

УДК 159.9.07

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ИНДИВИДА С НОВЫМИ ПРЕДМЕТНЫМИ ОБЛАСТЯМИ. ЧАСТЬ I. СВОЙСТВА АУТОРЕПЛИЦИРУЮЩИХСЯ СТРУКТУР И ИХ ОПЕРАЦИОНАЛИЗАЦИЯ¹

© 2019 г. Н.Е. Максимова^{1,*}, И.О. Александров^{1,**},
Ю.А. Заварнова^{2,***}, В.С. Свиридов^{3,****}, Д.С. Турубар^{4,*****}

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт психологии РАН;
129366, г. Москва, ул. Ярославская, 13, Россия.

² Государственный академический университет гуманитарных наук;
119049, г. Москва, Мароковский пер., 26, Россия.

³ Московский НИИ психиатрии; 107076, г. Москва, ул. Потешная, 3, корп. 10, Россия.

⁴ Национальный научно-практический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии
им. Дм. Рогачёва; 117198, г. Москва, ул. Саморы Машела, 1, Россия.

* Кандидат психологических наук, старший научный сотрудник лаборатории психофизиологии
им. В.Б. Швыркова,
E-mail: almax2000@inbox.ru

** Доктор психологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории психофизиологии
им. В.Б. Швыркова;
*** аспирант;

**** Клинический психолог медико-реабилитационного отделения;

***** Ведущий специалист информационно-аналитического отдела.

Поступила 16.04.2018

Аннотация. Исследование направлено на решение проблемы существования протоформы психологических структур, формирующихся при взаимодействии индивида с новыми предметными областями. Предполагается, что в процессе онтогенеза индивида на основе генетических предпосылок эволюционно формируется биологически ненаследуемое новообразование — психологическая структура, которая фиксирует информационные модели взаимодействий в определенных институционализированных предметных областях и является универсальной протоформой (*ауторепликатором*) для образования новых психологических структур (*репликантов*). Цели исследования — сопоставление траекторий дифференциации психологических структур при приобретении компетенции в двух предметных областях, выявление особенностей психологических структур, прошедших эти траектории, в терминах топологии неоднородной семантической сети (непланарности, безмасштабности/масштабированности, фрактальности), сопоставление траекторий с индивидуально-психологическими характеристиками участников исследования. В исследовании участвовали 158 чел. (118 — популяционная выборка, 40 — пациенты с расстройствами шизофренического спектра). В исследовании использовали методику “Ход шахматного коня”, стратегическую игру двух партнеров в “Крестики-нолики на поле 15×15”, тесты “Пространственная ориентация” и “Ментальные вращения”, опросники “Диагностика мотивационной структуры личности”, “Стиль саморегуляции поведения”.

Ключевые слова: психологическая структура, предметная область, популяционная выборка, расстройства шизофренического спектра, индивидуально-психологические характеристики, неоднородная семантическая сеть, непланарность, самоподобие, ауторепликация, дифференциация.

DOI: 10.31857/S020595920002984-8

¹ Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (грант РНФ №14-28-00229), Институт психологии РАН.

Исследование психологических структур (ПС) в системно-эволюционной парадигме [5; 17; 28; 29] предписывает постановку проблемы существования протоформы ПС, формирующихся при вхождении индивида в новые институционализированные предметные области (ИПО) [16; 17]. Решение этой проблемы позволит сформулировать гипотезы о закономерностях формирования, организации, сопоставимости ПС в различных ИПО.

Любые эволюционные концепции, как и определение Жизни, используют в качестве базового понятия “репликацию”, т.е. передачу наследуемой информации от предковых форм новым поколениям в популяции, которая происходит с неизбежными ошибками (мутациями) [14; 32]. Репликаторы в эволюционном развитии не сводимы только к генам [32]. Так, в социуме в качестве репликаторов рассматриваются формы коммуникации [15], в культуре — мемы [36; 39], в усвоении языка — модели [6]. Если в процессах репликации генов репликатор и продукт репликации (репликант) морфологически разделены [14], то в других видах репликации, например, в случае аутопознания (“автономных самореферентных образований”), репликатор и репликант могут не разделяться [37]. Такое представление преобразует репликацию в ауторепликацию, продуктом которой является не специфическое морфологическое образование, а целостная организация или жизненный цикл. Поскольку “не существует репликаторов без предшествующей селективной истории” [32, с. 412], то роль процессов (ауто)репликации в эволюции ПС не может быть раскрыта без опоры на постулаты модифицированной селективистской (синтетической) теории эволюции [7; 14]. Только в этом варианте эволюционных представлений создание нового может быть описано как дифференциация протоформы на альтернативные траектории развития, на множестве которых происходит отбор [2]. Можно предположить, что в тех случаях, когда протоформа не сохраняется [2] или недоступна для исследования, ее роль в порождении нового может быть реконструирована по сходству альтернативных траекторий дифференциации ПС при вхождении индивида в разные предметные области, а также по характеристикам возможных аттракторов развития уже на ранних стадиях дифференциации. Так как было показано принципиальное сходство методологических установок системно-эволюционной парадигмы и абстрактно-аналитической психологии Я.А. Пономарева, основанное на принятии постулатов селективистской теории эволюции [3], то исследование процессов порождения новых ПС в данной работе будет проведено, исходя из концептуальных положений и эмпирических результатов этих двух парадигм.

В исследованиях Пономарева с сотрудниками было разработано представление о структурном

новообразовании, фиксирующем информационные модели психологического взаимодействия, которое формируется в онтогенезе до 12 лет, имеет онтологический статус [8; 9; 23–25], “опирается на генетически заложенную потенцию” [26, с. 44]. Достигнутая в онтогенезе сложность организации этого новообразования проявляется в сложности доступных для решения творческих задач, которые предполагают создание нового знания.

Варианты понятий, которыми Пономарев обозначал это новообразование, выделяют, по мнению авторов настоящей работы, его неотъемлемые характеристики. Так, “инвариант накопленного человеком опыта” указывает на то, что для его формирования необходимо вхождение индивида в определенные ИПО. “Внутренний план действия”, или “способность действовать в уме” подчеркивает ключевую роль сформированности “вторичных” или “означенных” моделей, т.е. наиболее дифференцированных моделей, необходимых для оперирования абстракциями [18]. “Центральное звено психологического механизма поведения” указывает, во-первых, на неразрывность внутреннего и внешнего планов деятельности, и во-вторых, на то, что это структурное образование необходимо для осуществления любой деятельности и лежит в основе прогнозирования, целеполагания, самооценки, рефлексии, сложности используемых в речи грамматических конструкций, произвольной регуляции поведения, процессов и результатов социально-культурной адаптации, ориентации в пространстве, двигательных навыков, включая мелкую моторику, проявляется в формировании специальных способностей [8; 9; 23–26]. Содержательно это новообразование может быть сопоставлено с понятиями общей способности, общего интеллекта [8; 10].

Такое структурное новообразование может быть рассмотрено как протоформа (репликатор) для новых ПС (репликантов) при вхождении индивида в новые ИПО, а процесс порождения новых ПС представляет собой ауторепликацию. Выделенные в работах Пономарева этапы развития новообразования, выступающие как структурные уровни решения творческих задач [24; 25], представляют собой возможные траектории дифференциации ПС, при этом условия перехода между траекториями не определены. Представления Пономарева о неразрывности процессов взаимодействия/развития [4; 24; 25] дают основания предположить, что при ауторепликации репликатор не может не эволюционировать.

