксидов¹⁶⁵ по характеру химических свойств

Для выполнения данной классификации правилосообразное действие представленное в виде формулы $Me(OH)_m$, где Me – катион металла или аммония, OH^- – гидроксиданион, m – целое число, обусловленные валентностью металла (строением атома), нуждается в дополнительной операции – уточнение положения данного металла в общей иерархии элементов, поскольку заряд иона и положение элемента в периодической таблице определяют не только кислотные, основные или амфотерные свойства, но позволяют предсказать растворимость данных гидроксидов. Гидроксиды металлов I и II группы главной подгруппы (s-элементы) – это щелочные и щелочноземельные металлы, растворимость которых в группе сверху вниз увеличивается.

Как мы видим, классификация химических соединений осуществляется внутри некоторого исходного целого, опосредована качественно-количественными взаимоотношениями в общей иерархии вещества, выделение одной определенности ведет и к выявлению закономерности, связывающей одну определенность с другой.

Для анализа более сложной дифференциации солей обратимся к рисунку 35.

¹⁶⁵ В методике «Великий химик» данный термин заменен термином «основания», поскольку понятие гидроксиды является более широким, чем представлено в классификации, оно включает не только основные, амфотерные, но и кислотные гидроксиды, т.е. кислородсодержащие кислоты.

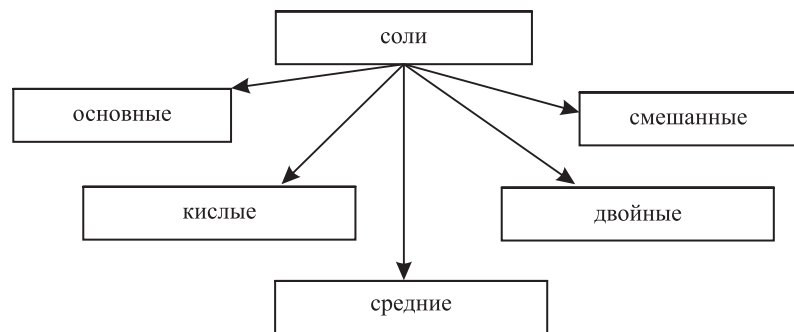


Рис. 35. Классификация солей¹⁶⁶

В правилосообразное действие: $Me_m K_n$, где Me – катион металла или аммония, K – анион кислотного остатка, m и n – целые числа, обусловленные качественно-количественным взаимодействием, позволяющее нам идентифицировать соли вносятся определенные дополнения, позволяющие прийти к правильному умозаключению в противоречивых ситуациях.

Для средней (или нормальной) соли правилосообразное действие, выраженное формулой $Me_m K_n$ сохраняется без существенных изменений. Такие соли встречаются достаточно часто в учебной практике студентов-химиков, и поэтому в обыденном представлении часто ассоциируются с понятием «основные соли», что ведет к ошибкам при классификации.

Для кислой соли в формуле соли появляется атом водорода: $Me_m (H_p K)_{n-p}$, в основной соли в формуле появляется гидроксогруппа: $Me_m (OH)_p K_n$, для двойной соли в формуле появляются два и более катиона (при этом могут быть катионы одного и того же металла, но с разными зарядами) $M_m^* M_p^* K_{n-p}$, в смешанной соли – два и более остатков разных кислот $M_m^* K_p^* K_{n-p}^*$.

Во многих учебниках по химии указывается, что кислые соли образуются при неполном замещении атомов водорода в кислотах, основные – при неполном замещении гидроксогрупп в основаниях кислотными остатками, смешанные – замещение гидроксогрупп остатками разных кислот, двойные – замещение атомов водорода в

кислотах атомами разных металлов. Поэтому на начальных этапах формирования когнитивных структур репрезентации знаний по этой теме идентификация данных солей сопровождается процессом «представления» строения солей, который впоследствии редуцируется и опознание происходит по ключевым признакам: **атом водорода на средней позиции** (между катионом металла и анионом кислотного остатка) – соль кислая; **гидроксогруппа на средней позиции** – соль основная; **разные катионы** металла и кислотный остаток – двойная соль, катион металла и **разные кислотные остатки** – смешанная соль. Схемы разных типов солей представлены на рис. 36–41.

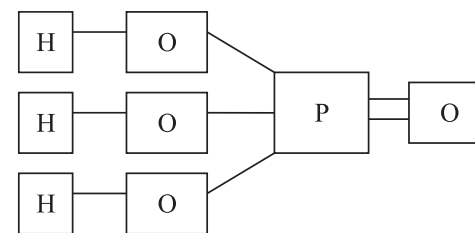


Рис. 36. Схема ортофосфорной кислоты H_3PO_4

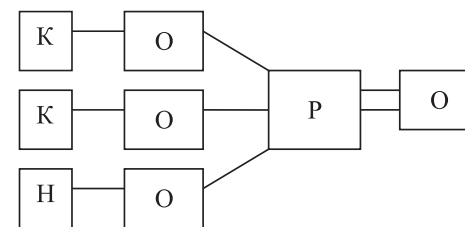


Рис. 37. Схема кислой соли гидрофосфата калия K_2HPO_4

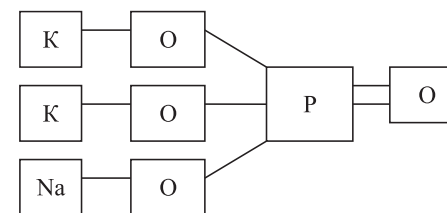


Рис. 38. Схема двойной соли K_2NaPO_4

¹⁶⁶ Существуют и другие классификации солей: органические – неорганические, комплексные, гидратные и т.д.

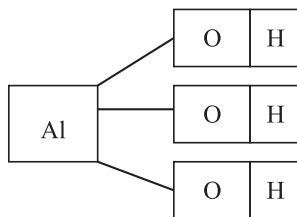


Рис. 39. Схема гидроксид алюминия $Al(OH)_3$

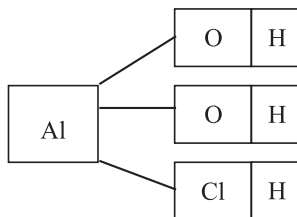


Рис. 40. Схема основной соли дигидрохлорида алюминия $Al(OH)_2Cl$

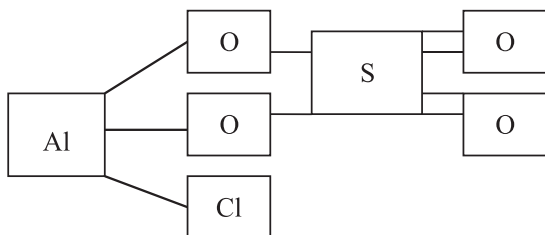


Рис. 41. Схема смешанной соли хлоридсульфат алюминия $AlClSO_4$

Классификация кислот может быть осуществлена по разным основаниям: органические – неорганические, кислородсодержащие – бескислородные, по числу атомов водорода, способных к замещению атомами металлов – одноосновные, двухосновные, трехосновные и т.д. В методике «Великий химик» представлена последняя классификация кислот по химическим формулам (рис. 42). В данном случае для неорганических кислот ключевым признаком опознания является число атомов водорода на первой позиции (перед кислотным остатком), для органических – число карбоксильных групп ($-COOH$).

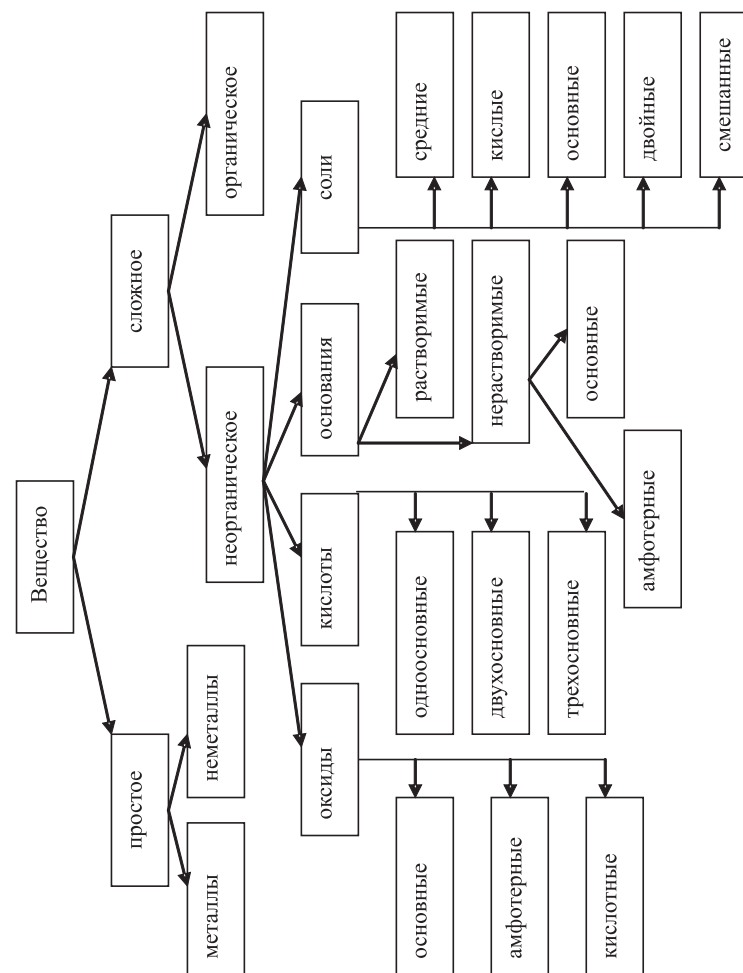


Рис. 42. Классы неорганических соединений

6.3. Словесное описание мыслительных действий, осуществляемых при решении задач на распознавание свойств и строения вещества, закономерностей химического процесса

Субтест 7. Окислительно-восстановительный процесс – неокислительно-восстановительный процесс

В данном задании предлагается как можно быстрее и безошибочно различить уравнения реакции, описывающие окислительно-восстановительный процесс и уравнения реакции, описывающие неокислительно-восстановительный процесс.

Традиционно к окислительно-восстановительным процессам относят процессы, в которых хотя бы один из элементов изменяет степень окисления или реакции, протекающие с переносом заряда (последний вариант в тесте не представлен).

Для того чтобы определить тип реакции необходимо в условной записи химического процесса:

- 1) определить знаки элементов;
- 2) определить степень окисления элементов;
- 3) установить тождество или различие степеней окисления элементов в правой или левой частях равенства;
- 4) если будет определено тождество степеней окисления – неокислительно-восстановительный процесс, если различие – окислительно-восстановительный процесс.

Рассмотрим эти шаги на примере уравнения $\text{H}_2 + \text{Br}_2 = 2\text{HBr}$:

Звенья мыслительного процесса	Правая часть равенства	Левая часть равенства
Абстрагирование существенных признаков, позволяющих воспринять и идентифицировать знаки химических элементов	H – водород Br – бром	H – водород Br – бром
Определение степеней окисления элементов		
Установление соответствия между существенными признаками конкретных соединений и признаками групп простых или сложных веществ	H₂ и Br₂ – простые вещества (образованы атомами одного элемента)	HBr – сложное вещество (так как состоит из атомов разных элементов)

Установление связи качественной специфики (простое или сложное) соединения со степенью окисления	Если H₂ и Br₂ являются простыми веществами, то степень окисления атомов данных элементов равна нулю	Если HBr является сложным веществом, то степень окисления элементов образующих данное вещество отлична от нуля
Сравнение степеней окисления элементов в правой и левой частях равенства	H₂⁰ – степень окисления водорода равна нулю. Br₂⁰ – степень окисления брома равна нулю	H⁺¹ – степень окисления водорода отлична от нуля. Br⁻¹ – степень окисления брома отлична от нуля
Тождество-различие степеней окисления элементов в правой и левой частях уравнения	Поскольку степени окисления элементов в правой и левой частях уравнения нетождественны, то данный процесс относится к окислительно-восстановительным	

В условиях скоростной классификации стимул-объектов опознавание знака химического элемента входящего в одной части равенства в состав простого вещества, а в другой – в состав сложного, является необходимым и достаточным критерием отнесения данного процесса к окислительно-восстановительным.

Рассмотрим более сложный случай, когда в уравнении реакции нет простых веществ: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$.

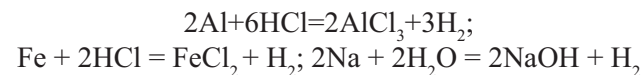
Звенья мыслительного процесса	Правая часть равенства	Левая часть равенства
Абстрагирование существенных признаков, позволяющих воспринять и идентифицировать знаки химических элементов	Ca – кальций C – углерод O – кислород	Ca – кальций C – углерод O – кислород
Определение степеней окисления элементов		
Установление соответствия между существенными признаками конкретных соединений и признаками групп простых или сложных веществ	CaCO₃ – сложное вещество (образовано атомами разных элементов)	CaO и CO₂ – сложные вещества (так как состоят из атомов разных элементов)

<p>Правилосообразные действия включают операции: – сравнения (более электроотрицательный или менее)*; – анализа (элемент с постоянной или переменной валентностью, сколько электронов на внешнем электронном слое у атома данного элемента, энергетически выгоднее отдать или принять электроны и сколько); – соотнесение элементов с непостоянной степенью окисления с правилом, по которому ее можно определить: сумма степеней окисления элементов образующих частицу равна заряду частицы (молекула – электронейтральная частица, следовательно, эта сумма должна быть равна нулю)</p>	<p>$\text{Ca}^{+2}\text{C}^x\text{O}^{-2}_3$ Ca – металл, элемент второй группы главной подгруппы, на внешнем электронном слое которого два электрона, энергетически выгоднее отдать два электрона, чем принимать шесть, следовательно, степень окисления +2. O – сильно электроотрицательный элемент шестой группы главной подгруппы, до завершения электронной оболочки не хватает всего двух электронов, следовательно, степень окисления – 2. Для определения степени окисления углерода воспользуемся правилом: $1 \cdot (+2) + 1 \cdot (x) + 3 \cdot (-2) = 0$, $x = +4$</p>	<p>$\text{Ca}^{+2}\text{O}^{-2}$ Ca – металл, степень окисления +2. O – неметалл, степень окисления – 2. $\text{C}^x\text{O}^{-2}_2$ Углерод и кислород – неметаллы, но поскольку в периоде степень окисления слева направо возрастает, кислород будет более электроотрицательным, чем углерод. O – степень окисления – 2. Для определения степени окисления углерода воспользуемся правилом: $1 \cdot (x) + 2 \cdot (-2) = 0$, $x = +4$</p>
<p>Установление тождества-различия степеней окисления элементов в правой и левой частях уравнения</p>	<p>CaCO_3: Ca – степень окисления кальция +2, C – степень окисления углерода +4, O – степень окисления кислорода –2</p>	<p>CaO: Ca – степень окисления кальция +2, O – степень окисления кислорода –2. CO_2: C – степень окисления углерода +4, O – степень окисления кислорода –2</p>
<p>Умозаключение: Поскольку..., то...</p>	<p>Поскольку степени окисления элементов в правой и левой частях уравнения тождественны, то данный процесс не относится к окислительно-восстановительным</p>	

* В сложных веществах определяется самый электроотрицательный элемент (по положению в таблице Д. И. Менделеева или по шкале электроотрицательностей Полинга) и приписывают ему отрицательную степень окисления.

В процессе практической деятельности химиков происходит формирование обобщенных схем тех или иных типовых реакций и обобщенных ассоциаций, которые позволяют «сворачивать» мыслительные процессы, в результате чего скорость дифференцировки резко возрастает, фактически происходит одномоментное опознание стимула.

Например, реакции замещения (реакции между простым и сложным веществом, в результате которого получается другое простое и другое сложное вещества):



являются типичными окислительно-восстановительными процессами. Следовательно, если предъявляемый стимул соответствует обобщенной схеме реакций замещения (прототипу реакций замещения) $A + CB = AC + B$, то перед нами окислительно-восстановительный процесс.

Реакции обмена, не являются окислительно-восстановительными процессами. К реакциям обмена относятся реакции, обобщенную схему которых можно представить следующим образом:



$\text{ZnO} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{AlOHCl}_2 + \text{HCl}$ (реакция гидролиза); $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (реакция этерификации) и др.

Обобщенные ассоциативные ряды образуют семантические сети такие, как:

Оксид	Кислотный остаток	Кислота	Кислая соль	Средняя соль	Основная соль ~...
C^{+4}O_2	$(\text{C}^{+4}\text{O}_3)^{2-}$	$\text{H}_2\text{C}^{+4}\text{O}_3$	$\text{NaHC}^{+4}\text{O}_3$	$\text{Na}_2\text{C}^{+4}\text{O}_3$ $\text{CuC}^{+4}\text{O}_3$	$(\text{CuOH})_2\text{C}^{+4}\text{O}_3$
$\text{P}^{+5}_2\text{O}_5$	$(\text{P}^{+5}\text{O}_4)^{3-}$	$\text{H}_3\text{P}^{+5}\text{O}_4$	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{P}^{+5}\text{O}_4)_2$ $\text{CaHP}^{+5}\text{O}_4$	$\text{Ca}_3(\text{P}^{+5}\text{O}_4)_3$	
S^{+6}O_3	$(\text{S}^{+6}\text{O}_4)^{2-}$	$\text{H}_2\text{S}^{+6}\text{O}_4$	$\text{NaHS}^{+6}\text{O}_4$	$\text{Na}_2\text{S}^{+6}\text{O}_4$ $\text{Al}_2(\text{S}^{+6}\text{O}_4)_3$	$\text{Al}(\text{OH})\text{S}^{+6}\text{O}_4$ $[\text{Al}(\text{OH})_2]_2\text{S}^{+6}\text{O}_4$
...

Несмотря на разнообразные изменения, отраженные в данных рядах, инвариантной остается степень окисления элемента, что позволяет избегать многократных операций сравнения (более электроотрицательный или менее), анализа и решений уравнений с одной или несколькими переменными. Способные по химии студенты и школьники фактически «видят» степень окисления элемента, в состав какого бы соединения он не входил.

Субтест 8. Окислитель – двойственность – восстановитель

В данном задании предлагается как можно быстрее и безошибочно разложить на три группы изображения предлагаемых объектов. Если предъявленная частица может проявлять только окислительные свойства, то ее следует отнести к «окислителям», если частица может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства – «двойственность», если частица может проявлять только восстановительные свойства – «восстановитель». Существенным моментом данной классификации является вскрытие причинно-следственных связей: почему данная частица может проявлять те или иные свойства, т.е. быть только окислителем, только восстановителем или проявлять как те, так и другие свойства.

Рассмотрим основные звенья мыслительного процесса, протекающего при выполнении задания:

Звенья мыслительного процесса	Примеры		
	S ²⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻
1	2	3	4
Абстрагирование существенных признаков, позволяющих воспринять и идентифицировать знаки химических элементов	S – сера	S – сера O – кислород	S – сера O – кислород
Анализ: какой именно элемент отвечает за те или иные свойства?	S – сера	S – сера	S – сера
Определение степени окисления данного элемента в данном соединении включает следующие операции: – сравнения (более электроотрицательный или менее)*;	Степень окисления серы равна заряду частицы, т.е. –2		1. Степень окисления кислорода –2.

1	2	3	4
– анализа (элемент с постоянной или переменной валентностью, сколько электронов на внешнем электронном слое у атома данного элемента, энергетически выгоднее отдать или принять электроны и сколько); – соотношение элементов с непостоянной степенью окисления с правилом, по которому ее можно определить		1. S и O – элементы шестой группы главной подгруппы, но в группе электроотрицательность с увеличением порядкового номера элемента уменьшается, следовательно кислород более электроотрицателен, чем сера. 2. Кислород может принять не более двух электронов, т.е. степень окисления –2. 3. Воспользуемся правилом для определения степени окисления серы: $1 \cdot (x) + 3 \cdot (-2) = -2,$ $x = +4$	2. Воспользуемся правилом для определения степени окисления серы: $1 \cdot (x) + 4 \cdot (-2) = -2,$ $x = +6$
Определение причины проявления тех или иных свойств			
Сравнение числа электронов на внешнем электронном слое атома данного элемента с устойчивой восьмизлектронной оболочкой инертных газов	S – элемент шестой группы главной подгруппы, на внешнем электронном слое которого в свободном состоянии 6 электронов. В данной частице степень окисления серы –2, следовательно, на внешнем электронном слое 8 электронов, оболочка завершена, больше принимать электроны «некуда» (энергетически невыгодно).	S – элемент шестой группы главной подгруппы, на внешнем электронном слое которого в свободном состоянии 6 электронов. В данной ситуации сера может как «принимать, так и отдавать электроны»	S – элемент шестой группы главной подгруппы, на внешнем электронном слое которого в свободном состоянии 6 электронов. В данной частице степень окисления серы +6, следовательно, на внешнем электронном слое нет электронов, больше отдавать нечего» (энергетически невыгодно).

1	2	3	4
	В данной ситуации сера «может только отдавать электроны»		В данной ситуации сера «может только принимать электроны»
Следствие			
Синтез: установление связи между возможностью принимать или отдавать электроны с окислительно-восстановительными свойствами	Может быть только восстановителем	Может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства	Может быть только окислителем

В результате практической деятельности у химиков складываются определенные и стереотипы и семантические сети, которые позволяют «видеть» и какой элемент будет определять те или иные свойства частицы (это становится понятным в контексте часто встречающихся ситуаций практической деятельности), и какова его возможность принимать или отдавать электроны, т.е. проявлять окислительно-восстановительные свойства. Фактически формируются следующие ассоциативные ряды:

Восстановитель	Двойственность	Окислитель
Невозможность принимать электроны	Промежуточное положение	Невозможность отдавать электроны
S^{2-}	S, SO_2, SO_3^{2-}	SO_4^{2-}
Cl^{1-}	$Cl_2, \dots ClO_3^{1-}$	ClO_4^{1-}
Br^{1-}	$Br_2, \dots BrO_3^{1-}$	BrO_4^{1-}
Mn	$Mn^{2+}, \dots MnO_2, MnO_4^{2-}$	MnO_4^{1-}

Cr	$Cr^{2+}, CrO, Cr^{3+}, Cr_2O_3, \dots$	$CrO_4^{2-}, Cr_2O_7^{2-}$
...

Дальнейшая специализация химии на более узкие и частные направления существенно сужает условия анализа при выполнении данного задания. Так, в органической химии бром (Br_2) применяется в качестве сильнейшего окислителя, поэтому химики-органики часто неправомерно ограничивают условие данного задания рамками своей привычной деятельности. И только получив обратную связь, начинают осознавать, что Br_2 вообще-то занимает промежуточное положение и «имеет возможность как принимать, так и отдавать электроны».

Анализ результатов показывает, что при выполнении данного субтеста труднее всего, как и в музыке, определяются «промежуточные ноты в аккорде», т.е. чаще всего встречаются ошибки при опознавании двойственности свойств частицы.

Результаты выполнения субтеста 8 (Антон Щ., 5 курс)

Вопрос	Ответ	Правильный ответ
NO_2^-	Окислитель	Двойственность
Mn^{2+}	Окислитель	Двойственность
Sn^{2+}	Окислитель	Двойственность
O_2	Окислитель	Двойственность
Fe^{2+}	Окислитель	Двойственность
MnO_4^{2-}	Окислитель	Двойственность
ClO_3^-	Окислитель	Двойственность

Результаты выполнения субтеста 8 (Антон Г., 5 курс)

Вопрос	Ответ	Правильный ответ
O_2	Окислитель	Двойственность
Hg_2^{2+}	Окислитель	Двойственность
MnO_4^{2-}	Окислитель	Двойственность
P^{3-}	Двойственность	Восстановитель

При выполнении данного субтеста необходим более высокий уровень дифференцированности когнитивных структур репрезентации химических знаний, чем для выполнения субтеста 7. И в данном задании, как правило, встречается больше ошибок и больше на него затрачивается времени.

Результаты выполнения субтестов 7 и 8 (5 курс)

Испытуемый	Субтест	1 проба	2 проба
Ирина Т.	7. ОВР/не ОВР	Ошибки: 2 время выполнения: 98	Ошибки: 2 время выполнения: 84
	8. О-В свойства	Ошибки: 9 время выполнения: 170	Ошибки: 5 время выполнения: 109
Ефим К.	7. ОВР/не ОВР	Ошибки: 4 время выполнения: 131	Ошибки: 0 время выполнения: 78
	8. О-В свойства	Ошибки: 0 время выполнения: 164	Ошибки: 0 время выполнения: 100

Но у более способных химиков уровень дифференцированности и интегрированности структур настолько высок, что время выполнения более сложной дифференцировки сопоставимо со временем выполнения простой дифференцировки.

Результаты выполнения субтестов 7 и 8

Испытуемый	Субтест	1 проба	2 проба
Андрей Г., 5 курс	7. ОВР/не ОВР	Ошибки: 0 время выполнения: 102	Ошибки: 0 время выполнения: 73
	8. О-В свойства	Ошибки: 0 время выполнения: 107	Ошибки: 0 время выполнения: 55
Сергей У., 3 курс	7. ОВР/не ОВР	Ошибки: 4 время выполнения: 76	Ошибки: 2 время выполнения: 71
	8. О-В свойства	Ошибки: 2 время выполнения: 111	Ошибки: 1 время выполнения: 72

Субтест 9. Пространственная структура

Данное задание является, пожалуй, одним из самых трудных и служит своеобразным индикатором на «здоровый химический смысл». В данном субтесте необходимо установить тождество или различие геометрических форм предъявленных частиц, т.е. необходимо определить одинаковая или разная пространственная структура у предъявленных частиц (линейная, угловая, плоская, пирамидальная, тетраэдрическая, октаэдрическая). Если для большинства органических соединений такое распознавание не вызывает особых затруднений (sp^3 -гибридизация атома углерода (одинарная связь) – тетраэдрическая, sp^2 – плоская (двойная связь), sp – линейная (тройная связь)), то в случае неорганических соединений испытуемые предпочитают напрягать свою память вместо использования здравого смысла.

Звенья мыслительного процесса	Примеры			
	SO ₂	CO ₂	SO ₂	H ₂ O
Восприятие и идентификация качественного и количественного состава соединения: абстрагирование знаков и индексов; установление связи между индексом и количеством атомов в данном соединении; установление соотношения между индексами	На один атом серы приходится два атома кислорода	На один атом углерода приходится два атома кислорода	На один атом серы приходится два атома кислорода	На один атом кислорода приходится два атома водорода
Анализ: какой именно элемент определяет структуру частицы?	S	C	S	O

Установление связи между знаком химического элемента и его положением в таблице Д. И. Менделеева	Шестая группа главная подгруппа	Четвертая группа главная подгруппа	Шестая группа главная подгруппа	Шестая группа главная подгруппа
Вероятностное оценивание, осуществляется за счет соотнесения нескольких закономерностей	Число заместителей у структурообразующих элементов одинаково, но положение в периодической системе разное, то вероятно, что и геометрическая форма частиц будет разная		Поскольку число заместителей одинаково и оба структурообразующих элемента принадлежат одной группе, то вероятно и геометрическая форма данных частиц будет одинакова	
Установление тождества-различия в результате аналитического расчленения перекрещивающихся зависимостей	Геометрическая форма предъявленных частиц будет различна		Геометрическая форма предъявленных частиц будет тождественна	
Экспериментальные данные	Угловая	Линейная	Угловая	Угловая

У SO_2 , SO_3 и SO_4^{2-} один и тот же структурообразующий элемент, но число окружающих атомов кислорода различно, следовательно, существует большая вероятность того, что и структура будет различна (SO_3 – плоская, SO_4^{2-} – тетраэдрическая).

Для случая комплексных ионов $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ и $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ структурообразующий элемент один и тот же (никель), число заместителей одинаково (четыре), но один заместитель относится к лигандам сильного поля¹⁶⁷, а другой – к лигандам слабого поля, поэтому геометрическая форма у них будет различна ($[\text{NiCl}_4]^{2-}$ – тетраэдр, $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ – плоская).

Фактически, при выполнении задания на установление тождества-различия геометрических форм частиц приходится учитывать и

положение данных элементов в общей иерархии элементов, и влияние количества заместителей на структурообразующий элемент, а в случае комплексных частиц, которые легко опознаются по квадратным скобкам, еще и качества заместителей (силы лиганда).

Вероятностное оценивание осуществляется по сравнению с определенными прототипами. Конечно, размеры и углы в ассоциативных рядах отличаются, но геометрическая форма остается одной и той же. Например:

Линейная	CO_2 , CS_2 ...
Угловая	H_2O , SO_2 , SeO_2 ...
Плоская	BCl_3 , $\text{B}(\text{CH}_3)_3$, H_3BO_3 , AlCl_3 ...
Пирамидальная	NH_3 , PH_3 , AsH_3 , SbH_3 , NCl_3 , PCl_3 , BiCl_3 , $\text{N}(\text{CH}_3)_3$...
Тетраэдрическая	CH_4 , $[\text{BF}_4]^-$, P_4 , SO_4^{2-} , $[\text{NiCl}_4]^{2-}$, $[\text{HgI}_4]^{2-}$...
Октаэдрическая	$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$, $[\text{RhCl}_6]^{3-}$...

Анализируя данные ряды можно выявить закономерность: если строение внешнего электронного слоя структурообразующих элементов и число заместителей одинаково, то существует вероятность, что и геометрическая форма данных частиц тоже будет одинакова.

Субтест 10. Изомеры – неизомеры

Данное задание, как и предыдущее, направлено на установление тождества или различия строения соединений, т.е. необходимо определить являются ли предъявленные пары стимулов изомерами или нет. Изомерами называются вещества, имеющие одинаковый состав, но разное строение (последовательность соединения атомов в молекуле и пространственное расположение заместителей). Рассмотрим основные звенья мыслительного процесса на установление тождества или различия.

¹⁶⁷ См. теорию кристаллического поля.

Звенья мыслительного процесса	Примеры	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} = \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C} = \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
	Восприятие и идентификация качественного и количественного состава соединения: – абстрагирование знаков и индексов; – установление связи между индексом и количеством атомов в данном соединении; – установление соотношения между индексами	C_5H_{12}	C_5H_{12}	C_5H_{10}	C_4H_8
	Сравнение качественного и количественного состава. Установление связи между результатами сравнения и признаками понятия «изомеры»	Одинаковый качественный и количественный состав, возможно, имеем дело с изомерами	Одинаковый качественный и количественный состав, но разный строение, следовательно, данные соединения являются изомерами	Одинаковый качественный, но разный количественный состав. Данные соединения не являются изомерами	
	Анализ существенных признаков определяющих строение данных веществ. Сравнение результатов анализа. Установление связи между результатами сравнения и признаками понятия «изомеры»	2-метилбутан	2,2-диметилпропан		
Установление тождества-различия в результате аналитического расчленения перекрывающихся зависимостей	Одинаковый состав, но разное строение, следовательно, данные соединения являются изомерами				

Но такой процесс установления тождества-различия равносильен процессу опознавания слова посредством идентификации отдельных букв. Он достаточно медленный и неэкономный. Такая стратегия установления тождества-различия характерна для ранних стадий формирования когнитивных структур репрезентации данных понятий. Но в процессе практической деятельности у химиков накапливаются аналогично «общим формам слова» «общие формы соединений». Предъявленные структурные формулы вначале воспринимаются как целое, т.е. путем подбора к воспринятому соединению эталона, затем происходит дифференциация данного образа (выделение ключевых различительных признаков) и их интеграция, так как отнесение той или иной пары стимулов к изомерам осуществляется только на основе совпадения комплекса признаков с некоторым «обобщенным эталоном».

Обобщенный эталон	Пары стимулов		Интерпретация
$\begin{array}{c} \text{A}_1 \\ \\ \text{A}_2 - \text{C} - \text{A}_3 \\ \\ \text{A}_4 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{NH}_2 \\ \\ \text{H} \end{array}$	Совпадает и общая форма и ключевые различительные признаки: у оптически активного атома углерода все четыре заместителя разные. Следовательно – это оптические изомеры
	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Данная пары соединений не является изомерами, поскольку совпадает форма, но не совпадают ключевые различительные признаки.

Более способные химики и прежде всего химики-органики хорошо распознают составные компоненты формул соединений как в прямом, так и в обратном порядке, например,



Своеобразной точкой распознавания является «место прикрепления» функциональной группы к углеродному скелету, обозначаемое «←».

Углеродная цепь, как бы причудливо изогнута она не была, является осью распознавания строения соединения и определяет направление его распознавания, которое принято осуществлять с того края углеродной цепи, у которого больше всего заместителей.

Обобщенный эталон	Пары стимулов		Интерпретация
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Представленные пары стимулов не являются изомерами, а являются одним и тем же веществом: 2-метилбутан, т.е. имеют одинаковый состав и одинаковое строение
	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	

Если у испытуемого эта ось не сформирована, то возникают ошибки, когда одно и то же соединение по-разному расположенное в пространстве называют изомером (табл. 56).

Таблица 56

Типичные ошибки, возникающие при несформированности оси распознавания строения органических соединений

Вопрос	Ответ	Правильный ответ
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C} - \text{CH} \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Изомер Не изомер
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	Изомер Не изомер

$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{N} - \text{H} \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_3$	Изомер	Не изомер
--	--	--------	-----------

В процессе практической деятельности у химиков помимо перечисленных обобщенных форм накапливаются еще и «межклассовые обобщенные формы» позволяющие практически одновременно определять являются ли предъявленные пары стимулов изомерами или нет. Например,

Общая формула	Классы	Интерпретация
C_nH_{2n}	Циклоалканы и алкены	Ключевыми признаками являются: 1) форма: у алкенов наличие одной двойной связи, у циклоалканов – замкнутый цикл; 2) одинаковое число атомов углерода – n
$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	Алкины, алкадиены, бициклоалканы	Ключевыми признаками являются: 1) форма: у алкинов наличие одной тройной связи, алкадиенов – двух двойных связей, у бициклоалканов – два замкнутых цикла; 2) одинаковое число атомов углерода – n
$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$	Одноатомные спирты и простые эфиры	Ключевыми признаками являются: 1) функциональная группа: у спиртов наличие одной гидроксильной группы (–OH), у простых эфиров (–O–); 2) одинаковое число атомов углерода – n
$\text{C}_{n+1}\text{H}_{2n+2}\text{O}_2$	Сложные эфиры и кислоты	Ключевыми признаками являются: 1) функциональная группа: у кислот наличие одной карбоксильной группы (–COOH), у сложных эфиров (–O–C=O); I 2) одинаковое число атомов углерода – n
...

Субтест 11. Обратимость-необратимость химического процесса

В данном задании предлагается как можно быстрее и безошибочно определить, протекает ли в заявленных условиях химическая

реакция до конца или нет. Такими традиционными признаками для реакций ионного обмена являются выделение газа, образование осадка или малодиссоциирующего вещества. Для выполнения задания необходим определенный практический опыт работы с веществом, позволяющий за знаковым выражением «увидеть» реальный химический процесс, качественную специфику тех или иных соединений. Например, большинство солей и гидроксидов щелочных металлов хорошо растворимы. Растворимость гидроксидов металлов второй группы главной подгруппы с увеличением порядкового номера увеличивается, если гидроксид кальция малорастворим, то гидроксид бария – хорошо. Типичными нерастворимыми в воде соединениями являются сульфат бария и карбонат кальция и т.д.

