

ЕДИНСТВО ДИФФЕРЕНЦИОННО-ИНТЕГРАЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ И КРЕАТИВНОСТИ В КОНТЕКСТЕ РОСТА НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

© 2014 г. Е. В. Волкова

*Доктор психологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории психологии способностей и ментальных ресурсов им. В.Н. Дружинина, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт психологии РАН, Москва;
e-mail: volkovaev@mail.ru*

Представлены результаты теоретико-эмпирического анализа, свидетельствующие об общности дифференционно-интеграционных механизмов роста научных знаний, формирования концептуальных структур, развития общих и специальных умственных способностей, а также возникновения идей в процессе научного творчества. Показано, что появление новых идей или качеств личности, переход с одного уровня развития на другой сопровождается одновременным ростом дифференциации и интеграции. Выявлено, что при достаточном уровне развития интеллекта, креативности и освоения предметных знаний лучшим предиктором продуктивности деятельности выступают показатели организации концептуальных структур, релевантных определенной области предметной реальности.

Ключевые слова: дифференционно-интеграционная теория развития, общие и специальные способности, ментальные структуры.

Проблемы психологии развития и креативности представлены в научной литературе достаточно широко. Психологические исследования феномена “развитие” обращаются к двум основным и взаимосвязанным вопросам: 1) что случается во время развития и 2) как оно происходит. Изучение первого вопроса включает анализ следующих проблем: как определить развитие, идентифицируя формы изменения, рассматривая непрерывность и дискретность в развитии, анализируя процесс развития, изменчивость в развитии, его стадии. Относительно того, как происходит развитие, огромное внимание уделяется многофакторным исследованиям, прежде всего исследованию взаимосвязи индивидуальных, социальных и культурных процессов в развитии.

Вместе с тем широко распространено понимание психического развития как возрастных изменений в течение жизни превратило психологию развития в каталог форм поведения на разных этапах жизненного пути: младенцы делают *A*, дошкольники – *B*, младшие школьники – *C*, подростки – *D* и т.д. [52].

Развитие влечет за собой изменения, тем не менее, эти понятия не являются эквивалентными. В. Овертон абсолютно правильно заметил: “Не-

смотря на то, что акцент на изменении является прямым и неоспоримым, возникают серьезные вопросы при рассмотрении проблемы, всякий ли тип изменения может быть принят как развитие, и если нет, то какова специфическая природа изменения, которую мы называем развитием” [50, с. 22]. Без должного рассмотрения остается вопрос о механизме перехода с одной стадии развития на другую. На сегодняшний день приходится констатировать, что превращение психологии развития в каталог форм возрастного поведения привело к исчезновению развития как психической реальности, к растворению данного феномена в огромнейшей массе эмпирических исследований.

Психологические исследования креативности посвящены исследованиям связи творчества и личностных особенностей [35, 37, 42], креативности и интеллекта [1, 9, 20, 44, 54, 55], креативности и стилей мышления [48, 56]. Известны исследования гендерных различий творческих способностей [7, 36].

В изучении креативности можно выделить три подхода: (1) психометрический, (2) когнитивный и (3) дифференционно-интеграционный – отно-

сительно новая область исследования креативности.

Основания и принципы психометрического подхода к исследованию креативности отражены в монографии Ф. Гальтона *“Hereditary Genius”* [43]. В данном подходе человек рассматривается как совокупность фиксированных и независимых от ситуации атрибутов. Для количественной оценки одаренности Гальтон использовал статистические инструменты – кривую нормального распределения. Вместо описания сущности и путей достижения экстраординарности умственное превосходство было редуцировано до расположения испытуемых на кривой нормального распределения, полученной в серии сравнений показателей. Таким образом, степень умственного превосходства определяется набором индивидуальных различий, приписываемых личности. Более того, в психометрическом подходе креативность рассматривается как общая способность, освобожденная от конкретного содержания деятельности. Х. Грубер, обоснованно указывая на этот недостаток, отмечал, что креативность, измеренная на основе традиций психометрического подхода, показывает только бедное соответствие реальным достижениям, поэтому данный подход недостаточно валиден [39].

Психометрический анализ обычно выявляет умеренные корреляции между “креативностью” и “интеллектом” или “открытостью опыту” и показателями черт личности по тесту “Большая пятёрка”. Несомненно, корреляции могут означать существование определенных связей между показателями интеллекта и креативности, интеллекта и чертами личности, но они не отвечают на вопрос о том, как совершается творческая работа.

Корни когнитивного подхода к исследованию креативности лежат в гештальтпсихологии (Кёллер, 1976 г. – описание инсайта; Дункер, 1945 г. – исследование решения проблем [41]; Вертгеймер, 1945 г. – исследование продуктивного мышления [59]). В отличие от психометрического подхода, когнитивные исследования креативности фокусируются на творческом процессе как таковом. Творчество рассматривается как существенное свойство человеческого мышления. Целью когнитивного подхода является анализ структурных основ творческого мышления, основными операциями которого являются комбинирование, группирование, обобщение, аналогия и др.

Для выявления существенных особенностей творческого мышления испытуемый в стандартных условиях выполняет серию задач, требующих творческих усилий (дизайн новой мебели,

конструирование различных устройств из определенных геометрических форм, решение проблемных задач и др.).

Психометрический и когнитивные подходы имеют общий недостаток: творческий процесс изолирован от контекста, от содержания реальной предметной или профессиональной деятельности.

Дифференционно-интеграционный подход к исследованию творчества и развития, по сравнению с психометрическим и когнитивным подходами, не так широко представлен в литературных источниках. Тем не менее, следует отметить все более возрастающий интерес к данному подходу. Знаменательно то, что ученые разных стран фактически независимо друг от друга обращаются к дифференционно-интеграционному принципу для анализа феноменов развития и творчества.

В 1997 г. издается фундаментальный труд Н.И. Чуприковой [34], в котором рассматриваются взгляды выдающихся мыслителей (Коменский, Гегель, Спенсер), дифференционные теории умственного развития (Сеченов, Рибо, Коффка, Вернер, Гибсон), современные исследовательские программы (Уиткин, Смит и Кемлер), эмпирические данные о развитии познавательных процессов и функций мозга и высказывается предположение о внутренних психологических структурах как носителе умственного развития. В 2009–2011 гг. в коллективной монографии группа российских ученых (Ю.И. Александров, Н.Н. Поддьяков, Е.А. Сергиенко, Г.Г. Филиппова, М.А. Холодная, Т.В. Черниговская и др.) представила работы, посвященные различным аспектам дифференционно-интеграционной теории развития, включая как общетеоретические проблемы психического и социального развития, так и вопросы применения теории в конкретных областях (преподавание, детское развитие, усвоение родного языка и др.) [8].

В 2005 г. под редакцией Яна Валсинера выходит коллективная монография, посвященная современному осмыслению вклада идей Х. Вернера в науку о развитии сквозь призму анализа работ ученого и собственных эмпирических исследований авторов. Изучение и развитие идей Вернера является особенно важным в настоящее время, когда, по мнению Я. Валсинера, психология сталкивается с одним из своих периодически возникающих кризисов, обусловленных отсутствием новых теоретических прорывов на фоне экспоненциального роста корпуса эмпирических данных [45, с. 2].

В 2011 г. в журнале “*Human Development*” выходит статья американского психолога Кэтрин Раеф, в которой автор, опираясь на теорию развития Вернера, современные теории развития систем и социокультурные теории, показывает, что определение развития с точки зрения дифференциации и интеграции может служить надежной основой разграничения феноменов развития и изменения [52].

В 2013 г. группа ученых из Греции под руководством Андреаса Деметриу, разработав теорию развития психики (*Developmental-differential theory of the mind*), представила данные об эволюции когнитивных структур и циклах интеллектуального развития, требующих переосмысления наших взглядов на природу умственного развития. Полученные учеными эмпирические результаты показывают, что интеллектуальное развитие реализуется через несколько циклов параллельного дифференцирования/интегрирования познавательных процессов. Отношения между процессами дифференциации и интеграции являются динамичными и двунаправленными. Исследование авторов показывает, что “дифференциация идет в направлении от общих когнитивных функций к специфическим когнитивным процессам и ментальным операциям. Интеграция следует в направлении, фокусирующемся на все более и более определенных процессах и операциях. Дифференциация когнитивных процессов позволяет их контролировать, потому что появляется возможность их индивидуального регулирования согласно соответствующим целям плана. Интеграция ментальных операций порождает общие схемы умозаключений, которые могут быть задействованы для установления соответствия и обоснованности” [40, с. 47].