Описание ауторепликации ПС в терминах дифференциации возможно исходя из операционализации компонентов психологического взаимодействия [16; 17]. Было введено представление об

ИПО, компонентами которой являются собственно *предметная область* (объекты, артефакты, отношения между ними, кодифицированные и имплицитные правила их производства, воспроизводства и использования) и определенная социальная общность, члены которой, являясь носителями специфических ценностей, норм поведения и взаимоотношений, ролей и статусов, образуют *институционализированное сообщество*. Эволюция ИПО обеспечивается взаимодействием членов сообщества с предметным содержанием ИПО. Информационные модели циклов взаимодействия фиксируются как компоненты надындивидуальной ПС, распределенной на нейросубстрате (в группах нейронов со сходной специализацией) членов сообщества, а также в организации предметной области, что является основой гомеоморфных отношений между содержанием моделей, фиксированных на нейросубстрате, и в составляющих предметной области. Носителем полного набора моделей взаимодействий с предметной областью может быть только институционализированное сообщество, а каждый из членов сообщества является носителем некоторого специфического подмножества таких моделей в соответствии с его ролью, статусом, уровнем компетенции, индивидуальной историей вхождения в сообщество и взаимодействий с предметным содержанием ИПО, историей его отношений с другими членами сообщества и другими ИПО, характеристиками онтогенеза и принадлежности к определенной биологической популяции [22; 23].

Для формирования ПС в рамках определенной ИПО необходимы процессы дифференциации трех типов (рис. 1). Дифференциация-I (Д-I) состоит в порождении протокомпонентов из популяции преспециализированных нейронов, дифференциация-II (Д-II) – в порождении компонентов из протокомпонентов; дифференциация-III (Д-III) – в порождении суборганизации компонентов, которая фиксирует информационные модели взаимодействия данного компонента с другими; все три типа дифференциации имеют онтологический статус [1; 2]. Взаимодействия компонентов могут быть описаны в терминах алгебры отношений: *EQV*, *AND*, *XOR*, *IOR*, следования [2; 22] (см. примечание к рисунку 1). Важно подчеркнуть, что каждый компонент ПС проходит Д-III по трем ветвям дерева (рис. 1), и его суборганизация может содержать информационные модели взаимодействий всех типов. Формирование моделей взаимодействий различного типа может происходить одновременно, причем наиболее удаленные от корня дерева модели являются наиболее дифференцированными. Именно прохождение составляющими ПС процессов Д-I, Д-II, Д-III, образует на множестве компонентов неоднородную семантику.

ческую сеть. Во взаимодействиях (коммуникациях) компонентов в пределах единой неоднородной семантической сети формируются и эволюционируют аттракторы траекторий развития ПС [2].

Отношения *XOR* и *IOR* характеризуются одинаковыми значениями свойств рефлексивности, симметричности и транзитивности и поэтому относятся к одному типу семантических связей [22, с. 39], но *XOR* выделяется для компонентов ПС, не принадлежащих одновременно двум информационным множествам, для выделения *IOR* необходимо сопоставление не менее трех множеств. Эти особенности позволяют предполагать большую дифференцированность отношений *IOR* по сравнению с *XOR*, что показано на рисунке разной длиной стрелок, ведущих от *AND* к *XOR* и *IOR*.

Теоретическая гипотеза. В процессе онтогенеза индивида на основе генетических предпосылок эволюционно формируется биологически ненаследуемое новообразование — психологическая структура (ПС), которая фиксирует информационные модели взаимодействий в определенных институционализированных предметных областях (ИПО) и является универсальной протоформой (*аутоген-ликатором*) для образования новых ПС (*репликантов*) при вхождении индивида в новые ИПО, так что (1) траектории формирования ПС в различных ИПО оказываются сходными; (2) сложность организации протоформы накладывает ограничения на разнообразие возможных траекторий дифференциации формирующихся ПС.

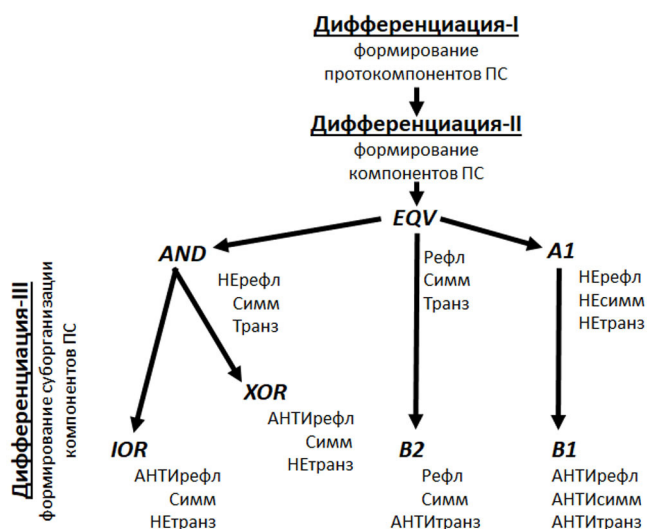


Рис. 1. Дерево процессов дифференциации ПС

Примечание: Обозначения отношений: *EQV* (эквивалентность), *AND* (“И”), *XOR* (исключительное “ИЛИ”), *IOR* (неисключительное “ИЛИ”), *A1* (нестрогий порядок), *B1* (строгий порядок), *B2* (петли). Обозначения свойств отношений: “Рефл” – рефлексивность, “Симм” – симметричность, “Транз” – транзитивность; префиксы “НЕ~” “АНТИ~”.

Основные атрибуты протоформы ПС как сложной неоднородной семантической сети:

1) **Развитие** ПС как процесс ауторепликации неразрывно связан с реализацией **взаимодействий** членов сообщества с ИПО, прямыми и побочными продуктами которых является дифференциация сообщества и предметной области. ПС, прошедшие процессы ауторепликации и дифференциации, служат протоформами для последующих взаимодействий, что проявляется в гомеоморфных соотношениях новообразований ПС и предметной области. Такой гомеоморфизм составляет основу для возможности манипулировать информационным содержанием предметной области через взаимодействия компонентов ПС, т.е. основой оперирования абстракциями [17;18].

2) **Активность** как потенциал ауторепликации (канализирования Д-III), иными словами, потенциал формирования и эволюции аттракторов через взаимодействия множеств компонентов ПС, лежит в основе такого свойства организации ПС, как самоподобие.

3) **Системность** как взаимодействие составляющих ПС в реализации взаимодействий индивида с предметной областью, т.е. взаимосогласованность (неслучайность) формирования различных составляющих ПС, что может проявляться в характеристиках распределения процессов Д-III на множестве компонентов ПС в топологии сети, а именно в свойствах ее непланарности [27], безмасштабности/масштабированности [31] и/или фрактальности [13;38], которые могут быть операционализированы².

4) **Детерминированность** как определенность и устойчивость траекторий развития ПС, формируемых в процессах ауторепликации и связанных с образованием и эволюцией аттракторов.

Психологические структуры изучали в двух ИПО, в которых требуется построение стратегий, т.е. одновременное манипулирование альтернативными вариантами решения задачи, или оперирование абстракциями [17; 18]. Использовали методику

² Граф называется **планарным**, если его можно уложить на поверхности, гомеоморфной плоскости, так, чтобы его ребра не имели общих точек, кроме вершин графа, т.е. чтобы при укладке не образовывались новые вершины графа. Если при укладке графа на плоскости образуются новые точки пересечений ребер, дополняющие исходное множество вершин, то такой граф является **непланарным**. В **безмасштабных** сетях степени вершин (количество ребер, инцидентных вершине) распределены по степенному закону, то есть доля вершин со степенью k асимптотически пропорциональна $k^{-\gamma}$. В **масштабированных** сетях степени вершин распределены по закону Пуассона. **Фрактал** — множество, обладающее свойством самоподобия, т.е. подобное части себя самого. **Фрактальная размерность** — размерность самоподобного множества (фрактала) в метрическом пространстве, она может принимать дробные значения.