Реальная ситуация, с которой ежедневно сталкиваются химики, ведет к формированию особого чутья или так называемых (по Стенбергу) неявных знаний, которые не всегда бывают осознаваемыми, но позволяют быстро и правильно предсказывать исход тех или иных химических реакций. Например, если предъявленная химическая реакция соответствует обобщенному прототипу реакций этерификации или гидролиза, для которых характерна обратимость процесса, то испытуемые фактически не задумываясь относят данный стимул к обратимым процессам.

Субтест 12. Смещение химического равновесия

В данном субтесте предлагается как можно быстрее и безошибочно определить направление смещения равновесия системы при изменении внешних условий.

Если в предыдущих заданиях в основном рассматривалось влияние внутренних условий: строения атома на свойства образуемых простых и сложных соединений, специфика строения соединений, то в данном субтесте анализируется вся система в целом, включающая как внутренние, так и внешние условия.

Для прогноза смещения химического равновесия необходимо опираться на принцип Ле Шателье – Брауна, согласно которому если на систему, находящуюся в устойчивом равновесии действует какая-либо внешняя сила, то в ней инициируются процессы, направленные на уменьшение этого внешнего воздействия.

Звенья мыслительного процесса	Схема процесса: $3\text{H}_{2(\text{г})} + \text{N}_{2(\text{г})} = 2\text{NH}_{3(\text{г})} + Q (-\Delta\text{H})$
	Внешнее воздействие: повышение температуры
Восприятие и идентификация знака, обозначающего тепловой эффект реакции: +Q или $-\Delta\text{H}$ – реакция экзотермическая (с выделением тепла); -Q или $+\Delta\text{H}$ – реакция эндотермическая (с поглощением тепла)	+ Q ($-\Delta\text{H}$) – реакция происходит с выделением тепла
Соотнесение внутренних процессов с внешними воздействиями: если..., то...	Поскольку реакция происходит с выделением тепла, то повышение температуры сместит динамическое равновесие в сторону реакции, ведущей к поглощению тепла, т.е. в обратную сторону.
Вывод	←

По мере накопления практического опыта у химиков накапливаются и обобщенные схемы типовых процессов, возрастает обратимость мыслительных процессов. Например, большинство реакций горения и реакции нейтрализации протекают с выделением тепла. Поскольку реакция гидролиза обратна реакции нейтрализации, то от процесса гидролиза следует ожидать поглощения теплоты.

Звенья мыслительного процесса	Схема процесса: $3\text{H}_{2(\text{г})} + \text{N}_{2(\text{г})} = 2\text{NH}_{3(\text{г})} + Q (-\Delta\text{H})$
	Внешнее воздействие: повышение давления
Восприятие и идентификация формул соединений	H_2 – водород N_2 – азот NH_3 – аммиак
Соотнесение знаковых формул соединений с агрегатным состоянием данных веществ. В данном примере в скобках после формул соединений указано агрегатное состояние – (г)	H_2 – газ N_2 – газ NH_3 – газ

Изменение давления оказывает влияние на смещение равновесия только тех реакций, где есть реагенты в газовой фазе. Причем, увеличение давления смещает равновесие в сторону той реакции, которая идет с уменьшением объема	
Установление объемных соотношений газов. Объемные соотношения определяют по коэффициентам (большие цифры перед знаком химического элемента, если перед формулой соединения не стоит цифра, следовательно, коэффициент равен 1)	$3 \text{ V} (\text{H}_2) + 1 \text{ V} (\text{N}_2) \leftrightarrow 2 \text{ V} (\text{NH}_3)$
Сравнение: определение, какая из реакций идет с уменьшением объема – прямая или обратная. Для этого суммируют объемы в правой и левой частях равенства	Правая часть равенства – 4 объема. Левая часть равенства – 2 объема. Следовательно, прямая реакция идет с уменьшением объема
Соотнесение внутренних условий с внешними воздействиями	Если прямая реакция идет с уменьшением объема, следовательно, увеличение давления сместит равновесие в сторону прямой реакции
Вывод	→

В уравнениях реакции не всегда указывается агрегатное состояние вещества. Поскольку это загромождает ненужными подробностями уравнение реакции, которые известны. Хороший химик за знаковой формулой произвольно воспроизводит мир реальных частиц, «видит» реальные вещества во всей совокупности свойств и состояний. Такое видение приходит с опытом практической деятельности и формируется на основе высокой сенсорно-перцептивной чувствительности, особого «химического ощущения материи».

У студентов и школьников лучше всего сформированы прямые мыслительные операции на динамическое равновесие, т.е. куда сместится равновесие в случаях:

1) повышения температуры – в сторону эндотермической реакции;

2) повышения давления – в сторону реакции ведущей к уменьшению объема;

3) увеличения концентрации реагента – в сторону реакции, ведущей к уменьшению концентрации этого реагента.

Однако обратные операции, что будет в случае уменьшения давления, объема, концентрации сформированы намного хуже.

Способные по химии студенты и школьники в равной степени хорошо владеют как прямыми, так и обратными операциями.

Субтест 13. Гидролиз

В данном субтесте предлагается как можно быстрее и безошибочно определить изменение цвета индикатора в растворе данной соли:

Среда	Щелочная	Нейтральная	Кислая
pH	> 7	7	< 7
Лакмус	Синий	Фиолетовый	Красный

Рассмотрим основные звенья мыслительного процесса, необходимого для выполнения данного задания.

Звенья мыслительного процесса	Примеры			
	K_2CO_3	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	Na_2SO_4	BaSO_4
Восприятие и дифференциация формулы соединения на составные части: катионы и анионы	K^+ CO_3^{2-}	Al^{3+} NO_3^-	Na^+ SO_4^{2-}	Ba^{2+} SO_4^{2-}
Установление соответствия между составом соли и растворимостью	Растворима	Растворима	Растворима	Нерастворима, гидролизу не подвергается
Установление связи между ионами и соответствующими им кислотам и основаниям	$\text{K}^+ \rightarrow \text{KOH}$ $\text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$	$\text{Al}^{3+} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$ $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{HNO}_3$	$\text{Na}^+ \rightarrow \text{NaOH}$ $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$	

Сравнение по силе данных электролитов	KOH – сильное основание H₂CO₃ – слабая кислота	Al(OH)₃ – слабое основание HNO₃ – сильная кислота	NaOH – сильное основание H₂SO₄ – сильная кислота	
Установление связи между силой электролита и качеством среды (среда раствора соли определяется по более сильному электролиту)	Щелочная среда pH > 7 OH⁻	Кислая среда pH < 7 H⁺	Нейтральная среда pH = 7	Нейтральная среда pH = 7
Установление соответствия между pH-среды и цвета индикатора	Синий	Красный	Фиолетовый	Фиолетовый

Операция восприятия и дифференциация формулы соединения на составные части (катионы и анионы) осуществляется достаточно легко, поскольку многие химики мыслят не столько отдельными элементами, сколько группами элементов, выполняющих определенную функцию.

Операция сравнения электролитов по силе опосредована качественными-количественными отношениями, местом элементов образующих данные электролиты и характером связи между ними. Например, в группе (1 и 2 группа главная подгруппа) с увеличением порядкового номера сила оснований возрастает. Если уксусная кислота относится к слабым электролитам, то трихлоруксусная – к сильным, поскольку хлор как более электроотрицательный элемент оттягивает по σ -связям электронную плотность и связь между атомом водорода и атомом кислорода в карбоксильной группе ослабевает.

Выполнение данного задания существенно различается в группах более способных и менее способных студентов и школьников. У способных химиков мыслительный процесс отличается еще большей свернутостью мыслительных процессов, чем представлено в примерах. Они сразу вычленивают ион, соответствующий более силь-

ному электролиту и определяют ион (H^+ или OH^-), ответственный за определенное изменение цвета индикатора. Менее способные по химии затрудняются выполнять данное задание в умственном плане. Они нуждаются в последовательном, более развернутом прописывании всех стадий процесса:

- 1) написание уравнения диссоциации соли
 $K_2CO_3 \rightarrow 2K^+ + CO_3^{2-}$;
- 2) установление соответствия $K^+ \rightarrow KOH$, $CO_3^{2-} \rightarrow H_2CO_3$;
- 3) сравнение по силе электролитов: **KOH** – сильное основание, **H₂CO₃** – слабая кислота;
- 4) составление сокращенного ионного уравнения гидролиза:
 $CO_3^{2-} + H_2O \leftrightarrow HCO_3^- + OH^-$;
- 5) составление полного ионного уравнения гидролиза:
 $2K^+ + CO_3^{2-} + H_2O \leftrightarrow 2K^+ + HCO_3^- + OH^-$;
- 6) составление молекулярного уравнения гидролиза:
 $K_2CO_3 + H_2O \leftrightarrow K HCO_3 + KOH$;
- 7) опознавание в молекулярном уравнении гидролиза **KOH**;
- 8) принятие решения, что среда щелочная;
- 9) установление соответствия между средой и цветом индикатора в данной среде.

6.4. Особенности мыслительной деятельности решения количественных задач по химии

Субтест 16. Арифметический

Если в предыдущих заданиях на скоростную классификацию стилей-объектов были представлены качественные задачи по химии. То в этом задании – 16 типовых расчетных задач, которые необходимо выполнить в умственном плане как можно быстрее, безошибочно, без помощи калькулятора и без опоры на таблицу Д. И. Менделеева.

Недоформированность структур математических и физических знаний часто является причиной затруднений при выполнении расчетных заданий по химии. В химии наиболее часто применяемыми математическими операциями является пропорция и соотношение $x = a / b$.

Чтобы не переутомлять читателя излишними подробностями, мы остановимся на анализе только тех результатов, которые вызывают особый интерес.

Задачи 2–7 типа построены на различных вариациях соотношения $x = a / b$. С точки зрения математики задачи 2 и 5, 3 и 6, 4 и 7 типов имеют общую структуру. Однако число испытуемых, решивших задачи с химическим содержанием (5, 6, 7 тип) намного больше, чем с физическим.

Типовые задачи	2 тип задач	5 тип задач	3 тип задач	6 тип задач	4 тип задач	7 тип задач
Расчетные формулы	$\rho = m / V$	$w = m_k / m_c$	$m = \rho \cdot V$	$m_k = w \cdot m_c$	$V = m / \rho$	$m_c = m_k / w$
Число испытуемых, справившихся с данным типом задач	40	73	50	112	87	108
Среднее время, затраченное на решение задачи, с	14,2	16,2	14	16	15	18,2
Всего испытуемых (студенты 1–5 курсов)	306	306	306	306	306	306

где ρ – плотность, m – масса, V – объем, w – массовая доля компонента, m_k – масса компонента, m_c – масса системы

Полученные результаты подтверждают, что понятийное мышление оперирует не «отвлеченными сущностями», а опосредовано конкретной предметной деятельностью. С одной стороны в каждом виде деятельности формируются свои когнитивные структуры, с другой стороны разные виды деятельности имеют общие моменты.

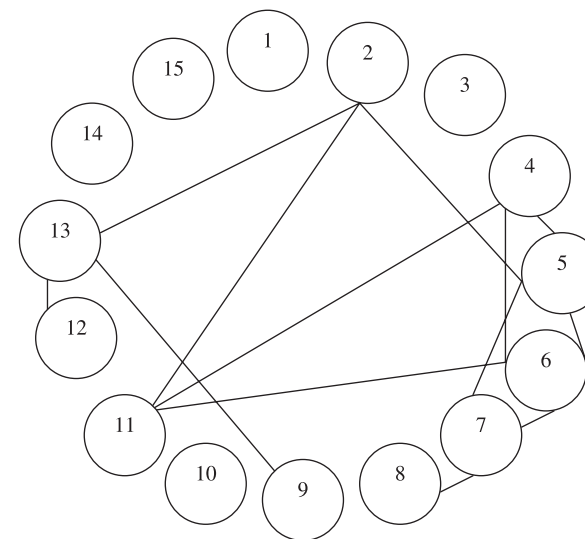


Рис. 43. Схема корреляционных связей между временем решения различных типов задач

Анализируя рис. 43, можно отметить, что время решения задачи 2 типа коррелирует с временем решения задач 5, 11 и 13 типов. Во всех этих типах задач в разном предметном содержании используется соотношение $x = a / b$. При решении задачи 11 типа используются структурные элементы задач 2, 4 и 6 типов.

2 тип. Определите плотность вещества, если его масса составляет 5,4 г, а объем 2 см³.

3 тип. Определите массу вещества, если его плотность составляет 1,2 г/см³, а объем 120 см³.

4 тип. Вычислите объем вещества, если его масса составляет 625 г, а плотность 2,5 г/см³.

5 тип. Какова массовая доля растворенного вещества (в процентах), если масса раствора составляет 180 г, а масса растворенного вещества – 3,6 г?

6 тип. Какова масса растворенного вещества, если масса раствора составляет 90 г, а массовая доля растворенного вещества 80 %?

7 тип. Какова масса раствора, если масса растворенного вещества 81 г, что составляет 9 % от всей массы раствора?

11 тип. При взаимодействии азота и водорода было получено 30 л аммиака. Какой объем азота для этого потребовался?

13 тип. Из азота массой 56 г был синтезирован аммиак массой 51 г. Какова массовая доля (в процентах) выхода аммиака к теоретическому?

Лучше всего у студентов сформированы структуры, репрезентирующие схемы решения задач на растворы 5, 6 и 7 типов. Об этом свидетельствуют число решенных задач, время на них затраченное, и число корреляционных связей.

В задачах 8 и 9 типов используются совместно алгоритмы вычислений 2–7 типов, рассматриваются трех-, четырехкомпонентные системы (простейший уровень интеграции знаний). Но даже при решении задач данного типа химиками, физиками и математиками проявляются свои особенности, связанные со спецификой предметной деятельности.

Химики стремятся представить задачу наглядно, рисуют стаканы с растворами. Например:

«Определить массу и массовую долю растворенного вещества, полученного при сливании раствора серной кислоты массой 300 г и массовой долей 10 % с раствором массой 500 г и массовой долей 70 %».

$m_c(3) - ?$ $w(3) - ?$	Решение. Составим схему задачи.
	$\boxed{300 \text{ (г)}}^{0,1} + \boxed{500 \text{ (г)}}^{0,7} = \boxed{300 + 500 = 800 \text{ (г)}}^x$
$m_c(1) = 300 \text{ г}$ $w(1) = 10 \%$	1. Какова масса полученного раствора? $300 + 500 = 800 \text{ (г)}$.
$m_c(2) = 500 \text{ г}$ $w(2) = 70 \%$	2. Какова массовая доля полученного раствора? $300 \cdot 0,1 + 500 \cdot 0,7 = 800 \cdot x$ $380 = 800 \cdot x$ $w(3) = 0,475$ или 47,5 %

Физики предпочитают решать задачи в общем виде. Первым действием они приводят предъявленные в задаче единицы измерения в систему СИ:

$$m_c(1) = 0,3 \text{ (кг)}, m_c(2) = 0,5 \text{ (кг)}.$$

Затем выводят общую формулу:

$$w(3) = (m_c(1) \cdot w(1) + m_c(2) \cdot w(2)) / (m_c(1) + m_c(2));$$

и только потом подставляют в нее численные данные:

$$w(3) = (300 \cdot 0,1 + 500 \cdot 0,7) / (300 + 500);$$

$$w(3) = 0,475.$$

И последним действием еще делают специфическую «проверку размерностью»: $([\text{кг}] + [\text{кг}]) / ([\text{кг}] + [\text{кг}]) = 1$.

Математики сразу рисуют таблицу 3x3 и предпочитают в качестве неизвестных переменных использовать буквы – x и y .

x	300	500
z	$300 \cdot 0,1$	$500 \cdot 0,7$
y	0,1	0,7

$$y = (30 + 350) / 800; y = 0,475.$$

Еще более интересные различия между математиками и химиками выявляются при решении задач по уравнениям реакции. Несознание этих различий приводит к тому, что учащиеся, успешно справляющиеся на уроках математики с задачами на пропорции, не могут их применить на уроках химии.

Рассмотрим решение задачи:

«Какой объем углекислого газа выделится при обработке 15 г карбоната кальция избытком раствора соляной кислоты?»

$V(\text{CO}_2) - ?$	Решение. Составим схему задачи.
$M(\text{CaCO}_3) = 100$ г / моль	1. Напишем уравнение реакции: $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
$m(\text{CaCO}_3) = 15 \text{ г}$	2. По уравнению реакции: из 100 г CaCO_3 получается 22,4 л CO_2 , из 15 г CaCO_3 – X л CO_2 .
	3. Какой объем углекислого газа выделится при обработке 15 г карбоната кальция избытком раствора соляной кислоты? Составим пропорцию:
	$100 \text{ г} = \frac{22,4 \text{ л}}{15 \text{ г}} = \frac{X \text{ л}}{X \text{ л}}$
	Получаем:
	$V(\text{CO}_2) = \frac{22,4 \text{ [л]} \cdot 15 \text{ [г]}}{100 \text{ [г]}}$
	$V(\text{CO}_2) = 3,36 \text{ л}$
	Ответ: 3,36 л углекислого газа выделится при обработке 15 г карбоната кальция избытком раствора соляной кислоты.

И в химии и в математике используется принцип пропорциональности, сформулированный еще Платоном: огонь относится к воздуху, как воздух к воде и как вода к земле. Но в химии механизм решения задач опосредован логикой качественно-количественных взаимоотношений между компонентами пропорции обусловленных природой реагирующих веществ (1 и 2 действия). Поэтому в правой и левой частях пропорции мы видим разные физические размерности – объем и масса, что в математике недопустимо (и что вызывает большие трудности в решении данной задачи математиками, так как им трудно понять логику и причину качественно-количественных взаимодействий). Следует ли из этого, что представленная задача решена неверно? Конечно, нет. Так как данное действие – перевод в одну размерность у химиков осуществляется в свернутом виде. Из уравнения реакции (первое действие) видно, что:

Из одной молекула CaCO₃	образуется	одна молекула CO₂
Следовательно, из одного моль CaCO ₃	образуется	один моль CO ₂
Один моль CaCO ₃ имеет массу, равную 100 г		один моль CO ₂ занимает объем, равный 22,4 л
Следовательно, из 100 г CaCO₃	можно получить	22,4 л CO₂

1 моль – это $6,02 \cdot 10^{23}$ частиц.

Если в математике доминирующее отношение между различными величинами в пропорции задается вертикальной составляющей:

$$5/3 \text{ как } 10/6 \dots 5n/3n,$$

то в химии – качественно-количественные отношения задаются по горизонтальной составляющей:

из 100 г CaCO₃ получается 22,4 л CO₂,

из 15 г CaCO₃ – X л CO₂.

из 100 г CaCO₃ получается 22,4 л CO₂,

из 5 г CaCO₃ – X л CO₂.

Следующий момент, который следует отметить. В химии существуют материальные реальности, которые могут принимать только целые значения, такие как атом, молекула и др. Не существует 1/3

атома или 1/5 молекулы. Использование дробных чисел применительно к данным реальностям приводит к уничтожению их сущности.

Действие вышеописанных стереотипизированных процессов отчетливо проявляется при решении 14 задачи арифметического субтеста Векслера:

8 человек могут закончить работу за 6 дней. Сколько человек потребуется, чтобы закончить эту работу за полдня?

Рассмотрим типовые ошибки или логику решения данной задачи студентом-химиком в условиях ограничения времени:

*1 действие: на 6 дней – 8 человек,
на 0,5 дня – X человек.*

2 действие:

$$\frac{6 \text{ дней}}{0,5 \text{ дня}} = \frac{8 \text{ человек}}{X \text{ человек}}$$

Получаем:

$$X \text{ человек} = \frac{8 \cdot 0,5}{6}$$

X = 4/3 человека.

Испытуемый: *чушь какая-то, не может быть 4/3 человека, задача составлена неверно... Или эта задача не на пропорцию? Ой, да тут другая логика решения задачи!...Если бы не увидел дробное число человека, так бы и подумал, что правильно. Не подумал, вот и стал решать, как в химии мы решаем...*

Как мы видим, для того чтобы решить данную задачу правильно, студенту-химику необходимо освободиться от стереотипизированных психических процессов, сформированных в профессиональной деятельности.

Мыслительный процесс всегда осуществляется применительно к определенному предметному содержанию (арифметическому, геометрическому и т.п.) и выступает поэтому в виде многообразных арифметических, геометрических операций. Каждая из этих операций может и должна изучаться в своей специфичности. И изучать эту специфичность можно только на специфичном предметном ма-

териале. Об этом ярко и образно пишет Д. К. Кирнарская: «...тесты на специальные способности должны быть тоже специальными, так как будущие музыканты будут возиться с музыкой, филологи – со словами»¹⁶⁸.

Для этой цели была разработана методика «Великий химик» (приложение 8), в которой за ограниченный промежуток времени (1–1,5 часа) испытуемый решает 1110 задач, направленных не на выработанные знания и навыки, а на интуицию, на мгновенное усмотрение истины. Эта методика позволяет оценить зрелость когнитивных структур химического познания, являющихся субстратом, носителем химических способностей и обеспечивающих своеобразие и особую продуктивность мыслительных процессов. Результаты анализа особенностей химического мышления показывают, что такие мыслительные операции как анализ, синтез, сравнение, классификация, установления тождества-различия, выявление причинно-следственных связей, вероятностное оценивание опосредованы качественно-количественными отношениями. Эти отношения определяются положением элемента в общей иерархии вещества, связями, который данный элемент образует с другими элементами, взаимным влиянием атомов в соединениях, спецификой пространственного строения, а также влиянием всей системы в целом на направление и скорость протекания химических взаимодействий. Чем глубже и тоньше отражается химическая форма движения материи, тем продуктивнее мышление химика.

В результате практической деятельности у химиков складываются определенные мыслительные стереотипы, обобщенные ассоциативные ряды и семантические сети, позволяющие из «хаоса неопределенностей» мгновенно выделять существенные признаки и отношения, за знаковой формой «видеть» мир частиц и их взаимодействий, подводить конкретные вещества под обобщенные прототипы химических взаимодействий и предсказывать ход и направление химического процесса.

¹⁶⁸ Кирнарская Д. К. Психология специальных способностей. Музыкальные способности. – М.: Таланты – XXI век, 2004. – С. 46.

6.5. Заключение

В последнее время, как в нашей стране, так и за рубежом появляется все больше работ ученых, обращающихся для содержательного раскрытия природы способностей к понятию «внутренние психологические структуры»: «субъективная модель мира» (Дж. Брунер), «внутренний мир человека» (Б. Г. Ананьев), «образ мира» (А. Н. Леонтьев, С. Д. Смирнов), «внутренний план умственных действий» (А. Я. Пономарев), «ментальный опыт» (М. А. Холодная), «репрезентация» (Н. И. Чуприкова, Р. Солсо, Р. Стернберг, Ф. Крейк, И. Бялысток), «схема» (Вудвортс, И. Кант, Ж. Пиаже, У. Найсер), «концептуальная схема» (О. Харви, Д. Хант, Х. Шродер), «когнитивные карты» (Толмен, Ньюстид) и др.

К настоящему времени накопилось много экспериментальных данных в пользу существования внутренних психологических структур, уже не как гипотетико-методологического конструкта, позволяющего объяснять процессы психического и, в частности, интеллектуального развития, а как реальных психологических структур с конкретным содержанием, иерархией разных уровней и взаимосвязей между ними. Однако конкретное изучение строения и функционирования когнитивных структур применительно к различным областям действительности, находится еще в самом начале.

В процессе развития общества происходит выделение, обособление разных сторон, свойств и отношений; разных классов инвариант объективной реальности. Так постепенно складываются разные науки, искусства, виды практической деятельности, способности к которым у людей различны. Образование специальных способностей является следствием разделения труда.

Внутренние когнитивные структуры – это субъективные образования, формирование которых зависит от потребностей, переживаний, социальной ориентации человека и т.д. Но вместе с тем, чем более дифференцированы и интегрированы эти структуры, тем полнее, глубже и тоньше они отражают окружающую действительность, тем лучше достигается инвариантное воспроизведение объективных закономерностей окружающего мира.

Основная задача, которая стояла перед нами – понять с психологической точки зрения, что представляют собой те инварианты, те

глубинные структуры, оперирование которыми необходимо для успешного усвоения химических знаний и работы в области химии.

Особенностью химической формы движения материи является химическое взаимодействие, не имеющее аналогов в физических процессах и характеризующееся дискретностью и насыщенностью валентностей, обменным взаимодействием между ядрами, приводящим к обобществлению электронов. 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. Сущностью химического, образующего мост между объектами физики и объектами биологии, является химический процесс, рассматриваемый в современной химии как кинетический континуум множества веществ. 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.

Анализ предметной области позволяет предположить, что в процессе изучения химии и профессиональной деятельности формируются объективированные репрезентации, отражающие эти качественно специфические инварианты химической формы движения материи.

Химия, как наука, обладает комплексом признаков, описывающих научные знания, т.е. оперирует фактами, понятиями, моделями, правилами, принципами, законами, теориями, гипотезами. Метакогнитивные структуры репрезентации научных знаний, выделяющие и вычленяющие эти признаки формируются не только на уроках химии, но и на уроках физики, биологии, географии и др. Экспериментальные данные, полученные в психологии оперирования научными понятиями, показали, что в начале в когнитивных репрезентациях индивида проблемное пространство гипотез и фактических данных представлено как единое недифференцированное целое. Лишь на высокой ступени развития теоретического мышления имеет место полная дифференциация когнитивных про-

странств: пространства теории, психологического пространства фактов и пространства их соотношения и взаимодействия. Исследователи отмечают, что до этой ступени познания не доходят ни дети, ни большинство взрослых. Она свойственна только ученым, да и то не всем.

Общими для всех наук являются группы понятий о структурных формах материи и о соответствующих им формах движения, о явлениях, о величинах, характеризующих явления и свойства тел, о методах научного познания. Когнитивные структуры, фиксирующие данные элементы знания, являются общими для всех предметных знаний. Так же общими для всех предметных знаний являются когнитивные структуры «общее и особенное», «содержание и форма», «необходимое и случайное», «возможность и действительность», «причина и следствие». Однако, наряду с общими моментами, каждая предметная область знаний обладает своей спецификой. Поэтому человек, успешный в одной дисциплине, может не быть так успешным в другой.

Специфическими «химическими» структурами являются:

- 1) «чувство вещества» – сенсорно-перцептивная структура, отвечающая за специфическое «химическое» восприятие материи;
- 2) «химические руки» – комплексная структура, представляющая единство когнитивных структур репрезентации химических знаний и сенсомоторных структур, отвечающих за особо тонкую различительную чувствительность к временным, силовым, пространственным характеристикам движения и изменений физико-химических характеристик вещества (веса, твердости, плотности, температуры, консистенции и т.д.);
- 3) структура химического языка – отвечающая за 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;
- 4) структуры качественно-количественных отношений, включающие «генетические структуры» и структуры причинно-следственных связей;
- 5) структура понятийных отношений;
- 6) производственно-технологические структуры.

Вопрос, какие структуры являются врожденными, а какие приобретенными, несмотря на значительные успехи психогенетики, все еще остается открытым. Врожденными, вероятно, являются самые общие структуры формирования систем деятельности и практики обучения, но высокоспецифичные структуры предметных областей приобретаются в результате осознанных тренировок.

Исследования Ж. Пиаже, Б. Инельдер показали, что генезис логических структур осуществляется по пути постепенной дифференциации и координации, причем именно процессы дифференциации определяют процессы координации. В химии решение многих задач в той или иной степени связано с операторными структурами классификации и сериации. Развитие когнитивных структур репрезентации химических знаний, как частный случай развития всех сложных систем природы и общества, должно подчиняться всеобщему универсальному закону развития.

Детальный анализ историко-культурного развития содержания химического знания показывает, что еще в античный период можно обнаружить прообразы будущих предметов и содержаний науки. Из всего потока химической формы движения материи сознание Человека первоначально выделяет самое главное, самое общее – сущность химической формы движения материи: способность веществ к взаимопревращениям, затем начинает рассматриваться состав вещества, далее – его структура, и только после этого начинает рассматриваться вся кинетическая система в целом. Анализируя возникновение и развитие учений о химическом процессе, мы видим, что химический процесс изначально как целостная система представлен в созерцании, что позволяет интуитивно применять на практике законы химической термодинамики и химической кинетики (использование дутья и флюсов при выплавке железа – II тысячелетие до н.э.). Но эта непосредственная данность целостного восприятия химического процесса составляет лишь предпосылку к знанию в собственном смысле слова. Затем эта целостность расчленяется на элементы, материальные носители свойств: вода, воздух, земля, огонь. Представление о теплоте как некоей материальной субстанции сохраняется вплоть до XVIII века. Затем в познании вычленяется связь между теплотой и движением частиц. Дальней-

шее 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 процессе развития исходное целое дифференцируется, становится все более богатым и актуальным, начинается упорядочивание свойств и отношений вещей и явлений. Как мы видим, развитие содержания химического знания согласуется с логико-гносеологической теорией знаний Н. О. Лосского, философско-психологической теорией отвлеченного знания С. Франка, с эволюционной теорией развития Г. Спенсера.

Поскольку фактическое содержание выделенных когнитивных структур предметных знаний нуждалось в экспериментальной проверке, нами были разработаны методики оценки зрелости когнитивных структур химического познания и программа «Когнитивное обучение на уроках химии», построенная в соответствии с принципом системной дифференциации.

Результаты формирующего эксперимента показали, что процесс формирования когнитивных структур химического познания у подростков обучавшихся по разным программам подчиняется всеобщему универсальному закону развития: развитие идет от низшего к высшему уровню за счет все более глубокой дифференциации и интеграции некоторого исходного целого, при этом в рамках одного уровня создаются предпосылки для более глубокой дифференциации и интеграции когнитивных структур химического познания другого уровня. Высокая эффективность программы «Когнитивное обучение на уроках химии» свидетельствует о том, что выделенное содержание когнитивных структур химического познания и логика их формирования действительно соответствует естественному ходу развития.

Высокий уровень дифференцированности структур химического познания одновременно с увеличением числа связей между показателями зрелости данных структур у подростков экспериментального класса может свидетельствовать об образовании качественно новой структуры, отвечающей за успешность в усвоении химических знаний, которую можно соотнести с понятием «специальные способности».

Исследование связей времени дифференцирования химических понятий с показателями интеллектуального развития у школьников и студентов показало, что с ростом степени дифференцированности структур химического познания происходит уменьшение силы связей между показателями интеллекта и временем дифференцирования химических понятий. Например, значения угловых коэффициентов для случая общего интеллектуального показателя и времени простых химических дифференцировок: **1,38** (8 класс), **0,65** (9 класс), **0,295** (студенты второго курса); сложных химических дифференцировок: **2,99** (8 класс); **1,7** (9 класс), **0,267** (студенты второго курса); сложнейших химических дифференцировок: несформированность данных структур у учащихся 8 класса, **4,14** (9 класс), **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. Полученные нами данные корреляционного, регрессионного, дисперсионного, а также факторного анализа свидетельствуют в пользу существования специальных химических способностей.

Уровень дифференцированности структур химического познания определяет объем сохранения химической информации в долговременной и кратковременной памяти. Когнитивные структуры химического познания управляют приемом и переработкой поступающей информацией, проявляются в различных видах деятельности, например, при выполнении тестов Равена и Торенса. Химик по-своему воспринимает окружающий мир. Особенностью химической направленности ума как предметной ориентации мышления состоит в том, что оно затрагивает всю сенсорно-перцептивную организацию человека. Однако, химическая направленность ума – это не только «ощущение материи», это еще и особый интерес к составу, свойствам, превращениям веществ и явлениям, сопровождающих 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.

Пока еще рано говорить о природных предпосылках специальных способностей химиков. По-видимому, высокая сенсорно-перцептивная различительная чувствительность и такие формально-динамические свойства индивидуальности как высокая интеллектуальная активность, психомоторная пластичность, общая адаптивность и низкая эмоциональность создают более благоприятные условия для формирования химических способностей. Но, 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.

Особенность химического мышления заключается в том, что такие мыслительные операции как анализ, синтез, сравнение, классификация, установления тождества-различия, выявление причинно-следственных связей, вероятностное оценивание опосредованы качественно-количественными отношениями. Эти отношения определяются положением элемента в общей иерархии вещества, связями, который данный элемент образует с другими элементами, взаимным влиянием атомов в соединениях, спецификой пространственного строения, а также влиянием всей системы в целом. Чем глубже и тоньше отражается химическая форма движения материи, тем продуктивнее мышление химика.

В нашем исследовании получены убедительные данные, что представление о когнитивных структурах как носители свойств субъекта и принцип системной дифференциации могут и **должны стать** «компасом» для исследования способностей, разработки и психолого-педагогического анализа программ, технологий и образовательных стандартов.

ЛИТЕРАТУРА

- Акимова, М.К.* Интеллект как динамический компонент в структуре способностей: дис. ... док. психол. наук / М.К. Акимова. – М., 1999. – 377 с.
- Алексеев, П.В.* Философия: учебник / П.В. Алексеев, А.В. Панин. – М.: Проспект, 1997. – С. 172-187, 194-257.
- Ананьев, Б. Г.* Человек как предмет познания / Б.Г. Ананьев – СПб.: Питер, 2001. – 288 с.
- Анастаси, А.* Психологическое тестирование / А. Анастаси, С. Урбина. – СПб.: Питер, 2001. – 688 с.
- Антология мировой философии: Античность* / Мн.: Харвест, С.: ООО «Издательство АСТ», 2001. – С. 22-937.
- Антология мировой философии: Древний Восток* / Мн.: Харвест; М.: ООО «Издательство АСТ», 2001. – С. 97-101; 604-634.
- Ахметов, Н.С.* Химия: учеб. для 8 кл. общеобразоват. учреждений / Н. С. Ахметов. – 2-е изд., испр. – М.: Просвещение, 1998. – 192 с.
- Ахметов, Н.С.* Химия: учеб. для 9 кл. общеобразоват. учреждений / Н. С. Ахметов. – М.: Просвещение, 1997. – 175 с.
- Ахтямов, А.А.* Эволюция понятия «структура» в химии: дис. ... канд. филос. наук / А.А. Ахтямов. – Казань, 1999. – 124 с.
- Базылевич, Т.Ф.* Задатки прогностических способностей в ситуации формирования стратегии деятельности / Т.Ф. Базылевич // Психологический журнал. – 1996. – Том 17. – № 6. – С. 102-110.
- Бердоносов, С.С.* Химия – 8: учебное пособие для изучения химии в 8-х классах общеобразовательных школ / С.С. Бердоносов. – М.: МИРОС, 1994. – 160 с.
- Бердоносов, С.С.* Введение в неорганическую химию (конспект лекций для учащихся химических классов с углубленным изучением химии) / С.С. Бердоносов. – М.: МИРОС, 1994. – 103 с.
- Бердяев, Н. А.* Смысл творчества / Н.А. Бердяев. – Харьков «ФОЛИО», Москва: «АСТ», 2002. – 689 с.
- Богоявленская, Д.Б.* Психология творческих способностей: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Д.Б. Богоявленская. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 320 с.
- Борецка, К.* Теория и практика изучения общей химии на основе профессиональной направленности в педвузах Польши / К. Борецка. – СПб., 1993. – 42 с.
- Бытие и сознание. Человек и мир* / С.Л. Рубинштейн. – СПб.: Питер, 2003. – 512 с.