Методология дифференционно-интеграционного подхода базируется на сходстве механизмов роста знаний, эволюции науки и онтогенетического развития. Например, согласно Ж. Пиаже и Р. Гарсия, когнитивное развитие ребенка и историческая трансформация понятий управляются одними и теми же механизмами [51]. Это сходство состоит в движении от состояний глобальных и малодифференцированных к состояниям возрастающей дифференциации и иерархической интеграции [34, 57, 58]. Фундаментальное отличие данного подхода состоит в том, что творческий процесс предлагается рассматривать как элемент целостного психического развития, как часть развивающегося бытия.

На сходство “органического творчества художника, создающего произведения искусства, и

природы (субстанционального деятеля), создающей организмы”, развивающейся в соответствии с принципом дифференциации, указывал в своих работах Н.О. Лосский [15, с. 254]. Согласно Я.А. Пономареву, творчество – это взаимодействие, ведущее к развитию, становлению новых качеств [20].

Говард Е. Грубер, опираясь на идеи Пиаже, в своих исследованиях научного творчества (в частности, его исследования о разработке Ч. Дарвином теории эволюции) объединил траектории интеллектуального развития, роста мысли и вопрос о том, как зарождаются новые идеи [39]. Его исследования посвящены развитию мысли, составу ее структуры, анатомии концептуальных изменений, а также их культурным и историческим предпосылкам. Грубер описал познавательные структуры и механизмы, т.е. инструменты, используемые в научном мышлении, и таким образом предпринял более глубокий анализ развития творчества.

Идеи дифференционно-интеграционного подхода нашли свое отражение и в других исследованиях. Например, в исследованиях Б.Б. Косова было выявлено, что “более креативные студенты отличаются более высоким уровнем дифференцированности сложного и субъективно нового семантического материала” [13, с. 60]. Ученый показал важную роль процессов различения в обучении, умственном развитии и реальной творческой деятельности. Б.Б. Косов полагает, что в основе творческой интуиции лежит высокая различимость [12, с. 4] и различительная чувствительность к конкретным условиям проблемных ситуаций, связанные со специальными способностями человека. Ученый делает вывод о причастности фактора различимости к творческим способностям и развитию творческого мышления, который является субъективной стороной и, вероятно, причиной дифференциации когнитивных структур.

Связь между показателями творческих способностей и степенью дифференцированности–интегрированности структур ментального опыта обнаружена и в исследованиях М.А. Холодной [33]: чем более выражены эффекты дифференциации и интеграции в организации концептуальных структур (концептов), тем выше показатели вербальной и невербальной креативности.

Анализ литературных источников, посвященных проблемам психического развития и креативности, позволяет сформулировать *теоретическую гипотезу* исследования об общности механизмов развития специальных способностей, роста научных знаний и креативности. В рамках *исследования*

тельских гипотез предполагается, что появление новых идей, образов, способностей, переход с одного уровня развития на другой сопровождается одновременным ростом показателей дифференциации и интеграции.

Цель исследования состоит в выявлении и описании дифференционно-интеграционных механизмов в процессах 1) роста научных знаний, 2) формирования концепта “вещество”, 3) становления и развития специальных химических способностей, 4) возникновения идей в научном творчестве.

Объектом нашего внимания являются способности и креативность, предметом – дифференционно-интеграционные механизмы развития специальных способностей, роста научных знаний и креативности.

Исследование базируется на двух взаимосвязанных предпосылках:

1) дифференционно-интеграционный принцип развития, согласно которому развитие реализуется в направлении от форм/состояний относительно глобальных и малодифференцированных к формам/состояниям все более дифференцированным и иерархически упорядоченным [34, 57, 58 и др.];

2) представления о ментальных структурах как основе умственного развития [2, 32, 34 и др.].

Известно множество исследований, посвященных особенностям организации и формирования психологических структур (“когнитивные карты” (Э. Толмен), “план” (Дж. Миллер, Е. Галантер, К. Прибрам), “схема” (Ф. Бартлетт, И. Кант, Ж. Пиаже, У. Найссер), “когнитивные репрезентативные структуры” (Н.И. Чуприкова), “ментальный опыт”, “концептуальные структуры” (М.А. Холодная), “ядерные структуры” (Е.А. Сергиенко), “структура индивидуального опыта” (И.О. Александров, Ю.И. Александров) и др.).

Для целей нашего исследования необходимо различать внешнее понятие (как концентрированное выражение исторически достигнутого знания об объекте или явлении) и внутреннее понятие – концепт (модель психического отражения, высший уровень организации ментальных структур). Ментальные структуры, важнейшими функциями которых являются отображение, отбор и преобразование реальности в отвлеченно-абстрактной и конкретной форме, – это субстраты, носители информации как о внутренних, так и внешних состояниях жизнедеятельности субъекта, представляющие собой интегральные психические образования, репрезентирующие все уровни ин-

формации о жизнедеятельности субъекта, в том числе и способностей. Информация о внешних и внутренних условиях, содержащаяся в ментальных структурах, выполняя функцию отбора и ограничения начальных условий, фактически задает направление ментального развития человека и его способностей. Таким образом, концепт фиксирует информацию об особенностях психического отражения того или иного объекта или явления, исторически сложившихся знаний об этих объектах и явлениях в зависимости от особенностей ментального опыта субъекта жизнедеятельности.

Понятия “дифференциация” и “интеграция” употребляются в разных научных контекстах, что ведет к нечеткости понимания содержания данных терминов. Необходимо отметить, что “дифференциация подразумевает единство (или производство единства) различного”, “взаимосвязь различного” [16, с. 7; 17]. И как бы это ни казалось парадоксальным, но дифференциация необходима для сохранения сплоченности в условиях роста. Она предполагает различие системы и окружающего мира (внешняя дифференциация), части и целого (внутренняя дифференциация). О дифференциации мы можем судить по появлению новых элементов или признаков системы. Разные виды дифференциации являются следствиями системных дифференциаций. Известны такие формы (форма – основание различения) системной дифференциации, как сегментарная, стратификационная, функциональная и др.

Интеграция состоит в уменьшении степеней свободы частных систем по отношению к целому, в “подвижной подстройке частных систем по отношению друг к другу” [16, с. 14]. Интеграция – это внутренняя сплоченность дифференцированных систем, воспроизводство единства различного.

Задачи исследования:

1) анализ качественных скачков в развитии концептуальных систем химии;

2) исследование изменения организации концепта “вещество” на разных стадиях возрастного развития и освоения химии;

3) сравнительный анализ показателей организации концепта “вещество” и показателей специальных способностей, интеллекта и креативности на разных этапах возрастного развития;

4) сравнительный анализ показателей общих и специальных химических способностей, индивидуально-психологических особенностей у испытуемых с разной продуктивностью деятельности в химии.

МЕТОДИКА

Сбор эмпирических данных проводился с 1997 по 2007 г. Отслеживание результатов осуществляется по настоящее время.

Участники исследования: 1019 чел., из них 428 учащихся 8–11-х классов общеобразовательных школ из 25 городов и районов Екатеринбурга и Свердловской области, 575 студентов 1–5 курсов химического факультета УрГУ и 16 химиков высокого уровня профессионализма (25–56 лет, Екатеринбург, Москва). Кроме того, были проанализированы биографии выдающихся химиков прошлого и настоящего (более 200 биографий). Основная выборка составила 375 студентов второго курса химического факультета УрГУ в возрасте 19 лет, из них 60% – девушки (2002–2006 гг.).