“Ход шахматного коня” (ХШК) — модифицированный вариант методики Я.А. Пономарева “Игра в классики”, которая применяется для диагностики степени сформированности “способности действовать в уме” в любых возрастных группах, причем распределение сложности решения задач для разных возрастных групп сходно, начиная с младшего школьного возраста [8; 9; 23–26], и методику контролируемого формирования компетенции в стратегической игре “Крестики-нолики” (ХО) [1]. Эти ситуации могут быть рассмотрены как ИПО, поскольку в них выделяются основные компоненты: определена собственно предметная область (артефакты), правила (эксплицитные и имплицитные) и члены институционализированного сообщества, обладающие ролями и статусами (в ХШК корректность использования правил и решений оценивается в общении с экспериментатором, в ХО — во взаимодействии с партнером).

Сопоставляемые ИПО различаются: 1) для ХШК существует универсальная стратегия решений для всех задач методики за минимальное время (см. Методика, рис. 2), для ХО выигрышной стратегии не существует [1]; 2) для ХО разработано формальное количественное описание ПС [1], для ХШК возможно формальное выделение семантик, т.е. содержательно различных вариантов соответствия логически возможных решений и условий задачи (см. Методика, рис. 2) [19].

Для оценки сформированности оперирования абстракциями использованы тесты “Ментальные вращения” и “Пространственная ориентация” [34; 40].

Оценка индивидуальных особенностей стратегического поведения включала характеристику двух его неотъемлемых составляющих: мотивационной сферы [20], которая необходима для формирования отдаленных целей [11], и рефлексии особенностей построения стратегий [21].

Популяционную выборку участников исследования сравнивали с группой пациентов с расстройствами шизофренического спектра, поскольку установлено, что основная симптоматика включает дефицит мыслительной деятельности (проявляющийся в особенностях решения стратегических задач — “Ханойской (Лондонской) башни” [35]), коммуникативной сферы (что может проявиться в результатах стратегической игры двух партнеров), снижение мотивации [12]. Показано также, что основная симптоматика расстройств спектра шизофрении связана с дефицитом неонеурогенеза [30; 42].

Цели работы состояли в том, чтобы в популяционной выборке и у пациентов с расстройствами шизофренического спектра 1) реконструировать траектории приобретения компетенции в методике ХШК на основании характеристик решения задач, а в игре ХО реконструировать траектории

дифференциации ПС на основе количественного описания неоднородной семантической сети; 2) сопоставить реконструированные траектории в ХШК и ХО; 3) выявить свойства, характеризующие различные траектории вхождения индивида в ХШК и ХО; 4) сопоставить траектории дифференциации ПС с индивидуально-психологическими характеристиками.

Исследовательские гипотезы:

1. Существует соответствие между траекториями формирования компетенции и вариантами содержательной специфики решений задач ХШК. Количество альтернатив в решении задач разных серий ХШК проявляется во времени решения и соответствует содержательной специфике решений задач.

2. Существует единое множество траекторий формирования ПС при вхождении в две ИПО (ХШК и ХО) участников исследования из популяционной выборки и пациентов с расстройствами шизофренического спектра. Эти траектории соответствуют вариантам решения различных стратегических задач, сходным по эффективности и времени решения.

3. Ветвление траекторий на ранних этапах формирования ПС при вхождении в ИПО значительно снижает количество вариантов ветвления на поздних этапах.

4. Организация ПС содержит непланарные составляющие. Существует отношение гомеоморфизма между непланарными составляющими организации ПС и вариантами содержательной специфики решения задач в конкретной ИПО.

5. Сетевая организация ПС в процессе Д-III проявляет свойства самоподобия как безмасштабности и фрактальности.

6. Существует связь между траекториями формирования ПС, эффективностью решения раз-

личных задач и индивидуально-психологическими характеристиками участников исследования.

МЕТОДИКА

Участники исследования. В исследовании приняли участие 158 чел. Популяционную выборку составили студенты московских вузов 118 чел. (66 женщин, 52 мужчины, 17–40 лет, медиана = 21 год). Пациенты с расстройствами шизофренического спектра, 40 чел. (18 женщин, 22 мужчины, 18–59 лет, медиана = 30 лет), были отобраны лечащим врачом и клиническим психологом (20 чел. из стационара, 20 — на амбулаторном лечении) в соответствии с диагнозами (по МКБ-10): F20. — шизофрения — 21 чел., F21. — шизотипическое расстройство — 10 чел., F25. — шизоаффективное расстройство — 9 чел.

В обработку вошли данные тех участников исследования, кто (1) полностью прошел процедуру игры ХО, т.е. выполнил не менее 300 ходов игры (если один из диады не выполнял это условие, из обработки исключали обоих партнеров); (2) в методике ХШК прошел инструктирование, решил пробные задачи и приступил к решению тестовых заданий. Из популяционной выборки этим критериям соответствовали все 118 чел., а из пациентов — 26 чел. По результатам кластерного анализа, сокращения количества ветвей дендрограммы, исключения участников с расстройствами шизофренического спектра из кластеров 2–4 ($N = 4$), добавления искусственного кластера 1 (группы 0 и 2) для участников, прошедших инструктирование и решивших все тренировочные задачи, но прекративших попытку решения на какой-либо из серий задач ХШК и поэтому не представленных на дендрограмме (см. подробное описание во второй части статьи), были выделены 7 групп сравнения (0–6) (табл. 1). Участники из популяционной вы-

Таблица 1. Характеристики групп сравнения

Выборки	Группы сравнения						
	Пациенты		Популяционная выборка				
№ группы	0	1	2	3	4	5	6
Объем	10 чел.	9 чел.	8 чел.	61 чел.	19 чел.	17 чел.	9 чел.
Пол	8 ж, 4 м	4 ж, 6 м	4 ж, 4 м	39 ж, 22 м	10 ж, 9 м	7 ж, 10 м	3 ж, 6 м
Возраст (лет)	20–47	21–59	18–40	17–40	18–27	18–36	18–30
Медиана	28	28	21	20	20	22	25

Примечание: 1) По результатам выполнения методики ХШК группы 0 и 1 пациентов эквивалентны группам 2 и 3 популяционной выборки.

2) Диагнозы пациентов (по МКБ-10). Группа 0: F20. — шизофрения — 5 чел., F21. — шизотипическое расстройство — 4 чел., F25. — шизоаффективное расстройство — 3 чел. Группа 1: F20. — шизофрения — 5 чел., F21. — шизотипическое расстройство — 2 чел., F25. — шизоаффективное расстройство — 3 чел.

3) Дозировка нейролептиков (в хлорпромазиновом эквиваленте) в группах пациентов: медиана = 300 ед., 1-й квартиль — 190, 3-й — 600 ед. Дозировка в группах 0 и 1 не различалась (точный критерий Манна-Уитни, $M-WU = 32.5$; Wilcoxon $W = 53.5$; $Z = -.05$; $p = .981$).

борки составили группы 2–6, а участники с расстройствами шизофренического спектра – группы 0 и 1. Таким образом, для всей выборки 7 групп сравнения представляют 5 кластеров. Итоговое распределение участников исследования по группам сравнения показано в табл. 1.

Процедура исследования. Для всех участников исследования решение задач ХШК предшествовало игре ХО. Формирование компетенции в игре ХО проводилось для диад игроков, все остальные методики выполнялись индивидуально, в квазислучайном порядке.

Методики. ХШК. Была использована модификация методики Я.А. Пономарева “Игра в классики” [23–25]. Всем участникам исследования предъявляли полный набор логически возможных задач. Инструкция предлагает переместить фигуру на поле размером 3×3 (рис. 2 А) ходом шахматного коня, от начальной клетки к целевой, указанных в инструкции, кратчайшим путем, называя координаты промежуточных клеток, без визуальной предъявленной схемы поля и не используя движения рук. После ознакомления со схемой поля и выучивания координат схему убирали, и участники исследования без опоры на внешние средства решали 5 серий задач нарастающей сложности: 16 задач, требующих для решения 2 ходов, 16 задач – 3 ходов, 8 задач – 4 ходов, 6 задач с запретом использования одной, а затем двух клеток поля. После выполнения всех серий (48 задач) проводили интервью. Ввели видеопротокол всего хода решения задач и интервью.