- Буданова, А.А.* Системное изучение раздела «химическая связь»: дис. ... канд. пед. наук / А.А. Буданова. – 1998. – 196 с.
- Веккер, Л.М.* Психика и реальность: единая теория психических процессов / Л.М. Веккер. – М.: Смысл, 1998. – 685 с.
- Величковский, Б.М / Б.М. Величковский, Т.В. Черниговская // Психология. Журнал высшей школы экономики. – 2006. – Т. 3. – № 2. – С. 52-55.*
- Величковский, Б. М.* Когнитивная наука: основы психологии познания: в 2 т. / Б.М. Величковский. – М.: Смысл: Издательский центр «Академия», 2006. – Т. 1 – 448 с.
- Величковский, Б. М.* Когнитивная наука: основы психологии познания: в 2 т. / Б.М. Величковский. – М.: Смысл: Издательский центр «Академия», 2006. – Т. 2 – 432 с.
- Винокурова, Г. А.* Когнитивные особенности младших школьников с разным уровнем психического развития: дисс. ... канд. психол. наук / Г. А. Винокурова. – М., 1999.
- Власюк, Д.П.* Диагностика строения когнитивных репрезентативных структур, формирующихся в процессе изучения школьного курса физики: дисс. ... канд. психол. наук / Д.П. Власюк. – М., 1997.
- Волков, В. А.* Выдающиеся химики мира / В.А. Волков, Е.В. Вонский, Г.И. Кузнецова. – М.: Высшая школа, 1991. – 651 с.
- Волкова, Е.В.* Язык химического мышления / Е.В. Волкова // Химия: методика преподавания в школе. – 2001. – № 8. – С. 30–37.
- Волкова, Е.В.* «Great chemists» – новый подход к диагностике специальных способностей / Е.В. Волкова // 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 / Е.В. Волкова // Известия Уральского государственного университета. – 2007. – № 50(2007) Серия: Проблемы образования, науки и культуры. Выпуск 21. – С. 241-253.
- В помощь абитуриенту.* Пособие по химии для поступающих в РХТУ им. Д. И. Менделеева/ РХТУ им. Д. И. Менделеева: сост. К.К. Власенко, Л.В. Кузнецова, Т.Н. Сергеева. – М., 1993. – 113 с.
- Выготский, Л.С.* Психология / Л.С. Выготский. – М.: Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2002. – 1008 с.
- Выготский, Л.С.* Мышление и речь / Л.С. Выготский // Собр. соч. – Т 4. – М.: Педагогика, 1984. – С. 289.
- Высоцкая, Е.В.* Слово о фундаментальном понятии / Е.В. Высоцкая, И. В. Рехтман // Химия: методика преподавания в школе. – 2001. – № 1. – С. 51–57.

Вудворд, К. Артистизм и элегантность Роберта Бернса Вудворда / К. Вудворд // Химия и жизнь – XXI век. 1998. – № 4. – С. 16.

Гаврусейко, Н.П. Проверочные работы по неорганической химии: дидакт. материал для 8 кл.: книга для учителя / Н.П. Гаврусейко. – 2-е изд. – М. : Просвещение, 1992. – 64 с.

Гаврусейко, Н.П. Проверочные работы по неорганической химии: дидакт. материал для 9 кл.: пособие для учителя / Н.П. Гаврусейко. – М.: Просвещение, 1990. – 64 с.

Гаврусейко, Н.П. Проверочные работы по органической химии: дидакт. материал: пособие для учителя / Н.П. Гаврусейко. – 2-е изд. – М. : Просвещение, 1991. – 48 с.

Гаврусейко, Н.П. Проверочные работы по основам общей химии и органической химии: дидакт. материал для 11 кл. общеобразоват. учеб. заведений: кн. для учителя / Н.П. Гаврусейко. – М. : Просвещение, 1994. – 32 с.

Гальперин, П.Я. К исследованию интеллектуального развития ребенка / П.Я. Гальперин // Вопросы психологии. – 1969. – №1. – С. 15–25.

Гегель, Г. Энциклопедия философских наук: в 3 т. Философия природы / Г. Гегель. – М., 1975. – Т. 2.

Гельвеций, К. Об уме / Пер. с фр. под ред. Э.Л. Радлова. – М. : Мир книги, Литература, 2007. – 560 с.

Гельман, З.Е. История химии в Японии / З.Е. Гельман. – М. : МГУЛ, 2003. – 42 с.

Герасимова, И.В. Использование алгоритмического подхода в обучении химии при решении задач интеллектуального развития учащихся : дис. ... канд. пед. наук / И.В. Герасимова. – Омск, 1999.

Глинка, Л.Н. 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. – 264 с.

Глинка, Н.Л. Общая химия / Н.Л. Глинка. – Изд. 20-е, испр. – Л. : Химия, 1978. – 720 с.

Глотова, Г. А. Психосинергетика человека / Г.А. Глотова // Психологический вестник Уральского государственного университета: вып. № 3 / М-во образования РФ; Урал. гос. ун-т им. А.М. Горького и др. Екатеринбург : Изд-во «Банк культурной информации», 2002. – С. 88–100.

Глотова, Г. А. Семиотико-синергетический подход к исследованию интуиции / Г.А. Глотова, Н.Г. Фомина // Психологический вестник Уральского государственного университета: вып. № 3 / М-во образования РФ; Урал. гос. ун-т им. А.М. Горького и др. – Екатеринбург: Изд-во «Банк культурной информации», 2002. – С. 64–88.

Гольдфарб, Я.Л. Сборник задач и упражнений по химии: учеб. пособие для учащихся 7-10 кл. сред. школы / Я.Л. Гольдфарб, Ю.В. Ходаков, Ю. Б. Додонов. – 6-е изд. – М. : Просвещение, 1988. – 192 с.

Голубева, Э.А. Индивидуальные особенности памяти человека (психофизиологическое исследование) / Э.А. Голубева. – М., 1980. – 150 с.

Голубева, Э.А. Комплексное исследование способностей / Э.А. Голубева // Вопросы психологии. – 1986. – № 5. – С. 18–30.

Голубева, Э.А. Опыт комплексного исследования учащихся в связи с некоторыми проблемами дифференциации обучения / Э.А. Голубева [и др.] // Вопросы психологии. – 1991. – № 2. – С. 132–140.

Горбачева, Е.И. Предметная ориентация мышления: сущность, механизмы, условия развития: научное издание / Е.И. Горбачева. – Калуга : КГПУ им. К. Э. Циолковского. 2001. – 294 с.

Горбачева, Е.И. Избирательность памяти и предметная ориентация мышления / Е.И. Горбачева // Вопросы психологии. – 2001. – № 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 / С.В. Гриценко. – М. : МГОПИ. 1997. – 117 с.

Гузик, Н.П. Учить учиться (из опыта работы учителя химии) / Н.П. Гузик. – М. : Педагогика. – 1981. – 88 с.

Гумилевский, Л.И. Зинин / Л.И. Гумилевский. – М. : Молодая гвардия, 1965. – 272 с.

Гуревич, К.М. Профессиональная пригодность и основные свойства нервной системы / К.М. Гуревич. – М., 1970. – 271 с.

Гусев, А.Н. Дисперсионный анализ в экспериментальной психологии: учебное пособие / А.Н. Гусев. – М. : Учебно-методический коллектор «Психология», 2000. – С. 11–13.

Давыдов, В.В. Виды обобщения в обучении: логико-психологические проблемы построения учебных предметов / В.В. Давыдов. – М. : Педагогическое общество России, 2000. – 480 с.

Дмитриев, И.С. История классической органической химии / И. С. Дмитриев. – М. : Наука, 1992. – 445 с.

Доманова, Е.Е. Специальные способности в структуре интегральной индивидуальности учителей биологии и химии : дис. ... канд. психол. наук / Е.Е. Доманова. – Пермь, 1999.

Дорофеев, М.В. Что скрывается за уравнением химической реакции? / М.В. Дорофеев // Химия в школе. – 1997. – №4. – С. 20–23.

Дружинин, В.Н. Психология общих способностей / В.Н. Дружинин. – СПб. : Издательство «Питер», 1999. – 368 с.

Ждан, Н.А. Реализация содержательно-деятельностных связей в обучении химии как средство повышения системности и осознанности знаний учащихся : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Н.А. Ждан. – 1997. – 19 с.

Живица, О.В. Когнитивная дифференцированность и обучаемость младших школьников и подростков : дис. ... канд. психол. наук / О.В. Живица. – М. : МГОПУ, 2004. – 189 с.

Жуков, П.Н., Проверочные работы по химии для IX-X классов. Дидактический материал. Пособие для учителя / П.Н. Жуков., В.Л. Рысс. – М. : Просвещение, 1985. – 64 с.

Журин, А.А. Лабораторные опыты и практические работы по химии / Учебное пособие. 8-11 классы / А.А. Журин. – М. : Аквариум, 1997. – 256 с.

Завалина, В.И. Особенности когнитивного и личностного развития студентов педвуза с разной специализацией : дисс. ... канд. психол. наук / В.И. Завалина. – М., 1998.

За страницами учебника химии. Изучение жизни и деятельности Д. И. Менделеева во внеурочное время. Методические рекомендации. Московский городской комитет по народному образованию. Московский городской институт усовершенствования учителей. – М., 1989. – 143 с.

Зенин, С.В. К проблеме химической формы движения / С.В. Зенин // Философские науки, 1975. – № 4.

Зиновьева, Э.В. Школьная тревожность и ее связь с когнитивными и личностными особенностями младших школьников : дис. ... канд. психол. наук / Э.В. Зиновьева. – М. : МГОПУ, 2005. – 181 с.

Зоркий, П.М. Критический взгляд на основные понятия химии / П.М. Зоркий // Росс. хим. журн., 1996. – Т. XL. – № 3.

Зуева, М.В. Обучение учащихся применению знаний по химии: кн. для учителя / М.В. Зуева. – М. : Просвещение, 1987. – 144 с.

Иванова, Р.Г. Изучение химии в 9-10 классах: кн. для учителя. – 2-е изд., перераб. / Р.Г. Иванова, Г.Н. Осокина. – М. : Просвещение, 1983. – 287 с.

Иванова, Е.В. Психологические особенности когнитивной дифференцированности и личностных структур детей старшего дошкольного возраста с опережающим развитием : дисс. ... канд. психол. наук / Е.В. Иванова. – М., 1999.

История химии: область науки и учебная дисциплина. К 100-летию профессора Н. А. Фигуровского. – М. : Изд-во МГУ, 2001. – 327 с.

Карапетьянц, М.Х. Строение вещества. Учеб. пособие для вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. / М. Х. Карапетьянц, С.И. Дракин. – М. : Высшая школа, 1978. – 304 с.

Каропа, Г.Н. Принцип системной дифференциации в экологическом

образовании школьников / Г.Н. Каропа // Вопросы психологии. – 1999. – №2. – С. 28–34.

Карпов, А.В. Закономерности структурной организации рефлексивных процессов / А.В. Карпов // Психологический журнал. – 2006. – Т. 26. – №6. – С. 18-28.

Кирнарская, Д.К. Психология специальных способностей. Музыкальные способности / Д.К. Кирнарская. – М. : Таланты – XXI век, 2004. – 496 с.

Коваленко, Е.Н. Дифференцированность когнитивных структур младших школьников при традиционном и развивающем обучении : дис. ... канд. психол. наук / Е.Н. Коваленко. – М. : МГОПИ, 1994. – 129 с.

Коваленко, Е.М. Особенность когнитивной дифференцированности, интеллектуального и личностного развития студентов среднего медицинского учебного заведения : дис. ... канд. психол. наук / Е.М. Коваленко. – М. : МГОПУ, 2005. – 178 с.

Ковтунович, М.Г. Ассоциативный эксперимент как метод выявления строения структур долговременной семантической памяти (на примере анализа строения логико-семантической области вокруг фундаментального понятия «вещество») у учащихся 7-х классов / М.Г. Ковтунович // Психология высших когнитивных процессов / под ред. Т.Н. Ушаковой, Н. И. Чуприковой. – М. : ИП РАН, 2004. – С. 143-162.

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.

Копакова, Н.И. Когнитивное развитие и личностные особенности старших подростков школ с углубленным изучением иностранного языка : дис. ...канд. психол. наук / Н.И. Копакова. – М. : МГОПУ, 2002. – 205 с.

Конкурсные задачи по химии для учащихся и абитуриентов / под ред. В.П. Кочергина. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 1993. – 96 с.

Коровин, Н.В. Общая химия: учеб. для технических направ. и спец. вузов. – 2-е изд., испр. и доп. / Н.В. Коровин. – М. : Высш. шк., 2000. – 558 с.

Корсунский, Е.А. Развитие литературных способностей школьников : дис. ... док. психол. наук / Е.А. Корсунский. – Воронеж, 1993. – 412 с.

Краткий психологический словарь / Сост. Г.А. Карпенко; под общ. ред. А.В. Петровского, М.Г. Ярошевского. – М. : Политиздат, 1985. – 431 с.

Крейк, Ф. Изменение когнитивных функций в течение жизни / Ф. Крейк, И. Бялысток // Психология. Журнал высшей школы экономики. – 2006. – Т.3. – №2. – С. 73-85.

Крутецкий, В.А. Психология математических способностей / В.А. Крутецкий / под редакцией Н.И. Чуприковой. – М. : Издательство «Инсти-

тут практической психологии»; Воронеж : Издательство НПО «МОДЭК», 1998. – 416 с.

Кузнецова, Н.Е. Химия. Учебник для учащихся 8 класса общеобразовательных учреждений / Н.Е. Кузнецова [и др.] – М.: Вентана-Граф, 1997. – 336 с.

Кузьменко, Н.Е. Начала химии. Современный курс для поступающих в вузы / Н.Е. Кузьменко, В.В. Еремин, В.А. Попков. – М. : 1 Федеративная Книготорговая Компания, 1997. – Т. 1 – 448 с.

Кузьменко, Н.Е. Начала химии. Современный курс для поступающих в вузы / Н.Е. Кузьменко, В.В. Еремин, В.А. Попков. – М. : 1 Федеративная Книготорговая Компания, 1997. – Т. 2. – 384 с.

Кузьменко, Н.Е. Краткий курс химии. Пособие для поступающих в вузы / Н.Е. Кузьменко, В.В. Еремин, В.А. Попков. – М. : Высшая школа, 2000. – 415 с.

Лабораторные работы по органическому синтезу : учеб. пособие для хим. и биол. спец. пед. ин-тов / О.А. Птицина [и др.]. – М. : Просвещение, 1979. – 256 с.

Левина, И.А. Взаимосвязь когнитивной дифференцированности, креативности и личностных особенностей (на материале старшего дошкольного возраста) : дис. ... канд. психол. наук / И.А. Левина. – М. : МГОПУ, 2005. – 191 с.

Левченко, С.И. Краткий очерк истории химии / С.И. Левченко. – Ростов н/Д : Изд-во Рост. ун-та, 2006. – 112 с.

Леонтьев, А.Н. Дискуссия о проблеме способностей (1953) / А.Н. Леонтьев, Б.М. Теплов // Вопросы психологии. – 2007. – № 2. – С. 5-32.

Лейтес, Н.С. Возрастная одаренность школьников : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Н.С. Лейтес. – М. : Издательский центр «Академия», 2001. – 320 с.

Лейтес, Н.С. Возрастная одаренность и индивидуальные различия / Н.С. Лейтес. – М. : Издательство «Институт практической психологии», Воронеж : НПО «МОДЭК», 1997. – 448 с.

Лидин, Р.А. Тестовые задания для итогового контроля качества знаний / Р.А. Лидин, Л.Л. Андреева // Химия в школе. – 1994. – № 3. – С. 42–46.

Логанова, И.А. Когнитивное и личностное развитие старших подростков музыкальных школ : дисс. ... канд. психол. наук / И.А. Логанова. – М. : МГОПУ, 2001.

Лосский, Н.О. Обоснование интуитивизма. Избранное / Н.О. Лосский. – М. : Правда, 1991. – С. 13-304.

Лосский, Н.О. Мир как органическое целое. Избранное / Н.О. Лосский. – М. : Правда, 1991. – С. 338–448.

Лукреций, Т.К. О природе вещей: поэма / Пер. с лат. Ф. Петровского / Т. К. Лукреций. – М. : Мир книги; Литература, 2006. – 336 с.

Манолов, К. Великие химики / К. Манолов. – М. : Издательство «Мир», Т.1. – 1976. – 460 с.

Манолов, К. Великие химики / К. Манолов. – М. : Издательство «Мир», 1976. – Т.2. – 412 с.

Мелик-Пашаев, А.А. Психологические основы способностей к художественному творчеству : дис. ... док. психол. наук / А.А. Мелик-Пашаев. – М., 1994. – 225 с.

Мерлин, В.С. Структура личности. Характер, способности, самосознание: учебное пособие к спецкурсу / В.С. Мерлин. – Пермь, 1990. – 58 с.

Мерлин, В.С. Очерк интегрального исследования индивидуальности / В.С. Мерлин. – М.: Педагогика, 1986.

Миллер, Д. Планы и структура поведения / Д. Миллер, Ю. Галантер, К. Прибрам. – М., 2000. – 228 с.

Минченков, Е.Е. Химия: учебник для 8-го кл. средн. общеобразоват. школы / под ред. проф. Е. Е. Минченкова / Е.Е. Минченков, Л.С. Зазнобина, Т.В. Смирнова. – М. : Школа-Пресс, 1998. – 192 с.

Минченков, Е.Е. Химия: учебник для 9-го класса средней общеобразовательной школы / под ред. проф. Е. Е. Минченкова / Е.Е. Минченков, Л.А. Цветков, Л.С. Зазнобина. – М. : Школа-Пресс, 1999. – 240 с.

Московская психологическая школа: История и современность: В 3 т. / под ред. действ. чл. РАО В.В. Рубцова.– М. : ПИ РАО, МГППУ, 2004. – Т. 3. – 448 с.

Московская психологическая школа: История и современность: В 3 т. / под ред. действ. чл. РАО В.В. Рубцова.– М. : ПИ РАО, МГППУ, 2004. – Т. 2. – 368 с.

Московская психологическая школа: История и современность: В 3 т. / под ред. действ. чл. РАО В.В. Рубцова.– М. : ПИ РАО, МГППУ, 2004. –Т. 1. Кн. 1. – 448 с.

Московская психологическая школа: История и современность: В 3 т. / под ред. действ. чл. РАО В.В. Рубцова.– М. : ПИ РАО, МГППУ, 2004. – Т. 1. Кн. 2. – 464 с.

Назарова, В.В. Динамика когнитивной дифференцированности и возрастные интеллектуальные особенности школьников : дис. ... канд. психол. наук / В.В. Назарова. – М. : МГОПУ, 2001. – 207 с.

Найсер, У. Познание и реальность: смысл и принципы когнитивной психологии / У. Найсер. – М. : Прогресс, 1981. – 320 с.

Наумова, Е.Р. Формально-динамические свойства индивидуальности у

лиц с разным уровнем интеллекта: дисс. ... канд. психол. наук / Е.Р. Наумова. – М., 1999. – 186 с.

Нестерова, О.В. Динамика когнитивной и личностной дифференцированности младших школьников при традиционном и развивающем обучении по системе Л.В. Занкова : дис. ... канд. психол. наук / О.В. Нестерова. – М. : МГОПУ, 2004. – 200 с.

Никифоров, А.Л. Философия науки: история и методология / А. Л. Никифоров. – М., 1998. – 280 с.

Ничипоренко, Н.П. Феномен антиципационных способностей как предмет психологического исследования / Н.П. Ничипоренко, В.Д. Менделевич // Психологический журнал. – 2006. – Т. 27. – № 5. – С. 50-58.

Новейший философский словарь: 3-е изд. испр. Мн. Книжный Дом. 2003. – 1280 с.

Новлянская, З.Н. Методика исследования чувства материала как одного из аспектов художественного воображения / З.Н. Новлянская // Вопросы психологии. – 2006. – № 5. – С. 165-176.

Норман, Д.А. Знания и роль памяти / Д.А. Норман // Вопросы психологии. – 1979. – № 4. – С. 141-148.

Общая химическая технология. В 2 ч. / под ред. И.П. Мухленова. Учебник для вузов. Ч. II. Важнейшие химические производства. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М., Высшая школа, 1977. – 288 с. (И.П. Мухленов, А.Я. Авербух, Д.А. Кузнецов, А.Г. Амелин, Е.С. Тумаркина, И.Э. Фурмер – автор).

Общая химическая технология. В 2 ч. / под ред. И.П. Мухленова. Учебник для вузов. Ч. I. Теоретические основы химической технологии. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М., Высшая школа, 1977. – 288 с.

Одаренность и возраст. Развитие творческого потенциала одаренных детей: учеб. пособие / под ред. А.М. Матюшкина. – М. : Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж : Издательство НПО «МОДЭК», 2004. – 192 с.

Оманов, Х.Т. Философско-педагогические основы химического образования и вопросы его совершенствования : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Х.Т. Оманов. – Ташкент, 1995. – 46 с.

Органическая химия для учащихся школ с углубленным изучением химии. Учеб. Пособие / Н.С. Ярьско [и др.] / под ред. В. Ф. Травеня. – М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. – 200 с.

Оржековский, П. А. Экспериментальные творческие задачи по неорганической химии: книга для учащихся (Методическая библиотека) / П. А. Оржековский, В.Н. Давыдов, Н.А. Титов. – М. : АКРИ, 1998. – 48 с.

Оржековский, П.А. Методические основы формирования у учащихся

опыта творческой деятельности при обучении химии : дис. ... д-ра пед. наук / П.А. Оржековский. – М., 1998.

Орлова, С.Н. Развитие творческого мышления личности в процессе когнитивной деятельности : монография / С.Н. Орлова. – Красноярск : СибГГТУ, 2001. – 288 с.

Очирова, Л.П. Формирование умений осуществлять причинно-следственные связи в обучении химии : дисс. ... канд. пед. наук / Л.П. Очирова. – СПб., 1995. – 191 с.

Пиаже, Ж. Генезис элементарных логических структур. Классификация и сериация / Ж. Пиаже, Б. Инельдер / пер. с фр. Э. Пчелкиной. – М. : Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2002. – 416 с.

Платонов, К.К. Проблемы способностей / К.К. Платонов. – М., Наука. – 1972. – 312 с.

Плетневская, Н.Н. Соотношение сознательного и бессознательного компонентов при решении мыслительных задач : дис. ... канд. психол. наук / Н.Н. Плетневская. – М. : МГОПУ – М., 2006. – 120 с.

Пономарев, Я.А. Психология творения / Я.А. Пономарев. – М. : Московский психолого-социальный институт; Воронеж : Издательство НПО «МОДЭК», 1999. – 480 с.

Потапов, В.М. Строение и свойства органических веществ: пособие для учащихся 10 кл. – 3-е изд. / В.М. Потапов, И.Н. Чертков. – М. : Просвещение, 1980. – 144 с.

Практический интеллект / Р. Дж. Стернберг [и др.]. – СПб. : Питер, 2002. – 272 с.

Прежесецкая, С.И. Когнитивное и личностное развитие младших школьников в разных системах обучения : дис. ... канд. психол. наук / С.И. Прежесецкая. – М. : МГОПИ, 1995. – 111 с.

Психология высших когнитивных процессов / под ред. Т.Н. Ушаковой, Н.И. Чуприковой. – М. : ИП РАН, 2004. – 304 с.

Рабочая концепция одаренности. – 2-е изд., расш. и перераб. – М., 2003. – 94 с.

Равич-Щербо, И.В. Психогенетика. Учебник / И.В. Равич-Щербо, И. И. Полетаева, – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Аспект Пресс, 2006. – С. 236.

Ратанова, Т.А. Время реакции как показатель дискриминативной способности мозга, интеллекта и специальных способностей / Т.А. Ратанова, Н.И. Чуприкова // Психология высших когнитивных процессов. / под ред. Т.Н. Ушаковой, Н.И. Чуприковой. – М. : ИП РАН, 2004. – С. 33-56.

Рахимбекова, Х. М. История химии и эволюция содержания учебников общей химии 17-20 вв. : автореф. дис. ... доктора хим. наук / Х.М. Рахимбекова. – М., 1993. – 41 с.

Ребеко, Т. А. Дифференцированность и интегрированность ментальных объектов / Феномен и категория зрелости в психологии / Т. А. Ребеко / Отв. ред. А.Л. Журавлев, Е.А. Сергиенко. – М. : Изд-во «Институт психологии РАН», 2007 – С. 61-95.

Регуш, Л.А. Психология прогнозирования: успехи в познании будущего / Л.А. Регуш. – СПб. : Речь, 2003. – 352 с.

Резник, А.И. Индивидуальное семантическое пространство как ведущий компонент социально-перцептивных способностей (на материале учителей физкультуры) : автореф. дис. ... канд психол. наук / А.И. Резник. – Ульяновск, 1992.

Реми, Г. Курс неорганической химии / Г. Реми. – М. : Мир, 1972. – Т. 1. – 824 с.

Реми, Г. Курс неорганической химии / Г. Реми. – М. : Мир, 1974. – Т. 2. – 775 с.

Рехтман, И.В. Психологические условия формирования ориентировочной основы действий (на материале обучения химии) : дис. ... канд. психол. наук / И.В. Рехтман. – М., 2000.

Робертс, Дж. Основы органической химии / Дж. Робертс, М. Касерио. – Изд. 2-е, доп. – М. : Мир, 1978. – Т. 1. – 842 с.

Робертс, Дж. Основы органической химии / Дж. Робертс, М. Касерио. – Изд. 2-е, доп. – М. : Мир, 1978. – Т. 2. – 888 с.

Рождественская, В.И. Индивидуальные различия работоспособности / В.И. Рождественская. – М., 1979. – 149 с.

Росс, Ф. Как вырастить гения / Ф. Росс // В мире науки. – 2006. – № 11. – С. 55.

Рубинштейн, С.Л. О природе мышления и его составе / С.Л. Рубинштейн / Хрестоматия, 1989. – С. 71-77.

Рубинштейн, С.Л. Основы общей психологии / С.Л. Рубинштейн. – СПб. : Питер, 2002. – 720 с.

Рубинштейн, С.Л. О мышлении и путях его исследования / С.Л. Рубинштейн. – М. : Изд-во АН СССР, 1958. – С. 48.

Рудзитис, Г.Е. Химия – 11: Органич. химия. Основы общей химии: (обобщение и углубление знаний): учеб. для 11 кл. сред. шк / Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман. – М. : Просвещение, 1992. – 160 с.

Рудзитис, Г.Е. Химия: Неорган. химия : учеб. для 9 кл. общеобразоват. учреждений / Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман. – 8-е изд. – М.: Просвещение, 1999. – 208 с.

Рудзитис, Г.Е. Химия: Неорган. химия: учеб. для 8 кл. сред. шк. / Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман. – 2-е изд. – М. : Просвещение, 1991. – 159 с.

Рудзитис, Г.Е. Химия: Орган. химия : учеб. для 10 кл. общеобразоват.

учреждений / Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман. – 7-е изд. – М. : Просвещение, 2000. – 160 с.

Русалов, В.М. Биологические основы индивидуально-психологических различий / В.М. Русалов. – М., 1979.

Русалов, В.М. О связях общих способностей с «интеллектуальными» шкалами темперамента / В.М. Русалов, Е.Р. Наумова // Психол. журнал. – 1999. – Том 20. – № 1. – С. 70–77.

Савенков, А.И. Одаренные дети в детском саду и школе: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / А.И. Савенков. – М. : Издательский центр «Академия», 2000. – 232 с.

Сергиенко, Е.А. Антиципация в раннем онтогенезе человека : дис. ... в виде научного доклада доктор. психол. наук / Е.А. Сергиенко / Институт психологии РАН. – М., 1997. – 117 с.

Сидоренко, Е.В. Методы математической обработки в психологии / Е. В. Сидоренко. – СПб. : ООО «Речь», 2002. – 350 с.

Сидорова, В.В. Культурная детерминация образа сознания (на примере русской и японской культур) : дис. ... канд. психол. наук / В.В. Сидорова. – М. 2005. – 205 с.

Симонов, В.П. Эмоциональный мозг / В.П. Симонов. – М., 1981. – 215 с.

Соколов, Е.Н. Новые тенденции в развитии психологии / Е.Н. Соколов // Вопросы психологии. – 2005. – № 4. – С. 87-89.

Соловьев, В.С. Философские начала цельного знания / В.С. Соловьев // Полное собрание сочинений и писем в двадцати томах. – М., «Наука», 2000. – Т. 2. – С. 185-308.

Соловьев, Ю.И. История химии / Ю.И. Соловьев. – М. : Просвещение, 1984. – 336 с.

Соловьев, Ю.И. История учения о химическом процессе / Ю.И. Соловьев. – М. : Наука, 1981. – 447 с.

Солсо, Р. Когнитивная психология / Р. Солсо. – СПб. : Питер, 2002. – 592 с.

Старчеус, М.С. Слух музыканта / М.С. Старчеус. – М. : Моск. гос. консерватория им. П.И. Чайковского. – М., 2003. – 640 с.

Старчеус, М.С. Слух музыканта: психолого-педагогические проблемы становления и совершенствования : автореф. дис. ...доктора педагогических наук / М.С. Старчеус. – М., 2005. – 60 с.

Степанова, Л.П. Особенности работоспособности в условиях монотонной деятельности / Л.П. Степанова, В.И. Рождественская // Вопросы психологии. – 1986. – № 3. – С. 121–127.

Стреляу, Я. Роль темперамента в психическом развитии / Я. Стреляу. – М., 1982. – С. 157–160.

Талызина, Н.Ф. Педагогическая психология: учеб. для студ. сред.пед. учеб. заведений / Н.Ф. Талызина. – 3-е изд., стереотип. – М. : Издательский центр «Академия», 2001. – 228 с.

Теплов, Б.М. Об изучении типологических свойств нервной системы и их психологических проявлений / Б.М. Теплов // Вопросы психологии. – 1957. – № 5. – С. 118-130.

Теплов, Б.М. Избранные труды. В 2-х т. Психология музыкальных способностей / Б.М. Теплов. – М. : Педагогика, 1985. – Т. 1

Титова, И.М. Вещества и материалы в руках художника: пособие для учителей химии / И.М. Титова. – М. : МИРОС, 1994. – 80 с.

Трифонов, Д.Н. Ученые и их открытия: ист. очерки. Учеб. Пособие / Д.Н. Трифонов. – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2004. – 119 с.

Трифонов, Д.Н. История химии в России / Д.Н. Трифонов. – М : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2002. – 95 с.

Туник, Е.Е. Диагностика креативности. Тест Е. Торренса. Методическое руководство / Е.Е. Туник. – Санкт-Петербург, 1998. – С. 142-144.

Удачнина, Е.Г. Поленезависимость и межполушарная асимметрия / Е. Г. Удачнина, С.В. Квасовец // Психологический журнал. – 2006. – Т. 27. – № 6. – С. 29-36.

Феномен и категория зрелости в психологии / Отв. ред. А.Л. Журавлев, Е.А. Сергиенко. – М. : Изд-во «Институт психологии РАН», 2007. – 223 с.

Федоренко, П.В. Психологические условия эффективного применения ТСО для совершенствования профессиональной деятельности будущего учителя химии : дис. ... канд. психол. наук / П.В. Федоренко. – М., 1992.

Философия естественных наук. Учебное пособие для вузов / под общ. ред. проф. С.А. Лебедева. – М. : Академический проект; Фонд «Мир», 2006. – 560 с.

Фигуровский, Н.А. Очерк общей истории химии / Н.А. Фигуровский. – М. : Наука, 1969. – 456 с.

Фигуровский, Н.А. История химии / Н.А. Фигуровский. – М. : Просвещение, 1979. – 311 с.

Франк, С. Предмет знания. Душа человека / С. Франк. – Мн : Харвест, М. : АСТ, 2000. – 992 с.

Фритц, Дж. Количественный анализ / Дж. Фритц, Г. Шенк. – М. : Мир, 1978. – 557 с.

Химики о себе. – М. : «ВЛАДМО», УМИЦ «ГРАФ-ПРЕСС», 2001. – 352 с.

Химия. Пособие для абитуриентов, 4-е изд., перераб. и доп. / А. Я. Дупал, Е.П. Баберкина, Н.Я. Подхалюзина, С.Н. Соловьев. – М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. – 195 с.

Химия за 7 клас / Г.Е. Близнаков, Л.Б. Йорданова, М.К. Минчева, М. И. Петрова. – Българска. Издание 1. Изд-во «Просвета – София», 2003. – 158 с.

Химия за 8 клас / Л.Б. Йорданова, Р.Н. Манева, Е.Л. Цифудин. – Българска. Издание 3. Изд-во «Просвета – София», 2003. – 158 с.

Химия и общество. Пособие для учителей / Пер. с англ. – М. : Мир, 1995. – 624 с.

Химия и опазване на околната среда за 10 клас. Задължителна подготовка / С.Г. Манев, М.И. Цавкова, Д.Л. Лазаров, Г.П. Петров. – Българска. Издание 1. Изд-во «Просвета – София», 2001. – 158 с.

Химия и опазване на околната среда за 9 клас. Задължителна подготовка. / С.Г. Манев, М. И. Цавкова, Д. Л. Лазаров, Г. П. Петров. – Българска. Издание 1. Изд-во «Просвета – София», 2001. – 192 с.

Холодная, М.А. Основные направления изучения психологии способностей в институте психологии РАН / М.А. Холодная // Психологический журнал. – 2002. – Т. 23. – № 3. – С. 13-22.

Холодная, М. А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования / М. А. Холодная. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Питер, 2002. – 272 с.

Холодная, М.А. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума / М.А. Холодная. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2004. – 384 с.

Холодная, М.А. Когнитивные и метакогнитивные предпосылки интеллектуальной компетенции в научно-технической деятельности / М. А. Холодная, О.Г. Берестенева, Н.С. Костикина // Психологический журнал. – 2005. – Т. 26. – № 1. – С. 29-37.

Холодная, М.А. Перспективы исследований в области психологии способностей / М.А. Холодная // Психологический журнал. – 2007. – Т. 28. – № 1. – С. 28-37.