При формировании групп сравнения в зависимости от целей и задач конкретного этапа работы использовались критерии академической успешности; “отображение” – “неотображение” химических образов в невербальной батарее теста Е. Торренса; экспертная оценка. В качестве экспертов выступили доктора химических наук МГУ им. М.В. Ломоносова и УрГУ им. А.М. Горького, имеющие огромный опыт работы с одаренными школьниками, студентами и взрослыми.

Общий план исследования направлен на выявление и анализ эффектов дифференциации и интеграции на разных этапах 1) эволюции концептуальных систем химии, 2) становления концепта “вещество”, 3) развития общих и специальных способностей, а также 4) в процессе творческой деятельности.

Для решения стоящих перед нами задач использовались группы теоретических, эмпирических и статистических методов исследования. *Теоретический метод* включал содержательный анализ эволюции концептуальных систем химии и качественный анализ особенностей мышления при решении химических задач. *Эмпирические методы* представлены методами: организации исследования (сравнительный и формирующий эксперименты); сбора; статистической обработки эмпирических данных.

Продуктивность учебно-профессиональной деятельности оценивалась по показателям академической успешности (средние арифметические баллы (0–5) по математике, физике, дисциплинам химического цикла) и экспертной оценке.

Для выявления индивидуально-психологических особенностей применялся опросник личностных черт (16-*PF* Кеттелла) [28] и опросник

формально-динамических свойств индивидуальности (эргичность, пластичность, скорость и эмоциональность) (ОФДСИ В.М. Русалова) [25].

Оценка интеллекта реализовывалась на основе детского и взрослого вариантов теста Д. Векслера, включающего вербальный интеллектуальный показатель (ВИ), невербальный интеллектуальный показатель (НИ) и общий интеллектуальный показатель (ОИ) [29, 30]; “Стандартных прогрессивных матриц” (СПМ) Дж. Равена [22] и методики “Включенные фигуры” Г. Уиткина (полезависимость/полнезависимость).

Для диагностики вербальной (ВК) и невербальной креативности (НК) был использован тест Торренса (вербальная и образная батарея) [27].

Уровень специальных химических способностей определялся по авторским методикам, нацеленным на диагностику компонентов общих и специальных способностей (МИКОСС); отдельных сторон химических способностей (химический диктант, химическое кодирование, химическая память) [5]. Также были использованы тестовые задания для итогового контроля качества знаний в области химии [14] и карта интересов А.Е. Голомштока.

Оценка особенностей организации концепта “вещество” осуществлялась с использованием авторских методик “Химические дифференцировки” и 4-го, 5-го, 6-го субтестов “*GreatChemist*” (компьютерный аналог). *Краткое содержание методики:* на экране в случайном порядке появляются формулы химических соединений. Участнику эксперимента необходимо как можно быстрее и безошибочно разделить данные стимулы на группы согласно предъявляемой инструкции (2 группы – глобальный уровень, 4 группы – базовый, 14 групп – детализированный). Для каждого задания определяется точность выполнения (число ошибок из 42 стимулов) и время реакции сложного выбора – t , с. Концепт считается сформированным достаточно, если точность выполнения задания составляет более 90% (менее 4 ошибок из 42 стимулов). Формулы соединений подбирались таким образом, чтобы испытуемые не могли воспользоваться известными им правилами.

На рис. 1 представлен фрагмент организации концепта “вещество”, в котором указаны уровни и вертикальные отношения/связи между элементами системы, где каждый элемент определяется комплексом общих и специфических признаков.

Каждый из уровней обобщенности характеризуется определенным числом выделяемых и кодируемых признаков объекта. Чем большее коли-

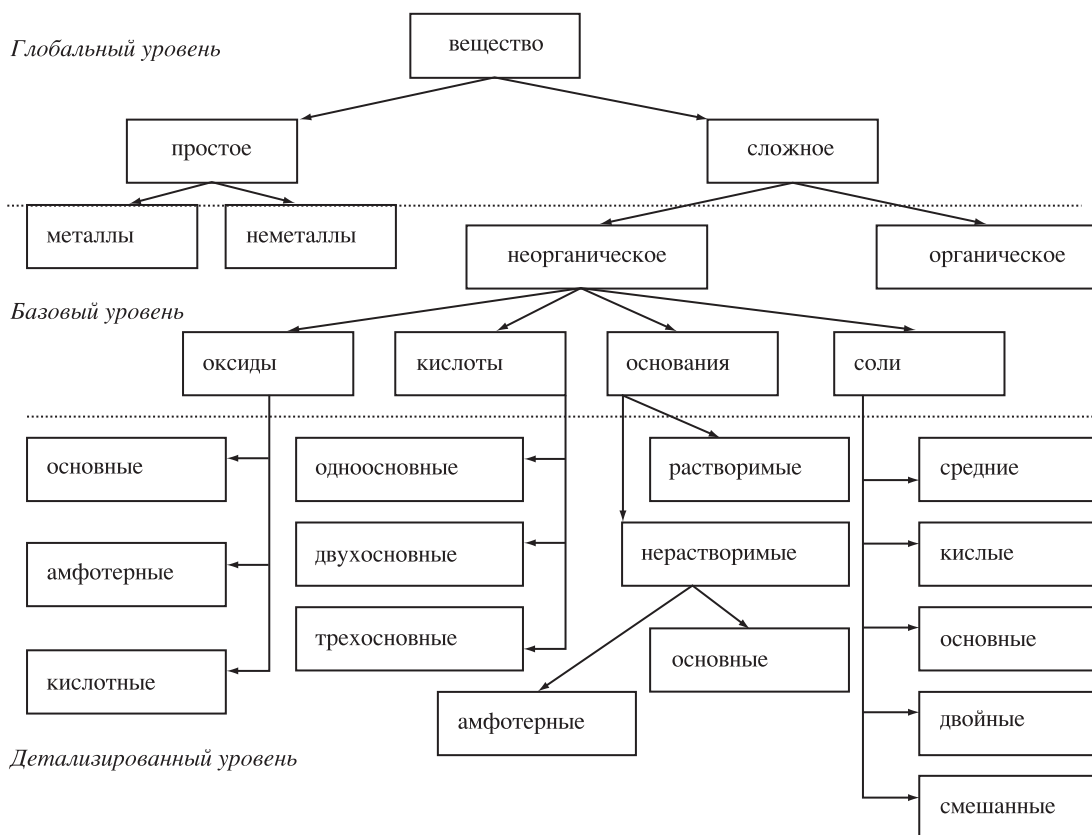


Рис. 1. Уровни организации концепта "вещество".

чество признаков обобщается, тем выше уровень обобщения и выше степень упорядочивания системы, мерой которого является изменение энтропии системы ($\Delta S = k \cdot \Delta w$). Для противодействия законам энтропии, ведущим к выравниванию вероятности и снятию различий между уровнями обобщения, необходимы определенные энергетические затраты, количественной характеристикой которых является работа ($A \sim t$). В условиях *большинства* психологических исследований изменение внутренней энергии системы при выполнении работы по различению стимул-объектов разных уровней обобщенности пропорционально времени дифференцировочных реакций $\Delta U \sim \Delta S \sim t$. Таким образом, время реакции сложного выбора является вероятностным показателем меры организации (точность ответа) и формы организации (количество уровней обобщенности) концепта.

Дифференциация проявляется в разведении уровней обобщенности признаков объекта и поддержании инвариантности между ними. Следствием уровневой дифференциации ментальных структур являются "интеллектуальные пороги", повышение чувствительности к специфическим свойствам объекта [2].

Для того чтобы понять, как реализуется интеграция, необходимо отметить, что в формуле химических соединений отражается специфическое "химическое" расчленение реальности, в ней кодируется не только качественный и количественный состав, строение вещества, но и принадлежность к определенному классу, следовательно, общность ряда физико-химических свойств. Если на глобальном уровне реализуются в основном процессы дифференциации, направленные на выделение признаков химических элементов и установление тождества-различия этих признаков, то на базовом уровне подключаются процессы интеграции, позволяющие группировать знаки элементов в функциональные группы и классы соединений. Более тонкая дифференциация признаков класса соединения и отношений между этими признаками (детализированный уровень) позволяет у соединений разных классов выявить общность химических свойств (т.е. имеет место функциональная интеграция). Например, выделяется группа амфотерных оксидов, проявляющих ряд свойств, присущих как кислотным, так и основным оксидам, или разные группы соединений (основный оксид, основной гидроксид и основ-

ная *соль*) обнаруживают ряд общих химических свойств.