Инструкция (вербальная и визуальная) *эксплицирует* условия, необходимые для решения задачи: поле из 9 клеток (3×3), буквы и цифры как обозначения строк и столбцов, заштрихованная центральная клетка с запретом ее использования и названия (рис. 2 А). Задача формулируется как перемещение фигуры с начальной на целевую клетку ходом коня (“буквой Г”). Специально вводится требование решить задачу кратчайшим путем. *ИмPLICITНЫМИ* (хотя потенциально открытыми при визуальном предъявлении) остаются следующие составляющие инструкции: 1) траектория “буква Г” имеет ориентацию (от начальной клетки к конечной); 2) “буква Г” – обозначение группы симметрии, содержащей 4 элемента, учитывая ориентацию (рис. 2 Б, ср. 1, 2 и 3, 4) и зеркальные отражения (рис. 2 Б, ср. 1, 3 и 2, 4), но не ортогональные вращения и параллельные переносы; 3) предлагаемое инструкцией “перепрыгивание” с начальной клетки на конечную описывается не буквой Г, а диагональю прямоугольника 3×2 , группой симметрии из 2 элементов, без учета ортогональных вращений и параллельных переносов (такое представление хода коня обозначено Пономаревым как

“перекладина” [23]) – см. рис. 2 В. Инструкция имPLICITНО вводит такие составляющие поля, как “углы”, “верх”, “низ”, “право”, “лево” и “центр” (“запретная” клетка), прямо не указывает на кольцо, которое образуют эффективные клетки поля, на существование альтернативных направлений перемещения по полю (причем траектории перемещения по разным направлениям имеют разную длину для некоторых задач). В инструкции также содержится важное имPLICITНОЕ условие решения задач: преодоление несоизмеримости геометрии “хода коня” и замкнутого кольца периферии поля, которым визуальнО ограничены перемещения. Условия, эксплицированные в инструкции, непротиворечивы, внутренне согласованны, но недостаточны для успешного решения задач. Перечисленные имPLICITНЫЕ условия содержат несколько групп положений, которые затруднительно (или невозможно) совместить при конкретном решении задач. Решение задач представляется невозможным без учета любой из этих групп условий (с рефлексией или без рефлексии).

Неоднозначность правил представления и решения задачи, большое количество степеней свободы в применении правил, необходимость абстрагировать положения правил, наиболее важные с позиции участника исследования, позволяют предположить, что способ решения задачи и избирательное использование свойств поля являются результатом манипуляции этими абстракциями и основой, определяющей один из пяти вариантов семантики [19], т.е. содержательного соотношения условий предъявления задачи и возможных способов ее решения. Это соотношение может быть реконструировано как формальное пространство задачи.

Для обработки данных использовали *a priori* определенные варианты решения задач ХШК [19; 23]: перемещения фигуры в терминах Пономарева “по шаблону буквы Г” (рис. 2 Б), по диагонали прямоугольника 2×3 (по Пономареву – “перекладина”, рис. 2 В) и, наконец, по виртуальной траектории, соединяющей клетки поля, соответствующие перемещению фигуры к любой целевой клетке, имPLICITНО заданному правилами (рис. 2 Г-2). Эта траектория однозначно соответствует циклическому порядку клеток на игровом поле (рис. 2 Г-1), причем зацепление двух траекторий обладает топологическим свойством непланарности, уложить такое зацепление на плоскости без недопустимых правилами пересечений невозможно [27]. Граф, представляющий зацепление этих траекторий (рис. 2 Г-3), содержит непланарный подграф $K_{3,3}$ и, согласно теореме Понтрягина–Куратовского, непланарен [27, с. 126]; он может быть уложен на поверхности тора, является торическим графом [27, с. 142] (рис. 2 Г-4). Решение, описан-

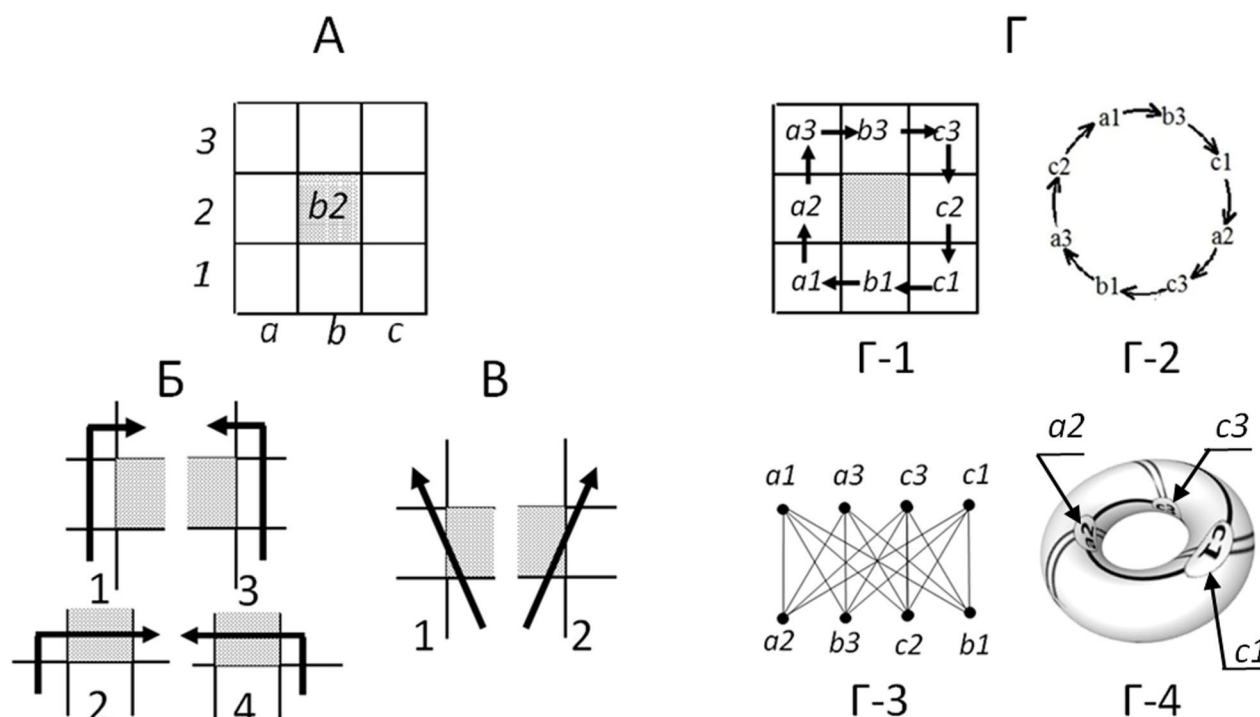


Рис. 2. Варианты решения задач методики “Ход шахматного коня”

Примечание: А — схема игрового поля; заштрихованная клетка $b2$ исключается из решения задач. В — симметрии переноса фигуры “Буква Г” (в терминах Пономарева — “шаблоны”): 1, 2 и 3, 4 — различные ориентации переноса; 1, 3 и 2, 4 — зеркальные отражения. В — симметрии переноса фигуры по диагонали прямоугольника 3×2 (в терминах Пономарева — “перекладина”). Ортогональные, параллельные переносы и вращения на В и В не показаны.

Г — универсальная стратегия решения задач. Г-1 — маршрут обхода периферии поля. Г-2 — маршрут универсальной стратегии решения задач. Г-3 — граф $K_{4,4}$, суммирующий маршруты обхода поля (Г-1) и универсальной стратегии решения задач (Г-2). Этот граф соотносит структуру поля (Г-1) и маршрут универсальной стратегии решения (Г-2), он содержит несколько подграфов $K_{3,3}$ (см. рис. 3). Граф $K_{4,4}$ (Г-3) непланарен. Он может быть уложен на поверхность тора (Г-4), образуя торическое зацепление узла (3, 1), представляющего маршрут обхода периферии поля (см. Г-1), который трижды обвивает тор в меридиональном направлении и 1 раз — в экваториальном (двойная линия), и узла (1, 3), представляющего маршрут универсальной стратегии решений (см. Г-2), который 1 раз обвивает тор в меридиональном направлении и 3 раза — в экваториальном (одинарная линия). На Г-1, Г-2 и Г-4 показаны маршруты только одного из двух направлений.