Хомская, Е.Д. Изучение биологических основ психики с позиций нейропсихологии / Е.Д. Хомская // Вопросы психологии. – 1999. – № 3. – С. 27-37.

Цветков, Л.А. Преподавание органической химии в средней школе: пособие для учителя / Л.А. Цветков. – 3-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1984. – 256 с.

Шадриков, В.Д. Способности, одаренность, талант / В.Д. Шадриков // Развитие и диагностика способностей. Отв. ред. В.Н. Дружинин, В. Д. Шадриков. – М. : Наука, 1991.

Шадриков, В.Д. Деятельность и способности / В.Д. Шадриков. – М., 1994.

Шадриков, В.Д. Введение в психологию: способности человека / В. Д. Шадриков. – М.: Логос, 2002. – 160 с.

Шадриков, В.Д. Происхождение человечности: учебное пособие для высших учебных заведений / В.Д. Шадриков. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Логос, 2004. – 296 с.

Шаталов, М.А. Проблемное обучение химии в средней школе на основе межпредметной интеграции : дис. ... канд. пед. наук / М.А. Шаталов. – СПб., 1998.

Шеварев, П.А. Теория обобщенных ассоциаций в психологии / под редакцией Т.А. Ратановой и Б.Б. Косова. – М. : Издательство «Институт практической психологии»; Воронеж : Издательство НПО «МОДЭК», 1998. – 608 с.

Шумакова, Н.Б. Обучение и развитие одаренных детей / Н.Б. Шумакова. – М. : Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж : Издательство НПО «МОДЭК», 2004. – 336 с.

Черемных, Н.М. Философские проблемы современной химии / Философия естественных наук / под общей ред. проф. С.А. Лебедева. – М. : Академический проект; Фонд «Мир», 2006. – С. 167–211.

Чесовская, Е.Н. Когнитивная дифференцированность, интеллектуальные и индивидуально-типологические особенности студентов факультета иностранных языков педагогического вуза : дис. ... канд. психол. наук / Е.Н. Черемных. – М. : МГОПУ, 2006. – 198 с.

Чудновский, В.Э. Судьба трех научных идей Б. М. Теплова / В.Э. Чудновский // Вопросы психологии. – 2007. – № 2. – С. 112–119.

Чудновский, В.Э. Актуальные проблемы психологии способностей / В.Э. Чудновский // Вопросы психологии. – 1986. – № 3. – С. 78–89.

Чуприкова, Н.И. Познавательная активность в системе процессов памяти / Н.И. Чуприкова. – М. : Педагогика, 1989. – 188 с.

Чуприкова, Н.И. Умственное развитие и обучение (Психологические основы развивающего обучения) / Н.И. Чуприкова. – М. : АО «СТОЛЕТИЕ», 1994. – 192 с.

Чуприкова, Н.И. Время реакций и интеллект: почему они связаны (о дискриминативной способности мозга) / Н.И. Чуприкова // Вопросы психологии. – 1995. – № 4. – С. 63–81.

Чуприкова, Н.И. Психология умственного развития: Принцип дифференциации / Н.И. Чуприкова. – М. : АО «СТОЛЕТИЕ», 1997. – 480 с.

Чуприкова, Н.И. Идеи общих законов развития в трудах русских мыслителей конца XIX– начала XX вв. / Н.И. Чуприкова // Вопросы психологии. – 2000. – № 1. – С. 109–125.

Чуприкова, Н.И. Эмоциональные сигналы, определяющие выбор жизненного пути / Н.И. Чуприкова // Мир психологии. – 2002. – № 4. – С.

Чуприкова, Н.И. Умственное развитие и обучение (к обоснованию сис-

темно-структурного подхода) / Н.И. Чуприкова. – М. : Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж : Издательство НПО «МОДЭК», 2003. – 320 с.

Чуприкова, Н.И. Психика и предмет психологии в свете достижений современной нейронауки / Н.И. Чуприкова // Вопросы психологии. – 2004. – № 2. – С. 104–118.

Чуприкова, Н.И. Связь показателей интеллекта и когнитивной дифференцированности у младших школьников / Н.И. Чуприкова, Т.А. Ратанова // Вопросы психологии. – 2005. – № 3. – С. 104–113.

Чуприкова, Н.И. Теория отражения, психическая реальность и психологическая наука / Н.И. Чуприкова // Методология и история психологии. – 2006. – Т. 1. – Выпуск 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 / Н.И. Чуприкова // Вопросы психологии. – 2007. – № 3. – С. 3–15.

Чуприкова, Н.И. Умственное развитие: Принцип дифференциации / Н. И. Чуприкова. – СПб. : Питер, 2007. – 448 с.

Энгельгардт, В.А. Познание явлений жизни / В.А. Энгельгардт. – М., 1984. – С. 208.

Эпштейн, Д.А. Формирование химических способностей у учащихся / Д. А. Эпштейн // Вопросы психологии. – 1963. – № 6. – С. 106–116.

Юнг, К.Г. Отношения между Я и бессознательным / К. Г. Юнг // собр. соч. Психология бессознательного. – С. 136.

Юнг, К.Г. Психологические типы / К. Г. Юнг. – СПб., М., 1995. – С. 522.

Юрчук, В.В. Современный словарь по психологии / В.В. Юрчук. – Мн.: Современное слово, 1998. – 768 с.

Юшко, Т.А. Когнитивное и личностное развитие старших подростков художественных школ : дис. ... канд. психол. наук / Т.А. Юшко. – М. : МГОПИ, 1997. – 205 с.

Arnold L. Glass, James Law. Grammatical intuition about irregular verb inflections // The American Journal of Psychology. Vol. 116, No 1. 2003. – pp. 51–70.

Barton L. Anderson, Manish Singh, Roland W. Fleming. The interpolation of Object and Surface Structure // Cognitive Psychology. Vol. 44, No 1. 2002. – pp. 148–190.

Colin J. K. Anderson, Robert M. Klassen, George K. Georgiou. What Teachers say they need and what psychologists can offer // Scholl Psychology International. Vol. 28, No 2. 2007. – pp. 131–147.

Химическая линейка времени

Ремесленная химия в доантичный и античный периоды

9 тыс. лет до н. э.	Получение меди выплавкой из руд
7 тыс. лет до н. э.	Металлургия меди и свинца
5 тыс. лет до н. э.	Широкое распространение изделий из мышьяковистой бронзы (сплав меди с мышьяком)
4 тыс. лет до н. э.	Широкое распространение изделий из меди
3 тыс. лет до н. э.	Первые изделия из оловянной бронзы, сплава меди и олова, значительно более твердого, чем медь
3 тыс. лет до н. э.	Получение из руд золота и серебра
3 тыс. лет до н. э.	Получение терракоты (обожженной глины). Широкое распространение изделий из майолики, покрытых слоем обливной глазури окрашенных оксидами свинца, железа, меди, кобальта. В Месопотамии, Египте, Палестине обнаружены первые изделия из стекла
2 тыс. лет до н. э.	Впервые получена ртуть
2 тыс. лет до н. э.	Первые изделия из железа неметеоритного происхождения
Середина второго тысячелетия до н. э.	Древний Египет: - производство окрашенного в разные цвета стекла; - парфюмерное искусство, косметика; - технология крашения ткани, дубления кож; - технология изготовления лекарственных препаратов
Середина второго тысячелетия до н. э.	В Малой Азии, затем в Греции и Египте широкое распространение изделий из железа. Для получения железа необходимо применение дутья (продувание воздуха через горящий древесный уголь), добавок (флюсов, облегчающих отделение примесей в виде шлаков). Существенно усложняется технология обработки металлов после плавки – ковка, науглероживание поверхностного слоя, закалка
4 век до н.э.	Персия – изготовление булатной стали (высокоуглеродистое железо, которому в результате специальной обработки придавались совершенно уникальные пластичность и твердость)

Davi Van Pugman, Kenny R. Coventry, Stephen E. Newstead. Contextual cues and retrieval of information from cognitive maps // *Memory & Cognition*. Vol. 35, No 3. 2007. – pp. 381–392.

Francesca Peressoti, Roberto Cubelli, Remo Job. On recognizing proper name: The orthographic cue hypothesis // *Cognitive Psychology*. Vol. 47, No 1. 2003. – pp. 87–116.

Glinis M. Breakwell, Vivian L. Vignoles, Toby Robertson. Stereotypes and crossed-category evaluations: The case of gender and science education // *British Journal of Psychology*. Vol. 94, Part 4. 2003. – pp. 437-455.

Hunt E. The role of intelligence in modern society // *American Scientist*. V.83. P.356-368.

Jerwen Jou. Multiple number and letter comparison: Directionality and accessibility in numeric and alphabetic memory // *The American Journal of Psychology*. Vol. 116, No 4. 2003. – pp. 543-579.

Kuhn D. Children and adults as intuitive scientists // *Psychol. Review*. - 1989. V. 94. – P. 674–689.

Neil E. Schore. Study guide and solutions manual for organic chemistry. Second edition. New York: W. H. Freeman and Company, 1994. – 514 p.

Neisser U. *Cognitive Psychology*. New York, The Century Psychology Series Award, Appleton – Century – Crofts, 1966. – pp. 3–170.

Standart Progressive Matrices set A, B, C, D & E Prepared by J C Paven. Printed in Great Britain by Information Press Ltd.

Stanley J. Collombe & Robert S. Wyer, Jr. The role of prototypes in the mental representation of temporary related events // *Cognitive Psychology*. Vol. 44, No 1. 2002. – pp. 67–103.

Sternberg, Robert J. Finding Students Who Are Wise, Practical, and Creative *Chronicle of Higher Education*; 7/6/2007, Vol. 53 Issue 44, pB11-B12

Sternberg, Robert J. A model of educational leadership: Wisdom, intelligence, and creativity, synthesized // *International Journal of Leadership in Education* OCTOBER–DECEMBER 2005, VOL. 8, NO. 4, 347–364.

Thomas Sanocki. Representation and perception of scenic layout // *Cognitive Psychology*. Vol. 47, No 1. 2003. – pp. 43–86.

William L. Masterton, Cecile N. Hurley. *Chemistry: Principles & Reaction*, Third Edition. USA: Saunders College Publishing, 1989. – 707 p.

Раннее средневековье	Распространение дамасской стали (сравнительно дешевая подделка под настоящий булат)
7 век до н.э.	Зарождение первых представлений о природе вещества и его свойствах (Китай – Конфуций и Лао Цзы, Индия – Будда, Персия – Заратустра, Греция – философы Милетской школы)
Ок. 624 – 473 лет до н.э.	Вещества способны к взаимопревращениям. Существование некоего первоначала всех веществ – архесомы (элемента). Фалес Милетский (625 - 547 лет до н.э.): первоосновой всех тел (веществ) является вода. Анаксимен из Милета (ок. 585 – 525 лет до н.э.) – воздух. Ксенофан (ок. 565 – 473 лет до н.э.) – земля. Гераклит Эфесский (ок. 540 – 475 лет до н.э.) – огонь
Ок. 610 – 55 лет до н.э.	Появление учений, в которых предполагается существование нескольких начал (элементов)
Ок. 610 – 546 лет до н.э.	Анаксимандр – три элемента (вода, земля, огонь). Все вещества (тела) окружающего мира образуются в результате сочетания воды, земли и огня
V век до н.э.	Возникновение атомистической натурфилософии. Признание принципов сохранения материи (ничто не может возникнуть из ничего) и сохранения форм материи (природа все разлагает на тела и в ничто ничего не переводит, т.е. в природе повторяются одни и те же формы материи)
V век до н.э.	Парменид и Зенон Элейский обосновывают наличие пустоты (вакуума), которая необходима для существования движения
Ок. 500 – 440 лет до н.э.	Левкипп утверждал, что существует предел деления, настолько малая частица, что ее дальнейшее деление невозможно
Ок. 460 – 370 лет до н.э.	Демокрит из Абдеры называет бесконечно малые и неделимые, вечные и абсолютно прочные частицы – атомами: «Нет ничего кроме атомов, вечно движущихся в бесконечной пустоте». Основными характеристиками атомов являются размер, форма и весомость. Число атомов бесконечно. Соединяясь между собой в различных сочетаниях, атомы материи образуют новые вещества с различными свойствами. Сами атомы в соединениях сохраняют свою индивидуальность. Демокрит предполагает, что способность атомов к соединению обусловлена особенностями формы и размера – наличием у атомов выступов, углублений, зубцов, крючков и пр.
Ок. 490 – 430 лет до н.э.	Эмпедокл из Агригента – четыре элемента (земля, вода, воздух, огонь). Элементы материальны и наделены свойствами филии (любви) и фобии (вражды). Эти две противоположности присущие всем телам приводят материю в движение

Ок. 428 – 348 лет до н.э.	Платон в диалоге «Тимей» исходя из предположения, что частицы равных видов материи представляют собой правильные геометрические тела, предположил существование пятого элемента, соответствующего додекаэдру. Платон высказывает идею, что свойства разных видов материи – твердость, плавкость, воздухообразность, огнеобразность обеспечиваются соответствующими многогранниками. Земля – наиболее устойчивый и наименее подвижный элемент, ей соответствует четырехугольная плоскость куба; огню – тетраэдр; воде – октаэдр; воздуху – икосаэдр. Элементы представлены числами, которые находятся в постоянной пропорции, т.е. огонь относится к воздуху, как воздух к воде и как вода к земле
Ок. 384 – 322 лет до н.э.	По мнению Аристотеля из Стагиры пятым элементом является эфир, из которого состоят все небесные тела. Он полагал, что первоматерия проявляет два из двух пар противоположных свойств – холода или тепла и влажности или сухости. В результате соединения элементов в различных сочетаниях возможно образование сложных тел с различными свойствами. Образование нового тела (с иным сочетанием элементов) возможно в результате миксиса – истинного смешивания (в отличие от механического). По мнению Аристотеля, Вселенная и Разум подчиняются одним и тем же законам. Аристотель считал вселенную конечной: вокруг центра Вселенной (центра Земли) расположены последовательно сферы четырех элементов в порядке уменьшения их тяжести – земли, воды, воздуха, огня и далее планеты, обращающиеся вокруг Земли
Ок. 341 – 270 лет до н.э.	Эпикур утверждает ограниченность числа форм атомов. Это число неопределенно велико, но ограничено. Атомы соединяются между собой посредством переплетения маленьких отростков: «не может быть ни крючкообразных, ни трезубцеобразных... атомов; все эти формы весьма хрупки... Крючки и углы... смогут быть оторваны...»
95 – 55 лет до н.э.	Тит Лукреций Кар – дидактическая поэма «О природе вещей», излагающая воззрения Демокрита и Эпикура
Алхимический период	
Александрийская алхимия	
323 лет до н.э. – VII век н.э.	Птоломей Сотер, став после смерти Александра царем Египта, основал Александрийскую библиотеку и Александрийскую академию. Практическими знаниями в Египте (в отличие от Греции) обладали не только простые ремесленники – рабы и представители низших классов свободных людей, но и жрецы – образованные люди, занимающие высокое социальное положение

323 лет до н.э.	В Александрийской академии происходит соединение теории (античной натурфилософии) и практических знаний о веществах, их свойствах и превращениях; из этого соединения рождается новая наука – khemia. В Александрийской академии лаборатории «священного искусства» размещались в главном здании академии – храме Сераписа (храм жизни, смерти, исцеления). Формируется традиционная металлопалентная символика
I век н.э.	Открытие явления амальгамирования металлов (описано Диоскоридом). Разработан способ очистки золота купелированием (нагреванием руды со свинцом и селитрой)
II век н.э.	Болос Демокритос из Менде (Псевдо-Демокрит) – в книге «Физика и мистика» появляется идея трансмутации металлов – превращение одного металла в другой, благородных металлов (свинца и железа) в золото. Обоснование. Элементы, сочетанием которых образованы все вещества, способны превращаться друг в друга, поэтому превращение одного металла, составленного из этих элементов, в другой, составленных из тех же элементов в другом сочетании, является лишь вопросом искусства. Практической предпосылкой возникновения идеи трансмутации могло быть известное с древности резкое изменение окраски и свойств металла при введении некоторых добавок, например, цвет мышьяковистой меди варьирует от белого до красноватых и золотистых оттенков. Описание способов изготовления сплавов. Описывается приготовление латуни (сплав меди с цинком), которая по мнению Болоса является золотом
III век н.э.	Зосим Панополит написал энциклопедию, в которой сведены все знания по khemia за предыдущие 5-6 веков. Зосим определяет khemia как искусство делания золота и серебра, причем особо указывает на запрет разглашения тайн этого искусства
III век н.э.	Гермес Трисмегист «Изумрудная скрижаль» – попытка философско-мистического объяснения превращения веществ
243 – 315 лет н.э.	Римский император Диоклетиан, чтобы исключить возможность получения дешевого золота, которое подорвало бы экономику римской империи, запретил занятия химией и приказал уничтожить все труды по химии

385 - 415 гг. н.э.	Разрушены многие здания Александрийской академии, в том числе храм Сераписа
525 г. н.э.	Римский папа Григорий I запретил чтение древних книг, занятия математикой, философией. Христианская Европа погружается во мрак раннего средневековья. Однако научные и культурные традиции сохраняются. Их перенимает арабский мир
Арабская алхимия	
VII - XII века н.э.	Победоносное шествие новой мировой религии – ислам приводит к созданию огромного Халифата, включающего в себя Малую и Среднюю Азию, Северную Африку, Пиренейский полуостров в Европе. Создаются университеты в Дамаске, Багдаде, Кордове, Каире. Влияние ислама в университетах было слабым, так как изучение трудов античных авторов не противоречило догмам ислама. Слово khemia преобразуется на арабском языке в al – khemia
769 - 835 гг. н.э.	Айюб ал Рухави на основе аристотелевского учения о четырех элементах-стихиях дает объяснение свойств металлов: «Золото содержит больше влажности, чем серебро, поэтому оно более ковко. Золото желтое, а серебро белое, так как первое содержит больше тепла, а второе больше холода. Медь суше, чем серебро или золото, и ее цвет более красен, так как оно теплее. Олово более влажно, чем серебро или золото, также обстоит дело и со свинцом. Это объясняет, почему они так легко плавятся на огне. Больше всего влажности в ртути, поэтому она, подобно воде, испаряется на огне. Что касается железа, то оно землистее и суше, чем все остальные,... и оно с трудом поддается действию огня и не плавится, подобно другим, если только плавящая сила не приведена в соприкосновение с ним»
721 – 815 гг. н.э.	Абу Мусса Джабир ибн Хайан (Гебер) разрабатывает ртутно-серную теорию происхождения металлов – первая попытка теоретического обобщения свойств металлов на основе экспериментальных данных. В основе всех металлов лежат два принципа – философская Ртуть и философская Сера. Философская Ртуть является принципом металличности. Философская Сера – принципом горючести. Эти принципы выступают носителями определенных свойств металлов, установленных в результате экспериментального изучения действия

864 – 925 гг. н.э.	Ар-Рази (Разес) – поскольку свойства таких веществ, как соли металлов, невозможно объяснить с использованием двух принципов (философская Ртуть и философская Сера), Ар-Рази добавляет третий принцип – принцип растворимости (хрупкости) – философскую Соль. Ар-Рази предпринял попытку объединить учение Аристотеля – главную теоретическую основу алхимии с атомистической идеей. По-мнению ученого, четыре стихии Аристотеля – это четыре вида атомов, движущихся в пустоте и различающихся формой и размером. Ар-Рази предлагает классификацию веществ на три царства – минеральные, растительные и животные. Подробным образом описывает химическую посуду, оборудование, лабораторные приемы
980 – 1037 гг. н.э.	Авиценна – первый критик идеи трансмутации металлов. Трансмутация невозможна. Основная задача алхимии – приготовление лекарств
	Арабские алхимики выделяют сурьму, мышьяк, фосфор, получают уксусную кислоту и растворы сильных минеральных кислот
Европейская алхимия	
1096 г. н.э.	Первый крестовый поход. Европейцы получают возможность ознакомиться с достижениями арабской цивилизации, с наследием античности, сохранившимся благодаря арабам
XII век н.э.	Создаются первые светские учебные заведения – университеты: в Болонье (1119), Монпелье (1189), Париже (1200). Предпринимаются первые попытки перевода на латинский язык арабских трактатов и сочинений античных авторов
1193 – 1280 гг. н.э.	Монах-доминиканец Альберт фон Больштедт (Альберт Великий) – в своих трудах («Книга об Алхимии» и др.) детально описывает свойства мышьяка, высказывает мнение, что металлы состоят из ртути, серы, мышьяка и нашатыря
1214 – 1292 гг. н.э.	Монах-францисканец Роджер Бэкон в трактате «Зеркало Алхимии» дает подробное описание природы металлов с точки зрения ртутно-серной теории
1121 – 1274 гг. н.э.	В 1270 году итальянский алхимик кардинал Джованни Фиданца (Бонавентура) получает «царскую водку» (раствор нашатыря в азотной кислоте), способную растворять царя металлов – золото
1317 г. н.э.	Папа Иоанн XII предаёт алхимию анафеме. Европейская алхимия находится на полуподпольном положении. Европейские власти, объявив алхимию вне закона, тайно покровительствуют ей, рассчитывая на будущие выгоды

XIV век н.э.	Псевдо-Гебер (испанский алхимик, работавший под именем Гебер) первым подробно описал сильные минеральные кислоты – серную и азотную
Иатрохимия и техническая химия	
Середина XIV века н.э.	Разделение европейской алхимии на два течения: – мистическое направление, пытающееся осуществить трансмутацию металлов при помощи магии; – иатрохимия и техническая химия – рациональное течение в основе которого эмпирический подход к изучению свойств веществ
XV век н.э.	Ваноччо Бирингучо (1480 – 1539) – «О пиротехнике» и Георг Бауэр (Агрикола) (1494 – 1555) – «De Re Metallica»: энциклопедии, посвященные минералогии, металлургии, горному делу, технологическим процессам – максимально полное, ясное и достоверное описание опытных данных и технологических процессов
1491-1541 гг. н.э.	Филипп Аулеол Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм (Парацельс) – негативно относится к идее трансмутации металлов, задача алхимии в том, чтобы готовить лекарства. Парацельс считает, что в здоровом организме три принципа – Ртуть, Сера и Соль находятся в равновесии, болезнь есть результат нарушения равновесия между принципами; вводит в медицинскую практику минеральные лекарственные препараты
1577-1664 гг. н.э.	Баптист Ван Гельмонт – проводит эксперимент, в котором точно взвешенное серебро растворяется в азотной кислоте, раствор выпаривается, остаток прокаливается и сплавляется. Вес полученного серебра оказался в точности равен исходному: «Серебро не теряет своей сущности оттого, что было растворено в крепкой водке, хотя оно исчезло с глаз и сделалось совсем прозрачной»
1604-1668 гг. н.э.	Иоганн Рудольф Глаубер в работе «Новые философские печи, или описание впервые открытого искусства перегонки» излагает все известные способы получения разнообразных кислот, солей и других веществ. В работе «Фармакопоя спагирика» описывает способ получения бензола и толуола
1620-1699 гг. н.э.	Отто Тахений – утверждает, что все соли образованы двумя принципами – кислотой и щелочью
Период становления химии	
1561-1626 гг. н.э.	Бэкон (Bacon), Френсис (1561-1626) лорд Веруламский – решающим доводом в научной дискуссии должен явиться эксперимент («Новый Органон» и «Новая Атлантида»). Вместо дедуктивного метода предлагает новую логику науки – индукцию

1596-1650 гг. н.э.	Декарт (Descartes), Рене (Картезий) (1596-1650) – все тела состоят из корпускул различной формы и размеров: форма корпускул связана со свойствами вещества, корпускулы делимы и состоят из единой материи. Декарт, не решаясь допустить существование пустоты, отрицает идею Демокрита о неделимых атомах, движущихся в пустоте
1592-1655 гг. н.э.	Гассенди (Gassendi), Пьер (1592-1655) – группы атомов, образующих соединения называет молекулами (от лат. moles – кучка)
1630 г. н.э.	Рей (Rey), Жан (1583-1645) высказывает предположение, что увеличение массы металлов при обжиге обусловлено присоединением воздуха
XVII век н.э.	Огромные успехи в области физики, механики, математики и астрономии. Эдванджелита Торричелли, Блез Паскаль проводят опыты по изучению вакуума и атмосферного давления. Христиан Гюйгенс создает волновую теорию света и разрабатывает основные законы оптики. Исаак Ньютон открывает законы классической механики и закон всемирного тяготения. Основой естествознания становится принцип количественного измерения в экспериментальных исследованиях. Изобретение разнообразных измерительных приборов – хронометров, термометров, ареометров, весов и т.д.
Вторая половина XVII века н.э.	Создание новой научной химии, основателем которой традиционно считается Роберт Бойль. Бойль (Boyle), Роберт (1627-1691) – основывает качественный анализ, вводит в практику индикаторы, исследует свойства кислот, изобретает ареометр и исследует плотности жидкостей. Ввёл в химию рациональное понятие химического элемента: 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. Синтез вещества из исходных элементов, полученных в результате разложения вещества, является критерием правильности анализа
1665 г. н.э.	Гук (Hooke), Роберт (1635-1703) предполагает наличие в воздухе особого вещества, подобного веществу, содержащемуся в связанном состоянии в селитре ¹
1669 г. н.э.	Мейоу (Mayow), Джон (1645-1679) ² в опытах с горящими свечами под колоколом обосновывает наличие в воздухе особого газа, поддерживающего горение и необходимого для дыхания

XVII в. н.э.	Бехер (Becher), Иоганн Иоахим (1635-1682) и Шталь (Stahl), Георг Эрнст (1660-1734) – разрабатывают теорию флогистона
1730 гг. н.э.	Реомюр (Réaumur), Рене Антуан (1683-1757) и Бургаве (Boerhaave), Герман (1668-1738) высказывают предположение, что при растворении происходит соединение растворителя с растворяемым веществом
1748 г. н.э.	Ломоносов, Михаил Васильевич (1711-1765) разрабатывает кинетическую теорию теплоты; формулирует закон сохранения массы вещества и в 1756 году экспериментально обосновывает его: «Все перемены в натуре случающиеся такого суть состояния, что сколько чего у одного тела отнимается, столько присовокупится к другому. Так, ежели где убудет несколько материи, то умножится в другом месте. Сей всеобщий естественный закон простирается и в самые правила движения: ибо тело, движущееся своею силою другое, столько же оные у себя теряет, сколько сообщает другому, которое от него движение получает» ³
1766 г. н.э.	Кавендиш (Cavendish), Генри (1731-1810) получает водород, принимая его за чистый флогистон
1771 г. н.э.	Шееле (Scheele), Карл Вильгельм (1742-1786) получает кислород и называет его «огненным воздухом»
1772 г. н.э.	Резерфорд (Rutherford), Даниил (1749-1819) получает азот
1774 г. н.э.	Пристли (Priestley), Джозеф (1733-1804) при нагревании оксида ртути получает кислород, считая его «дефлогистированным воздухом»
1775 г. н.э.	Лавуазье (Lavoisier), Антуан Лоран (1743-1794) повторяет опыты Пристли
1777 г. н.э.	Лавуазье (Lavoisier), Антуан Лоран (1743-1794) формулирует основные положения кислородной теории горения
1787 г. н.э.	В работах Лавуазье появляется термин «кислород» ⁴
1785-1787 гг. н.э.	По поручению Парижской академии наук Антуан Лоран Лавуазье, Клод Луи Бертолле, Луи Бернар Гитон де Морво и Антуан Франсуа де Фуркруа разрабатывают новую систему химической номенклатуры, логика которой предполагает построение названия вещества по названиям тех элементов, из которых вещество состоит

1789 г. н.э.	Лавуазье (Lavoisier), Антуан Лоран (1743-1794) в учебнике «Элементарный курс химии» приводит таблицу простых тел, разделенных на несколько типов ³ . Высказывает предположение, что «земли» представляют собой оксиды неизвестных элементов. Формулирует закон сохранения массы
Период количественных законов	
1759-1763 гг. н.э.	Блэк (Black), Джозеф (1728-1799) формулирует понятие «теплоемкость тел» и «скрытая теплота изменения агрегатного состояния», указывает на необходимость различения понятий «количество теплоты» и «температура». Ученый с помощью изобретенного им калориметра проводит первые измерения теплоемкостей веществ и скрытой теплоты плавления льда и испарения воды
1767 г. н.э.	Кавендиш (Cavendish), Генри (1731-1810) вводит термин «эквивалент»
1780 г. н.э.	Лавуазье (Lavoisier), Антуан Лоран (1743-1794) и, Лаплас (de Laplace), Пьер Симон (1749-1827) обобщая результаты опытов по измерению теплоты химических реакций, формулируют «первый закон термохимии»: «Если при соединении или при любом изменении системы происходит уменьшение свободной теплоты, то эта теплота в полной мере появится вновь, когда вещества вернуться к своему первоначальному состоянию, и наоборот...»
Конец XVIII века н.э.	Появляются первые работы, посвященные изучению тепловых эффектов химических реакций. Теплота начинает рассматриваться как возможная мера прочности соединения атомов и взаимодействия молекул
90-гг. XVIII века н.э.	Клеман (Clement), Никола (1779-1842) и Дезорм (Desormes), Шарль Бернар (1777-1862) – первое описание каталитического процесса, в котором они показали, что оксиды азота играют роль «передатчика» кислорода сернистой кислоте в камерном процессе получения серной кислоты. Количество «азотистого газа» при этом не изменялось
1798 г. н.э.	Томпсон (Rumford Thompson) (граф Румфорд), Бенджамин (1753-1814) описывает выделение большого количества тепла при высверливании канала в пушечном стволе, т.е. получение теплоты с помощью трения; экспериментально обосновал предположение о том, что теплота является формой движения

1791-1798 гг. н.э.	Рихтер (Richter), Иеремия Вениамин (1762-1807) формулирует закон эквивалентов: «Если одно и то же количество какой-либо кислоты нейтрализуется различными количествами двух оснований, то эти количества эквивалентны и нейтрализуются одинаковым количеством любой другой кислоты»
1800 г. н.э.	Вольтга (Volta), Алессандро (1745-1827) экспериментально доказывает связь между химическими реакциями и электричеством
1801 г. н.э.	Юнг (Young), Томас (1773-1829) экспериментально доказывает волновую природу света
1805-1818 гг. н.э.	Гротгус (von Grothgus), Кристиан Иоганн Теодор фон (1785-1822) высказывает предположение, что соли могут расщепляться в воде на свои полярные частицы без действия электрического тока
1807 г. н.э.	Дэви (Davy), Гемфри (1788-1829) разрабатывает электрохимическую теорию химического сродства. Открывает элементы натрия и калий. В 1808 году ученый электролизом получает барий, кальций, стронций, магний, бор
1808 г. н.э.	Пруст (Proust), Жозеф Луи (1754-1826) формулирует закон постоянства состава вещества: «От одного полюса Земли до другого соединения имеют одинаковый состав и одинаковые свойства. Никакой разницы нет между оксидом железа из Южного полушария и Северного. Малахит из Сибири имеет тот же состав, как и малахит из Испании. Во всем мире лишь одна киноварь»
1808 г. н.э.	Дальтон (Dalton), Джон (1766-1844) открывает законы парциальных давлений, растворимости, кратных отношений; разрабатывает атомно-молекулярную теорию
1808 г. н.э.	Гей-Люссак (Gay-Lussac), Жозеф Луи (1778-1850) – открывает закон объемных отношений газов: газы всегда соединяются в простых объемных отношениях, усовершенствует методы элементного и объемного анализа
1811 г. н.э.	Кирхгоф (Kirchhoff), Константин Готлиб Сигизмунд (1764-1833) открывает реакцию превращения крахмала в глюкозу в присутствии кислоты, масса которой в ходе реакции существенно не изменяется
1811 г. н.э.	Авогадро ди Кваренья (Avogadro Conte de Quaregna), Амедео (1776-1856) выдвигает гипотезу: «Равные объемы газов при одинаковых давлении и температуре содержат одинаковое число молекул, так что плотность газов служит мерой массы их молекул и отношение объемов при соединении суть не что иное, как отношение между числом молекул, соединяющихся между собой при образовании сложной молекулы». Ученый разработал метод определения атомных масс и установил количественный состав многих соединений

1814 г. н.э.	Берцелиус (Berzelius), Йёнс Якоб (1779-1848) публикует первую таблицу атомных весов (41 элемент); излагает систему химических знаков, основанную на обозначении элементов одной или двумя буквами латинского названия элемента с указанием числа атомов элемента надстрочными цифровыми индексами
1814 г. н.э.	Волластон (Wollaston), Уильям Гайд (1766-1828) в работе «Синоптическая шкала химических эквивалентов» приводит таблицу эквивалентных масс элементов
1814 г. н.э.	Френель (Fresnel), Огюстен Жан (1788-1827) показывает, что световые волны относятся к типу поперечных волн, объясняет природу плоскополяризованного света
1815 г. н.э.	Био (Biot), Жан Батист (1774-1862) открывает явление оптической активности
1818 г. н.э.	Тенар (Thenard), Луи Жак (1777-1857) описывает распад аммиака и перекиси водорода на некоторых металлах и оксидах, которые при этом не претерпевают никаких изменений
1816-1821 гг. н.э.	Дэви (Davy), Гемфри (1788-1829) и Дёберейнер (Döbereiner), Иоганн Вольфганг (1780-1849) устанавливают, что порошкообразная платина многократно ускоряет присоединение водорода к кислороду и органическим соединениям, а также окисление органических соединений кислородом
1819 г. н.э.	Дюлонг (Dulong), Пьер Луи (1785-1838) и Пти (Petit), Алексис Терез (1791-1820) сформулировали закон удельных теплоемкостей: удельная теплоемкость твердых элементов обратно пропорциональна атомному весу
1819 г. н.э.	Мичерлих (Mitscherlich), Эйльгард (1794-1863) формулирует закон изоморфизма: соединения, образованные одинаковым количеством атомов, обладают одинаковой кристаллической формой и способны образовывать смешанные кристаллы
1830 гг. н.э.	Фарадей (Faraday), Майкл (1791-1867) открывает законы электролиза и экспериментально устанавливает электрохимические эквиваленты
1840 г. н.э.	Гесс (Hess), Герман Иванович (1802-1850) формулирует закон постоянства количества теплоты: «Каким бы путем не совершалось соединение, – имело ли оно место непосредственно или происходило косвенным путем в несколько приемов, – количество выделившейся при его образовании теплоты всегда постоянно»
1860 г. н.э.	Международный конгресс химиков в Карлсруэ вносит окончательную ясность в атомно-молекулярное учение
Период классической химии	
	Карно (Carnot), Никола Леонар Сади (1796-1832) вводит понятие «КПД», и первым вскрывает связь теплоты с работой