Критерием роста дифференцированности концепта “вещество” является уменьшение времени реакции сложного выбора; критерием роста интегрированности – увеличение корреляций между показателями способностей и показателями организации концептуальных структур одновременно с уменьшением времени реакции сложного выбора.

Статистические методы обработки эмпирических данных включают описательные статистики; параметрические методы выявления различий и методы выявления связей: корреляционный анализ, линейный регрессионный анализ, дисперсионный анализ (*ANOVA*) и его непараметрический аналог – *Jonckheere-Terpstra Test (a)*. Математическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета *SPSS 19*.

РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Эволюция концептуальных систем химии. Содержательный анализ эволюции концептуальных систем химии, каждая из которых является принципиально новым способом объяснения происхождения свойств веществ, показывает, что на *первом этапе* в качестве факторов, определяющих свойства вещества, выделяется его состав (т.е. из каких элементов и в каком соотношении образовано данное вещество); на *втором этапе* – состав и структура (т.е. элементный состав, порядок соединения атомов между собой и их расположение в пространстве). На *третьем этапе* начинает рассматриваться вся кинетическая система реагирующих веществ как целое; таким образом, свойства вещества определяются его составом, структурой и организацией системы, в которой это вещество находится.

От одного этапа эволюции к другому выделяется все большее число признаков, определяющих свойства вещества, таких как состав и структура вещества; природа и относительные количества реагентов; внешние условия, в которых находится система; вещества, стехиометрически не участвующие в реакции (примеси, катализатор, растворитель и т.п.), но влияющие на протекание химического процесса.

Более глубокое изучение химического процесса приводит к открытию переходных состояний, элементарных открытых каталитических систем (*четвертый этап*). В понятии “переходное состояние” объединены все абстрактные моменты

химизма: строение, кинетика, термодинамические свойства, условия протекания процесса, в него как бы вписаны исходные и конечные продукты. Тем самым более тонкая дифференциация ведет к интеграции, стирающей грань между понятиями “химическая частица” и “химическая реакция”. Химический процесс и химическая частица объединяются в единое целое; превращение одной стабильной химической формы в другую происходит через “бесформенное состояние”, через ломку всех характеристик обычных стабильных молекул [10]. В простейших химических системах открываются своего рода механизмы предбиологической адаптации (в состоянии равновесия материя “слепа”, тогда как в сильно неравновесных условиях она обретает способность воспринимать различия во внешнем мире <...> “и учитывать” их в своем функционировании [21, с. 26]), завершается концептуальный строй химии и дается научно-теоретическое обоснование концептуальным системам биологии [24].

2. Становление концепта “вещество”. Эмпирические данные (табл. 1) показывают, что формирование концепта “вещество” по мере возрастного развития и освоения химии характеризуется рядом закономерностей, связанных с показателями скорости (*t*, *c*) и точности (*n*) переработки химической информации: 1) чем выше уровень обобщения, тем больше время реакции сложного выбора; 2) формирование структуры сопровождается уменьшением времени реакции сложного выбора и повышением точности выполнения задания (правило роста формирующейся структуры); 3) формирование структуры реализуется как переход от глобального уровня через базовый к детализированному уровню, т.е. от менее дифференцированных ментальных структур к структурам все более дифференцированным и иерархически связанным (правило формы упорядоченности структуры).

3. Развитие общих и специальных способностей

3.1. Сравнительный эксперимент. Анализ соотношения показателей интеллекта (тест Д. Векслера), креативности (тест Е. Торренса) и специальных способностей (*GreatChemist*) в группе студентов и школьников позволил выявить уровневую дифференциацию общих и специальных (химических) способностей, характеризующуюся наличием “интеллектуальных порогов”: порог расхождения показателей интеллекта и креативности – 110 *IQ*; порог расхождения общих и специальных химических способностей – 125–129 *IQ*;

Таблица 1. Динамика становления концепта “вещество” на разных стадиях возрастного развития и освоения химии (Методика “Химические дифференцировки”)

Группы испытуемых	Дифференцировки					
	простая (глобальный уровень)		сложная (базовый уровень)		сложнейшая (детализированный уровень)	
	<i>T1</i> (с)	<i>n1</i> ошибки	<i>T2</i> (с)	<i>n2</i> ошибки	<i>T3</i> (с)	<i>n3</i> ошибки
Менее успешные в освоении химии						
14-летние (56 чел.)	76.83	5.05	135.65	10.36	400.39	27.51
15-летние (60 чел.)	48.84	1.7	88	6.2	313	19.82
18-летние (260 чел.)	39.43	1.52	49.29	0.27	153.1	6.97
Более успешные в освоении химии						
14-летние (18 чел.)	53.16	2.83	105	2.16	358.3	15.9
15-летние (14 чел.)	42.14	1.5	62.57	1	255.78	8.28
18-летние (68 чел.)	36.5	0.31	46.53	0.08	122.75	3.6

Примечание. Уровень сформирован – полужирный шрифт.

Таблица 2. Значения угловых коэффициентов (α) в уравнениях регрессий $T = A - \alpha$ ОИ в разных группах испытуемых

Вид дифференцировки	Группы испытуемых		
	подростки 14 лет (74 чел.)	подростки 15 лет (73 чел.)	студенты 19 лет (294 чел.)
Простая (глобальный уровень)	1.38	0.65	0.295
Сложная (базовый уровень)	2.99	1.7	0.267
Сложнейшая (детализированный уровень)	Не сформирован уровень	4.14	1.46

порог расхождения показателей вербальной и невербальной креативности – 130 *IQ* [6].

Регрессионный (табл. 2) и корреляционный (рис. 2) анализы выявили отрицательные корреляционные связи между показателями интеллекта и временем химических дифференцировок, т.е. чем выше уровень интеллекта, тем меньше время различения стимул-объектов.

На начальном этапе становления специальных химических способностей высока зависимость времени реакции сложного выбора (как показателя меры организации концепта “вещество” и специальных химических способностей) от общего интеллектуального показателя (ОИ). Однако в процессе формирования концептуальных структур эта зависимость уменьшается. График зависимости времени дифференцировок от общего интеллектуального показателя превращается в прямую линию, параллельную оси общих интеллектуальных способностей. Окончательная дифференциация показателей общих и специальных

химических способностей отмечается в группе более успешных по химическим дисциплинам студентов ($IQ \geq 125-129$).

Поскольку не все показатели соответствовали нормальному распределению признаков и гомогенности дисперсий, то мы использовали, помимо *ANOVA*, его непараметрический аналог – *Jonckheere-Terpstra Test* (*a*).

Выявлено значимое изменение показателей продуктивности памяти, мышления химика и решение широкого спектра химических задач под влиянием градации показателей зрелости концептуальных структур химии (время химических дифференцировок):

1) фактор “время простой дифференцировки” (*ANOVA*) – зависимые переменные: показатели скорости кодирования цифр знаками химических элементов ($p1 = 0.022$; $p2 = 0.005$; $p3 = 0.08$); “объем долговременной памяти” ($p = 0.045$); “химическая направленность ума” ($p = 0.003$); “химиче-