ное торическим графом (рис. 2 Г-4), является универсальным (для всех задач ХШК) и точно соотносится с геометрией игрового поля.

По видеопотоколу в высказываниях участников исследования и в интервью выделяли признаки реализации одного из пяти вариантов семантики решения задач [19]. В переменных фиксировали для каждой серии количество правильно решенных задач, ошибки выбора координат, направления перемещения фигуры, решения с первой или последующих попыток, наличие повторных ошибок, выбор клетки $b2$, количество нерешенных задач, спонтанных повторений условий задачи и целевой клетки, переспрашивания условий задачи, потери координат и полной утраты задачи, необходимость помощи экспериментатора; всего 282 переменные. Время решения каждой задачи определяли по видеопотоколу с точностью до 1 с; вычисляли медианы и моменты рассеяния времени решения в каждой серии.

После решения задач и интервью участники исследования заполняли анкету “Рефлексия ХШК”, предназначенную для оценки рефлексии особенностей решения стратегических задач по шкалам “Конструирование решений”, “Предвидение изменения ситуации” и “Целеобразование” (по 12 пунктов для каждой шкалы).

Методика формирования компетенции в игре ХО. Использовали стратегическую игру двух партнеров в “Крестики-нолики на поле 15×15 ” [1]. Участникам исследования предъявляли стандартную инструкцию: “Вы по очереди ставите знаки на игровом поле, выигрывает тот, кто построит первым непрерывную цепочку из пяти знаков в любом направлении: по вертикали, горизонтали или по диагонали”. Инструктирование сопровождали демонстрацией игрового поля. Каждый игрок должен был совершить не менее 300 ходов игры (от 11 до 47 игр, от 5 до 56 актов игры в каждой) [1]. После завершения игр участники исследования заполняли

ли анкету “Рефлексия ХО”, шкалы которой аналогичны анкете “Рефлексия ХШК”, но с текстуально иными пунктами.

Протокол игры как последовательность ходов в координатах игрового поля преобразовывали в формальное количественное описание ПС по специально разработанным алгоритмам [1]. ПС в игре описывали в терминах протокомпонентов и компонентов, которые порождаются в процессах Д-I и Д-II, а также групп компонентов, которые формируются в процессах Д-III за счет образования отношений между компонентами (см. рис. 1) [2]. Рассчитывали количество различных составляющих ПС, сформированных на протяжении контролируемого интервала (256 ходов): протокомпонентов, компонентов ПС, отношений *EQV*, *AND*, *XOR* и *IOR*, отношений, образующих петли, отношений следования, отношений строгого порядка [2], стратегий – линейных, циклических (с повторами компонентов) и допускающих замены компонентов в пределах групп, связанных отношениями *AND* [1] (см. также подпись к рис. 1).

Анализ топологии сети, образующей ПС, и ее подмножеств, связанных отношениями различного типа. Для выявления непланарных фрагментов сетей, отображающих связи компонентов отношениями различного типа, в матрицах смежности по специальным алгоритмам определяли включения графов $K_{3,3}$ и K_5 , что, согласно теореме Понтрягина–Куратовского [27, с. 126], является формальным признаком непланарности сети (рис. 3). В переменных фиксировали количество таких фрагментов, количество связывающих их отношений (“объем связей”), объем максимальной группы в ПС конкретного участника исследования, суммарный объем непланарных участков сети для подмножеств ПС, образованных отношениями *AND*, *XOR*, *IOR*, следования.

Для оценки **безмасштабности/масштабированности сети и фрактальных свойств** у сетевой организации ПС вычисляли тангенс угла наклона линии, аппроксимирующей распределение степеней вершин сети (суммы количества входящих в вершину и исходящих дуг) в *Log/Log* координатах (регрессионный анализ) [31], и оценивали линейность этой аппроксимации (через соотношение величин линейного коэффициента *R* и корреляционного отношения η) и/или непараметрического критерия “*Linear-by-Linear Association*” (*SPSS Statistics* 17.0). При построении распределений применяли “логарифмическое бинирование” [13, 38]. Применение одного и того же приема для оценки безмасштабности и фрактальности обосновывается тем, что эти свойства являются проявлениями самоподобия организации сети [41]. Для определения фрактальной размерности (*d* Хаусдорфа) графически оценивали

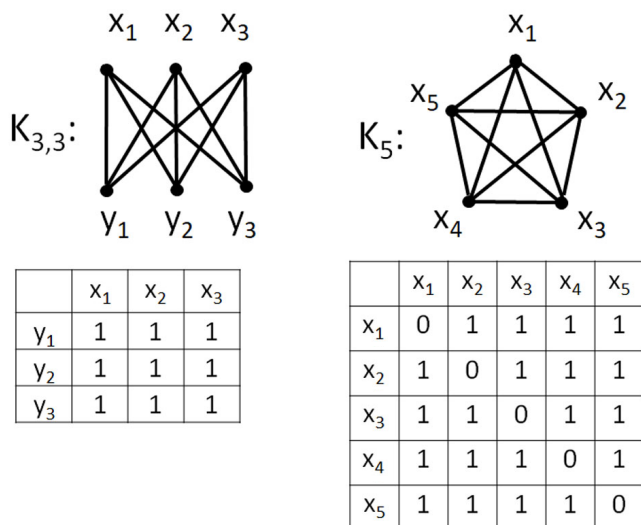


Рис. 3. Непланарные графы $K_{3,3}$ и K_5 в графической и матричной форме

Примечание: Графы $K_{3,3}$ и K_5 обладают свойством непланарности: их невозможно уложить на плоскости без самопересечений, но для непланарных графов существует укладка на поверхности тора. Эти графы играют ключевую роль в диагностике непланарности. Согласно теореме Понтрягина–Куратовского, “Граф планарен тогда и только тогда, когда он не содержит подграфа, гомеоморфного $K_{3,3}$ или K_5 ” [27, с. 133]. Если в матрице какого-либо графа обнаружена матрица смежности $K_{3,3}$ или K_5 , то этот граф непланарен.

предел, к которому стремится отношение, полученное с помощью “алгоритма покрытий”,

$$d = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\ln N(\varepsilon)}{\ln(1/\varepsilon)},$$

где ε – количество частей, на которое разделена выборка вершин, а $N(\varepsilon)$ – суммы степеней вершин, покрытое частями разбиения ε [33].

Тест “Пространственная ориентация” [34]. Участникам исследования предъявляли бланки с изображением семи объектов, взаимное расположение которых в 12 последовательных заданиях не изменяется. Каждое из 12 заданий предписывает участнику исследования занять положение около конкретного объекта (О-1) лицом к другому объекту (О-2); на бланке требуется указать стрелкой направление на третий объект (О-3). Задача состоит в определении взаимного расположения на плоскости трех объектов и собственного положения относительно них. На выполнение 12 заданий отводится 5 минут. Качество выполнения теста оценивали величиной ошибки направления (в угловых градусах), рассчитывали значения медианы, 1-го и 3-го квартилей ошибки.

Тест “Ментальные вращения” [40]. Участникам исследования предъявляли две серии по 10 заданий, в каждом из которых следует определить, ка-

кие два из четырех изображений трехмерных фигур являются идентичными целевой фигуре, но иначе ориентированными в пространстве. На выполнение каждой серии из 10 заданий отведено 3 мин. Оценивали количество правильно решенных заданий (1-й вариант оценки) или правильно определенных фигур (2-й вариант оценки). Участникам исследования с расстройствами шизофренического спектра не предлагали выполнять эти задания в связи с их повышенной утомляемостью.