1825 г. н.э.	Либих (von Liebig), Иоганн Юстус (1803-1873) – открытие явления изомерии, существования веществ, одинаковых по составу, но различающихся по свойствам. В 1830 году Берцелиус предлагает термин «изомерия»
1829 г. н.э.	Дёберейнер (Döbereiner), Иоганн Вольфганг (1780-1849) формулирует закон триад: атомный вес среднего элемента триады примерно равен полусумме атомных весов двух крайних элементов
1832 г. н.э.	Берцелиус, Либих, Велер разрабатывают теорию радикалов, подходившей к органическому веществу как комбинации двух частей - органического радикала и простого неорганического остатка. Неорганический остаток Берцелиус считает электроположительным, неорганический – электроотрицательным
1834 г. н.э.	Дюма (Dumas), Жан Батист Андре (1800-1884) описывает явление металепсии – замещения водорода в органических соединениях хлором. Явление металепсии противоречит электрохимическому дуализму Берцелиуса, так как на место электроположительного водорода становится электроотрицательный хлор. Но металепсия хорошо согласуется с законом изоморфизма Мичерлиха. Дюма считает, что свойства вещества определяются только расположением атомов в молекуле, а не их природой
1834 г. н.э.	Клапейрон (Clapeyron), Бенуа Поль Эмиль (1799-1864) на основе законов Бойля и Гей-Люссака получает уравнение состояния идеального газа
1834 г. н.э.	Мичерлих (Mitscherlich), Эйльгард (1794-1863) показывает схожесть между собой множества разнообразных процессов, которые вызываются присутствием различных по своей природе веществ, не претерпевающих в ходе реакции никаких изменений, и объединяет их термином «контакт»
1835-1836 гг. н.э.	Берцелиус (Berzelius), Йёнс Якоб (1779-1848) вместо термина «контакт» предлагает понятие «катализатор» и предполагает существование «каталитических сил», которые заставляют атомы элементов перегруппировываться в других соотношениях
1839 г. н.э.	Либих (von Liebig), Иоганн Юстус фон (1803-1873) предлагает гипотезу молекулярных ударов, согласно которой катализатор находясь в состоянии усиленного движения передает свои колебания частицам реагентов многократно усиливая их активность

	Г. И. Гесс, А. М. Бутлеров, В. В. Марковников предлагают стехиометрическое объяснение каталитических процессов: каталитические реакции не отличаются принципиально от некаталитических; катализатор образует с одним из реагентов промежуточное соединение постоянного состава, которое затем взаимодействует с другими реагентами, высвобождая катализатор
1840 г. н.э.	Жерар (Gerhardt), Шарль Фредерик (1816-1856) и Лоран (Laurent), Огюст (1808-1853) высказывают взгляды, согласно которым молекула представляет собой не двойное, тройное тело – совокупность атомов либо радикалов, способных к самостоятельному существованию, но принципиально новую единую систему. Разрабатывают теорию типов. Жерар утверждает, что формулы теории типов отражают лишь прошлое и будущее молекулы, считает принципиально непознаваемым внутреннее строение молекул, протестует против утверждений, что каждому химическому соединению непременно соответствует лишь одна формула
1842 г. н.э.	Майер (von Mayer), Юлиус Роберт (1814-1878) формулирует закон эквивалентности механической работы и теплоты и рассчитывает механический эквивалент теплоты
	Джоуль (Joule), Джеймс Прескотт (1818-1889) экспериментально доказывает, что теплота является формой энергии, а также эквивалентность превращения механической работы в теплоту
1843 г. н.э.	Гмелин (Gmelin), Леопольд (1788-1853) приводит таблицу химически сходных элементов, расставленных по группам в порядке возрастания соединительных масс
1847 г. н.э.	Гельмгольц (Helmholtz), Герман Людвиг Фердинанд (1821-1894) математически обосновывает закон сохранения энергии, показав его всеобщий характер. Ученый выдвигает гипотезу о том, что внутренняя причина взаимопревращения механической работы и теплоты лежит в сведении тепловых явлений к явлениям механического движения
1848 г. н.э.	Пастер (Pasteur), Луи (1822-1895) обнаруживает, что виноградная кислота представляет собой смесь двух оптических антиподов и высказывает предположение, что асимметрия кристаллов и оптическая активность должны быть обусловлены асимметрией молекул
Начало 1850 гг. н.э.	Клаузиус (Clausius), Рудольф Юлиус Иммануил (1822-1888) и Томсон (Thomson) (лорд Кельвин), Уильям (1824-1907) формулируют второе начало термодинамики, утверждающее невозможность перехода теплоты от менее нагретого тела к более нагретому (Клаузиус) и невозможность полного преобразования теплоты в работу (Томсон). Клаузиус вводит понятия «внутренняя энергия» и «энтропия»

1850 г. н.э.	Густав Роберт Кирхгоф (1824-1887) и Роберт Вильгельм Бунзен (1811-1899) открывают метод спектрального анализа
	Франкленд (Frankland), Эдуард (1825-1899) вводит понятие “соединительной силы” атомов, послужившее основой для создания теории валентности
1850 г. н.э.	Вильгельми (Wilhelmy), Людвиг Фердинанд (1812-1864) в работе «Закон действия кислот на тростниковый сахар» вводит понятие «скорость химической реакции» как изменение количества вещества в единицу времени
1850 г. н.э.	Уильямсон (Williamson), Александр Уильям (1824-1904), исследуя сложные эфиры, показывает, что реакции этерификации являются обратимыми и приводят к наступлению динамического равновесия
1852 г. н.э.	Жерар (Gerhardt), Шарль Фредерик (1816-1856) «Об ангидридах органических кислот» излагает положения, составившие новую теорию типов согласно которой, органические соединения могут быть сведены к трем или четырем типам, каждый из которых способен давать гомологические ряды. Этими типами являются вода, водород, хлористый водород, аммиак
1851-1853 гг. н.э.	Розе (Rose), Генрих (1795-1864) и Бунзен (Bunsen), Роберт Вильгельм (1811-1899) показывают, что реакции обмена часто являются обратимыми и направление реакции можно изменить, изменяя условия ее протекания
1856-1857 гг. н.э.	Кренинг (König), Август Карл (1822-1879) и Клаузиус (Clausius), Рудольф Юлиус Иммануил (1822-1888), разрабатывая кинетическую теорию теплоты, получают уравнение, связывающее среднюю кинетическую энергию молекул с температурой
1857 г. н.э.	Клаузиус (Clausius), Рудольф Юлиус Иммануил (1822-1888) высказывает гипотезу, что соли в воде в некоторой степени распадаются на два иона даже в тех случаях, когда ток через раствор не протекает
1857 г. н.э.	Кекуле фон Штрадонитц (Kekule von Stradonitz), Фридрих Август (1829-1896) разрабатывает представление о четырехвалентности углерода. В 1867 году высказывает предположение о тетраэдрическом расположении валентностей атома углерода
1858 г. н.э.	Купер (Couper), Арчибальд Скотт (1831-1892) одновременно с Кекуле фон Штрадонитц (Kekule von Stradonitz), Фридрих Август (1829-1896) обнаруживают способность углерода образовывать цепи. Появляется возможность наглядного изображения молекулы

1859 г. н.э.	Николай Николаевич Бекетов (1827-1911) приступает к работам по изучению зависимости от внешних условий явления вытеснения одним элементом другого из его соединений, которые положили начало химической динамики: химики кроме состава и строения вещества должны изучать закономерности протекания химических процессов
1860 гг. н.э.	Бертло (Berthelot), Пьер Эжен Марселен (1827-1907) и Томсен (Thomsen), Ханс Петер Юрген Юлиус (1826-1909) высказывают предположение, что тепловой эффект химической реакции является мерой химического сродства между реагентами. По мнению Бертло результаты термохимических измерений позволяют вычислять направление реакции и предвидеть принципиальную осуществимость химического взаимодействия
1861 г. н.э.	Александр Михайлович Бутлеров (1829-1886) в докладе «О химическом строении вещества» формулирует теорию химического строения органических соединений: химическая натура сложной частицы определяется натурой элементарных составных частей, количеством их и химическим строением; формулы должны отражать реальное химическое строение, поэтому каждое вещество имеет одну определенную формулу строения; каждому атому свойственно лишь определенное и ограниченное число способов взаимного соединения атомов в сложном теле
1862 г. н.э.	Эмиль Эрленмейер (1825-1909) приходит к идее о существовании двойной связи в этилене и тройной в ацетилене
1862 г. н.э.	Бертло (Berthelot), Пьер Эжен Марселен и Сен Жилль (de Saint-Gilles) устанавливают зависимость между состоянием равновесия и скоростью химической реакции, представляя равновесие как состояние равенства скоростей прямой и обратной реакций
1862-1867 гг. н.э.	Бертло (Berthelot), Пьер Эжен Марселен и Дебре (Debray) обобщают экспериментальные исследования зависимости предела протекания обратимых реакций от количества исходных веществ и давления газообразных продуктов реакции
1862-1867 гг. н.э.	Гульдберг (Guldberg), Като Максимилиан (1836-1902) и Вааге (Waage), Петер (1833-1900) формулируют закон действующих масс: отношение произведений действующих масс исходных веществ и продуктов реакции есть величина постоянная
1857-1868 гг. н.э.	Одлинг (Odling), Уильям (1829-1921) составляет группы естественных элементов
1862 г. н.э.	Александр Эмиль Бегуйе де Шанкуртуа (1820-1886) предлагает «земную спираль» – винтовой график элементов, расположенных в порядке возрастания атомных весов

1864 г. н.э.	Ньюлендс (Newlands), Джон Александр Рейна (1837–1898) публикует таблицу элементов, отражающих закон октав: в ряду элементов, размещенных в порядке возрастания атомных весов, свойства восьмого элемента сходны со свойствами первого
1864 г. н.э.	Мейер (Meyer), Юлиус Лотар (1830–1895) публикует таблицу, в которой представлены 42 из 63 элементов. В 1870 г. таблица содержит все элементы и оставлены пустые ячейки
1865 г. н.э.	Кекуле фон Штрадонитц (Kekule von Stradonitz), Фридрих Август (1829-1896) устанавливает строение бензола и как следствие – огромного числа ароматических соединений
1869 г. н.э.	Дмитрий Иванович Менделеев (1834–1907) открывает периодический закон химических элементов и составляет периодическую таблицу. В 1870-1871 годах выходит в свет учебник «Основы химии», где представлена периодическая таблица в почти современном виде с разбивкой на группы и периоды и появляется знакомая нам формулировка периодического закона: «Физические и химические свойства элементов, проявляющиеся в свойствах простых и сложных тел, состоят в периодической зависимости от их атомного веса»
1869 г. н.э.	Владимир Васильевич Марковников (1838–1904) представляет диссертацию «Материалы по вопросу о взаимном влиянии атомов в химических соединениях»
	Джузеппе Оддо (1865–1954) вводит понятие «мезогидрия»: атом водорода, находясь вблизи двух атомов многовалентных элементов, может делить свою валентность между ними. Теория ученого позволила объяснить явление таутомерии
1870 гг. н.э.	Больцман (Boltzmann), Людвиг (1844–1906) и Максвелл (Maxwell), Джеймс Клерк (1831–1879) показывают статистический характер второго закона термодинамики, вводят понятия «вероятность физических явлений». Закон возрастания энтропии у Больцмана: «Система стремится к наиболее вероятному состоянию»
1871 г. н.э.	Ван-дер-Ваальс (van der Waals), Иоганн Дидерик (1837–1923) выводит уравнение состояния реальных газов, учитывающее взаимное притяжение молекул газа и их собственные объемы
1874 г. н.э.	Вант-Гофф (van't Hoff), Якоб Генрик (1852–1911) формулирует гипотезу ассиметричного атома углерода, объясняющую оптическую изомерию
1874 г. н.э.	Д.И. Менделеев выводит уравнение Менделеева-Клапейрона
1874-1878 гг. н.э.	Джозайя Уиллард Гиббс (1839–1903) вводит в термодинамику понятия «свободная энергия», «термодинамический потенциал», «химический потенциал»

1875 г. н.э.	Буабодран (Lecoq de Boisbaudran), Поль Эмиль Франсуа открывает галлий (экаалюминий)
1879 г. н.э.	Нильсон (Nilson), Ларс Фредерик (1840–1899) публикует сообщение об открытии скандия (экабора)
1882-1887 гг. н.э.	Рауль (Raoult), Франсуа Мари (1830–1901) открывает закон упругости пара растворов и закон криоскопии
1884 г. н.э.	Вант-Гофф (van't Hoff), Якоб Генрик (1852–1911) в работе «Этюды химической динамики» рассматривая влияние температуры на химическое равновесие выводит формулу изохоры химической реакции; формулирует принцип подвижного равновесия: «Каждое равновесие... при понижении температуры смещается в сторону той системы, при образовании которой выделяется теплота». Ученый предлагает использовать константу скорости реакции – количество вещества, превращающееся за одну минуту при концентрации, равной единице – в качестве меры реакционной способности вещества. Ученый предлагает классификацию реакции на моно-, би- и тримолекулярные по числу молекул, участвующих во взаимодействии
1884 г. н.э.	Ле Шателье (Le Chatelier), Анри Луи (1850–1936) и независимо от него – Браун (Braun), Карл Фердинанд (1850–1918) обобщают принцип подвижного равновесия применительно к любым изменениям: «Когда любая химическая система, находящаяся в устойчивом равновесии, испытывает влияние посторонней силы, которая стремится изменить ее состояние..., в ней наступают такие внутренние изменения, которые, идя сами по себе, вызвали бы изменения давления, температуры и концентрации, но обратного знака»
1885 г. н.э.	Байер (Baeyer), Иоганн Фридрих Вильгельм Адольф (1835–1917) суммировав положения классической теории валентности и стереохимии, разрабатывает теорию напряжения, позволяющую объяснить устойчивость циклических и непредельных соединений
1886 г. н.э.	Оствальд (Ostwald), Вильгельм Фридрих (1853–1932) предлагает классификацию химических реакций по величине порядка кинетического уравнения реакции
	Аррениус (Arrhenius), Сванте Август (1859–1927) высказывает предположение, что взаимодействие происходит только при столкновении «активных» молекул, количество которых резко возрастает с повышением температуры и предлагает уравнение, описывающее данную зависимость: $\ln k = \ln A - E / RT$
1886 г. н.э.	Винклер (Winkler), Клеменс Александр (1838–1904) открывает германий (экасицилий)

1886-1887 гг. н.э.	Вант-Гофф (van't Hoff), Якоб Генрик (1852-1911) в своих работах показывает, что газовые законы справедливы и для сильно разбавленных растворов, при этом роль газового давления играет осмотическое давление раствора. На основании осмотической теории растворов появилась возможность определения молекулярной массы веществ несколькими способами. Ученый для электролитов вводит в уравнения изотонический коэффициент
1887 г. н.э.	Аррениус (Arrhenius), Сванте Август (1859-1927) раскрывает физический смысл изотонического коэффициента Вант-Гоффа: число ионов, на которые распадается молекула электролита. Ученый выводит формулу, связывающую степень диссоциации и изотонический коэффициент. Выводом из теории электролитической диссоциации стало представление реакции нейтрализации в виде взаимодействия иона водорода с гидроксид-ионом
1887 г. н.э.	Вислиценус (Wislicenus), Иоганн Адольф (1835-1902) на примере малеиновой и фумаровой кислот дает объяснение геометрической изомерии
1888 г. н.э.	Бекман (Beckman), Эрнст Отто (1853-1923) разрабатывает криоскопический метод определения молекулярной массы вещества
1890 г. н.э.	Вальден (Walden), Пауль (1863-1957) открывает вальденовское обращение. Благодаря синтетическим работам Эмиля Германа Фишера (1852-1919) и Пауля Вальдена состоялось окончательное утверждение теории Вант-Гоффа
1890 г. н.э.	Оствальд (Ostwald), Вильгельм Фридрих (1853-1932) определяет катализатор как «вещество, которое изменяет скорость реакции, не появляясь в конечном продукте», катализаторы не изменяют состояния химического равновесия, а лишь ускоряют его достижение
1893 г. н.э.	Вернер (Werner), Альфред (1866-1919) «О строении неорганических соединений» излагает положения координационной теории, призванной объяснить свойства комплексных соединений. Вводит понятие «комплексного иона», состоящего из центрального иона, связанного с несколькими лигандами (молекулами или отрицательными ионами). Вводит понятие «координационное число»
1896-1897 гг. н.э.	Установление делимости атома на основании открытия электрона (Томпсон) и радиоактивности (Анри Беккерель, 1896), определяется заряд электрона (Р. Милликен, 1909)

1899 г. н.э.	Иоганн Тиле (1865-1918) предлагает теорию парциальных валентностей, согласно которой если две двойные связи разделены одинарной, то образуется система сопряженных двойных связей. Парциальные валентности средних атомов насыщаются, а парциальные валентности крайних атомов остаются свободными
Современный период	
1870 г. н.э.	Возрождение интереса к гипотезе Праута
1873 г. н.э.	Локьер (Lockyer), Джозеф Норман (1836-1920) изучая спектры звезд, выдвигает гипотезу эволюции элементов
1874 г. н.э.	Стоуни (Stoney), Джордж Джонстон (1826-1911) высказывает идею о том, что электричество состоит из элементарных зарядов, названных ученым в 1891 г. электроном и вычисляет его заряд
1886 г. н.э.	Крукс (Crookes), Уильям (1832-1919) в книге «О происхождении химических элементов» полагает, что все элементы произошли из протила, которым, по-видимому, является водород
1895 г. н.э.	Рёнтген (Röntgen), Вильгельм Конрад (1845-1923) открывает рентгеновские лучи
1897 г. н.э.	Вихерт (Wiechert), Эрих (1861-1928) и Томсон (Thomson), Джозеф Джон (1856-1940) независимо друг от друга определяют отношение заряда электрона к его массе, окончательно доказав его существование
1897-1898 гг. н.э.	Кюри (Curie), Пьер (1859-1906) и Склодовская-Кюри (Skłodowska-Curie), Мария (1867-1934) открывают явление радиоактивности и элементы полоний и радий
1899 г. н.э.	Резерфорд (Rutherford), Эрнест (1871-1937) обнаруживает неоднородность уранового излучения – α - и β -лучи
1899 г. н.э.	Абегг (Abegg), Рихард Вильгельм Генрих (1869-1910) и Бодлендер (Bodlander), Гвидо (1856-1904) высказывают идею о сродстве атомов к электрону – способности атомов присоединять электрон
1900-1902 гг. н.э.	Рамзай (Ramsay), Уильям (1852-1916) и Браунер (Brauner), Богуслав (1855-1935) открывают инертные газы
1904 г. н.э.	Абегг (Abegg), Рихард Вильгельм Генрих (1869-1910) разрабатывает теорию электровалентности. Величина валентности иона равна заряду иона. Каждый элемент характеризуется двумя максимальными валентностями (положительной и отрицательной), сумма которых равна восьми
1906-1911 гг. н.э.	Нернст (Nernst), Вальтер Герман (1864-1941) и Планк (Planck), Макс Карл Эрнст Людвиг (1858-1947) формулируют третий закон термодинамики, позволяющий рассчитывать абсолютные значения энтропии вещества

1909-1911 гг. н.э.	Открытие ядра (Э. Резерфорд). Создаются первые модели строения атомов – «пудинг с изюмом» (В. Кельвин, 1902), «динамид» (Ф. Ленарда, 1903), сатурнианская (Г. Нагаоки, 1904), планетарная (Э. Резерфорд, 1911), квантово-механическая (Н. Бор, 1913)
1913 г. н.э.	Бор (Bohr), Нильс Хенрик Давид (1885-1962) предлагает динамическую модель молекулы, в которой химическая связь образуется за счет электронов, находящихся на общей для двух атомов орбите, плоскость которой перпендикулярна линии, соединяющей ядра
1913 г. н.э.	Сведберг (Svedberg), Теодор (1884-1971) и Содди (Soddy), Фредерик (1877-1956) – открытие и разработка системы изотопов
1913 г. н.э.	Мозли (Moseley), Генри Гвин Джефрис (1887-1915) показал, что в нейтральном атоме каждого элемента, число электронов равно номеру данного элемента в периодической системе, т.е. численно номер совпадает с величиной положительного заряда ядра атома. Закон Мозли позволил подтвердить правильность размещения элементов в таблице Д. И. Менделеева
1915 г. н.э.	Штарк (Stark), Иоганнес (1874-1957) вводит понятие «валентные электроны». Валентность атома определяется числом поверхностных электронов
1916 г. н.э.	Коссель (Kossel), Вальтер (1888-1956) излагает теорию ионной связи по которой реакционная способность атома определяется его стремлением приобрести устойчивую двух- или восьмизлектронную оболочку инертных газов. Природа валентных сил заключается в электростатическом притяжении ионов, образующихся за счет отдачи атомами электронов
1916 г. н.э.	Льюис (Lewis), Джилберт Ньютон (1875-1946) в теории кулоновского атома предлагает способ изображения химических связей (формулы Льюиса). Ученый объясняет возможность образования связи между одинаковыми атомами за счет обобществления валентных электронов
1916 г. н.э.	Ленгмюр (Lengmuir), Ирвинг (1881-1957) разработал теорию ковалентной связи в которой он предполагает существование трех типов валентности: положительной, отрицательной и ковалентности
1919 г. н.э.	Резерфорд (Rutherford), Эрнест (1871-1937) осуществляет первую ядерную реакцию и экспериментально доказывает существование протона
1920 г. н.э.	Резерфорд (Rutherford), Эрнест (1871-1937) высказывает предположение о существовании нейтрона

1920 г. н.э.	Сиджвик (Sidgwick), Нэвилл Винсент (1873-1955) распространяет понятие ковалентности на неорганические и координационные соединения для объяснения донорно-акцепторной связи
1921–1925 гг. н.э.	Разработка теории периодической системы на основании представлений о строении электронных оболочек атомов
1923 г. н.э.	Брёнстед (Brønsted), Йоханнес Николаус (1879-1947) и Лаури (Lowry), Томас Мартин (1874-1936) разрабатывают протонную теорию кислот и оснований
1923 г. н.э.	Льюис (Lewis), Джилберт Ньютон (1875-1946) разрабатывает электронную теорию кислот и оснований
1926–1932 гг. н.э.	Создание квантовой теории периодической системы
1931 г. н.э.	Чедвик (Chadwick), Джеймс (1891-1974) экспериментально доказывает существование нейтрона, определяет ядерные заряды ряда атомов
1920-1930 гг. н.э.	На основе квантовой теории формируются принципиально новые представления о строении атома и природе химической связи
1924 г. н.э.	Бройль (de Broglie), Луи Виктор Пьер Раймон (1892-1987) распространяет идею о двойственной природе света на вещество. Гипотеза де Бройля о наличии волновых свойств у электрона в 1927 году получает подтверждение (пучок электронов дает дифракционную картину, позднее будет обнаружена дифракция и у молекул)
1926 г. н.э.	Шрёдингер (Schrödinger), Эрвин (1887-1961) выводит основное уравнение волновой механики. В рамках квантовой химии атом можно представить в виде ядра, окруженного стационарной волной материи. Волновая функция определяет вероятность нахождения электрона в данном месте пространства
1926 г. н.э.	Гейзенберг (Heisenberg), Вернер Карл (1901-1976) разрабатывает матричную механику, которая позволила объяснить существование стационарных квантованных энергетических состояний и рассчитать энергетические уровни различных систем
	Дирак (Dirac), Поль Адриен Морис (1902-1984) разрабатывает более общую теорию квантовой химии. Следствием уравнения Дирака явились такие характеристики электрона, как спин и магнитные свойства. Теория Дирака позволила предсказать существование таких частиц, как позитрон и антипротон
1927 г. н.э.	Гейтлер (Heitler), Вальтер Генрих (1904-1981) и Лондон (London), Фриц (1900-1954) разрабатывают квантово-механическую теорию химической связи и выполняют приближенный расчет молекулы водорода

1928-1931 гг. н.э.	Полинг (Pauling), Лайнус Карл (1901-1994) и Полинг (Pauling), Лайнус Карл (1901-1994) разрабатывают метод валентных связей, основная идея которого заключается в предположении, что атомные орбитали при образовании молекул сохраняют свою индивидуальность
1928 г. н.э.	Полинг (Pauling), Лайнус Карл (1901-1994) предлагает теорию резонанса и идею гибридизации атомных орбиталей
1929 г. н.э.	Хунд (Hund), Фридрих (1896-1986); Малликен (Mulliken), Роберт Сандерсон (1896-1986) и Леннард-Джонс (Lennard-Jones), Джон Эдвард (1894-1954) создают метод молекулярных орбиталей, в основу которого положено представление о полной потере индивидуальности атомов, соединившихся в молекулу
1931 г. н.э.	Хунд (Hund), Фридрих (1896-1986) приходит к выводу о существовании двух основных типов химической связи – σ -связи и π -связи
1931 г. н.э.	Хюккель (Hückel), Эрх (1896-1980) распространяет метод молекулярных орбиталей на органические соединения и формулирует правило ароматической стабильности ($4n + 2$)
1932 г. н.э.	Полинг (Pauling), Лайнус Карл (1901-1994) предлагает количественное понятие электроотрицательности – шкалу электроотрицательностей, выражающей зависимость между электроотрицательностью и энергией химической связи

¹ Гук Р. Микрография. 1665.

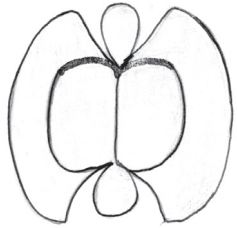
² Мейоу Дж. О селитре и воздушном спирте селитры, 1669.

³ Ломоносов М. В. Избранные философские произведения. – М.: Госполитиздат, 1950. – С. 160.

⁴ Лавуазье А. Общее рассмотрение природы кислот и принципов их соединения, 1877.

⁵ Лавуазье А. Элементарный курс химии, 1789.

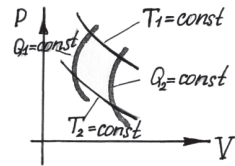
Атлас химических образов невербальной батареи Торренса



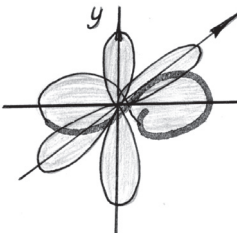
Вращательный момент



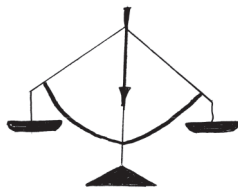
Воронка



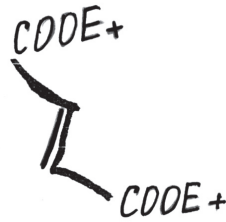
Цикл Карно



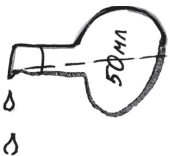
Атомные орбитали



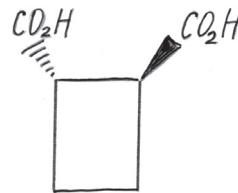
Аналитические весы



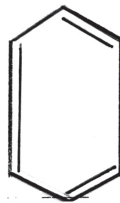
Формула органического вещества



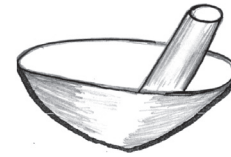
Колба круглодонная



Циклобутан-дикарбоновая кислота



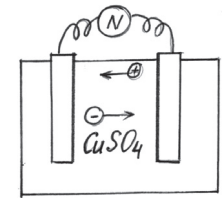
Бензол



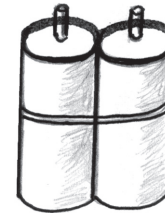
Ступа с пестиком



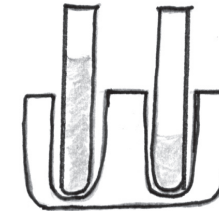
Химический процесс



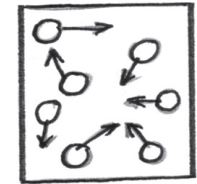
Электролиз



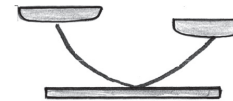
Баллоны с кислородом



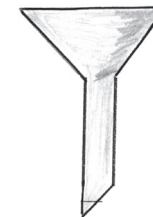
Пробирки в штативе



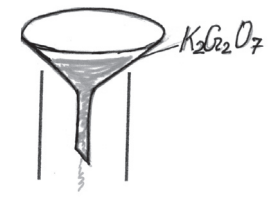
Броуновское движение



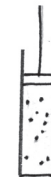
Весы



Воронка



Воронка в пробирке



Газ в сосуде с поршнем

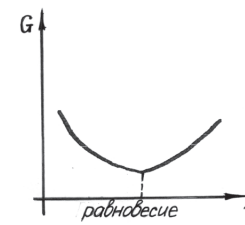


График химического равновесия

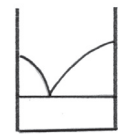
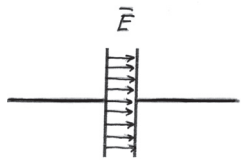
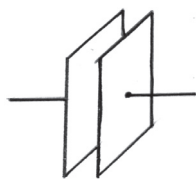


Диаграмма состояния



Конденсатор



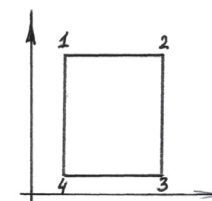
Конденсатор



Конденсатор



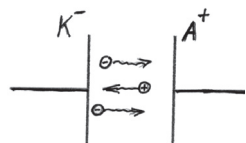
Линии спектра
водорода



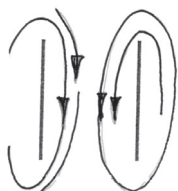
Циклический процесс



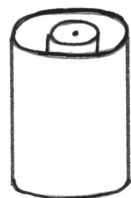
Формула плотности



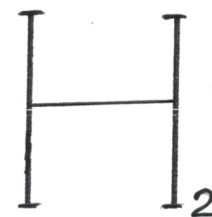
Конденсатор



Линии магнитной
индукции



Циклический
конденсатор



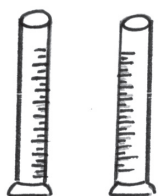
Молекулярная
формула водорода



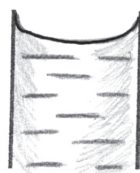
Молекулярная
формула азота



Первый закон
термодинамики



Мензурки



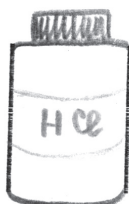
Мениск



Неудачный опыт



Пламя



Склянка



Учебник по химии

Гендерная специфика образов и показателей креативности по методике Торренса у студентов-химиков

Для анализа гендерной специфики творческих способностей обратимся к табл. 57.

Таблица 57

Среднегрупповые показатели выполнения теста Торренса

	Показатели	Средние значения показателей в группах испытуемых		Т- критерий Стьюдента
		девушки 224 чел.	юноши 150 чел.	
Вербальная батарея	Вербальная беглость	51,33	49,77	1,069
	Вербальная гибкость	51,44	49,73	1,195
	Вербальная оригинальность	49,44	52,92	-1,673
	Вербальная креативность	50,74	50,81	-0,047
Образная батарея	Беглость	52,17	49,86	1,749
	Оригинальность	48,68	51,49	-2,260*
	Разработанность	51,31	47,62	2,340*
	Название	50,27	49,51	0,513
	Замыкание	50,43	50,41	0,014
	Невербальная креативность	50,41	49,59	0,811

Значимые различия между юношами и девушками химического факультета были выявлены только по показателям невербальной оригинальности и невербальной разработанности. Показатель невербальной разработанности у девушек выше, а у юношей – невербальной оригинальности.

Аналогичную специфику выполнения теста Торренса мы обнаружили при исследовании гендерных различий в структуре творчес-

ких способностей детей старшего дошкольного возраста¹⁶⁹: по общему показателю невербальной креативности между мальчиками и девочками нет значимых различий. Достоверные различия были выявлены только по параметру «оригинальность»: мальчики оригинальнее девочек.

Параметры беглость, разработанность, абстрактность названия, сопротивление замыканию не затрагивают содержания рисунков. В то же время параметр оригинальность непосредственно связан с содержанием рисунков.

У детей старшего дошкольного возраста мы увидели значительные различия в содержании рисунков: у мальчиков преобладающие категории – машины и оружие, у девочек – одежда и предметы домашнего хозяйства. Следовательно, то, что оригинально для девочек, может быть совсем неоригинально для мальчиков и наоборот. Списки неоригинальных ответов мальчиков и девочек старшего дошкольного возраста представлены в приложении 5.

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 (Chi-Square Tests)¹⁷⁰: большинство образов невербальной батареи Торренса значимо связаны с полом испытуемого.

Так, если образ животного, или цветка в субтесте «Создание рисунка» для девушек является банальным, то для юношей такой ответ является уникальным и требует, согласно Е. Торренсу, творческой силы. Образ дупла, дыры для юношей в данном субтесте является обычным, у девушек он вообще не встречается.

Более подробные списки ответов на 0 баллов для российской выборки студентов-химиков в возрасте 18–19 лет представлены в табл. 58. В скобках указан валидный процент – частота встречаемости образа в данной выборке. Для большей наглядности различия между юношами и девушками выделены шрифтом.

¹⁶⁹ По данным Сероштановой Н. С., УрГУ.

¹⁷⁰ Программный пакет SPSS Version 10.