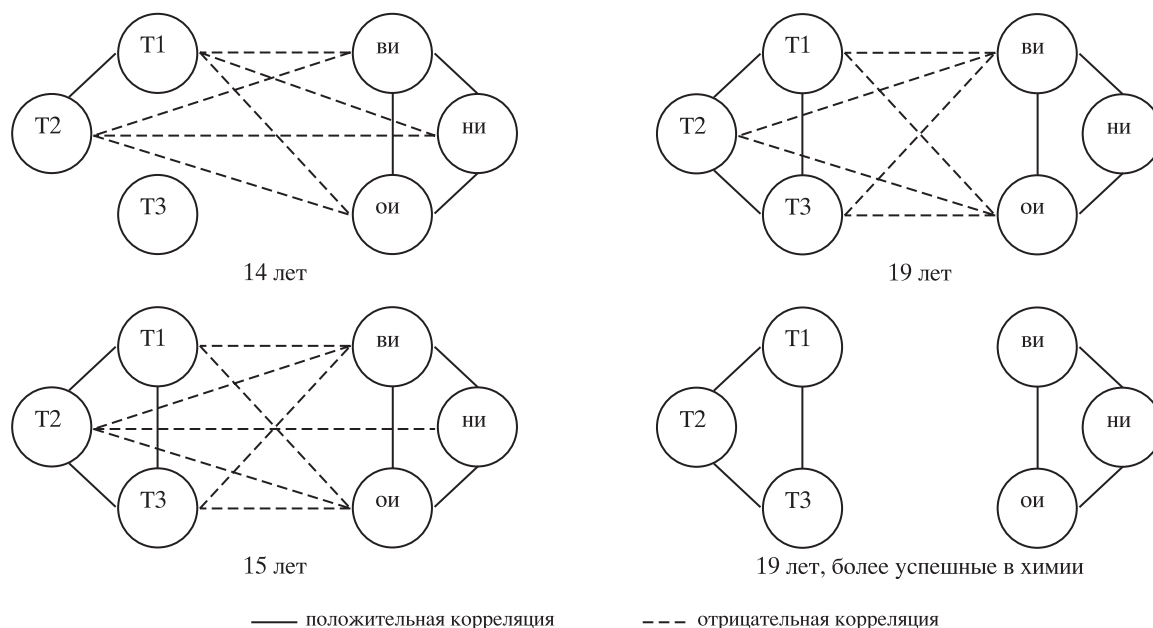


Рис. 2. Корреляционные связи показателей интеллекта и специальных способностей.

ские руки” ($p = 0.034$); “общие химическо-химические способности” ($p = 0.034$);

2) фактор “время сложной дифференцировки” (*ANOVA*) – зависимые переменные: показатели “успеваемость по химическим дисциплинам” ($p = 0.032$); скорость кодирования цифр знаками химических элементов в произвольном порядке ($p_1 = 0.017$; $p_2 = 0.001$); “объем долговременной памяти на сложную химическую информацию” ($p = 0.047$), “способность осуществлять химические расчеты” ($p = 0.05$), “интерес к химии” ($p = 0.007$);

3) фактор “время сложнейшей дифференцировки” (*Jonckheere-Terpstra Test*) – зависимые переменные: показатели “успеваемость по химическим дисциплинам” (*Std. J-T Statistic* = -2.086 ; $p = 0.037$; чем меньше время различения стимулов, тем выше успешность усвоения химических дисциплин); “объем кратковременной слуховой памяти на групповое расположение элементов” (*Std. J-T Statistic* = -2.713 ; $p = 0.007$; чем меньше время различения стимулов, тем больше продуктивность памяти); “интуиция-редукция” (*Std. J-T Statistic* = -2.499 ; $p = 0.014$, т.е. чем меньше время различения стимулов, тем выше показатели интуиции).

Согласно результатам регрессионного анализа, градация химиков по успешности обучения и уровню специальных способностей связана с такими чертами личности (16-*PF* Кеттелла), как ответственность и добросовестность (G), интерес к теоретическим вопросам, высокая творческая активность (M), самодостаточность, независимость, самостоятельность, инициативность ($Q2$),

мягкость, утонченность, образность восприятия мира (I). Вместе с тем необходимо отметить, что успеваемость по химическим дисциплинам и уровень специальных способностей химиков детерминируется разными чертами личности: оценка связана с умением приспособиться (N), а уровень химических способностей – с оптимизмом, малой чувствительностью к запугиваниям (F), добросовестностью и внутренней порядочностью (G).

3.2. *Формирующий эксперимент.* Цель эксперимента [4] состояла в формировании концептуальных структур химии на основе учета естественного порядка формирования понятийной системы химии: зависимость свойств вещества от состава, строения и всей кинетической системы в целом. Разработанная нами образовательная программа обеспечивала переход от оперирования глобальными, недифференцированными образами химической реальности к оперированию все более подробными ее элементами, свойствами и отношениями. Контрольная группа представлена школьниками того же возраста, но изучающих химию без применения эволюционного метода.

Представленные данные (табл. 3) показывают, что несформированность детализированного уровня концепта “вещество” у подростков контрольной выборки приводит к снижению объема долговременной памяти на сложную химическую информацию, уровня интереса к химии и показателя “химическая интуиция”. Сформированность детализированного уровня концепта “вещество” лучше у успевающих подростков экспериментальной выборки и приводит к статистически

Таблица 3. Динамика становления концепта “вещество” и специальных химических способностей в условиях формирующего эксперимента

Выборки	Показатели			Экспериментальная группа		Контрольная группа		
				1999	2001	1999	2001	
Более успешные в освоении химии испытуемые	зрелости концепта “вещество”	глобальный	<i>T1, c</i> <i>n1</i>	64 2.7	31* 0.5	84 3.4	50* 2.16	
		базовый	<i>T2, c</i> <i>n2</i>	149 2.33	47* 0.83	108 3.76	79* 2.66	
		детализированный	<i>T3, c</i> <i>n3</i>	320.77 19.33	147.33** 4**	371.73 21	342.75 15.16*	
	специальных химических способностей	Химическая интуиция		5.04	10.91***	5.86	4.25	
		Химическая память, доля сохранения информации	простая сложная	0.878 0.543	0.975 0.958**	0.845 0.613	0.808 0.625	
		Уровень интереса		1.18	5.66**	4.16	2.38	
	Менее успешные в освоении химии испытуемые	зрелости концепта “вещество”	глобальный	<i>T1, c</i> <i>n1</i>	86.58 6.58	46.15*** 1.5**	100.22 5.88	45.87* 2.28
			базовый	<i>T2, c</i> <i>n2</i>	182.66 16.75	88.85*** 7.7*	130.11 6.44	91.09 5.42
			детализированный	<i>T3, c</i> <i>n3</i>	448.83 33.91	276.26** 19.78***	390.55 25.88	355 23.28
специальных химических способностей		Химическая интуиция		3.26	5.07	4.61	3.13	
		Химическая память, доля сохранения информации	простая сложная	0.596 0.178	0.702 0.404**	0.777 0.423	0.723 0.382	
		Уровень интереса		1.07	0.55	4.66	1.8	

Примечание. $p^* \leq 0.05$; $p^{**} \leq 0.01$; $p^{***} \leq 0.001$. Уровень сформирован – полужирный шрифт.

Таблица 4. Количество значимых интеркорреляций между показателями в экспериментальной и контрольной группах

Показатели	Общие интеллектуальные способности		Специальные химические способности		Отношение числа значимых интеркорреляций (14 лет/15 лет)	
	14 лет	15 лет	14 лет	15 лет	общие интеллектуальные способности	специальные химические способности
Экспериментальная группа (26 чел.)	122	226	96	162	1.85	1.685
Контрольная группа (28 чел.)	46	80	66	51	1.73	0.777
Отношение числа значимых корреляций (экспер.гр./контрол.гр.)	2.65	2.82	1.45	3.17	1.33	2.169

значимому росту показателей специальных химических способностей.

Высокая степень интегрированности (77.1% значимых интеркорреляций между показателями химических способностей), высокая когнитивная дифференцированность (уменьшение времени химических дифференцировок) и рост показателей химических способностей свидетельствуют

о том, что у подростков экспериментальной выборки происходит не только усвоение знаний, умений и навыков по предмету, но и формирование нового качества – химических способностей. В контрольной выборке число достоверных интеркорреляций изменяется незначительно (контр. группа 66 → 51 против эксп. группы 96 → 162) (табл. 4).

Результаты формирующего эксперимента выявили более высокие темпы развития общих способностей у подростков экспериментальной выборки, что подтверждается результатами выполнения тестов Дж. Равена, Г. Уиткина, Д. Векслера [4].

4. Эффекты дифференциации и интеграции в процессе творческой деятельности. Известно много разных способов разработки идей, которые могут быть новыми или оригинальными. Например, пересказать известную идею по-новому, экстраполировать идею вдоль ее текущей траектории развития, развить идею в новом направлении или интегрировать идеи разных направлений [53].