Опросник “Диагностика мотивационной структуры личности” [20]. Участники исследования заполняли бланки опросника (8 вариантов ответов на каждый из 14 предъявляемых утверждений). Согласно методическим указаниям рассчитывали значения семи основных шкал (“Жизнеобеспечение”, “Комфорт”, “Социальный статус”, “Общение”, “Общая активность”, “Творческая активность”, “Социальная полезность”) и четырех дополнительных (направленность на переживания стенического или астенического типа, стенический или астенический тип переживаний в ситуации фрустрации). По соотношению значений шкал определяли доминирование уровня развивающих мотивов или мотивов поддержания, доминирование стеничности или астеничности в эмоциональных предпочтениях и в ситуации фрустрации.

Опросник “Стиль саморегуляции поведения” [21]. Для различных групп участников исследования сопоставляли профили саморегуляции по шкалам “Планирование”, “Моделирование”, “Программирование”, “Оценка результатов”, “Гибкость”, “Самостоятельность”, “Общий уровень саморегуляции”.

Данные обрабатывали с помощью пакета *SPSS Statistics 17.0*. Применяли:

- процедуру **“Two Step Cluster”**, мера расстояний — *log-likelihood*, критерий кластеризации — *Schwarz’s Bayesian Criterion*, количество кластеров устанавливалось автоматически.

- канонический **дискриминантный анализ**, использовали критерии *Wilks’ Lambda*, χ^2 , критерий толерантности для набора переменных составлял не менее 0.05, контролировали значение *Vox’s*-критерия; независимые переменные вводили по схеме “все сразу” или “пошагово” (“*stepwise*”).

- каноническую **линейную регрессию** (с контролем коллинеарности векторов) и **нелинейный регрессионный анализ** для определения аппроксимирующих уравнений.

- расчет **кросскорреляционных функций** для оценки фазового соответствия процессов и их согласованности.

- **непараметрические процедуры**: критерий Колмогорова-Смирнова (для оценки нормальности распределений), коэффициент корреляции Спир-

мена *Rs*, критерий Вилкоксона (для сравнения распределений пар переменных) или Манна-Уитни (для сравнения распределения переменной в двух группах), критерий Джонкхира-Терпстры (для выявления тренда значений в ряду выделенных групп).

Гипотезу H_0 отвергали при значениях $p \leq .05$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сформулировано представление об аутореплицирующейся ПС, которая формируется эволюционно на основе генетических предпосылок и представляет собой ненаследуемое биологически новообразование, которое фиксирует информационные модели взаимодействия в определенных ИПО и является универсальной протоформой для образования новых ПС. Охарактеризованы и операционализированы для данного исследования основные атрибуты аутореплицирующейся ПС как сложной неоднородной семантической сети. Теоретическая гипотеза исследования предполагает, что (1) траектории формирования ПС в различных ИПО оказываются сходными; (2) сложность организации протоформы накладывает ограничения на разнообразие возможных траекторий дифференциации формирующихся ПС. Предполагалось сравнение траекторий формирования ПС в двух ИПО, которые требуют построения стратегий, т.е. одновременное манипулирование альтернативными вариантами решения задач — при решении полного набора задач методики “Ход шахматного коня” и в игре двух партнеров “Крестики-нолики на поле 15×15” у участников исследования из популяционной выборки и пациентов с расстройствами шизофренического спектра. Построенный план исследования включает также сопоставление индивидуально-психологических характеристик для групп участников исследования, ПС которых проходят различные траектории дифференциации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров И.О. Формирование структуры индивидуального знания. М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, 2006.
2. Александров И.О., Максимова Н.Е. Процесс дифференциации: содержание концепта и возможности операционализации в психологических исследованиях / Дифференционно-интеграционная теория развития. Кн. 2. М.: Языки славянской культуры, 2014. С. 87–138.
3. Александров И.О., Максимова Н.Е. Эволюционная эпистемология Я.А. Пономарева // Психологический журнал. 2015. Т. 36. № 6. С. 12–23.
4. Александров И.О., Максимова Н.Е. Значение принципа взаимодействия/развития для исследования

- коммуникации // Образование и развитие личности в современном коммуникативном пространстве: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / Под общей редакцией И.М. Кыштымовой. Иркутск: Аспринт, 2016. С. 8–16.
5. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем // Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина, 1975. С. 17–62.
 6. Воейкова М.Д. Становление имени: Ранние этапы усвоения детьми именной морфологии русского языка. М.: “Фонд Развития фундаментальных лингвистических исследований”, 2015.
 7. Воронцов Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии. М.: Изд. отдел УНЦ ДО МГУ, Прогресс-Традиция, АБФ, 1999.
 8. Галкина Т.В. Исследование центрального звена психологического механизма поведения // Психология творчества: школа Я.А. Пономарева / Под ред. Д.В. Ушакова. М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, 2006. С. 531–548.
 9. Галкина Т.В. Самооценка как процесс решения задач: системный подход. М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, 2011.
 10. Дружинин В.Н. Психология общих способностей. СПб.: Питер, 2007.
 11. Иванников В.А. Психологические механизмы волевой регуляции. СПб.: Питер, 2006.
 12. Критская В.П., Мелешко Т.К. Патопсихология шизофрении. М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, 2015.
 13. Крылов А.К. Фрактальный анализ активности нейронов и поведения модели / Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 2011. Т. 19. № 6. С. 109–116.
 14. Кунин Е.В. Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции. М.: ЗАО Издательство Центрполиграф, 2014.
 15. Луман Н. Эволюция. М.: Логос, 2005.
 16. Максимова Н.Е., Александров И.О. Компоненты психологического взаимодействия и возможность их операционализации // Человек, субъект, личность в современной психологии / Отв. ред. А.Л. Журавлев, Е.А. Сергиенко. Материалы конференции. Т. 3. М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, 2013. С. 161–164.
 17. Максимова Н.Е., Александров И.О. Возможная траектория эволюционного развития психологии. Ч. II: Организация предметной области психологии // Психологический журнал. 2016. Т. 37. № 2. С. 5–18.
 18. Максимова Н.Е., Александров И.О., Заварнова Ю.А. К обоснованию конструкта “оперирование абстракциями” // Шестая Международная конференция по когнитивной науке, Калининград, 23–27 июня 2014 г. Калининград, 2014. С. 115–117.
 19. Максимова Н.Е., Александров И.О., Заварнова Ю.А., Свиридов В.С. Формальное описание семантики решения задач методики “Ход шахматного коня” // Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях NDKI-2017. Труды V Всероссийской конференции. Нижний Новгород. ИПФ РАН. 2017. С. 135–138.
 20. Мильман В.Э. Мотивация творчества и роста: структура. Диагностика. Развитие. М.: Миря и К°, 2005.
 21. Моросанова В.И. Опросник “Стиль саморегуляции поведения” (ССПМ): Руководство. М.: Когито-Центр, 2004.
 22. Осипов Г.С. Приобретение знаний интеллектуальными системами. М.: Наука, 1997.
 23. Пономарев Я.А. Знания, мышление и умственное развитие. М.: Просвещение, 1967.
 24. Пономарев Я.А. Психология творчества. М.: Наука, 1976.
 25. Пономарев Я.А. Перспективы психологии творчества // Психология творчества: школа Я.А. Пономарева / Под ред. Д.В. Ушакова. М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, 2006. С. 145–276.
 26. Пономарев Я.А., Пастернак Н.А. Влияние способности действовать “в уме” на данные психологического тестирования // Психологический журнал. 1995. Т. 16. № 6. С. 43–54.
 27. Харари Ф. Теория графов. М.: Мир, 1973.
 28. Швырков В.Б. Системно-эволюционный подход к изучению мозга, психики, сознания // Психологический журнал. 1988. Т. 9. № 1. С. 132–148.
 29. Alexandrov Yu.I., Grechenko T.N., Gavrilov V.V., Gorkin A.G., Shevchenko D.G., Grinchenko Yu.V., Aleksandrov I.O., Maksimova N.E., Bezdenzhnykh B.N., Bodunov M.V. Formation and realization of individual experience // Neurosci. and Behav. Physiol. 1997. V. 27. № 4. P. 441–454.
 30. Balu D.T., Lucki I. Adult hippocampal neurogenesis: regulation, functional implications, and contribution to disease pathology // Neurosci. Biobehav. Rev. 2009. V. 33(3). P. 232–252.
 31. Barabasi A.-L. The architecture of Complexity // IEEE Contr. Syst. 2007. 27: 4. P. 33–42.
 32. Godfrey-Smith P. The replicator in retrospect // Biology and Philosophy. 2000. V. 15. P. 403–423.
 33. Grebogi C., Ott E., Yorke J.A. Chaos, Strange Attractors, and Fractal Basin Boundaries in Nonlinear Dynamics // Science. New Series. 1987. Vol. 238. No. 4827. P. 632–638.
 34. Hegarty M., Kozhevnikov M., Waller D. Perspective Taking / Spatial Orientation Test. University of California, Santa Barbara. 2008.
 35. Hill S.K., Harris M.S., Herbener E.S., Pavuluri M., Sweeney J.A. Neurocognitive allied phenotypes for schizophrenia and bipolar disorder // Schizophrenia Bulletin. 2008. V. 34. № 4. P. 743–759.