**Список ответов на 0 баллов для российской выборки студентов-химиков
в невербальных субтестах Е. Торренса**

Номер и название субтеста	Российская выборка. Возрастной диапазон 18-19 лет. Студенты второго курса химического факультета.			Американская выборка. Возрастной диапазон 5-17 лет. ¹
	вся выборка	девушки	юноши	
Субтест 1. Создание рисунка	яйцо (29,5) лицо, голова (17,1) животные (7,8) цветок (5,7)	яйцо (29,0) лицо, голова (16,1) животные (9,7) цветок (8,1)	яйцо(30,9) лицо, голова (19,1) дупло, льва (8,8)	абстрактный рисунок кружок лицо, фигура слеза яйцо
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 1	птицы (29, 0) сердце (12,4) животные (9,7) облако, тучи (7,7) фрукты (5,4)	птицы (27,3) сердце (15,8) животные (10,9) облако, тучи (8,5) лицо (6,1) фрукты (5,5)	птицы (32,3) животные (7,5) сердце (6,5) брови (6,5) облако, тучи (5,4) фрукты (5,4)	абстрактный рисунок буквы лицо, фигура птица сердце цифры
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 2	деревья (32,5) рогатка (15,4) птичьи следы (6,9)	деревья (34,4) рогатка (19,1) птичьи следы (5,1) дом (5,1)	деревья (28,4) птичьи следы (10,2) рогатка (9,1) техника (9,1) лэл, антенна (6,8) виселица (5,7)	абстрактный рисунок буквы дерево лицо, фигура рогатка цифры

Продолжение табл. 58

Номер и название субтеста	Российской выборка. Возрастной диапазон 18-19 лет. Студенты второго курса химического факультета.			Американская выборка. Возрастной диапазон 5-17 лет. ¹
	вся выборка	девушки	юноши	
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 3	корабль, паруса, лодка (8,5) глаза, взгляд (5,4)	корабль, паруса, лодка (8,8) фрукты (7,4) шары, мячи (6,8) глаза, взгляд (6,1) тучи, облака (5,4) деревья, ветки (5,4) бытовая техника (5,4) животные (5,4)	корабль, паруса, лодка (8,1) человек (8,1) техника (8,1) графики (цикл Карно) (6,8) волны, блики (5,4) цилиндры (5,4)	абстрактный рисунок буквы лицо, фигура цифры
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 4	животные (19,4) волны (15,2) голова, лицо (13,4) знаки, буквы (11,5) пресмыкающиеся (7,4) глаза, очки (6,5)	животные (20,1) волны (16,1) голова, лицо (15,4) знаки, буквы (7,4) пресмыкающиеся (6,7) посуда (6,0) орнамент, свиток (5,4)	знаки, буквы (20,6) животные (17,6) волны (13,2) глаза, очки (11,8) голова, лицо (8,8) пресмыкающиеся (8,8)	абстрактный рисунок буквы животное лицо, фигура улитка цифры

Номер и название субтеста	Российская выборка. Возрастной диапазон 18-19 лет. Студенты второго курса химического факультета.			Американская выборка. Возрастной диапазон 5-17 лет. ¹
	вся выборка	девушки	юноши	
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 5	посуда (22,6) губы (улыбка) (12,0) корабль (яхта) (10,6) лицо (9,7) график (5,1) качели (гамак, шезлонг) (5,1)	посуда (28,1) лицо (12,9) губы (улыбка) (12,2) корабль (яхта) (8,6) качели (гамак, шезлонг) (7,2)	корабль (яхта) (14,3) посуда (13,0) график (13,0) губы (улыбка) (10,4) яма (7,8) морда (кот) (6,5)	абстрактный рисунок буквы кружок лицо, фигура лодка, цифры чаша
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 6	человек (9,2) посуда (8,6) лицо, голова (7,9) цветок (6,6) лестница, ступени (5,3)	посуда (13,4) цветок (10,3) человек (8,2) лицо, голова (7,2) лестница, ступени (5,2) звезда (5,2) птицы (5,2) животные (5,2)	человек (10,9) лицо, голова (9,1) лестница, ступени (5,5) насекомые (5,5)	абстрактный рисунок буквы лицо, фигура молния ступени, лестницы, цифры

Номер и название субтеста	Российская выборка. Возрастной диапазон 18-19 лет. Студенты второго курса химического факультета.			Американская выборка. Возрастной диапазон 5-17 лет. ¹
	вся выборка	девушки	юноши	
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 7	машины (35,5) ключ (10,5) слесарные инструменты (8,1) рельеф местности (7,0)	машины (37,0) ключ (13,0) рельеф местности (7,4) очки (5,6)	машины (31,7) слесарные инструменты (14,3) крючок (9,5) ключ (6,3) рельеф местности (6,3)	абстрактный рисунок буквы детская коляска, кабриолет змея знак вопроса лицо, фигура цифры
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 8	человек (37,6) лицо (7,9) деревья (6,7)	человек (38,4) деревья (8,9) лицо (8,0) платье (5,4) животные (5,4)	человек (36,5) лицо (7,7) шит (7,7) ядерный взрыв (5,8) карандаш (5,8)	абстрактный рисунок буквы лицо, фигура цифра человечки
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 9	горы, вулканы (54,1) животные (16,0) знаки (7,7)	горы, вулканы (57,3) животные (17,6) шляпа (5,3)	горы, вулканы (46,8) знаки (17,7) животные (12,9)	абстрактный рисунок буквы горы кролик монахиня ракета сова цифры

Номер и название субтеста	Российская выборка. Возрастной диапазон 18-19 лет. Студенты второго курса химического факультета.			Американская выборка. Возрастной диапазон 5-17 лет. ¹
	вся выборка	девушки	юноши	
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 10	лицо (19,0) дерево (33,0) животные (20,7) человек (6,7)	лицо (14,4) дерево (37,3) животные (21,2) человек (9,3) рука (5,1)	лицо (28,3) дерево (23,3) животные (20,0) знак (6,7) рыба (5,0)	абстрактный рисунок буквы дерево лицо, фигура муравьед нос утка цифры
Субтест 3. Повторяющиеся линии	одеяло (15,22) цветок (12,8) качели (7,61)	одеяло (22,15) цветок (18,75) качели (11,93)	одеяло (4,42) цветок (3,5) качели (0,8)	

¹ По данным Туник Е. Е. Диагностика креативности. Тест Е. Торренса. Методическое руководство. СПб, 1998. – С. 142–144.

В чем же источник гендерных различий? Они могут быть либо биологически, либо социально обусловлены. Обратим внимание на имеющиеся исследования по этому поводу. Так, Ш. Берн¹⁷¹ отмечает, что от родителей, детей, учителей, средств массовой информации ребенок узнает о поведении, которое расценивается обществом как соответствующее тому или иному полу. Эксперименты показывают, что чтение книг, в содержании которых прослеживается половая стереотипизация, приводит к увеличению доли поло-типичного поведения. В книгах женщины изображаются исключительно в роли хранительниц домашнего очага, тогда как мужчинам предоставлены все возможности. Эти истории внушают детям, что мир, за исключением воспитания детей, принадлежит мужчинам, в то время как женщины играют в нем подчиненную роль.

Контент-анализ рекламных роликов позволил выявить, что в подавляющем большинстве рекламных роликов с участием женщин рекламируются товары для дома, а диапазон занятий для мужчин в этих роликах в три раза шире, чем для женщин.

Таким образом, можно сделать вывод, что хотя по тесту Торренса получается, что мальчики и юноши оригинальнее девочек и девушек, но мы увидели существенные различия в содержании рисунков. И обнаружили, что то, что оригинально для представителей одной гендерной группы, может быть совсем неоригинально для представителей другой гендерной группы. Также можно отметить, что девушки находятся под сильным давлением социальной среды, общества, которое существенно сужает круг возможностей для женщин. Данное предположение подтверждает и анализ гендерных особенностей структуры творческих способностей. Если для мальчиков и юношей ключевым показателем творческих способностей является разработанность (рис. 43), то для девушек – сопротивление замыканию.

Сравнивая структуру творческих способностей у девочек и девушек, можно увидеть, что в младшем дошкольном возрасте показатель сопротивление замыканию является независимым фактором, но в возрасте 18-19 лет он теснейшим образом связан со всеми другими показателями невербальной креативности (рис. 44 и 46). Следовательно, можно полагать, что с возрастом степень давления социальной среды на женщину увеличивается.

¹⁷¹ Берн Шон Гендерная психология. – СПб : прайм-ЕВРОЗНАК, 2004. – С. 52–70.

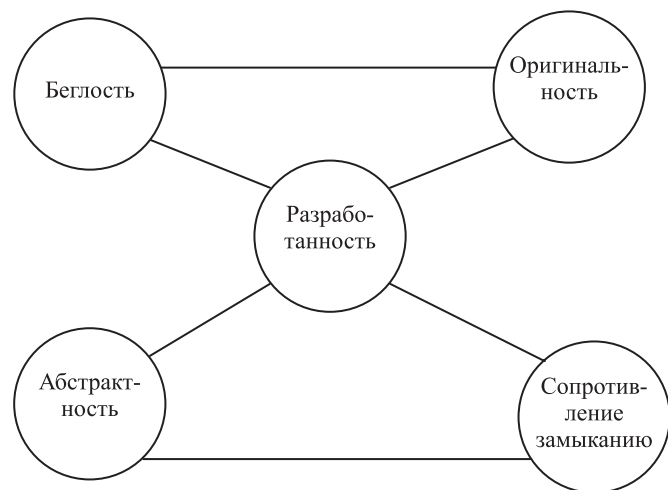


Рис. 43. Структура невербальной креативности у мальчиков (5–6 лет) и у юношей химического факультета (18–19 лет)

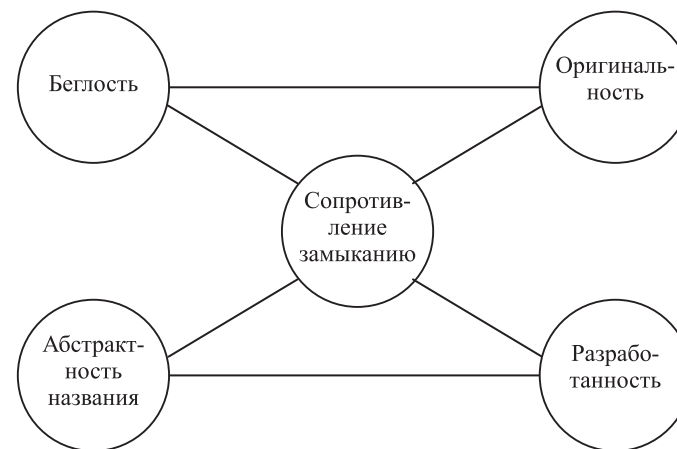


Рис. 45. Структура невербальной креативности у девушек химического факультета (18-19 лет)

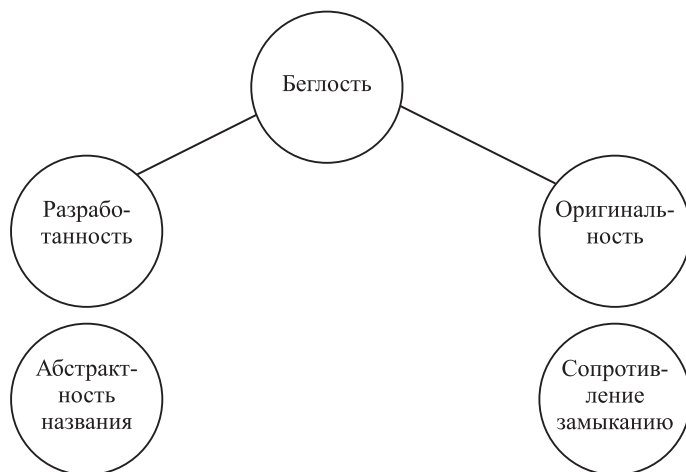


Рис. 44. Структура невербальной креативности у девочек (5–6 лет)

Полученные в результате анализа содержания рисунков невербальной батареи Торренса данные показывают, что в процессе социализации личности формируется внутренняя картина мира, репрезентативные когнитивные структуры, отражающие гендерную специфику поведения, которые впоследствии не только определяют восприятие окружающего мира, но и управляют творческой активностью.

Обратимся к табл. 59, в которой представлены частоты встречаемости химических образов, как по всей выборке, так и с учетом гендерных особенностей. Если рассматривать всю выборку студентов-химиков, то образы конденсатора и графики химических процессов следует относить к часто встречающимся ответам. У девушек появление любого образа химии следует оценивать как ответ, требующий творческой силы. 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 и с «Картой интересов», разработанной А. Е. Голомштоком – у юношей более

высокие показатели по шкале техника и электротехника. Конденсаторы и поршни встречаются как у юношей, так и у девушек, а аналитические весы – только у девушек. Рисунки химической посуды так же 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 (табл. 59).

Таблица 59

Химические образы в невербальной батарее Торренса¹⁷²

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 %)

¹⁷² В скобках указана частота появления образов по отношению к общему числу испытуемых данной выборки.

Химический образ	Вся выборка (289 чел.)	Девушки (176 чел.)	Юноши (113 чел.)
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 %)
Химические процессы и графики процессов			
Процессы: (процесс перегонки, броуновское движение, циклический процесс, кумуляция)	8 (2,76 %)	0	8 (7,07 %)
Графики: (цикл Карно ¹ , 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 %)

¹ Рисунки цикла Карно присутствуют как в работе юношей, так и девушек. В то время как остальные образы – спектральные линии, диаграмма состояния, линии магнитной индукции, дифракционная картина, инфракрасная спектроскопия, – только у юношей.

Из полученных данных никоим образом не следует, что девушки в химии менее способны, чем юноши и удел девушек – роль лаборанта. Как отмечали, девушки находятся под сильным давлением социальной среды, ответственности перед всем человечеством за продолжение и сохранение человеческого рода. Если сравнивать юношей и девушек не в целом по выборке, а только отлично успевающих по дисциплинам химического цикла, то мы увидим немного значимых различий. Так юноши более успешны в неорганической химии и обладают более высоким словарным запасом. Девушки более успешны в физической химии, у них более высокая скорость кодирования и распознавания классов неорганических веществ по химическим формулам, лучше различают внешние и внутренние свойства личности. Юноши более проникательны и расчетливы, хитры и дипломатичны, честолюбивы и сдержаны. Девушки отличаются наивностью и простотой, естественностью и непосредственностью, более эмоциональны.

Среди лауреатов Нобелевской премии мужчин больше, чем женщин, но это не означает, что женщины менее способны. Яркий пример тому – Мария Склодовская-Кюри (1867–1934), ставшая первым дважды лауреатом Нобелевской премии и воспитавшая 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 году Мария познакомилась с 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 показывают, что средний процент выполнения заданий теста у юношей (51,7 %) и у девушек (51,8 %) практически одинаков¹⁷³ (табл. 60).

Таблица 60

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

* По работе Мальцева А. В. Мониторинг уровня знаний учащихся Екатеринбург: анализ результатов централизованного абитуриентского тестирования 2000-2005 гг./ А. В. Мальцев, Н. А. Пракина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2006. – С. 174.

** Там же. С. 178–179.

Анализируя данные, представленные в табл., можно отметить, что в одни годы показывают чуть лучший результат девушки, в другие – юноши. Девушек, принимающих участие в тестировании, намного больше, чем юношей.

¹⁷³ По работе Мальцева А. В. Анализ общих результатов централизованного абитуриентского тестирования 1999–2003 гг. // С. 107.

**Списки неоригинальных ответов мальчиков и девочек
старшего дошкольного возраста
в невербальной батарее Торренса**

Российская выборка. Возрастной диапазон 5-6 лет.		Данные Е. Н. Туник. Возрастной диапазон 5-6 лет ¹
девочки	мальчики	
Субтест 1. Создание рисунка		
Лицо или фигура человека Туловище зверя Солнце Голова зверя Цветок Яйцо	Лицо или фигура человека Туловище зверя Солнце Воздушный шар	Дерево Капля Лицо или фигура человека Озеро (водоем) Поляна Солнце Туловище зверя Яйцо
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 1.		
Птица Сердце Облако Волна	Птица Сердце Облако Очки	Очки Сердце Яблоко
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 2.		
Дерево (ветка)	Дерево (ветка) Оружие (рогатка, автомат и т.д.)	Буквы Дерево (ветка) Метелка Цифры
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 3.		
Фрукты	Фрукты Шарики	Буквы Месяц (луна) Санки Фрукты Цифры

Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 4.		
Завитки Волна Очки	Завитки Улитка	Буквы Змея Улитка Хвост Цифры
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 5.		
Корабль Улыбка Лицо Посуда	Корабль Улыбка Лицо Круг	Буквы Губы Солнце Цифры Яйцо
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 6.		
Ступеньки Туловище зверя	Ступеньки	Буквы Машина Молния Ступени Цифры
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 7.		
Машина	Машина Гриб	Буквы Машина Молоток Совок (ковш) Цифры
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 8.		
Фигура человека Одежда (платье, купальник)	Фигура человека Машина Велосипед (мото- цикл)	Животное Лицо или фигура человека Цветок
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 9.		
Гора Уши	Гора	Буквы Волна Горы Губы Цифры

Списки часто встречающихся ответов в невербальной батарее Торренса у студентов-психологов старших курсов

Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 10.		
Клюв Нос животного Нос человека Ель	Клюв Нос животного Нос человека Ель	Буквы Ель Клюв птицы Лицо человека Цифры
Субтест 2. Повторяющиеся линии		
Дом Дерево Корона Цветок	Дом Аквариум Бытовая техника Квадрат Лестница Машина Мебель Окно Ракета Тюрьма (решетка)	Бытовая техника Деревья Дом Забор Лестница Лицо или фигура человека Мебель Окно Ракета

¹ По данным Туник Е. Е. Диагностика креативности. Тест Е. Торренса. Методическое руководство. – СПб, 1998. – С. 142-144.

Российская выборка			американская выборка. Возрастной диапазон 5-17 лет ¹
студенты-химики	студенты-психологи	данные Е. Туник для российской выборки 15-17 лет	
Субтест 1. Создание рисунка			
яйцо (29,5) лицо, голова (17,1) животные (7,8) цветок (5,7)	яйцо лицо человека звери цыпленок камень фрукты, овощи	яйцо лицо или фигура человека звери (целиком) морда животного озеро рыба солнце туча (облако) цветок	яйцо лицо, фигура абстрактный рисунок кружок слеза
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 1.			
птицы (29, 0) сердце (12,4) животные (9,7) облако, тучи (7,7) фрукты (5,4)	птица сердце брови декольте цветок ягодицы	птица сердце лицо человека цифра буква очки яблоко	птица сердце лицо, фигура цифры абстрактный рисунок буквы
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 2			
деревья (32,5) рогатка (15,4) птичьи следы (6,9)	деревья рогатина буква животное	деревья рогатка буква лицо или фигура человека метелка цветок цифра	дерево рогатка буквы абстрактный рисунок лицо, фигура цифры

Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 3.			
корабль, паруса, лодка (8,5) глаза, взгляд (5,4)	корабль, лодка уши животного радиоволны	корабль, лодка лицо человека радиоволны цифра буква колесо месяц, луна фрукты, ягоды	лицо, фигура буквы цифры абстрактный рисунок
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 4.			
животные (19,4) волны (15,2) голова, лицо (13,4) знаки, буквы (11,5) пресмыкающиеся (7,4) глаза, очки (6,5)	улитка (червяк, гусеница) шляпа голова человека хвост животного, хобот	буква волны змея знак вопроса лицо или фигура человека птица улитка (червяк, гусеница) хвост животного, хобот цифра	абстрактный рисунок буквы животное лицо, фигура улитка цифры
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 5			
посуда (22,6) губы (улыбка) (12,0) корабль (яхта) (10,6) лицо (9,7) график (5,1) качели (гамак, шезлонг) (5,1)	ваза, чаша губы лодка гамак	посуда губы лодка лицо человека буква зонт мяч (шар) цифра	чаша лицо, фигура лодка, буквы абстрактный рисунок кружок цифры
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 6			
человек (9,2) посуда (8,6) лицо, голова (7,9) цветок (6,6) лестница, ступени (5,3)	фигура человека или его части лицо человека ваза, бокал	ваза молния лестница буква цифра	абстрактный рисунок буквы лицо, фигура молния ступени лестницы цифры

Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 7			
машины (35,5) ключ (10,5) слесарные инструменты (8,1) рельеф местности (7,0)	машина ключ ковш серп крючок	машина ключ совок (ковш) серп буква молот очки цифра	абстрактный рисунок буквы детская коляска кабриолет змея знак вопроса лицо, фигура цифры
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 8			
человек (37,6) лицо (7,9) деревья (6,7)	лицо или фигура человека дерево	лицо или фигура человека девочка, женщина буква цифра платье ракета цветок	лицо, фигура человечки абстрактный рисунок буквы цифра
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 9			
горы, вулканы (54,1) животные (16,0) знаки (7,7)	горы уши животного буква шляпа	горы уши животного буква цифра волны губы	горы кролик буквы цифры абстрактный рисунок монахиня ракета сова
Субтест 2. Незаконченные фигуры. Фигура 10			
лицо (19,0) дерево (33,0) животные (20,7) человек (6,7)	лицо человека елка морда животного рука человека клюв хвост	лицо человека елка, дерево, сучья морда животного клюв птицы лиса буква цифра	лицо, фигура дерево нос муравьед утка цифры буквы абстрактный рисунок

Субтест 3. Повторяющиеся линии			
одеяло (15,22) цветок (12,8) качели (7,61)	дерево лицо или фигу- ра человека посуда коробка, ящик дом окно книга дверь дорога мебель зеркало	дерево лицо или фигу- ра человека коробка дом книга (тетрадь) дверь мебель бытовая тех- ника гриб забор карандаш буквы	дерево лицо или фигу- ра человека коробка дом окно книга дверь лестница подарок ракета абстрактный рисунок (узор) буква геометрическая фигура рама картины цифра

¹ По данным Туник Е. Е. Диагностика креативности. Тест Е. Торренса. Методическое руководство. – СПб, 1998. – С. 142–144.

Методика исследования компонентов общих и специальных способностей (МИКОСС)

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	_____

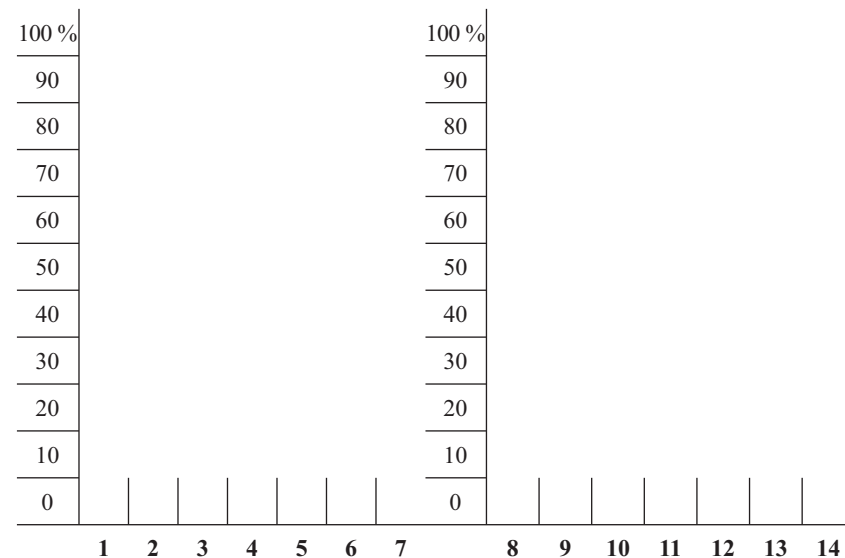
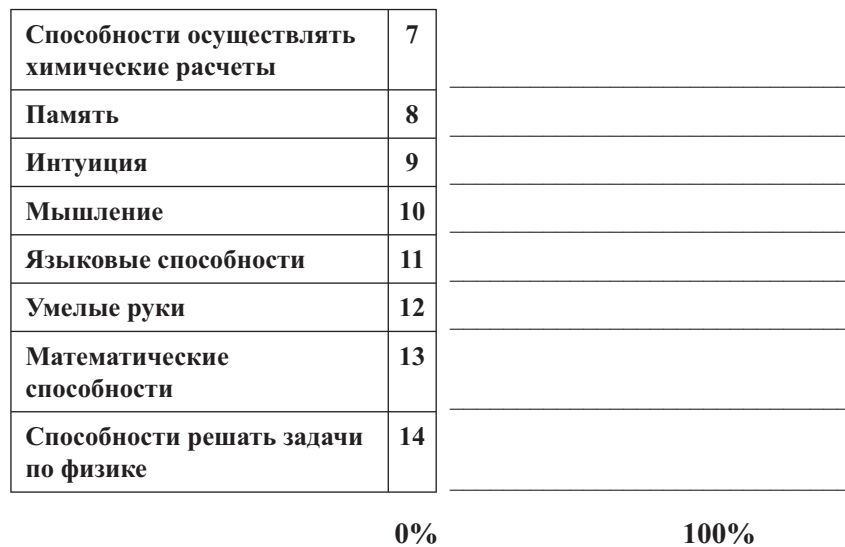


Таблица 61

Средние показатели в группах

	1	2	3	4	5	6	7	Хими- чес- кие спо- соб- ности	8	9	10	11	12	13	14	Общие спо- соб- ности
Акту- альные способ- ности																
Жела- емые способ- ности																

Показатели	N	Percentiles		
	Valid	Ниже среднего	Средний уровень	Выше среднего
Средняя оценка по химии	354	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

Окончание табл. 61

Показатели	N	Percentiles		
	Valid	Ниже среднего	Средний уровень	Выше среднего
Память	282	54,33	54,33 – 70,00	70,00
Интуиция	282	56,00	56,00 – 74,00	74,00
Мышление	282	59,00	59,00 – 72,00	72,00
Языковые способности	282	49,00	49,00 – 70,00	70,00
Умелые руки	282	59,33	59,33 – 75,00	75,00
Математические способности	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	281	53,28	53,28 – 65,00	65,00
Самооценка общих способностей	281	52,42	52,42 – 63,57	63,57

GREATCHEMIST¹⁷⁴ – КОМПЬЮТЕРНАЯ МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ СПЕЦИАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ХИМИКОВ

Универсальная тестовая оболочка – GreatChemist

Технология GreatChemist разработана авторским коллективом лаборатории инновационных технологий: методология и материалы для создания комплекса тестирования – доцент кафедры психологии развития и педагогической психологии УрГУ им. А. М. Горького, кандидат психологических наук Е. В. Волкова; программная реализация комплекса тестирования – А. А. Расковалов. Сроки разработки и апробации технологии: сентябрь 2002 – май 2007.

Назначение психологической технологии

Цель: методика «Великий химик» предназначена для диагностики и коррекции когнитивных структур репрезентации химических знаний.

Сфера применения. Основная область использования – профессионально-психологическая оценка личности (оценка уровня развития химических способностей), педагогическое и психологическое тестирование, экспертиза и мониторинг в системе образования.

Гарантированные результаты. 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 коррекции когнитивных структур химического познания.

¹⁷⁴ Лауреат конкурса IV съезда Российского психологического общества в номинации «Инновационные психологические технологии в новом столетии». Сентябрь 2007.

Описание технологии

Техническая аннотация

Аннотация предназначена специалистам, заинтересованным в применении современных компьютерных психодиагностических разработок для решения задач в сферах психологии и педагогики, экспертизы и мониторинга в системе образования. Также эта аннотация может быть полезна системным администраторам, обеспечивающим процесс тестирования.

Глава 1. Общие сведения о тестовой оболочке GreatChemist

Тестовая оболочка GreatChemist – это универсальная компьютерная программа, обеспечивающая проведение комплекса действий по тестированию с использованием различных методик в едином стандарте.

Тестовая методика – это набор файлов (в том числе, содержащих тестовые задания с возможными вариантами ответов), а также правил и параметров, описанных в них и отражающих суть тестирования, расчетов и представления результатов по данной методике, которые могут быть созданы, скорректированы и считаны тестовой оболочкой.

Назначение и возможности оболочки

Универсальная тестовая оболочка GreatChemist предназначена для проведения полного комплекса действий по тестированию испытуемых с применением различных тестовых методик. Области применения оболочки – профессионально-психологическая оценка личности, педагогическое и психологическое тестирование, экспертиза и мониторинг в системе образования, коррекция структур репрезентации знаний.

Особенности и возможности GreatChemist

- Оболочка проста в использовании.
- Для сохранения протоколов тестирования используются базы данных FireBird.
- Имеется возможность представления результатов тестирования в следующих формах:
 - графический профиль, указывающий значения факторов;

- текстовая интерпретация факторов;
- таблица результатов для отдельного испытуемого (сырые баллы, стены, T-баллы, Z-баллы);
- таблица результатов для группы испытуемых в формате xls (сырые данные – время в секундах и число ошибок), нормализованные стандартные баллы.
 - Результаты сохраняются в файлах формата xls (Microsoft Excel) и html (для чтения в браузере).
 - Реализованы функции предъявления последовательности тестов и комплексного вывода результатов.
 - Реализована возможность создания и редактирования собственных тестовых методик (модуль «Конструктор»).
 - Для тестовых методик доступна функция обучения.
 - Оболочка позволяет случайным образом выбирать вопросы из банка заданий, перемешивать вопросы и варианты ответов.
 - Реализован режим тренинга. В данном режиме оболочка следит за числом ошибок, допущенном в каждом задании. В случае очень большого количества ошибок, тестовая оболочка предлагает пройти задание снова.
 - В GreatChemist реализована развернутая система настроек, как общих для всех методик, так и индивидуальных для каждой методики.
 - Для расчёта стандартных баллов в GreatChemist встроены средние значения и стандартные отклонения для каждого параметра конкретных тестов. Кроме того, можно создавать свои выборки со средними и стандартными отклонениями на основании результатов тестирования.

Модули оболочки GreatChemist

Оболочка GreatChemist имеет два модуля:

- стандартный, который позволяет работать с уже существующими методиками, просматривать результаты и обрабатывать их;
- модуль «Конструктор», который позволяет:
 - создавать свои тестовые методики и применять их в стандартном модуле;
 - дополнять и исправлять свои тестовые методики.

Глава 2. Установка оболочки.

Системные требования

Для корректной работы GreatChemist требуются:

- IBM PC 486/Pentium;
- монитор SVGA, видеокарта с разрешением не менее 800x600;
- русскоязычная операционная система семейства MS Windows XP.

Защита тестовой оболочки

Демоверсия распространяется **свободно** и не защищается никакими средствами.

Внимание: демоверсия для каждого теста предъявляет всегда одни и те же результаты, что отражает только внешний вид этой функции.

Процесс установки оболочки

Демоверсия устанавливается следующим образом:

1. Демоверсия программы распространяется свободно в архиве.
2. Распакуйте архив в любой каталог на жёстком диске.
3. Запустите файл «**Install.exe**» (если у вас в настройках Windows будет стоять галочка «Скрывать разрешения для зарегистрированных файлов», то файл будет отображаться как «**Install**»).
4. Следуйте инструкциям программы.
5. В окне «**Настройки**» укажите путь, куда будет устанавливаться программа GreatChemist (по умолчанию **C:\Program files**). Если вы желаете, чтобы на рабочем столе был создан ярлык, поставьте соответствующую галочку.
6. Далее программа предложит установить сервер баз данных **FireBird**.
Если вы уверены, что сервер баз данных FireBird уже установлен, нажмите «**Нет**», в противном случае нажмите «**Да**».
- Если вы по какой-либо причине отказались установить **FireBird** во время установки GreatChemist, но обнаружили необходимость в его наличии, вы можете вручную установить его, запустив файл **Firebird.exe**, находящийся в подкаталоге FireBird в той папке, куда вы распаковали архив.
7. Каталог, куда был распакован архив, можно удалить.

Удаление демоверсии

1. Удалите каталог, куда была установлена программа (по умолчанию **C:\Program files\GreatChemist**)
2. Если на рабочем столе есть ярлык программы, удалите его.

Глава 3. Эксплуатация оболочки

Начало работы с оболочкой

После запуска программы становится активным «**Главное меню**».

Справа находится список тестовых методик, доступных в оболочке, слева – управляющие кнопки. Вверху находится индикатор выбранных тестов.

Существует два режима работы с тестовой оболочкой «GreatChemist»:

- режим администратора;
- режим пользователя

В режиме администратора доступны все функции программы:

1. Изменение настроек программы.
2. Просмотр и обработка результатов всех испытуемых, прошедших тестирование.
3. Выбор тестовых методик и переключение между ними.
4. Работа с конструктором (недоступно в демоверсии).

В режиме пользователя возможно только тестирование, если список тестов был уже сформирован в режиме администратора или создан командой сервера (для сетевой версии).

Переключение между режимами осуществляется с помощью кнопки в правом нижнем углу с названием того режима, в который вы перейдёте. Так если вы находитесь в режиме пользователя, то кнопка будет называться «Администратор». Переход из режима пользователя в режим администратора защищён паролем. По умолчанию это символ f. Рекомендуется сменить этот пароль на другой (см. раздел «Настройки»). Не рекомендуется использовать русские символы в пароле.

Для того чтобы:

- начать тестирование – нажмите на кнопку «**Тестирование**». Доступно, если активен один или несколько тестов;
- посмотреть результаты тестирования в различных формах, в

том числе групповые результаты, статистически обработать результаты – нажмите на кнопку **«Результаты»**;

– ознакомиться с предъявляемыми тестом заданиями и вариантами ответов, а также с представлением результатов – кнопка **«Демонстрация»**;

– получить информацию к выбранной вами методике и истории её создания – нажмите на кнопку **«Аннотация»**. Чтобы кнопка стала активной, выделите название интересующей вас тестовой методики в списке методик;

– прочитать аннотацию к оболочке GreatChemist – нажмите на кнопку **«О программе»**;

– проверить или изменить настройки оболочки и/или отдельных методик, сменить группы испытуемых, относительно которых будут рассчитаны стандартные баллы, – нажмите на кнопку **«Настройки»**.

Подготовка к тестированию

Для того, чтобы режим тестирования был доступен, необходимо создать список активных тестов. Это можно осуществить в режиме «Администратор» либо с помощью сервера (для сетевой версии). В главном меню программы справа находится список тестовых методик, зарегистрированных в системе. Чтобы добавить тестовую методику к списку активных методик поставьте галочку в соответствующем окне. Для более тонких настроек списка тестов нажмите на кнопку под надписью «Великий химик» с названием активных методик. После этого вы переходите в **«Окно сборки тестов»**.

Слева находится список тестовых методик, зарегистрированных в системе. Двойной клик мышью по тестовой методике в списке приводит к добавлению её в дерево заданных тестов. Каждый тест состоит из блоков, для каждого теста установлено некоторое число повторений для каждого блока. Если это число равно нулю, то блок пропускается. Число повторов можно менять. Для этого необходимо осуществить двойной клик на блоке теста и в появившемся окне ввести нужное число.

Внимание: для тестовых методик, поставленных вместе с программой, не рекомендуется изменять число повторов.

Если вас не устраивает выбранная структура тестирования, нажмите кнопку **«Очистить»** на панели инструментов внизу окна и создайте новое дерево. После создания дерева тестов и обработчиков нажмите кнопку **«Выход»** на панели инструментов внизу окна. Оболочка готова к тестированию.

Ввод личных данных

Подготовив программу к тестированию (см. предыдущий раздел), перейдите в режим пользователя (если это необходимо, для обеспечения безопасности) и нажмите кнопку **«Тестирование»**. Перед вами появится окно регистрации.

Далее необходимо следовать инструкциям программы:

1. Введите фамилию тестируемого.

2. Нажмите кнопку **«Далее»**, после чего окно преобразуется.

3. Если испытуемый уже проходил какой-либо тест в данной оболочке просмотрите раскрывающийся список и выберите нужную запись. Если соответствующая запись отсутствует, нажмите кнопку **«Добавить»** и в появившемся окне введите личные данные испытуемого:

Группу выбирают из раскрывающегося списка групп. Добавить новую группу можно в окне **«Результаты»** либо на сервере (для сетевой версии).

4. Нажмите кнопку **«Начать»**.

Инструкция

Вначале каждого блока теста пользователю демонстрируется инструкция. Внимательно прочитав её, нажмите кнопку **«Далее»** и приступайте к заданию.

Режим тестирования

В окне тестирования вам будут поочередно предъявляться вопросы и возможные варианты ответа (если они предусмотрены).