В настоящем исследовании мы выдвигаем гипотезу о связи между возникновением новых идей с ростом когнитивной дифференцированности концептуальных структур, релевантных предмету деятельности.

Опираясь на работы Мэри М. Кирхгоф [47], Джона С. Ольсена, согласно которым “успешная карьера в химии требует способности к творческой работе, – в этом отношении деятельность химика является почти уникальной” [49, с. 1285–1286], и других ученых, мы предположили, что более успешные химики должны отличаться более высокими показателями творческих способностей по сравнению с менее успешными химиками (*гипотеза 1*).

Для проверки этой гипотезы в 2002–2006 гг. было проведено исследование, в котором приняли участие 374 студента-второкурсника (из них 60% девушек) химического факультета. Средний возраст участников – 19 лет. При формировании групп сравнения использовался критерий академической успешности (4.7 балла по пятибалльной шкале). Оценка креативности реализовывалась на основе методики Е. Торренса.

Математический анализ с использованием как параметрических, так и непараметрических методов обнаружения различий для двух независимых выборок не выявил достоверных различий в показателях творческих способностей. Тем не менее, необходимо подчеркнуть, что количество “химических образов” в невербальной батарее Торренса в выборке более успешных химиков было значительно выше, чем у менее успешных в химии участников исследования. Подобные данные были получены в исследованиях творческого мышления учащихся с различными специальными способностями. Высокоодаренные музыканты часто изображали в невербальных заданиях теста Торренса музыкальные инструменты (арфа, фор-

тепиано, флейта, барабан и т.д.), математики – геометрические фигуры и математические уравнения [19, с. 82].

Мы предположили, что чем выше продуктивность деятельности в области химии, тем больше вероятность появления химических образов в тесте Торренса (*гипотеза 2*). Участники эксперимента были разделены на две группы: первая состояла из студентов, которые отобрали “химические образы” в невербальных субтестах Торренса – “отобразившие”, вторая включала тех, кто не отобразил “химические образы” – “неотобразившие”.

Математический анализ не выявил достоверных различий между “отобразившими” и “неотобразившими” студентами-химиками по показателям успеваемости (физика и математика), по показателям интеллекта и креативности. Также не было выявлено значимых различий по показателям кратковременной памяти (слова русского языка), скорости, пластичности и эргичности в моторной и интеллектуальной сфере (ОФДСИ).

Наиболее существенные различия обнаружены по показателям зрелости концептуальных структур химии и химических способностей (табл. 5). По опроснику Кеттелла выявлены более высокие показатели фактора *G* (развитое чувство ответственности, обязательность и добросовестность, точность и аккуратность в делах, хороший самоконтроль) и менее высокие значения фактора *F* (большая надежность, серьезность отношения к жизни и к работе). “Отообразившие” участники эксперимента продемонстрировали достоверно более высокие показатели способности различать физические и химические реакции, обнаруживать окислительно-восстановительные свойства вещества, способности прогнозировать направление химического процесса в зависимости от изменения внешних условий (“*GreatChemists*”).

Мы предположили, что появление химических рисунков в невербальных субтестах Торренса может быть обусловлено более высокой степенью дифференцированности концептуальных структур как основы специальных способностей химиков (*гипотеза 3*). Данные однофакторного дисперсионного анализа подтвердили это предположение: выявлены достоверные связи между временем сложнейших дифференцировок ($F = 2.315^*$), окислительно-восстановительным процессом – не окислительно-восстановительным процессом ($F = 3.398^{**}$), обратимым – необратимым химическим процессом ($F = .927^{**}$), гидролизом ($F = 2.603^{**}$) и числом химических образов.

Таблица 5. Различия показателей химических способностей в группах “отобразивших” и “не отобразивших” студентов

Показатели	Среднее значение показателей в разных группах студентов		Т-критерий Стьюдента
	“Отообразившие”	“Не отобразившие”	
Успеваемость по химии	4.05	3.75	2.343*
Интерес к химии	8.14	6.30	2.788**
Химические дифференцировки			
Простая, <i>t</i> (с) (глобальный уровень)	37.68	51.79	-4.38***
Сложная, <i>t</i> (с) (базовый уровень)	45.14	50.20	-2.096*
Сложнейшая, <i>t</i> (с) (детализированный уровень)	174.48	202.10	-2.453*
Модифицированная методика оценки кратковременной памяти (“10 слов”)			
Общий объем памяти	8.25	8.27	-0.108
Объем памяти на химические элементы, объединенные групповой закономерностью	9.85	9.68	2.095*
Объем памяти на химические элементы, объединенные периодической закономерностью	9.34	8.97	2.243*
Объем памяти на химические элементы вразброс	8.22	7.61	2.484*
Методика Лидина и Андреевой			
Химическая интуиция	20.81	16.00	3.333***
Методика прямого шкалирования компонентов химических способностей			
Химическая направленность	61.96	54.89	1.914
Химическая память	66.46	59.33	2.051*
Химическая интуиция	62.00	55.79	1.609
Химический язык	71.43	59.80	3.529***
Химическое мышление	67.00	58.16	2.518*
Химические руки	66.03	63.71	0.536
Способность решать химические задачи	74.50	60.01	4.67***

Примечание. Sig. (2-tailed); * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Гипотеза об общности дифференционно-интеграционных механизмов развития специальных способностей, росте научных знаний и креативности нашла свое подтверждение в полученных данных. Теоретико-эмпирический анализ результатов исследования показывает, что появление новых идей, образов, способностей и переход с одного уровня развития на другой сопровождаются одновременным ростом показателей дифференциации и интеграции.

В процессе эволюции концептуальных систем химии выделяются новые существенные элементы знания (1-й этап – состав, 2-й этап – состав и строение, 3-й этап – состав, строение, процесс), каждый из которых является принципиально новым способом объяснения происхождения свойств веществ. Этот факт свидетельствует о росте дифференцированности концептуальных систем химии. На 4-м этапе мы видим зарожде-

ние предпосылок для теоретического обоснования следующего уровня “системы систем” (по Реймерсу [23]) – концептуальной системы биологии. Выделяется новый элемент знания – “переходное состояние”, объединяющий все абстрактные моменты химизма (химический процесс и химическая частица объединяются в единое целое). Переход от одного уровня “системы систем” к другому сопровождается согласованным ростом дифференциации и интеграции элементов системы.

Становление концепта “вещество” реализуется как переход от глобального уровня через базовый уровень к детализированному уровню, т.е. от менее дифференцированных ментальных структур к структурам все более дифференцированным и иерархически связанным. О росте дифференцированности свидетельствует уменьшение времени реакции сложного выбора, а также разведение уровней обобщенности признаков объекта и поддержание инвариантности между ними – во

всех выборках на всех этапах возрастного развития и освоения химии время простой дифференцировки меньше времени сложной и сложнейшей (табл. 1). Следствием уровневой дифференциации концептуальных структур являются “интеллектуальные пороги”, повышение чувствительности к специфическим свойствам объекта.

“Интеллектуальные пороги” свидетельствуют об эффектах дифференциации в развитии общих и специальных способностей (3.1). Интеграция детерминируется проникновением формы организации высшего понятийного слоя во все ниже лежащие ментальные структуры и их сквозной перестройкой по образу и подобию концептуальной системы, отражающей существенные свойства объекта деятельности, при этом стягиваются все те свойства личности, которые необходимы для успешного профессионального творчества в конкретной области деятельности. Полученные нами эмпирические данные согласуются с биографическими очерками [17, 31], исследованиями Г. Кларк и У. Райли [38], В.М. Русалова [26].

Сопоставляя данные формирующего эксперимента (3.2), в котором показано, что становление специальных химических способностей связано с формированием детализированного уровня концепта “вещество”, и результаты исследований Е.В. Ивановой, Г.А. Винокуровой, В.В. Назаровой, можно увидеть, что качественные изменения (переход с одного уровня развития на другой, приобретение новых способностей и качеств личности) сопровождаются ростом когнитивной дифференцированности и интеграции функций. Данные изменения можно диагностировать по значительному увеличению количества корреляций между показателями способностей при одновременном уменьшении времени дифференцировок.