36. *McNamara A.* Can we measure memes? // *Frontiers in Evolutionary Neuroscience*. 2011. V. 3. P. 1–7.
37. *Maturana U. Varela F.* Autopoiesis and cognition // *Boston studies in the philosophy of science*. V. 42. Dordrecht, Boston: Reidel Publishing Company. 1980.
38. *Newman M.E.J.* Power laws, Pareto distributions and Zipf's law // *Contemporary physics*. 2005. 46 (5). P. 323–351.
39. *O'Brien M., Lyman R.L., Mesoudi A., VanPool T.L.* Cultural traits as units of analysis // *Phil. Trans. R. Soc. B*. 2010. V. 365. P. 3797–3806.
40. *Peters M., Laeng B., Latham K., Jackson M., Zaiynova R., Richardson.* A Redrawn Vandenberg and Kuse mental rotations test: different versions and factors that affect performance // *Brain and cognition*. 1995. V. 28. P. 39–58.
41. *Rozenfeld H.D., Gallos L.K., Song C., Makse H.A.* Fractal and transfractal scale-free networks // *Meyers R. (Ed.) Encyclopedia of complexity and systems science*. Springer. New York: 2009. P. 3924–3943.
42. *Schoenfeld T.J. Cameron H.A.* Adult neurogenesis and mental illness // *Neuropsychopharmacology*. 2015. V. 40 (1). P. 113–128.

DIFFERENTIATION AND ORGANIZATION OF PSYCHOLOGICAL STRUCTURES IN SUBJECTS ACQUIRING COMPETENCE IN NEW SUBJECT FIELDS. PART I. PROPERTIES OF SELF-REPLICATING STRUCTURES AND THEIR OPERATIONALIZATION¹

N.E. Maksimova^{1,*}, I.O. Aleksandrov^{1,**},
Yu.A. Zavarnova^{2,***}, V.S. Sviridov^{3,****}, D.S. Turubar^{4,*****}

¹ *Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, 129366, Moscow, Yaroslavskaya st., 13, Russia.*

² *State Academic University of Humanities, 119049, Moscow, Maronovskiy lane, 26, Russia.*

³ *Moscow Research Institute of Psychiatry, 107076, Moscow, Poteshnaya St 3, Building 10, Russia.*

⁴ *Dmitry Rogachev National Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, 117198, Moscow, Samory Mashela st., 1, Russia.*

* *PhD (psychology), senior research scientist, Laboratory of Psychophysiology named after V.B. Shvyrkov;
E-mail: almax2000@inbox.ru*

** *Sc.D. (psychology), leading research scientist, Laboratory of Psychophysiology named after V.B. Shvyrkov;
*** post-graduate student;*

**** *Clinical psychologist, Department of Outpatient Psychiatry and Organization of Psychiatric Care;
***** Leading specialist.*

Received 16.04.2018

Abstract. The study is focused on the problem of existence of prototype form (replicator) for development of new psychological structures relevant to subject fields newly acquiring by individual. There were proposed theoretical bases for hypothesis concerning the principle of self-replication of psychological structures. Self-replicating psychological structure serves as a prototype in generation of newly formed psychological structures. The structure-replicator develops intravitaly as a neoforming product of interaction between individual and defined institutionalized subject fields, its organization corresponds to genetic prerequisites and is not inheritable biologically. The study was intended to compare organizations of psychological structures passed diverse trajectories of differentiation in course of acquiring of competence related two different subject fields in terms of heterogeneous semantic network with planar/non-planar, scale-free/scaled, fractal/non-fractal topology, and to correlate formal characteristics of the psychological structures with individual-psychological properties. Participants of the study were 158 Ss: 118 — from population sample, 40 Ss were outpatients with schizophrenia spectrum disorders. Ss acquired competence in two subject fields: “Chess Knight Move” (problem solving of 48 tasks) and strategic game of two partners “Tic-Tac-Toe on the board of 15×15”. Ss fulfilled “Spatial Orientation Test” and “Mental Rotation Test”, they also were asked to fill questionnaires “Motivational Structure of Personality” and “Self-Regulation Style”.

Keywords: psychological structure, subject field, population sample, schizophrenia spectrum disorders, individual-psychological properties, heterogeneous semantic network, self-similarity, non-planar graphs, auto-replication, differentiation.

¹ The study was supported by the Russian Science Foudation grant # 14-28-00229, Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences.