Для того чтобы:

– ответить:

- нажмите на кнопку с верным ответом (дифференцировки);
- введите текст ответа в поле для ввода (открытый тест) и нажмите **«Ответить»**;
- отметьте галочками правильные ответы (закрытый тест);

- передвиньте бегунок шкал на желаемую отметку и нажмите клавишу «ГОТОВО» (шкалирование);
- нажмите клавиши «f» либо «j» или им соответствующие «a» и «o» в русской раскладке.
 - прервать тестирование – нажмите на кнопку «ВЫХОД» (доступна опционально).

После окончания тестирования можно просмотреть результаты (опционально).

Встроены следующие виды обработки результатов:

1. Полный отчёт – демонстрирует испытуемому время прохождения всех заданий, все его ошибки, с указанием правильного и отмеченного варианта ответа (если таковые предусматриваются). Применяется только к вашим методикам, которые вы можете создать в модуле «Конструктор».
2. Краткий отчёт – демонстрируется только время прохождения каждого задания и количество совершённых ошибок (если таковые предусмотрены). Доступен для всех тестовых методик.
3. Шкальный профиль – демонстрирует измеряемые в ходе тестирования показатели в шкале стенов. Доступен для тестовых методик поставляемых с оболочкой.
4. Таблица результатов – демонстрирует измеряемые в ходе тестирования показатели в различных шкалах в виде таблицы. Доступен для тестовых методик поставляемых с оболочкой.
5. Словесная интерпретация – демонстрирует результаты тестирования в виде текста с подробным описанием измеряемых характеристик и практическими рекомендациями. Доступен для тестовых методик поставляемых с оболочкой.

Виды шкал

Оболочка GreatChemist представляет данные в различных шкалах:

1. Сырой балл – количественный показатель, подсчитанный в результате обработки ответов испытуемого. Полученный сырой балл не дает возможности относить испытуемого к определенной диагностической категории, так как еще необходимо провести сравнение этого балла с диагностическими нормами. Диагностические нормы для каждого теста можно поменять в опциях в разделе

«Группы испытуемых». Можно создавать свои диагностические нормы на основании результатов тестирования в окне результатов.

2. Стандартные шкалы – в психодиагностике используются несколько типов стандартных шкал, позволяющих сравнивать между собой показатели разных тестов (субтестов одного теста) в едином масштабе. Как правило, стандартные шкалы основаны на модели нормального распределения и описываются двумя параметрами: значением среднего и стандартного (или среднеквадратического) отклонения:

- **Шкала стенов** – стандартная шкала от 1 до 10 со следующими параметрами: среднее = 5,5, стандартное отклонение = 2. При переводе сырых баллов в шкалу стенов используется формула $2 \cdot (X - M) / S + 5,5$, где X – сырой балл, M и S – значения среднего и стандартного отклонения, полученные на выборке стандартизации. При этом все значения меньше 1, получаемые при переводе в шкалу стенов, относятся к стену 1, а все значения больше 10 – к стену 10.

- **T-шкала** – стандартная шкала со следующими параметрами: среднее = 50, стандартное отклонение = 10. При переводе сырых баллов в T-шкалу используется формула $10 \cdot (X - M) / S + 50$, где X – сырой балл, а M и S – среднее и стандартное отклонение, полученные на выборке стандартизации.

- **Z-шкала** – стандартная шкала от -1 до 1 со следующими параметрами: среднее = 0, стандартное отклонение = 0,44. При переводе сырых баллов в z-шкалу используется формула $0,44 \cdot (X - M) / S$, где X – сырой балл, M и S – значения среднего и стандартного отклонения, полученные на выборке стандартизации. При этом все значения меньше -1, получаемые при переводе в z-шкалу, относятся к -1, а все значения больше 1 – к 1.

Работа с таблицей результатов

Примечание: данная функция доступна только в режиме «Администратор».

Окно «**Результаты**» содержит таблицу с краткими сведениями об испытуемых, а также панели с кнопками для различного представления результатов испытуемых.

В верхнем меню этого окна вы можете выбрать тот тест, результаты которого представлены в таблице. Для этого выберите нужную

тестовую методику в пункте «Тесты». Чтобы поменять режим сортировки, выберите необходимый вам режим в пункте «Сортировать по...». Если вы хотите добавить новую группу испытуемых (которая появится в списке групп при регистрации тестируемых), нажмите «Добавить группу» и введите название этой группы.

На панели инструментов в нижней части окна расположены следующие кнопки:

– «**Протокол**» – предьявляет результаты выделенного испытуемого.

– «**Сравнительный анализ**» – выводит в таблицу Excel сырые данные (время прохождения каждого задания и число ошибок) по тестированию для нескольких испытуемых.

– Чтобы выделить несколько испытуемых, удерживайте клавишу «Ctrl» и левой клавишей мыши «кликайте» по необходимым записям в таблице.

– Следующие кнопки («Способности», «Знания») выводят специфические результаты для конкретного теста, также в виде сравнительной таблицы Excel. Выделение нескольких результатов осуществляется тем же образом, что и в предыдущем пункте.

– «**Автовыборка**» автоматически создаёт выборку для данного теста на основе нескольких выделенных результатов (не менее четырех).

– Кнопка «**Работа с выборками**» позволяет вручную создавать свои выборки (недоступна в демоверсии).

– Кнопка «**Удалить**» позволяет удалить один или несколько результатов (чтобы выделить несколько результатов удерживайте клавишу «Ctrl» – см. выше).

Примечания:

- Для выгрузки в Excel, необходимо наличие этой программы.
- Выборки созданные кнопками «**Автовыборка**» и «**Работа с выборками**» автоматически появляются в настройках.

Внимание: все сравнительные таблицы и протоколы в демоверсии содержат одни и те же демонстрационные данные и отражают только внешний вид этой функции.

Создание новой методики

Эта функция реализована в отдельном модуле «Конструктор».

Глава 4. Настройки GreatChemist

Примечание: Доступ к настройкам возможен только в режиме «Администратор».

Все настройки представлены в программе в виде древообразной структуры.

Системные настройки оболочки

К системным относятся следующие настройки:

«**Пароль**» задаёт текст пароля.

«**Адрес сервера**» задаёт IP-адрес сервера (для сетевой версии).

«**Порт**» задаёт номер порта протокола TCP/IP (для сетевой версии). Необходимо, чтобы номер порта у сервера и клиента совпадали.

«**Диагональ монитора**» для корректного отображения графических заданий необходимо указать размер диагонали вашего монитора в дюймах.

«**Отношение высоты к ширине монитора**» необходимо для корректного отображения графических заданий (для стандартных мониторов – 3 : 4, для широкоформатных – 9 : 16)

Настройки методик

К тестовым методикам относятся следующие настройки:

Раздел «**Тестирование**»:

– «**Разрешить выход**» разрешает пользователю прекращать тестирование в любой момент времени;

– «**Режим диагностики**»/«**Режим тренинга**» переключает между соответствующими режимами. В режиме диагностики испытуемый получает интерпретацию своих результатов, в режиме тренинга задания выполняются до тех пор, пока не будет достигнут определённый критерий (установленное число ошибок).

Раздел «**Результаты**»

– «**Показывать результаты теста**» устанавливает соответствующую возможность.

Раздел «**Группы испытуемых**». Идёт перечисление тестовых методик и соответствующих выборок. Здесь можно установить желаемую выборку для каждой тестовой методики.

Возможности работы оболочки по сети

Для сетевой работы необходима сетевая версия программы, которая содержит:

- программу-сервер, которая устанавливается на один компьютер в сети. Здесь будет храниться вся информация о тестируемых, в том числе и результаты тестов;
- программу-клиент, которая устанавливается на все машины для тестирования. В настройках клиента необходимо указать IP-адрес машины, на которой установлен сервер.

Настройка FireBird

GreatChemist работает с базой данных и поэтому нуждается в наличии установленного сервера баз данных FireBird на каждом компьютере, использующем оболочку.

При запуске программа определяет наличие FireBird. При необходимости пользователю предлагается установить пакет FireBird (он поставляется в комплекте с программой).

Для установки пакета FireBird необходимо обладать правами администратора. После установки пакета FireBird рекомендуется перезагрузить компьютер и запустить программу заново.

Если FireBird установлен, но программа не работает, возможно, этот сервер не был запущен.

Чтобы запустить сервер баз данных FireBird:

- 1) нажмите меню «Пуск» в операционной системе;
- 2) выберите пункт «Панель управления»;
- 3) найдите в данной папке ярлык «FireBird N Version Manager», где N – номер версии, в данном случае 1.5 и сделайте двойной клик на нём;
- 4) если сервер не запущен, то кнопка в верхней части запустившейся программы будет содержать надпись «Start»;
- 5) нажмите указанную кнопку;
- 6) при необходимости можно потребовать автоматический запуск программы при загрузке компьютера, для этого поставьте галочку в поле «Automatically».

Обоснование качества технологии

Описание процедуры разработки и проверки качества технологии

Структура теста «Великий химик»: состоит из 16 субтестов, которые выполняются без опоры на периодическую систему Д.И. Менделеева (и прочий информационный материал) и без калькулятора:

- вещество/тело;
- физическое/химическое явление;
- гомогенная/гетерогенная система;
- простое/сложное вещество;
- классы соединений;
- химический пасьянс;
- ОВП/не ОВП;
- окислительно-восстановительные свойства;
- пространственная структура;
- изомеры/неизомеры;
- обратимая/необратимая химическая реакция;
- смещение химического равновесия;
- цвет индикатора (гидролиз);
- стекло;
- магнат;
- арифметический субтест.

В первых 13 субтестах требуется безошибочно и как можно быстрее разделить предлагаемые стимулы на 2, 3 и более групп в соответствии с инструкцией задания. Каждое задание выполняется два раза, 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 необходимые для выполнения субтеста в первой пробе выявлены полностью, то во второй пробе снижается и время, затраченное на классификацию, и число ошибок.

14 и 15-й субтесты предполагают развернутые письменные ответы творческого характера из области 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 степень сформированности когнитивных структур, отвечающих за способность осуществлять специфические качественно-количественные расчеты. Данный субтест состоит из 16 расчетных задач, которые нужно решить в умственном плане за ограниченное время.

Среднее время выполнения теста – 1,5 часа.

Способы представления результатов

Результаты теста могут быть представлены в трех формах:

- графический профиль, указывающий значения факторов;
- в виде текстовых сообщений-интерпретаций данных;
- в виде табличных данных 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 когнитивных структур по отдельным субтестам), общий уровень специальных способностей, развиваемость), а также уровень знаний и обучаемость.

История создания и психометрические параметры

Методологической основой разработки теста «Великий химик» послужили данные Т. А. Ратановой и Н. И. Чуприковой, которыми было доказано, что чем выше уровень способностей, тем больше скорость мышления, способность к выделению существенных признаков и отношений. Авторы полагают, что носителем способностей являются многоуровневые репрезентативно-когнитивные структуры – своеобразный обобщенно-абстрактный продукт приобретенных знаний, умений и навыков, внутренняя основа процессов приема и переработки информации и организации деятельности. Хорошо расчлененные и дифференцированные репрезентативно-когнитивные структуры позволяют производить за короткий срок более тонкий анализ и синтез признаков ориентировочной основы деятельности.

Одной из серьезных проблем при разработке диагностического инструментария «Великий химик» явилось отсутствие работ, посвященных собственно химическим способностям и тем более, когнитивным структурам, отвечающим за их развитие.

Анализируя существующие психолого-педагогические исследования в области «химия» и биографии великих химиков, мы выделили компоненты химических способностей: химическая направленность ума, химическая память, химическая интуиция, язык химического мышления, химическое мышление, экспериментальные способности и способность осуществлять специфические количественные расчеты.

На основе структурно-логического анализа содержания учебной дисциплины была разработана семантическая модель когнитивных структур химических знаний и подобран стимульный материал, позволяющий определить степень сформированности некоторых когнитивных структур.

Экспериментальная проверка теста осуществлялась с 2002 по 2007 годы на выборках учащихся 9-11 классов (458 человек) и студентов 1-5 курсов химического факультета (575 человек). По результатам психометрического анализа были разработаны стандартные нормы для разных групп испытуемых.

Определение валидности

Концептуальная валидность – степень соответствия заданий, измеряющих какое-либо свойство, общепринятым теоретическим представлениям об этом свойстве. В данном приложении мы не будем раскрывать данное положение, поскольку оно полностью повторяет содержание монографии.

Эмпирическая валидность – степень соответствия результатов теста реальным достижениям. Проверка эмпирической валидности теста осуществлялась по результатам областной олимпиады школьников.

Для выборки студентов было выявлено значимое соответствие оценки знаний по тесту «Великий химик» со средним показателем успеваемости по дисциплинам химического цикла и отсутствие значимых связей между показателями уровня химических способностей и средним показателем успеваемости по дисциплинам химического цикла. Что подтверждает концептуальную валидность

Таблица 62
Согласованность результатов теста «Великий химик» с результатами областной олимпиады школьников «Юные интеллектуалы Урала»

Показатель	Критерий	Экспериментальные выборки								
		10 класс				11 класс				
		Pearson Correlation	Kendall's tau_b	Spearman's rho	Pearson Correlation	Kendall's tau_b	Spearman's rho	Pearson Correlation	Kendall's tau_b	Spearman's rho
Уровень способностей 1 проба	Значение коэффициента	,507(***)	,357(***)	,508(***)	,711(*)	,527(*)	,709(*)			
	Значимость	,000	,000	,000	,014	,024	,015			
	Число испытуемых	57	57	57	11	11	11			
Уровень способностей 2 проба (ретест)	Значение коэффициента	,401(**)	,471(***)	,644(***)	,525	,455	,600			
	Значимость	,002	,000	,000	,097	,052	,051			
	Число испытуемых	58	58	58	11	11	11			

теста. Студенты, получившие высокие баллы по уровню способностей в тесте «Великий химик» оказались либо бывшими призерами олимпиад по химии областного уровня, либо призерами всероссийских олимпиад по химии среди студентов. О высоком уровне химических способностей данных студентов говорили как преподаватели, так и сокурсники.

Содержательная валидность – для определения данного вида валидности методика должна включать задания для оценки максимального числа параметров того свойства, которое она измеряет. С точки зрения К. Д. Кирнарской, тесты на специальные способности должны быть тоже специальными: будущие музыканты будут возиться со звуками, филологи – со словами, Пироговы – с кошками и рыбками, дипломаты – общаться со сверстниками и взрослыми по особым правилам. С помощью IQ тестов или тестов на креативность невозможно обнаружить ни будущих Коноховых, ни Мерлин Монро. Поэтому мы выбрали тот материал, который позволяет выявить все критериальные признаки понятия и который соответствует достижениям современной химии.

Следующий момент, на котором надо заострить внимание, 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 немногочисленных результатов теста «Великий химик» преподавателей и бывших выпускников УрГУ (8 человек) показал, что, несмотря на то, что они уже давно забыли, что когда-то учили в школе, вузе получив обратную связь после прохождения первой пробы, они сразу же выполняли следующую пробу практически без ошибок. В нашем эксперименте приняли участие несколько учителей. Данные показали, что чем выше сформированность когнитивных структур репрезентации химических знаний у учителя, тем выше уровень способностей и качество знаний у учащихся. Результатам теста заслуженного учителя химии и его учеников могли бы позавидовать многие студенты химических факультетов.

Экспериментальные данные надежности

Показатели надежности помогают оценить стабильность результатов тестирования. Данный тест скоростной, для скоростных тестов 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 результаты заметно ухудшаются. У испытуемых с сильной нервной системой и высокими специальными способностями результаты улучшаются. В табл. 63-66 мы приводим эмпирические данные проверки надежности тестов. Поскольку база стимульного материала значительно шире, чем число стимулов, предъявляемых для опознания (принцип избыточности базы стимулов), поэтому вторая проба является своеобразным ретестом. При выполнении теста испытуемый решает 1108 заданий на классификацию, установление тождества или различия, аналогию, 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.

Таблица 63

Эмпирические критерии надежности

	Критерии надежности	Данные по всей выборке		Студенты 2 курса	
		уровень способностей 1 проба	развиваемость (химия)	уровень способностей 1 проба	развиваемость (химия)
Уровень способностей 2 проба (ретест)	Pearson Correlation	,827(***)	,458(***)	,720(***)	,461(***)
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000
	N	630	632	288	288
Уровень способностей 2 проба (ретест)	Kendall's tau_b	,585(***)	,238(***)	,516(***)	,292(***)
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000
	N	630	632	288	288

Окончание табл. 63

	Критерии надежности	Данные по всей выборке		Студенты 2 курса	
		уровень способностей 1 проба	развиваемость (химия)	уровень способностей 1 проба	развиваемость (химия)
Уровень способностей 2 проба (ретест)	Spearman's rho	,775(***)	,347(***)	,712(***)	,417(***)
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000
	N	630	632	288	288

Таблица 64

Эмпирические критерии надежности

	Критерии надежности	Студенты 1 курса		Студенты 3 курса	
		уровень способностей 1 проба	развиваемость (химия)	уровень способностей 1 проба	развиваемость (химия)
Уровень способностей 2 проба (ретест)	Pearson Correlation	,676(**)	,595(**)	,795(**)	,363(*)
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,011
	N	66	66	48	48
Уровень способностей 2 проба (ретест)	Kendall's tau_b	,507(**)	,273(**)	,596(**)	,264(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,001	,000	,008
	N	66	66	48	48
Уровень способностей 2 проба (ретест)	Spearman's rho	,694(**)	,382(**)	,767(**)	,370(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,002	,000	,010
	N	66	66	48	48

Таблица 65

Эмпирические критерии надежности

	Критерии надежности	Студенты 4 курса	
		уровень способностей 1 проба	развиваемость (химия)
Уровень способностей 2 проба (ретест)	Pearson Correlation	,860(**)	,316(*)
	Sig. (2-tailed)	,000	,025
	N	50	50
Уровень способностей 2 проба (ретест)	Kendall's tau_b	,593(**)	,252(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,010
	N	50	50
Уровень способностей 2 проба (ретест)	Spearman's rho	,774(**)	,352(*)
	Sig. (2-tailed)	,000	,012
	N	50	50

Таблица 66

Эмпирические критерии надежности

	Критерии надежности	Учащиеся 10 классов		Учащиеся 11 классов	
		уровень способностей 1 проба	развиваемость (химия)	уровень способностей 1 проба	развиваемость (химия)
Уровень способностей 2 проба (ретест)	Pearson Correlation	,903(**)	,244(*)	,882(**)	,665(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,012	,000	,000
	N	101	105	55	56
Уровень способностей 2 проба (ретест)	Kendall's tau_b	,656(**)	,187(**)	,737(**)	,380(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,005	,000	,000
	N	101	105	55	56

Окончание табл. 66

	Критерии надежности	Учащиеся 10 классов		Учащиеся 11 классов	
		уровень способностей 1 проба	развиваемость (химия)	уровень способностей 1 проба	развиваемость (химия)
Уровень способностей 2 проба (ретест)	Spearman's rho	,845(**)	,261(**)	,898(**)	,554(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,007	,000	,000
	N	101	105	55	56

Определяя уровень знаний по темам, мы исходили из следующих критериев: более 95 % – отлично, 85–95 % – хорошо, до 75–85 % – удовлетворительно, менее 75 % – неудовлетворительно.

При определении уровня сформированности когнитивных структур репрезентации химических знаний учитывалось время только тех заданий, в которых из 42 стимулов было допущено не более пяти ошибок. В результате анализа нами была выявлена неравномерность развития отдельных компонентов химических способностей, а, следовательно, и структур, отвечающих за их развитие: структуры «вещество» развиты в большей степени, чем структуры «химический процесс». Хуже всех сформированы структуры, отвечающие за способность осуществлять специфические количественные расчеты. Что, впрочем, согласуется с принципом дифференциации: структуры более высоких способностей формируются на основе более простых. Недоформированность структур низкого уровня не позволяет реализовать потенциал структур более высокого уровня и при решении задач испытуемый опирается на работу памяти, а не анализ существенных признаков задачи, позволяющих применить ту или иную схему решения. Выборки испытуемых оказались неоднородными по уровню химических способностей. Отсюда и достаточно большая дисперсия (табл. 67–70).

Таблица 67

Descriptive Statistics (призеры олимпиад – 9 классы)

№ п/п	Показатель (время выполнения задания, с)	Проба	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
1	Вещество и тело	1	8	41,00	88,00	62,2500	14,92601
		2	8	39,00	61,00	48,2500	7,92374
2	Физические и химические явления	1	5	83,00	108,00	96,2000	10,08464
		2	3	64,00	80,00	72,6667	8,08290
3	Гомогенная – гетерогенная система	1	0				
		2	0				
4	Простое – сложное вещество	1	7	45,00	60,00	49,2857	5,25085
		2	9	34,00	63,00	43,1111	8,35830
5	Классы неорганических веществ	1	9	60,00	113,00	78,1111	15,83860
		2	9	54,00	86,00	65,4444	13,04905
6	Химический пасьянс	1	0				
		2	0				
7	ОВП – не ОВП	1	8	66,00	261,00	133,2500	61,62270
		2	8	50,00	177,00	108,1250	45,88942
8	Окислитель – восстановитель	1	0				
		2	0				
9	Пространственная структура	1	0				
		2	0				
10	Изомеры – неизомеры	1	0				
		2	0				
11	Обратимый – необратимый химический процесс	1	0				
		2	0				
12	Смещение химического равновесия	1	0				
		2	0				
13	Гидролиз	1	0				
		2	1	105,00	105,00	105,0000	.
Число решенных задач			8	2,00	11,00	7,1250	3,22656

Таблица 68

Descriptive Statistics (10 классы)

№ п/п	Показатель (время выполнения задания, с)	Проба	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
1	Вещество и тело	1	89	50,00	275,00	109,6180	52,63867
		2	93	38,00	118,00	66,3978	16,92961
2	Физические и химические явления	1	37	66,00	260,00	119,8919	41,87799
		2	42	46,00	252,00	92,4286	35,93296
3	Гомогенная – гетерогенная система	1	11	76,00	198,00	120,0000	41,15823
		2	10	54,00	120,00	87,3000	23,43336
4	Простое – сложное вещество	1	90	33,00	133,00	68,1333	22,83512
		2	98	31,00	82,00	49,0306	11,51015
5	Классы неорганических веществ	1	60	34,00	218,00	106,0167	37,48604
		2	67	46,00	170,00	85,5821	28,24039
6	Химический пасьянс	1	9	127,00	454,00	214,2222	105,89237
		2	13	78,00	423,00	166,7692	98,78272
7	ОВП – не ОВП	1	31	73,00	456,00	174,8387	84,95689
		2	42	54,00	280,00	124,5714	51,16599
8	Окислитель – восстановитель	1	7	114,00	203,00	168,7143	32,34560
		2	10	45,00	340,00	141,9000	82,75325
9	Пространственная структура	1	4	56,00	325,00	204,7500	129,24750
		2	4	98,00	309,00	190,0000	106,13513
10	Изомеры – неизомеры	1	8	201,00	405,00	307,8750	78,85690
		2	13	107,00	441,00	232,3846	85,84729
11	Обратимый – необратимый химический процесс	1	8	120,00	218,00	173,3750	34,07528
		2	9	79,00	133,00	104,7778	19,45365
12	Смещение химического равновесия	1	6	127,00	279,00	216,8333	62,43530
		2	9	43,00	255,00	167,2222	77,20230
13	Гидролиз	1	8	90,00	191,00	132,2500	28,94206
		2	5	50,00	150,00	98,2000	37,69881
Число решенных задач			75	,00	13,00	3,0133	3,54314

Таблица 69

Descriptive Statistics (11 классы)

№ п/п	Показатель (время выполнения задания, с)	Проба	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
1	Вещество и тело	1	59	42,00	239,00	102,3051	38,75309
		2	51	41,00	120,00	70,2549	18,17454
2	Физические и химические явления	1	39	70,00	304,00	135,3846	47,45059
		2	32	57,00	191,00	97,6875	35,27261
3	Гомогенная – гетерогенная система	1	17	71,00	223,00	159,1176	45,10250
		2	19	58,00	304,00	117,4211	57,18616
4	Простое - сложное вещество	1	58	39,00	264,00	71,2586	39,93484
		2	55	31,00	180,00	56,3273	31,51840
5	Классы неорганических веществ	1	58	61,00	224,00	100,1724	32,20011
		2	52	49,00	180,00	83,3462	26,43963
6	Химический пасьянс	1	17	100,00	393,00	231,0588	80,44211
		2	20	95,00	365,00	167,7500	61,44135
7	ОВП – не ОВП	1	47	56,00	408,00	168,4255	73,88438
		2	41	54,00	367,00	121,8537	55,66891
8	Окислитель - восстановитель	1	18	60,00	693,00	154,3333	141,19907
		2	19	38,00	217,00	115,3158	51,04252
9	Пространственная структура	1	13	57,00	260,00	149,4615	61,93090
		2	11	40,00	300,00	117,0000	77,17124
10	Изомеры – неизомеры	1	19	63,00	392,00	202,5263	105,92312
		2	21	59,00	365,00	161,7143	77,55781
11	Обратимый – необратимый химический процесс	1	23	80,00	376,00	167,4348	75,03746
		2	19	66,00	255,00	123,5789	54,21082
12	Смещение химического равновесия	1	16	73,00	319,00	175,8750	78,80937
		2	15	47,00	267,00	129,4000	57,82585
13	Гидролиз	1	17	42,00	223,00	126,0000	46,78809
		2	15	45,00	239,00	111,3333	52,67917
Число решенных задач		26		,00	14,00	5,5000	4,12068

Таблица 70

Descriptive Statistics (2 курс химического факультета)

№ п/п	Показатель (время выполнения задания, с)	Проба	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Deviation
1	Вещество и тело	1	182	40,00	338,00	95,7418	41,83979
		2	181	36,00	127,00	58,5525	15,47090
2	Физические и химические явления	1	75	64,00	220,00	115,6400	32,75859
		2	82	51,00	154,00	83,8171	20,96566
3	Гомогенная – гетерогенная система	1	8	79,00	162,00	108,5000	31,48242
		2	12	62,00	139,00	80,7500	22,41398
4	Простое - сложное вещество	1	197	32,00	107,00	55,5178	12,17584
		2	203	26,00	81,00	42,5369	7,80216
5	Классы неорганических веществ	1	207	52,00	143,00	80,1932	18,27331
		2	211	42,00	138,00	65,4313	14,57816
6	Химический пасьянс	1	9	133,00	227,00	161,8889	26,95109
		2	20	87,00	196,00	133,4500	29,04529
7	ОВП – не ОВП	1	173	72,00	341,00	155,2543	52,66463
		2	181	48,00	363,00	113,4586	47,46162
8	Окислитель – восстановитель	1	23	101,00	362,00	187,0000	71,41174
		2	45	74,00	261,00	134,2000	46,32180
9	Пространственная структура	1	0				
		2	1	84,00	84,00	84,0000	
10	Изомеры – неизомеры	1	13	184,00	473,00	325,0769	95,70829
		2	22	133,00	442,00	246,8636	68,14990
11	Обратимый – необратимый химический процесс	1	21	88,00	280,00	171,9048	51,49360
		2	34	72,00	194,00	129,5000	33,09422
12	Смещение химического равновесия	1	3	202,00	306,00	255,3333	52,05126
		2	3	139,00	273,00	192,6667	70,86842
13	Гидролиз	1	7	89,00	228,00	146,5714	50,91122
		2	10	60,00	122,00	96,7000	18,24555
Число решенных задач		213		,00	12,00	3,2535	2,81699

Таблица 71

Descriptive Statistics (3 курс химического факультета)

№ п/п	Показатель (время выполнения задания, с)	Проба	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
1	Вещество и тело	1	44	39,00	102,00	61,6591	14,79777
		2	45	34,00	98,00	50,8000	13,38520
2	Физические и химические явления	1	22	59,00	144,00	90,7727	21,40968
		2	27	48,00	104,00	72,3704	14,81462
3	Гомогенная – гетерогенная система	1	2	99,00	99,00	99,0000	,00000
		2	1	92,00	92,00	92,0000	
4	Простое – сложное вещество	1	45	31,00	74,00	48,3778	10,19868
		2	46	28,00	68,00	41,5217	9,14753
5	Классы неорганических веществ	1	48	49,00	95,00	68,2083	12,23173
		2	48	39,00	92,00	57,8333	11,72982
6	Химический пасьянс	1	4	96,00	186,00	131,0000	42,49706
		2	7	82,00	191,00	116,5714	38,63874
7	ОВП – не ОВП	1	41	56,00	269,00	133,6829	57,32645
		2	46	44,00	295,00	99,8913	48,50944
8	Окислитель – восстановитель	1	10	82,00	235,00	149,8000	45,13387
		2	9	71,00	194,00	104,4444	37,44700
9	Пространственная структура	1	0				
		2	0				
10	Изомеры - неизомеры	1	3	208,00	325,00	249,0000	65,88627
		2	7	157,00	304,00	207,1429	51,82480
11	Обратимый – необратимый химический процесс	1	6	93,00	193,00	154,3333	36,28590
		2	10	66,00	158,00	112,6000	29,46259
12	Смещение химического равновесия	1	4	140,00	233,00	189,7500	38,16084
		2	6	116,00	225,00	155,6667	42,73016
13	Гидролиз	1	1	141,00	141,00	141,0000	.
		2	1	68,00	68,00	68,0000	.
Число решенных задач			48	,00	12,00	4,4167	3,16788

Внешние свидетельства качества технологии

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 GreatChtmist от 28 декабря 2006 г.

Требования к потенциальным пользователям

Для использования данной технологии в качестве тренинга достаточно неполное среднее, среднее, высшее образование, уверенный пользователь ПК, стаж работы в данной области необязателен. Для диагностики необходимо знакомство с основными понятиями психодиагностики. При использовании данной методики для коррекции когнитивных структур химического познания необходимо профессиональное психологическое образование.

Программа «Когнитивное обучение на уроках химии»

1. Пояснительная записка

Программа «Когнитивное обучение на уроках химии» предназначена для учащихся 8–9 классов общеобразовательных школ. В основу курса положены квантово-механические, структурные, термодинамические и кинетические представления, составляющие основу современной химической науки. Курс базового школьного образования рассчитан на обучение химии с недельной нагрузкой 3 часа в 8 классе и 2 часа в 9 классе, который не только обеспечит необходимый минимум химической подготовки учащихся, но и может быть использован для реализации углубленного и естественно-научного направлений. Дополнительное время на изучение химии может быть увеличено за счет часов, отведенных базисным планом на обязательные занятия по выбору учащихся.

Основная цель когнитивного обучения – развитие интеллекта, т.е. совокупности умственных способностей и стратегий, делающих возможным процесс обучения и адаптации к новым ситуациям. Ожидается, что улучшение когнитивных способностей развивает целую серию позитивных личностных характеристик: более дифференцированный образ своего «Я», повышение самооценки, усиление потребностей в достижениях, внутренней мотивации, способностей к разработке проектов, увеличение социальности, чувства ответственности, ощущение большей зрелости и улучшение эмоционального равновесия.

Основная цель предлагаемой программы – формирование когнитивных структур репрезентации химических знаний. Реализация данной цели предполагает построение курса учебного предмета с опорой на принцип системной дифференциации. Реализация данного принципа в образовательном пространстве позволяет решать одновременно три самые главные задачи обучения: способствовать умственному развитию учащихся, обеспечить эффективное усвоение больших объемов знаний, формировать основы целостного системного мышления.

При изложении курса акцентируется внимание на формирование диалектического мировоззрения, роли химических наук в решении глобальных проблем современности, роли химических и биохимических знаний как теоретической базы, на которой формируются понятия о механизмах и путях сохранения и укрепления здоровья, роли химии в становлении и развитии материальной культуры, в частности таких ее проявлений, как живопись, скульптура, архитектура, декоративно-прикладное искусство. Особое внимание уделяется формированию «химического языка», решениям расчетных задач разной степени сложности и трудности.

С этой целью наиболее эффективно использовать технологии контрольно-коррекционного обучения, комбинированной системы обучения Н. П. Гузика, а на заключительном этапе – технологию проблемно-модульного обучения.

Для управления качеством образования рекомендуется использовать компьютерную программу «GreatChemist».

Требование к учителям: эффективная реализация программы «Когнитивное обучение на уроках химии» возможна при условии, если по методике «GreatChemist» уровень знаний не ниже 4 баллов, а уровень способностей не ниже среднего. Принципиально важно понимание сути принципа дифференциации, владение практическими навыками химического эксперимента, а для того чтобы в результате усвоения химических знаний развивать и личностные качества учащихся, необходимо овладеть определенным минимумом знаний по истории химии в деталях и лицах.

2. Учебно-тематический план.

№ п/п	Наименование темы	Общее количество часов	В том числе	
			теоретические занятия	практические занятия
1	Первоначальные химические понятия	46	13	33
2	Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева. Строение атома	12	6	6

3	Химическая связь. Строение вещества	13	5	8
4	Химический процесс	53	4	49
5	Общие закономерности химического процесса	18	5	13
6	Вещество	36	3	33
7	Общая химическая технология	19	1 2	7
8	Обобщение знаний за курс неорганической химии	6		6
9	Итоговый контроль знаний за курс неорганической химии	2		2
	Итого:	205	48	157

3. Содержание курса

Модуль 1. Тема 1. Первоначальные химические понятия (22 часа)

1. Философские представления о мире:

Лекция (3 часа). Материя. Виды материи.* Движение как способ существования материи. Виды движения материи*. Свойства материи.* Пространство и время как способ существования материи.* Закон. Виды законов: частные, общие и всеобщие. Законы диалектики – науки о развитии.* Практика как критерий истины.* Применение современных методов исследований для решения практических задач. Общие методы исследования в химии: наблюдение, описание, эксперимент, моделирование, расчет. Понятие об анализе и синтезе.

Беседа. Сообщения учащихся: представления различных философских школ о мире (Аристотель, Демокрит, Платон и др.).

2. Фрагменты истории химии как науки:

Лекция (2 часа): Основные этапы развития химии: античный, алхимический, период объединения химии, период количественных законов, золотой век химии.*

Доклады учащихся: история отдельных открытий (Р. Бойль, А. Лавуазье, М. В. Ломоносов, Д. Дальтон, С. Аррениус, Д. И. Менделеев, А. М. Бутлеров). Влияние общественной практики на развитие науки.

Урок - конференция по книге Трифонова «История химии»*.

3. Предмет и задачи химии. Роль химии в решении глобальных проблем современности: сырьевой, энергетической, экологической.

Интегрированный урок: химия, география, экология (1 час).

4. Правила техники безопасности при работе в химическом кабинете.

Урок-игра, урок-конкурс (1 час).

5. Введение в химический эксперимент (1 час).

Общие требования к ведению лабораторных журналов. Практическая работа: посуда и оборудование для химического кабинета. Приемы обращения с лабораторным штативом, спиртовкой. Изучение строения пламени.

6. Важнейшие физические свойства веществ (1 час).

Практическая работа: рассмотрение веществ с различными физическими свойствами.

7. Чистые вещества и смеси. Классификация дисперсных систем (4 часа).