Так, в 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, что свидетельствует о большей синхронизации и интеграции функций у одаренных детей, о качественно ином уровне их интеллектуального развития [11].

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 [3].

В.В. Назарова, изучая динамику когнитивной дифференцированности и возрастные интеллектуальные особенности школьников, обнаружила, что у учащихся от 6-го к 9-му классу наряду с ростом когнитивной дифференцированности увеличивается количество и степень выраженности корреляционных связей между интеллектуальными показателями. В.В. Назарова полагает, что “в этот возрастной период когнитивное развитие в большей степени обусловлено ведущей ролью процессов интеграции, а не дифференциации, в результате чего формируются качественно новые образования, основанные на синтезе ранее отличных друг от друга механизмов решения вербальных и невербальных задач” [18, с. 23–24].

Сопоставляя разделы 3.2 и 4, можно увидеть, что и становление специальных химических способностей, и появление химических образов в невербальной батарее Торренса связано с формированием детализированного уровня концепта “вещество”. Следует особо подчеркнуть тот момент, что дисперсионная связь была выявлена между числом химических образов и временем сложнейших химических дифференцировок (детализированный уровень концепта “вещество”): чем больше дифференцированность и интегрированность концептуальных структур химии, тем больше вероятность появления химических образов. Возможно, именно этот факт лежит в основе действия механизма подсказки или возникновения гипотезы в условиях творческого процесса. Происходит своего рода “настройка” концептуальных 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 концептуальными структурами, отражающими релевантные свойства объекта. По-видимому, именно высокая степень дифференцированности концептуальных структур химии обуславливает творческий характер химического мышления и позволяет находить новые и интересные факты “часто у соединений, казалось бы, вдоль и поперек исследованных в обычной химической практике” [31, с. 149].

Полученные нами данные в определенной мере развивают подход Д.Б. Богоявленской к раскрытию природы творческого мышления, соглас-

но которому суть бокового, или дивергентного, мышления заключается не в том, чтобы думать бегло, гибко, оригинально, думать около, а в том, чтобы “думать вглубь” [1]. По-видимому, возможность “думать вглубь” связана с формированием детализированного уровня концепта, отражающего существенные свойства “объекта думы”. Поэтому создание условий обучения, способствующих формированию более дифференцированных и интегрированных концептуальных структур предметных знаний, может стать весомым фактором развития творческого потенциала личности. Такие знания открывают путь “к синтезу закономерностей внутрпредметных взаимодействий с целью построения аналитико-синтетических объектных моделей исследуемых явлений, к формированию конкретных, но уже не синкретических и не эмпирических, а аналитико-синтетических знаний” [20, с. 279].

Высокая степень дифференцированности и интегрированности концептуальных структур химии и отображение химических образов в невербальной батарее Е. Торренса выявлены у химиков высочайшего уровня профессионализма (по оценке экспертов).

Как мы отмечали выше, сбор эмпирических данных проводился в 2002–2006 гг. Прошедшие годы позволяют нам проверить валидность наших эмпирических данных с точки зрения соответствия полученных результатов реальным достижениям испытуемых в конкретной профессиональной деятельности и таким образом оценить прогностические возможности дифференционно-интеграционного подхода для предсказания продуктивности деятельности. Все студенты, “отобразившие” в нашем эмпирическом исследовании химические образы, успешно реализовались в области химии. Они разрабатывают новые продукты и открывают новые химические процессы. Многие из них успешно защитили кандидатские диссертации.

В отличие от многих исследований, в особенности зарубежных, как правило, рассматривающих связь между двумя факторами (креативность и интеллект, креативность и особенности личности и т.д.), в настоящем исследовании учитывался целый ряд факторов, отслеживались отдаленные последствия полученных данных применительно к конкретной профессиональной деятельности. Результаты показывают, что при достаточном уровне развития интеллекта, креативности и освоения предметных знаний (в нашем исследовании не выявлено значимых различий между этими показателями) лучшим предиктором про-

дуктивности профессиональной деятельности выступают показатели организации концептуальных структур, релевантных определенной области предметной реальности.

ВЫВОДЫ

1. Получены факты, свидетельствующие об общности дифференционно-интеграционных механизмов роста научных знаний, формирования концептуальных структур, развития общих и специальных умственных способностей, а также возникновения идей в процессе научного творчества.

2. Показано, что появление нового (идей, образов или качеств личности, переход с одного уровня развития на другой) сопровождается одновременным ростом показателей дифференциации и интеграции.

3. Становление специальных химических способностей и появление химических образов в невербальной батарее Торренса связано с формированием детализированного уровня концепта “вещество”.

4. Получены результаты, согласно которым при достаточном уровне развития интеллекта, креативности и освоения предметных знаний лучшим предиктором продуктивности профессиональной деятельности выступают показатели организации концептуальных структур, релевантных определенной области предметной реальности.

5. Концептуальные структуры являются своеобразным стержнем, стягивающим свойства личности, соответствующие той или иной конкретной деятельности и обуславливающие ее высокую творческую продуктивность и качественное своеобразие.

6. Дифференционно-интеграционный принцип развития и представление о ментальных структурах как основе психического развития позволяют не только исследовать особенности организации ментальных структур, формирующиеся в процессе жизнедеятельности субъекта, но и управлять механизмом становления новых качеств, новых способностей, организовывать взаимодействие, ведущее к развитию и возникновению новых идей в процессе творческой деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богоявленская Д.Б.* Психология творческих способностей. М.: Изд. центр “Академия”, 2002.
2. *Веккер Л.М.* Психические процессы. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974/1981. Т. 1–3.