REFERENCES

1. *Aleksandrov I.O.* Formirovanie struktury individual'nogo znaniya. Moscow: Izd-vo "Institut psihologii RAN", 2006. (In Russian)
2. *Aleksandrov I.O., Maksimova N.E.* Protseess differentsiatsii: sodержanie kontsepta i vozmozhnosti operatsionalizatsii v psihologicheskikh issledovaniyakh / Differentsionno-integratsionnaya teoriya razvitiya. Kn. 2. Moscow: Yazyki slavyanskoy kul'tury, 2014. P. 87–138. (In Russian)
3. *Aleksandrov I.O., Maksimova N.E.* Ehvolutsionnaya ehpiistemologiya YA.A. Ponomareva // *Psikhologicheskii zhurnal*. 2015. V. 36. № 6. P. 12–23. (In Russian)
4. *Aleksandrov I.O., Maksimova N.E.* Znachenie printsipa vzaimodejstviya/razvitiya dlya issledovaniya kommunikatsii // *Obrazovanie i razvitie lichnosti v sovremennom kommunikativnom prostranstve: Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* / Ed. I.M. Kyshtymova. Irkutsk: Asprint, 2016. P. 8–16. (In Russian)
5. *Anohin P.K.* Printsipial'nye voprosy obshchej teorii funktsional'nykh sistem // *Ocherki po fiziologii funktsional'nykh sistem*. Moscow: Meditsina, 1975. P. 17–62. (In Russian)
6. *Vojkova M.D.* Stanovlenie imeni: Rannie ehtapy usvoeniya det'mi imennoj morfologii russkogo yazyka. Moscow: "Fond Razvitiya fundamental'nykh lingvisticheskikh issledovaniy", 2015. (In Russian)
7. *Vorontsov N.N.* Razvitie ehvolutsionnykh idej v biologii. Moscow: Izd. otel UNTS DO MGU, Progress-Traditsiya, ABF, 1999. (In Russian)
8. *Galkina T.V.* Issledovanie tsentral'nogo zvena psihologicheskogo mekhanizma povedeniya // *Psihologiya tvorchestva: shkola YA.A. Ponomareva* / Ed. D.V. Ushakov. Moscow: Izd-vo "Institut psihologii RAN", 2006. P. 531–548. (In Russian)
9. *Galkina T.V.* Samoootsenka kak protseess resheniya zadach: sistemnyj podhod. Moscow: Izd-vo "Institut psihologii RAN", 2011. (In Russian)
10. *Druzhinin V.N.* Psihologiya obshchih sposobnostej. St. Petersburg: Piter, 2007. (In Russian)
11. *Ivannikov V.A.* Psihologicheskie mekhanizmy volevoj regulyatsii. St. Petersburg: Piter, 2006. (In Russian)
12. *Kritskaya V.P., Meleshko T.K.* Patopsihologiya shizofrenii. Moscow: Izd-vo "Institut psihologii RAN", 2015. (In Russian)
13. *Krylov A.K.* Fraktal'nyj analiz aktivnosti nejronov i povedeniya modeli // *Izvestiya vysshix uchebnykh zavedenij. Prikladnaya nelinejnaya dinamika*. 2011. V. 19. № 6. P. 109–116. (In Russian)
14. *Kunin E.V.* Logika sluchaya. O prirode i proiskhozhdenii biologicheskoy ehvolutsii. Moscow: ZAO Izdatel'stvo TSentrpoligraf, 2014. (In Russian)
15. *Luman N.* Ehvolutsiya. Moscow: Logos, 2005. (In Russian)
16. *Maksimova N.E., Aleksandrov I.O.* Komponenty psihologicheskogo vzaimodejstviya i vozmozhnost' ih operatsionalizatsii // *CHelovek, sub»ekt, lichnost' v sovremennoj psihologii* / Eds. A.L. ZHuravlev, E.A. Sergienko. Materialy konferentsii. V. 3. Moscow: Izd-vo "Institut psihologii RAN", 2013. P. 161–164. (In Russian)
17. *Maksimova N.E., Aleksandrov I.O.* Vozmozhnaya traektoriya ehvolutsionnogo razvitiya psihologii. Ch. II: Organizatsiya predmetnoj oblasti psihologii // *Psikhologicheskii zhurnal*. 2016. V. 37. № 2. P. 5–18. (In Russian)
18. *Maksimova N.E., Aleksandrov I.O., Zavarnova Yu.A.* K obosnovaniyu konstrukta "operirovanie abstraktsiyami" // *SHestaya Mezhdunarodnaya konferentsiya po kognitivnoj nauke*, Kaliningrad, 23–27 iyunya 2014 g. Kaliningrad, 2014. P. 115–117. (In Russian)
19. *Maksimova N.E., Aleksandrov I.O., Zavarnova YU.A., Sviridov V.S.* Formal'noe opisanie semantiki resheniya zadach metodiki "Hod shahmatnogo konya" // *Nelinejnaya dinamika v kognitivnykh issledovaniyakh NDKI-2017. Trudy V Vserossijskoj konferentsii. Nizhnij Novgorod. IPF RAN*. 2017. P. 135–138. (In Russian)
20. *Mil'man V.E.H.* Motivatsiya tvorchestva i rosta: struktura. Diagnostika. Razvitie. Moscow: Mireya i Ko, 2005. (In Russian)
21. *Morosanova V.I.* Oprosnik "Stil' samoregulyatsii povedeniya" (SSPM): Rukovodstvo. Moscow: Kogito-TSentr, 2004. (In Russian)
22. *Osipov G.S.* Priobretenie znanij intellektual'nymi sistemami. Moscow: Nauka, 1997. (In Russian)
23. *Ponomarev Ya.A.* Znaniya, myshlenie i umstvennoe razvitie. Moscow: Prosveshchenie, 1967. (In Russian)
24. *Ponomarev Ya.A.* Psihologiya tvorchestva. Moscow: Nauka, 1976. (In Russian)
25. *Ponomarev Ya.A.* Perspektivy psihologii tvorchestva // *Psihologiya tvorchestva: shkola YA.A. Ponomareva* / Ed. D.V. Ushakov. Moscow: Izd-vo "Institut psihologii RAN", 2006. S. 145–276. (In Russian)
26. *Ponomarev Ya.A., Pasternak N.A.* Vliyanie sposobnosti dejstvovat' "v ume" na dannye psihologicheskogo testirovaniya // *Psikhologicheskii zhurnal*. 1995. V. 16. № 6. P. 43–54. (In Russian)
27. *Harari F.* Teoriya grafov. Moscow: Mir, 1973. (In Russian)
28. *Shvyrkov V.B.* Sistemno-ehvolutsionnyj podhod k izucheniyu mozga, psihiki, soznaniya // *Psikhologicheskii zhurnal*. 1988. V. 9. № 1. P. 132–148. (In Russian)
29. *Alexandrov Yu.I., Grechenko T.N., Gavrilov V.V., Gorkin A.G., Shevchenko D.G., Grinchenko Yu.V., Aleksandrov I.O., Maksimova N.E., Bezdenezhnykh B.N., Bodunov M.V.* Formation and realization of individual experience // *Neurosci. and Behav. Physiol*. 1997. V. 27. № 4. P. 441–454.
30. *Balu D.T., Lucki I.* Adult hippocampal neurogenesis: regulation, functional implications, and contribution to disease pathology // *Neurosci. Biobehav. Rev*. 2009. V. 33(3). P. 232–252.
31. *Barabasi A.-L.* The architecture of Complexity // *IEEE Contr. Syst*. 2007. 27: 4. P. 33–42.

32. *Godfrey-Smith P.* The replicator in retrospect // *Biology and Philosophy*. 2000. V. 15. P. 403–423.
33. *Grebogi C., Ott E., Yorke J.A.* Chaos, Strange Attractors, and Fractal Basin Boundaries in Nonlinear Dynamics // *Science. New Series*. 1987. Vol. 238. No. 4827. P. 632–638.
34. *Hegarty M., Kozhevnikov M., Waller D.* Perspective Taking / Spatial Orientation Test. University of California, Santa Barbara. 2008.
35. *Hill S.K., Harris M.S., Herbener E.S., Pavuluri M., Sweeney J.A.* Neurocognitive allied phenotypes for schizophrenia and bipolar disorder // *Schizophrenia Bulletin*. 2008. V. 34. № 4. P. 743–759.
36. *McNamara A.* Can we measure memes? // *Frontiers in Evolutionary Neuroscience*. 2011. V. 3. P. 1–7.
37. *Maturana U. Varela F.* Autopoiesis and cognition // *Boston studies in the philosophy of science*. V. 42. Dordrecht, Boston: Reidel Publishing Company. 1980.
38. *Newman M.E.J.* Power laws, Pareto distributions and Zipf's law // *Contemporary physics*. 2005. 46 (5). P. 323–351.
39. *O'Brien M., Lyman R.L., Mesoudi A., VanPool T.L.* Cultural traits as units of analysis // *Phil. Trans. R. Soc. B*. 2010. V. 365. P. 3797–3806.
40. *Peters M., Laeng B., Latham K., Jackson M., Zaiynova R., Richardson.* A Redrawn Vandenberg and Kuse mental rotations test: different versions and factors that affect performance // *Brain and cognition*. 1995. V. 28. P. 39–58.
41. *Rozenfeld H.D., Gallos L.K., Song C., Makse H.A.* Fractal and transfractal scale-free networks // *Meyers R. (Ed.) Encyclopedia of complexity and systems science*. Springer. New York: 2009. P. 3924–3943.
42. *Schoenfeld T.J. Cameron H.A.* Adult neurogenesis and mental illness // *Neuropsychopharmacology*. 2015. V. 40(1). P. 113–128.