Урок ТСО: диафильм «Дисперсные системы». Конкурс: эмульсии и живопись.* Практическая работа: важнейшие способы получения чистых веществ и разделения смесей. Очистка жидкости перегонкой. Разделение веществ перекристаллизацией. Хроматография. Разделение веществ с разной способностью к намагничиванию.

8. Решение задач на смеси (6 часов).

Семинар 1. Вычисление массовой доли растворенного вещества в растворе. Вычисление массы растворенного вещества по известной массовой доле растворенного вещества и массе раствора. Вычисление массы раствора по известной массе растворенного вещества и его массовой доле.

Семинар 2. Решение задач на смешение растворов и разбавление водой.

Семинар 3. Решение задач на приготовление растворов данной массы с заданной концентрацией.

Практическая работа: приготовление растворов заданной концентрации и измерение его плотности. Построение графика зависимости плотности раствора от его концентрации.

Практическая работа: выращивание кристаллов из растворов.*

9. Самостоятельная работа по теме (1 час).

Выполнение упражнений по индивидуальным карточкам.

10. Анализ результатов самостоятельной работы. Работа над ошибками (1 час).

11. Физические и химические явления (1 час).

Практическая работа: признаки химических реакций.

12. Молекулы и атомы. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Закон Пруста и границы его применения (2 часа).

Урок ТСО. Диафильм об атомно-молекулярном учении. Доклады учащихся о М. В. Ломоносове, Дальтоне, К. Лукреции, Демокрите.

13. Химические элементы. Знаки химических элементов (1 час).

Урок-игра: История открытия элементов. Что означают эти имена? Доклады учащихся: Группы элементов, содержание и биологические функции некоторых элементов в организме человека. Явления, возникающие при избытке или недостатке данных элементов в организме человека. Суточная потребность данных элементов в рационе питания человека, некоторых животных, растений.

14. Атомы, изотопы, ионы, элементарные частицы: протон, электрон, нейтрон (1 час).

Семинар. Что можно узнать об элементе по его положению в таблице Д. И. Менделеева. Строение атома, заряд атома, относительная атомная масса.

15. Простые вещества. Металлы и неметаллы (1 час).

Лабораторная работа: ознакомление с образцами простых веществ металлами и неметаллами. Блиц-турнир: замечательные истории из жизни обыкновенных вещей (зеркала) *.

16. Сложные вещества. Органические и неорганические вещества (1 час).

Лабораторная работа: ознакомление с образцами сложных веществ, минералов и горных пород. Д.З.* Изготовление коллекции сложных и простых веществ, используемых в быту.

17. Выявление признаков принадлежности неорганических веществ к определенным классам. Формулирование понятий «кислота», «оксид», «основание», «соль» (2 часа).

Семинар: составление химических формул оксидов, кислот, оснований, солей. Правила пользования таблицей растворимости.

18. Классификация и номенклатура оксидов. Выявление признаков принадлежности оксидов к кислотным, основным, амфотерным (1 час):

Урок: оксиды металлов хромофоры художественных красок.*

19. Классификация кислот. Физические свойства кислот. Понятие индикатор (1 час).

Лабораторная работа: ознакомление с кислотами. Действие кислот на индикаторы.

20. Классификация оснований. Физические свойства оснований (1 час).

Лабораторная работа: ознакомление с образцами оснований. Действие растворимых оснований на индикаторы.

21. Решение экспериментальных задач на распознавание веществ. Факторы, влияющие на изменение цвета индикаторами (лакмус, фенолфталеин, метилоранж) (1 час).

Практическая работа: распознавание кислот и щелочей при помощи индикаторов.

22. Классификация солей. Физические свойства солей (2 часа).

Лабораторная работа: ознакомление с образцами солей. Д.з.: минералы Свердловской области. Воздействие минералов на организм человека.*

Урок: «Поэзия о камне».* *Урок:* «Соли в палитре художника».*

23. Вычисления по химическим формулам (2 часа).

Семинар 1. Вычисление относительной молекулярной массы. Вычисление массовых долей химических элементов в химических соединениях. Массовые отношения химических элементов.

Семинар 2. Вывод химических формул на основании данных химического анализа.

24. Моль – единица количества вещества. Число Авогадро. Молярная масса (2 часа): демонстрация некоторых веществ количеством вещества 1 моль.

Семинар. Вычисление массы веществ по известному количеству вещества. Вычисление количества вещества по известной массе. Вычисление молярной массы по известному количеству и массе вещества.

25. Молярный объем газов. Закон Авогадро (3 часа):

Семинар 1. Вычисление объема газа по известному количеству вещества. Вычисление количества вещества по известному объему газа.

Семинар 2. Вычисление относительной плотности газов. Вычисление молярной массы вещества по его относительной плотности.

Семинар 3. Вывод химических формул по относительной плотности и массовым долям химических элементов.

26. Систематизация знаний по теме «Первоначальные химические понятия». Подготовка к контрольной работе (1 час).

Семинар – консультация.

27. Контрольная работа. Выполнение заданий по индивидуальным карточкам (1 час).

Тема 2. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева. Строение атома (10 часов)

1. Необходимое и случайное в истории открытия периодического закона. Предшественники Д.И. Менделеева* (1 час – лекция).

2. Основные этапы развития периодического закона и периодической системы Д. И Менделеева*(1 час – лекция).

3. Строение атома. Периодическая система и строение электронных оболочек атома. Движение электронов в атоме (1 час – семинар).

4. Принципы и правила заполнения электронных орбиталей.* Распределение электронов по орбиталям атомов элементов первых четырех периодов. Электронные формулы (1 час – семинар).

5. Структура периодической системы. Малые и большие периоды. Группы и подгруппы химических элементов (1 час – семинар).

6. Основные закономерности и причинно-следственные связи отраженные в таблице Д. И Менделеева (2 часа). Урок ТСО. Работа с таблицами, графиками, просмотр диапозитивов.

7. Философское и естественно-научное значение периодического закона и периодической системы Д. И. Менделеева (2 часа). Лекция. КВН*.

Тема 3. Химическая связь. Строение вещества

1. Урок ТСО. Диафильм «Химическая связь. Строение вещества».

Лекция: химическая связь. Причины образования химической связи. Изменение потенциальной энергии при образовании химической связи. Классификация моделей образования различных типов химической связи: ковалентная, ионная, металлическая, водородная (2 часа).

2. *Семинар:* свойства связанных атомов: электроотрицательность, степень окисления, валентность и валентные возможности атомов, координационное число* (2 часа).

3. *Семинар:* основные характеристики химической связи: длина, энергия, валентный угол, полярность, поляризуемость*, направленность, насыщаемость (2 часа).

4. *Лекция:* некоторые теории образования химической связи: метод валентных связей*, теория гибридизации* (2 часа).

5. *Лекция:* строение и свойства неорганических веществ (положение химических элементов в периодической системе и структура их простых веществ. Зависимость энергии гидратации ионов от размеров катионов и анионов. Характер диссоциации гидроксидов в зависимости от заряда и радиуса центрального иона) (1 час).

6. *Семинар:* систематизация знаний по теме (1 час).

7. Зачет: устный контроль (1 час), письменный контроль – выполнение заданий по индивидуальным карточкам (1 час).

8. Анализ зачетных работ. Работа над ошибками (1 час).

Модуль 2. Химический процесс (53 часа)

Тема 4. Электролитическая диссоциация (38 часов)

1. Электролиты и неэлектролиты (1 час).

Лабораторная работа: определение электрической проводимости веществ.

2. Диссоциация электролитов. Сильные и слабые электролиты. Степень электролитической диссоциации. Механизм диссоциации веществ с различным типом химической связи (ионная, ковалентная полярная). Общее и особенное в понятиях: атом, ион, простое вещество. Основные положения электролитической диссоциации.

Семинар: уравнения диссоциации кислот, солей, оснований, солей (2 часа).

3. Реакции ионного обмена (3-4 часа).

Практическая работа: условия протекания реакций ионного обмена до конца. Семинар: сущность химических реакций. Составление реакций ионного обмена между растворами электролитов.

4. Химические свойства оксидов (2 часа).

Практическая работа: взаимодействие оксидов металлов с кислотами. Взаимодействие оксидов активных металлов с водой. Взаимодействие кислотных оксидов с водой. Взаимодействие кислотных оксидов с растворимыми основаниями. Взаимодействие оксида меди с этанолом и метанолом. Взаимодействие оксидов некоторых металлов с водородом.

5. Химические свойства кислот с точки зрения электролитической диссоциации (2 часа).

Практическая работа: действие кислот, этанола и метанола, воды на металлы. Получение водорода и изучение некоторых его свойств (растворимость в воде, взаимодействие с кислородом воздуха, с оксидом меди II).

Практическая работа: взаимодействие кислот с оксидами, основаниями, солями.

6. Химические свойства оснований с точки зрения электролитической диссоциации (2 часа).

Практическая работа 1: взаимодействие оснований с кислотами, кислотными оксидами, солями.

Практическая работа 2: взаимодействие щелочей с амфотерными оксидами и гидроксидами.

7. Химические свойства солей с точки зрения электролитической диссоциации (2 часа):

Практическая работа: отношение солей к нагреванию. Взаимодействие солей между собой. Взаимодействие солей с металлами. Взаимодействие солей с кислотными оксидами. Взаимодействие растворимых солей со щелочами.

8. Гидролиз солей (3 часа).

Практическая работа: изучение процессов, происходящих в растворах некоторых солей.

Семинар: сокращенные, полные ионные и молекулярные уравнения гидролиза солей.

9. *Семинар:* факторы, влияющие на степень гидролиза солей (1 час).

10. *Практическая работа:* решение экспериментальных задач на распознавание веществ. Распознавание растворов солей при помощи индикаторов (1 час).

11. Закон Ломоносова. Границы применения закона. Вычисления по уравнениям химических реакций (10 часов).

Семинар 1: вычисление количества вещества (объема, массы) по количеству вещества (объему, массе) одного из вступивших в реакцию или полученных веществ.

Семинар 2: расчеты объемных отношений газов при химических реакциях.

Семинар 3: расчеты количества вещества (массы, объема) продуктов реакции по данным об исходных веществах, одно из которых дано в избытке.

Семинар 4: вычисление количества (массы, объема) по количеству (массе, объему) одного из вступивших в реакцию или полученных веществ, содержащих примеси.

Семинар 5: решение задач на выход продукта.

Семинар 6: определение молекулярной формулы газообразного вещества по массе (объему) продуктов сгорания.

Семинар 7: решение задач по уравнениям реакции с использованием системы уравнений*.

12. Генетическая связь между классами неорганических веществ (2 часа).

Семинар.

Практическая работа: превращения неорганических веществ.

13. Систематизация знаний по теме «Электролитическая диссоциация». Подготовка к контрольной работе (1 час).

14. *Контрольная работа* по теме «Электролитическая диссоциация». Выполнение упражнений по индивидуальным карточкам (1 час).

15. Анализ контрольных работ. Работа над ошибками.

Тема 5. Окислительно-восстановительные реакции

1. Степень окисления (1 час).

Семинар: определение степени окисления элементов в сложных соединениях.

2. Лекция: важнейшие восстановители и окислители (1 час).

3. *Семинар*: окислительно-восстановительный баланс (2 часа).
 4. *Семинар*: классификация окислительно-восстановительных реакций (1 час).
 5. *Семинар*: окислительно-восстановительные свойства элементов и образуемых ими соединений в зависимости от положения в периодической системе Д. И. Менделеева (1 час).
 6. *Практическая работа*: взаимодействие перманганата калия с сульфитом натрия в кислой, нейтральной и щелочной средах. Взаимодействие цинка с раствором сульфата меди II. Разложение бихромата аммония (2 часа).
 7. *Семинар*: окислительно-восстановительные реакции в растворах и расплавах. Электролиз (2 часа)
 8. *Урок-конференция*: применение окислительно-восстановительных реакций в быту и технике (1 час).
 9. *Семинар-консультация*: обобщение и систематизация знаний по теме (1 час).
 10. *Контрольная работа*. Выполнение заданий по индивидуальным карточкам.
 11. *Анализ контрольных работ*. Работа над ошибками (1 час).
- Тема 6. Общие закономерности протекания химических реакций**
1. *Лекция*: энергетика химических реакций. Экзо- и эндотермические реакции. Закон Гесса. (1 час).
 2. *Семинар*: реакции горения органических (этана, метана, этилена, ацетилена, бензола, этанола, метанола) и неорганических веществ. Расчет теплового эффекта реакции по энергиям химических связей. (2 часа).
 3. *Семинар*: решение задач по термохимическим уравнениям (1 час).
 4. *Лекция*: теплота образования соединений. Понятие об энтропии. Энергетический и энтропийный факторы. Динамическое равновесие. Обратимые процессы (1 час).
 5. *Лекция*: энергия Гиббса. Энтальпийный и энтропийный факторы химического процесса. Их влияние на принципиальную возможность и направление реакции (1 час).
 6. *Семинар*: расчет изменения энергии Гиббса реакции. Влияние температуры на направление реакции. (1 час).

7. *Лекция*: химическая кинетика. Скорость химической реакции.
8. *Семинар*: вычисление молярной концентрации вещества. Вычисление скорости химической реакции.
9. *Лекция*: промежуточный комплекс. Энергия активации. Катализ.
10. *Практическая работа*: зависимость скорости химической реакции от природы реагирующих веществ, концентрации, температуры (3 часа).
11. *Семинар*: правило Вант-Гоффа (1 час).
12. *Семинар*: химическое равновесие. Условие его смещения. Принцип Ле Шателье. Решение задач на смещение химического равновесия (1 час).
13. *Семинар-консультация*: обобщение и систематизация знаний по теме «Общие закономерности протекания химических реакций». Выявление признаков классификаций химических реакций (2 часа).
14. *Контрольная работа* по теме «Общие закономерности протекания химических реакций». Выполнение упражнений по индивидуальным карточкам. Лабораторная работа. Рассмотрение образцов металлов и их пространственных решеток. Ознакомление с коллекцией «Металлы и сплавы». Урок-игра: металлы в изобразительном и прикладном искусстве*.

Модуль 3. Вещество

Тема 7: Металлы

1. *Лекция*: положение металлов в периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева. Особенности строения атомов металлов, обуславливающих их физические, химические и биологические свойства. Понятие о металлах-биогенах (1 час).
2. *Лабораторная работа*: рассмотрение образцов металлов и их пространственных решеток. Ознакомление с коллекцией «Металлы и сплавы». Урок-игра: металлы в изобразительном и прикладном искусстве* (1 час).
3. *Лекция*: энергетическая характеристика перехода металла в состоянии гидратированного иона в растворе. Сравнение химической активности металлов. Электрохимический ряд напряжений металлов (1 час).

4. *Практическая работа*: сравнение химической активности металлов (1 час).

5. *Семинар*: восстановительная активность металлов и их положение в таблице Д. И. Менделеева (1 час).

6. *Практическая работа*: коррозия и защита металлов от коррозии. Урок-игра: путешествие в страну ржавого короля*. Учебно-познавательные задачи: коррозия... и памятники* (2 часа).

7. *Лекция*: последствия загрязнения природной среды соединениями металлов для экосистем и здоровья человека (1 час).

8. *Семинар*: представители групп металлов. Антропогенные источники поступления металлов в окружающую среду. Биологическая роль Fe в живых организмах. Токсичность соединений металлов и их положение в таблице Д. И. Менделеева (1 час).

9. *Практическая работа*: определение ионов металлов в почве и сточных водах промышленных предприятий (1 час).

10. Общая характеристика элементов 1 группы главной подгруппы: водород, литий, натрий, калий (4 часа):

Семинар: предсказание свойств элементов и их соединений на основании положения в таблице Д. И. Менделеева, сравнение с литературными источниками и результатами экспериментальных исследований:

1. Общая характеристика элементов группы: 1) строение атомов; 2) электроотрицательность; 3) степень окисления; 4) валентность; 5) радиус атомов; ионов; 6) распространение в природе; 7) исторические сведения; 8) функция элементов в организме человека. Явления, возникающие при избытке или недостатке элементов в организме человека. Способы компенсации данных явлений. Суточная потребность данных элементов в рационе питания человека, некоторых растений и животных.

2. Общая характеристика простых веществ: 1) физические свойства; 2) химические свойства; 3) получение и применение простых веществ.

3. Общая характеристика соединений элементов: 1) физические свойства; 2) химические свойства; 3) получение и применение; 4) качественные реакции.

Практическая работа: решение экспериментальных задач на распознавание веществ. Генетическая связь между классами

неорганических веществ. Вывод: Общее и особенное, причинно-следственные связи изменения свойств элементов в группе. Возможность использования полученных сведений для решения народнохозяйственных проблем.

11. Общая характеристика элементов II группы главной подгруппы: кальций, магний (4 часа).

Семинар: предсказание свойств элементов и их соединений на основании положения в таблице Д. И. Менделеева, сравнение с литературными источниками и результатами экспериментальных исследований:

1. Общая характеристика элементов группы: 1) строение атомов; 2) электроотрицательность; 3) степень окисления; 4) валентность; 5) радиус атомов, ионов; 6) распространение в природе; 7) исторические сведения; 8) функция элементов в организме человека. Явления, возникающие при избытке или недостатке элементов в организме человека. Способы компенсации данных явлений. Суточная потребность данных элементов в рационе питания человека, некоторых растений и животных.

2. Общая характеристика простых веществ: 1) физические свойства; 2) химические свойства; 3) получение и применение простых веществ.

3. Общая характеристика соединений элементов: 1) физические свойства; 2) химические свойства; 3) получение и применение; 4) качественные реакции.

Практическая работа: решение экспериментальных задач на распознавание веществ. Генетическая связь между классами неорганических веществ.

Жесткость природной воды и способы ее устранения.

Урок-конкурс: таинства стенного письма.*

Вывод: общее и особенное, причинно-следственные связи изменения свойств элементов в группе. Возможность использования полученных сведений для решения народнохозяйственных проблем.

12. Общая характеристика элементов III группы главной подгруппы: алюминий. (4 часа):

Семинар: предсказание свойств элементов и их соединений на основании положения в таблице Д. И. Менделеева, сравнение с

литературными источниками и результатами экспериментальных исследований:

1. Общая характеристика элементов группы: 1) строение атомов; 2) электроотрицательность; 3) степень окисления; 4) валентность; 5) радиус атомов, ионов; 6) распространение в природе; 7) исторические сведения; 8) функция элементов в организме человека. Явления, возникающие при избытке или недостатке элементов в организме человека. Способы компенсации данных явлений. Суточная потребность данных элементов в рационе питания человека, некоторых растений и животных.

2. Общая характеристика простых веществ: 1) физические свойства; 2) химические свойства; 3) получение и применение простых веществ.

3. Общая характеристика соединений элементов: 1) физические свойства; 2) химические свойства; 3) получение и применение; 4) качественные реакции.

Практическая работа: решение экспериментальных задач на распознавание веществ. Генетическая связь между классами неорганических веществ.

Доказательство амфотерных свойств оксида и гидроксида алюминия.

Беседа об ультрамарине и вкладе химиков в создание новых красок.

Решение познавательных задач.

Вывод: на данном материале проследите действие диалектических законов, лежащих в основе всех природных явлений: единства и борьбы противоположностей, перехода количественных изменений в качественные, отрицания-отрицания.

Тема 8. Неметаллы

1. Общая характеристика элементов IV группы главной подгруппы: углерод и кремний. (4 часа):

Семинар: предсказание свойств элементов и их соединений на основании положения в таблице Д. И. Менделеева, сравнение с литературными источниками и результатами экспериментальных исследований:

1. Общая характеристика элементов группы: 1) строение атомов; 2) электроотрицательность; 3) степень окисления; 4) валентность;

5) радиус атомов, ионов; 6) распространение в природе; 7) исторические сведения; 8) функция элементов в организме человека. Явления, возникающие при избытке или недостатке элементов в организме человека. Способы компенсации данных явлений. Суточная потребность данных элементов в рационе питания человека, некоторых растений и животных.

2. Общая характеристика простых веществ: 1) физические свойства; 2) химические свойства; 3) получение и применение простых веществ.

3. Общая характеристика соединений элементов: 1) физические свойства; 2) химические свойства; 3) получение и применение; 4) качественные реакции.

Практическая работа: решение экспериментальных задач на распознавание веществ. Получение углекислого газа. Генетическая связь между классами неорганических веществ.

Решение познавательных задач по темам: «Карбонаты и их свойства», «Стекло и керамика». Проблема теплового и химического загрязнения окружающей среды в результате работы автотранспорта, ТЭС. Альтернативные источники тепловой и электрической энергии.*

Вывод: общее и особенное, причинно-следственные связи изменения свойств элементов в группе. На данном материале проследите действие диалектических законов, лежащих в основе всех природных явлений.

Конкурс рисунков, сочинений по теме: «На Земле все живое представлено соединениями углерода (попытайтесь объяснить этот факт), как бы изменилась жизнь на планете, если бы основным элементом живого вещества был бы кремний?»

2. Общая характеристика элементов V группы главной подгруппы: азот, фосфор (4 часа):

Семинар: предсказание свойств элементов и их соединений на основании положения в таблице Д. И. Менделеева, сравнение с литературными источниками и результатами экспериментальных исследований:

1. Общая характеристика элементов группы: 1) строение атомов; 2) электроотрицательность; 3) степень окисления; 4) валентность;

5) радиус атомов, ионов; 6) распространение в природе; 7) исторические сведения; 8) функция элементов в организме человека. Явления, возникающие при избытке или недостатке элементов в организме человека. Способы компенсации данных явлений. Суточная потребность данных элементов в рационе питания человека, некоторых растений и животных. Круговорот азота и фосфора в природе.

2. Общая характеристика простых веществ: 1) физические свойства; 2) химические свойства; 3) получение и применение простых веществ.

3. Общая характеристика соединений элементов: 1) физические свойства; 2) химические свойства; 3) получение и применение; 4) качественные реакции.

Практическая работа: решение экспериментальных задач на распознавание веществ.

Вывод: Общее и особенное, причинно-следственные связи изменения свойств элементов в группе. На данном материале проследите действие диалектических законов, лежащих в основе всех природных явлений.

3. Общая характеристика элементов VI группы главной подгруппы: кислород и сера. (4 часа):

Семинар: предсказание свойств элементов и их соединений на основании положения в таблице Д. И. Менделеева, сравнение с литературными источниками и результатами экспериментальных исследований:

1. Общая характеристика элементов группы: 1) строение атомов; 2) электроотрицательность; 3) степень окисления; 4) валентность; 5) радиус атомов, ионов; 6) распространение в природе; 7) исторические сведения; 8) функция элементов в организме человека. Явления, возникающие при избытке или недостатке элементов в организме человека. Способы компенсации данных явлений. Суточная потребность данных элементов в рационе питания человека, некоторых растений и животных. Круговорот кислорода в природе.

2. Общая характеристика простых веществ: 1) физические свойства; 2) химические свойства; 3) получение и применение простых веществ.

3. Общая характеристика соединений элементов: 1) физические свойства; 2) химические свойства; 3) получение и применение; 4) качественные реакции.

Практическая работа: решение экспериментальных задач на распознавание веществ. Получение кислорода и изучение некоторых его свойств. Генетическая связь между классами неорганических соединений.

Вывод: общее и особенное, причинно-следственные связи изменения свойств элементов в группе. На данном материале проследите действие диалектических законов, лежащих в основе всех природных явлений.

4. Общая характеристика элементов VII группы главной подгруппы: фтор, хлор, бром, йод (4 часа).

Семинар: предсказание свойств элементов и их соединений на основании положения в таблице Д. И. Менделеева, сравнение с литературными источниками и результатами экспериментальных исследований:

1. Общая характеристика элементов группы: 1) строение атомов; 2) электроотрицательность; 3) степень окисления; 4) валентность; 5) радиус атомов, ионов; 6) распространение в природе; 7) исторические сведения; 8) функция элементов в организме человека. Явления, возникающие при избытке или недостатке элементов в организме человека. Способы компенсации данных явлений. Суточная потребность данных элементов в рационе питания человека, некоторых растений и животных. Круговорот азота и фосфора в природе.

2. Общая характеристика простых веществ: 1) физические свойства; 2) химические свойства; 3) получение и применение простых веществ.

3. Общая характеристика соединений элементов: 1) физические свойства; 2) химические свойства; 3) получение и применение; 4) качественные реакции.

Практическая работа: решение экспериментальных задач на распознавание веществ. Генетическая связь между классами неорганических соединений. Сравнение окислительно-восстановительных свойств элементов и их соединений. Решение познавательных

задач. Проблема озонового слоя и использование фтор- и хлорпроизводных углерода.

Вывод: общее и особенное, причинно-следственные связи изменения свойств элементов в группе. На данном материале проследите действие диалектических законов, лежащих в основе всех природных явлений.

Модуль 4. Общая химическая технология (19 часов)

1. *Лекция:* предмет и задачи химической технологии. Научные принципы организации химических производств (1 час).

2. Производство серной кислоты контактным способом. (4 часа).

Лекция: объяснение химической сущности и технологической схемы производства. Способы получения серной кислоты. Производство серной кислоты и охрана окружающей среды. Применение серной кислоты.

Семинар: решение задач с производственным содержанием.

3. Производство аммиака (3 часа).

Лекция: объяснение химической сущности и технологической схемы производства. Производство аммиака и охрана окружающей среды. Применение аммиака.

Семинар: решение задач с производственным содержанием.

4. Производство минеральных удобрений (4 часа).

Лекция: классификация удобрений. Простые удобрения: азотные, фосфорные, калийные. Сложные удобрения: аммофос, нитрофоска. Производство минеральных удобрений. Условия рационального хранения и использования удобрений и проблема охраны природы.

Лабораторная работа: определение нитратов в овощах. Ознакомление с азотными и фосфорными удобрениями. Решение экспериментальных задач на распознавание минеральных удобрений.

Решение задач с производственным содержанием.

5. Промышленные способы получения металлов и сплавов. (6 часов).

Лекция: общие способы получения металлов. Производство чугуна. Производство стали. Производство алюминия.

Семинар: решение задач с производственным содержанием. Доклады учащихся: проблема безотходного производства в металлур-

гии и охрана окружающей среды. Значение металлургических производств для развития других отраслей промышленности.

Клуб* «Что? Где? Когда?»: искусство позолоты. Чудо Востока-булат. Из жизни бронзовых статуй. Чугунное кружево городов.

6. Силикатная промышленность. (2 часа).

Лекция. Доклады учащихся: керамика. Стекло. Цемент. Бетон. Железобетон.

Лабораторная работа: стекло и изделия из стекла*.

Обобщение и систематизация знаний за курс неорганической химии (5 часов)

Семинар 1. Периодический закон и периодическая система Д. И. Менделеева - основа изучения и предсказания свойств химических элементов.

Семинар 2. Зависимость свойств веществ их состава, строения. Обусловленность применения веществ их свойствами.

Семинар 3. Закономерности химических реакций. Принципиальная возможность химического процесса. Условия практического осуществления процесса.

Семинар 4. Химические ресурсы в природе. Общие научные принципы химического производства. Взаимосвязь науки и производства.

Семинар 5. Роль химии в решении продовольственной, энергетической и экологической проблем. Экскурсия на предприятия по производству неорганических и органических веществ.

Итоговое тестирование за курс неорганической химии. Выполнение тестовых заданий (2 часа)

* Занятия по выбору учащихся.

4. Требования к уровню подготовки учащихся

Представленные требования задают уровень владения учащимися обязательным минимумом содержания всех трех компонентов школьного химического образования. Они предполагают осуществление учебной деятельности различной степени сложности: называть, определять, составлять, характеризовать, объяснять, пользоваться (обращаться с лабораторным оборудованием и веществами), проводить эксперимент и необходимые расчеты, соблюдать соответствующие правила техники безопасности.

Учащиеся должны:

Блок «Вещество»

Называть: химический элемент по его символу, вещества по их химическим формулам, свойства изученных неорганических веществ: функциональные группы изученных органических веществ: изученные вещества с различными видами химической связи, тип кристаллической решетки некоторых изученных веществ.

Определять по химическим формулам: качественный и количественный состав вещества, простые и сложные вещества; принадлежность веществ к определенному классу; по химическим формулам валентность или степень окисления химических элементов в изученных неорганических соединениях:

– вид химической связи между атомами в типичных случаях: а) щелочной металл – галоген; б) водород – типичные неметаллы; в) в молекулах простых веществ;

– по химическим формулам вид химической связи – ионную, ковалентную (полярную и неполярную), а также одинарные, двойные и тройные связи в молекулах неорганических веществ.

Составлять: формулы веществ изученных классов неорганических соединений (по валентности или степени окисления); молекулярные и структурные формулы изученных веществ; схемы строения атомов химических элементов с указанием числа электронов в электронных слоях: схемы распределения электронов по электронным слоям в атомах элементов первых четырех периодов периодической системы химических элементов; электронные и структурные формулы (для молекулярных веществ) бинарных неорганических и изученных органических соединений; электронные схемы образования бинарных ковалентных соединений.

Характеризовать: химические элементы I-IV периодов по положению в периодической системе Д. И. Менделеева и строению их атомов; свойства химических элементов и их соединений на основе положения этих элементов в периодической системе и строения их атомов.

Объяснять: физический смысл порядкового (атомного) номера химического элемента, номеров группы и периода, к которым он принадлежит в периодической системе Д. И. Менделеева; законо-

мерности изменения свойств химических элементов в пределах: а) малых периодов, б) главных подгрупп; сходство и различие в строении атомов химических элементов, составляющих: а) один период, б) одну главную подгруппу периодической системы Д. И. Менделеева; причины многообразия веществ: различие в качественном составе, различие в количественном составе, различие в строении молекул (явление изомерии), их материальное единство и взаимосвязь; причины проявления металлами сходных физических свойств; свойства галогеноводородов, воды и их зависимости от наличия водородной связи между молекулами; механизм образования различных видов химической связи: ионной, ковалентной (полярной и неполярной), водородной, металлической; физические свойства некоторых изученных веществ на основе представлений о типе их кристаллической решетки.

Блок «химическая реакция»

Называть: признаки и условия осуществления изученных химических реакций; общие химические свойства: а) растворимых в воде кислот, б) щелочей; факторы, влияющие на скорость химической реакции; типы химических реакций; признаки классификаций химических реакций; примеры обратимых и необратимых химических реакций; признаки и условия необратимых и обратимых химических реакций; условия смещения химического равновесия; характер среды растворов при гидролизе солей; качественные реакции изученных неорганических веществ.

Составлять: уравнения изученных химических реакций различных типов; уравнения электролитической диссоциации кислот, щелочей, солей; полные и сокращенные ионные уравнения реакций обмена; уравнения химических реакций по соответствующим им сокращенным ионным; уравнения окислительно-восстановительных реакций, характеризующих свойства изученных веществ: уравнения окислительно-восстановительных процессов, возникающих на катоде и аноде при прохождении электрического тока через расплавы и растворы; уравнения гидролиза солей; уравнения ступенчатой электролитической диссоциации многоосновных кислот; уравнения химических реакций, подтверждающих взаимосвязь веществ изученных классов неорганических соединений.

Определять: тип химической реакции на основании разных признаков классификаций; продукты химической реакции по формулам исходных веществ; исходные вещества по формулам продуктов реакции.

Объяснять: отличие химических явлений от других; условия горения и способы прекращения этого процесса; сущность реакций ионного обмена; сущность химического равновесия и условия его смещения; сущность окислительно-восстановительных реакций; причины и сущность химической и электрохимической коррозии; понятие «скорость химической реакции» и факторы, влияющие на скорость химических реакций (на качественном уровне); механизм электролитической диссоциации веществ с ионной и ковалентной полярной связью.

Блок «познание и применение веществ и химических реакций человеком»

Обращаться (соблюдая правила техники безопасности): с химической посудой и лабораторным оборудованием; концентрированными кислотами и их растворами, щелочами и негашеной известью, водородом, природным газом, бензином, ядохимикатами, минеральными удобрениями, пользоваться инструкцией при выполнении опытов с ними.

Характеризовать: промышленные способы получения серной кислоты, аммиака, алюминия, чугуна, стали, силикатных материалов (стекло, цемент); основные научные принципы химического производства; строение и общие свойства металлов; общие способы получения металлов, практическое значение электролиза; способы защиты металлов от коррозии; химические загрязнения окружающей среды как отходы автотранспорта и промышленных производств, неправильного использования веществ в быту и сельском хозяйстве; экологические проблемы, возникающие при производстве и использовании химических веществ и способы их разрешения; значение периодического закона; значение химической науки в создании новых материалов для современной техники; биологически важные соединения (углеводы, белки, жиры), особо указывая на их основные биологические функции; связь между составом, строением, свойствами изученных веществ и их приме-

нением; свойства и физиологическое действие на организм оксида углерода (II), аммиака, хлора, озона, ртути, этилового спирта, бензина, этилированного бензина; состав, свойства и применение веществ: питьевой соды, медного купороса, йода (спиртовой раствор), глюкозы, сахарозы, клетчатки.

Описывать: круговорот углерода, азота, кислорода в природе Земли (по схемам).

Проводить: нагревание, отстаивание, фильтрование и выпаривание; очистку воды от содержащихся в ней примесей; получение и соби́рание кислорода, водорода, углекислого газа; распознавание кислорода, водорода, углекислого газа, растворов кислот, щелочей; распознавание в растворах хлорид-, сульфат-, карбонат-ионов; опыты, подтверждающие важнейшие химические свойства изученных классов неорганических веществ; моделирование молекул неорганических и органических веществ; вычисления: а) массовой доли химического элемента по формуле вещества; б) количества вещества (массы) по количеству (массе) одного из вступивших в реакцию или полученных веществ; расчеты объемных отношений газов по известному количеству вещества одного из вступивших или получившихся веществ; количества вещества продуктов реакции по данным об исходных веществах, одно из которых дано в избытке; определение молекулярной формулы газообразного вещества по относительной плотности и массовой доле элементов или массе (объему) продуктов сгорания.

Соблюдать правила: техники безопасности при работе с веществами, лабораторной посудой и оборудованием; оказания помощи пострадавшим от неумелого обращения с веществами.

Научное издание

Елена Вениаминовна Волкова

**ОБЩИЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЗАКОН РАЗВИТИЯ,
РАЗВИТИЕ КОГНИТИВНЫХ СТРУКТУР
ХИМИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ
И ХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБНОСТИ**

Ответственная за выпуск *Н. А. Юдина*
Редактор и корректор *Г. П. Черепанова*
Верстка *А. А. Киселёвой*

Подписано в печать 15.09.08. Формат 60x84/16.
Гарнитура «Times New Roman».
Печать офсетная. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 29,76.
Тираж ____ экз. Заказ № 470.

Издательство Уральского университета.
620083, г. Екатеринбург, ул. Тургенева, 4.

Отпечатано в ИПЦ «Издательство УрГУ».
620083, г. Екатеринбург, ул. Тургенева, 4.