3. *Винокурова Г.А.* Когнитивные особенности младших школьников с разным уровнем психического развития: Дисс. ... канд. психол. наук. М., 1999.
4. *Волкова Е.В.* Формирование когнитивных репрезентативных структур в процессе изучения химии в школе // Вопросы психологии. 2006. № 2. С. 37–49.
5. *Волкова Е.В.* Общий универсальный закон развития, развитие когнитивных структур химического знания и химические способности. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2008.
6. *Волкова Е.В.* Интеллект, креативность и продуктивность освоения профессиональной деятельности // Психол. журн. 2011. Т. 32. № 4. С. 95–105.
7. *Волкова Е.В.* Гендерные различия творческих способностей // Психология в системе комплексного человекознания. Ч. 1. / Отв. ред. А.Л. Журавлев, В.А. Кольцова. М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, 2012. С. 785–789.
8. Дифференционно-интеграционная теория развития / Сост. Н.И. Чуприкова, А.Д. Кошелев. М.: Языки славянских культур, 2011.
9. *Дружинин В.Н.* Интеллект и продуктивность деятельности: модель “интеллектуального диапазона” // Психол. журн. 1998. Т. 19. № 2. С. 61–70.
10. *Жданов Ю.А.* Узловое понятие современной теоретической химии // Вопросы философии. 1977. № 1. С. 102–113.
11. *Иванова Е.В.* Психологические особенности когнитивной дифференцированности и личностных структур детей старшего дошкольного возраста с опережающим развитием: Дисс. ... канд. психол. наук. М., 1999.
12. *Косов Б.Б.* Творческое мышление, восприятие и личность. М.–Воронеж: НПО “Модэк”, 1997.
13. *Косов Б.Б.* О некоторых законах восприятия, различения и опознания простых и сложных объектов // Вопросы психологии. 2003. № 1. С. 50–60.
14. *Лидин Р.А., Андреева Л.Л.* Тестовые задания для итогового контроля качества знаний // Химия в школе. 1994. № 3. С. 42–46.
15. *Лосский Н.О.* Чувственная, интеллектуальная и мистическая интуиция. М.: Республика, 1995.
16. *Луман Н.* Дифференциация / Пер. с нем. Б. Скура-тов. М.: Логос, 2006.
17. *Манолов К.* Великие химики. М.: Мир, 1976. Т. 1, 2.
18. *Назарова В.В.* Динамика когнитивной дифференцированности и возрастные интеллектуальные особенности школьников: Автореф. дисс. ... канд. психол. наук. М., 2001.
19. Одаренность и возраст. Развитие творческого потенциала одаренных детей: учеб. пособие / Под ред. А.М. Матюшкина. М.: Изд-во Московского психолого-социального института; Воронеж: НПО “Модэк”, 2004.
20. *Пономарев Я.А.* Психология творчества. М.: Московский психолого-социальный институт; Воронеж: НПО “Модэк”, 1999.
21. *Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: Пер. с англ. 6-е изд. М.: Изд-во ЛКИ, 2008.
22. *Равен Дж.К., Курт Дж.Х., Равен Дж.* Руководство к прогрессивным матрицам Равена и словарным шкалам. Разд. 3. Стандартные прогрессивные матрицы. М.: Когито-Центр, 1996.
23. *Реймерс Н.Ф.* Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Россия Молодая, 1994.
24. *Руденко А.П.* Физико-химические основания химической эволюции. Закономерности химической эволюции // Журнал физической химии. 1983. Т. LVII. Вып. 11. М.: Наука, 1983. С. 2641–2657.
25. *Русалов В.М., Наумова Е.Р.* О связях общих способностей с “интеллектуальными” шкалами темперамента // Психол. журн. 1999. Т. 20. № 1. С. 70–77.
26. *Русалов В.М.* Темперамент в структуре индивидуальности человека. М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, 2012.
27. *Туник Е.Е.* Диагностика креативности, тест Е. Торренса: методическое руководство. СПб.: ИМАТОН, 1998.
28. Факторный личностный опросник Кеттелла: методическое руководство / А.А. Рукавишников, М.В. Соколова. СПб.: ИМАТОН, 2006.
29. *Филимоненко Ю.И.* Тест Векслера. Диагностика уровня развития интеллекта (детский вариант): методическое руководство / Ю.И. Филимоненко, В.И. Тимофеев. СПб.: ИМАТОН, 2006.
30. *Филимоненко Ю., Тимофеев В.* Руководство к методике исследования интеллекта для взрослых Д. Векслера (WISC). Адаптация 1995 г. / Под ред. О.И. Муляра. СПб.: ИМАТОН, 1995.
31. Химики о себе. М.: ВЛАДМО; УМИЦ “Граф-Пресс”, 2001.
32. *Холодная М.А.* Существует ли интеллект как психическая реальность? // Вопросы психологии. 1990. № 5. С. 121–128.
33. *Холодная М.А.* Эффекты дифференциации и интеграции в организации концептуальных структур в связи с проявлениями креативности / Дифференционно-интеграционная теория развития: Философское осмысление и применение в психологии, языкознании и педагогике. Тезисы докладов Второй научной конференции. 4 марта 2013 г., Москва. – М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, 2013. С. 28.

34. *Чуприкова Н.И.* Психология умственного развития: принцип дифференциации. М.: АО "Столетие", 1997.
35. *Щебланова Е.И.* Влияние уровня интеллекта на мотивационно-личностные характеристики одаренных подростков // Психология и дифференциальная психофизиологии сегодня, 2011. С. 349–352.
36. *Baer J.* Gender differences // Encyclopedia of creativity / Eds. M.A. Runco & S.F. Pritzker. San Diego, CA: Academic Press, 1999. V. 1. P. 753–758.
37. *Barron F., Taylor C.* Scientific creativity, its recognition and development. N.Y.: McGraw-Hill, 1963.
38. *Clark G.J., Riley W.D.* The Connection between Success in a Freshman Chemistry Class and a Student's Jungian Personality Type // Journal of Chemical education. 2001. V. 78. № 10. P. 1406–1411.
39. Creativity, Psychology and the History of science / Ed. by Howard E. Gruber and Katja Bödeker // Boston studies in the philosophy of science. V. 245. The Netherlands: Springer, 2005.
40. *Demetriou A., Spanoudis G., Shayer M., Mouyi A., Kazi S., Platsidou M.* Cycles in speed-working memory-G relations: Towards a developmental-differential theory of the mind // Intelligence. 2013. V. 41. P. 34–50.
41. *Duncker K.* On Problem-Solving. Psychological Monographs. 1945. V. 58. P. 1–13.
42. *Feist G.J.* A meta-analysis of personality in scientific and artistic creativity // Personality and Social Psychology Review. 1998. V. 2. P. 290–309.
43. *Galton F.* Hereditary Genius. London, 1869.
44. *Guilford I.P.* The nature of human intelligence. N.Y.: McGraw-Hill, 1967.
45. Heinz Werner and developmental science / Ed. Jaan Valsiner. p. cm. (Path in psychology). N.Y.: Kluwer Academic / Plenum Publishers, 2005.
46. *Houtz J.C., Selby E., Esquivel G.B., Okoye R., Peter K.M., Treffinger D.J.* Creative styles and personal type // Creativity Research Journal. 2003. 15. P. 321–330.
47. *Kirchhoff Mary M.* International Year of Chemistry: An Educational Opportunity // Journal of Chemical Education. January 2011. V. 88. No. 1.
48. *Martinsen O., Kaufmann G.* Cognitive styles and creativity // Encyclopedia of creativity / Eds. M.A. Runco & S.R. Pritzker. N.Y.: Academic Press, 1999. V. 1. P. 273–282.
49. *Olsen John C.* The work of the exceptionally gifted student in chemistry and chemical engineering // Journal of Chemical Education. October, 1928. V. 5. No. 10.
50. *Overton W.F.* Developmental psychology: Philosophy, concepts, methodology. Theoretical models of human development // Handbook of child psychology / Ed. R.M. Lerner. N.Y.: Wiley, 2006. V. 4. P. 18–88.
51. *Piaget J., Garcia R.* Psychogenesis and the history of science. N.Y.: Columbia University Press, 1989.
52. *Raeff C.* Distinguishing between Development and Change: Reviving Organismic-Developmental Theory // Human Development. 2011. No. 1.
53. *Sternberg R.J., Kaufman J., Pretz J.E.* The creativity conundrum. N.Y.: Psychology Press, 2002.
54. *Torrance E.P.* The Torrance Tests of Creative Thinking. Norms, Technical manual. Research Edition. Verbal and Figural Tests (Forms A and B). Princeton, NJ: Prentice Hall, 1966.
55. *Torrance E.P., Ball O., Safter T.* The Torrance Tests of Creative Thinking. Figural Norms, Technical Manual, Figural (Streamlined Forms A and B). Bensenville, IL: Scholastic Testing Service, 1990.
56. *Wechsler S.M., Vendramini K.M.M., Oakland T.* Thinking and Creative Styles: A Validity Study // Creativity research journal. 2012. V. 24 (2–3). P. 235–242.
57. *Werner H.* The concept of development from a comparative and organisms point of view // The concept of development. Minneapolis, 1957. P. 125–148.
58. *Werner H.* Comparative psychology of mental development. N.Y., 1957.
59. *Wertheimer M.* Productive Thinking. N.Y.: Harper & Row, 1945.

**UNITY OF DIFFERENTIAL AND INTEGRATION MECHANISMS
IN DEVELOPMENT OF SPECIAL ABILITIES
AND CREATIVITY IN THE CONTEXT OF SCIENTIFIC
KNOWLEDGE INCREASE**

E. V. Volkova

*Sc.D. (psychology) leading research scientist, laboratory of psychology of abilities
and mental resources named after V.N. Druzhinin, Federal State-financed Establishment
of Science, Institute of Psychology RAS, Moscow*

The results of theoretical and empiric analysis indicative of unity in differential and integration mechanisms of scientific knowledge's increase, conceptual structures' formation, development of general and special mental abilities as well as origination of ideas in creative process are presented. Origination of new ideas or personality's characteristics transition from one developmental level to another is shown to be accompanied by simultaneous increase in differentiation and integration. Characteristics of conceptual structures' organization relevant to certain fields of object reality are shown to be the best predictors of activity efficiency under the sufficient level of intelligence and creativity development and object knowledge's mastering.

Key words: differential and integration theory of development, communication and special abilities, mental structures.