

ОБЗОРНО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья
<https://doi.org/10.11621/LPJ-23-32>

УДК 159.9.015.7, 159.9.016.6

Нейропсихологические и нейробиологические основы восстановления высших корковых функций. Модулярная теория VS теория системной и динамической локализации функций

К.М. Шипкова^{✉1,2}, В.Г. Булыгина¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского Минздрава России, Москва, Российская Федерация

² Московский институт психоанализа, Москва, Российская Федерация

✉ karina.shipkova@gmail.com

Резюме

Актуальность. Нейропсихология и нейробиология решают ряд общих вопросов, касающихся взаимоотношения мозга и психики, принципов структурной и функциональной организации мозга, мозговых основ психических процессов, закономерностей нарушения и восстановления сложных поведенческих систем. Нейробиологические основы восстановления функций позволяют объяснить закономерности нейропластичности. Нейропсихологические основы дают возможность построения адекватной программы нейропсихологической реабилитации, учитывающей не только психологические, но и биологические закономерности. Для этого необходима интеграция позиций нейробиологии и нейропсихологии в этой области.

Цель. Анализ сильных и слабых сторон модулярной теории и теории системной и динамической локализации функций в решении вопроса структурной и функциональной организации мозга и отражение их представлений в подходах к нейропсихологической реабилитации.

Методы. Компаративный анализ, метод обобщения.

Результаты. Модулярная теория и теория системной и динамической локализации функций имеют ряд общих ключевых положений. 1. Принцип системной (распределенной) организации высших корковых функций. 2. Горизонтально-вертикальная мозговая структура корковой функции. 3. Корковая функция является констелляцией факторов/модулей. 4. Функциональная единица (фактор/модуль) является структурным элементом разных мозговых систем. 5. Повреждение функциональной единицы приводит к избирательному нарушению группы когнитивных процессов. Тео-

ри расходятся в понимании функциональной единицы работы мозга, что ведет к разному пониманию типологии путей восстановления функций. Рассмотрен вопрос о роли подкорковых структур в обеспечении поведенческих автоматизмов. Показано значение сохранности проводящих путей в определении реабилитационного прогноза.

Выводы. Выявлена ограниченность понятия фактор в объяснении вариативности и диссоциативной картины нейропсихологического симптома. Требуется уточнение содержания понятия фактора и его структурных элементов. Развитие отдельных положений теории системной и динамической локализации функций позволит глубже отразить закономерности нейропластичности в методологии нейропсихологической реабилитации.

Ключевые слова: теория системной и динамической локализации функций, модулярная теория, нейропластичность, реабилитация, фактор, высшие корковые функции.

Для цитирования: Шипкова К.М., Булыгина В.Г. Нейропсихологические и нейробиологические основы восстановления высших корковых функций. Модулярная теория VS теория системной и динамической локализации функций // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2023. Т. 46, № 3. С. 166–188. <https://doi.org/10.11621/LPJ-23-32>

REVIEWS AND ANALYTICAL RESEARCH

Scientific Article

<https://doi.org/10.11621/LPJ-23-32>

Neuropsychological and neurobiological basis for the recovery of higher brain functions. Modularity VS theory of system and dynamic localization of functions

Karine M. Shipkova^{✉1,2}, **Vera G. Bulygina**¹

¹ Federal State Budgetary Institution Serbsky National Medical Research Centre for Psychiatry and Narcology of Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

² Moscow Institute of Psychoanalysis, Moscow, Russian Federation

✉ karina.shipkova@gmail.com

Abstract

Background. Neuropsychology and neuroscience solve a number of general issues concerning the relationship between brain and psyche, the principles of

the structural and functional brain organization, the cerebral basis of mental processes, patterns of damage and recovery of complex behavioral systems. Neuroscientific basis for higher brain function recovery allows us to explain the regularities of neuroplasticity. The neuropsychological basis makes it possible to build an adequate programme of neuropsychological rehabilitation, taking into account not only psychological but also biological patterns. Thus, it is necessary to strengthen the integration of neuroscientific and neuropsychological points of views in this domain.

Objective. The study aims to analyse the strengths and weaknesses of modular theory and the theory of system and dynamic localization of functions in solving the question of structural and functional brain organization and their reflection in approaches to neuropsychological rehabilitation.

Methods. Comparative analysis and the method of generalization were applied.

Results. Modular theory and the theory of system and dynamic localization of functions have a number of common key points. 1. The principle of the system (distributed) organization of higher cortical functions. 2. Horizontal-vertical structure of higher brain functions. 3. Cortical function is the constellation of factors/modules. 4 Functional unit (factor/module) is a structural element of different brain systems. 5. Damage of a functional unit leads to a selective damage of a certain group of cognitive processes. Theories differ in understanding the content of a functional unit of a brain, which leads to differing understandings of the typology in the ways to recovery. The study considers the role of subcortical structures in providing behavioral automatisms. The paper shows the importance of the intact conduction pathways in making rehabilitation prognosis.

Conclusion. The study reveals limitations of the concept of factor in explaining the variability and dissociative picture of a neuropsychological symptom. The content of factor as well as its structural elements are to be revised and described. Certain statements of the theory of system and dynamic localization of functions have to be modified in order to reflect the regularities of neuroplasticity in the methodology of neuropsychological rehabilitation.

Keywords: the theory of system and dynamic localization of functions, modularity, neuroplasticity, rehabilitation, factor, higher brain functions.

For citation: Shipkova, K.M., Bulygina, V.G. (2023). Neuropsychological and neurobiological basis for the recovery of higher brain functions. Modularity VS Theory of system and dynamic localization of functions. *Lomonosov Psychology Journal*, 46 (3), 166–188. <https://doi.org/10.11621/LPJ-23>

Введение

Изучение мозговых механизмов и типологии когнитивных нарушений является лишь одним из аспектов нейропсихологического знания. Другой аспект — выявление закономерностей восстановления высших корковых функций. Эта область нейропсихологии, получившая название нейропсихологической реабилитации, с момента своего возникновения развивалась в тесном взаимодействии с нейрофизиологией и нейроанатомией, что диктовалось очевидной необходимостью учета биологических основ и закономерностей нейрорепарационных процессов. В отечественной нейропсихологии теоретические основы когнитивной реабилитации, ее принципы и методология были разработаны в школе А.Р. Лурии (Лурия, 1969; Цветкова, 2011). С одной стороны, они опираются на нейроанатомическую топографическую теорию структурной организации коры У. Пенфильда и теорию функциональной вертикальной уровневой организации мозга Дж.Х. Джексона, а с другой — на нейрофизиологическую теорию функциональных систем П.К. Анохина (Лурия, 1969). Бесспорная значимость нейропсихологической теории Лурии, многие положения которой остаются актуальными и сейчас, доказанная эффективность разработанной в ее рамках методологии нейропсихологической реабилитации послужили причиной широкого распространения теории не только в нашей стране, но и в ряде стран Европы, Азии и Америки. Отдавая должное важным достижениям нейропсихологической теории Лурии, нужно учитывать новые, а иногда и «неудобные» данные, что расширяет и углубляет палитру научных взглядов на мозговую организацию высших функций.

За последнее время получены важные нейробиологические сведения о работе мозга. Нейробиология не изолированная область знания, напротив, она направлена на создание общей теории нервной деятельности на основе данных нейроанатомии, нейрофизиологии, нейропсихологии и ряда других наук. С момента появления инструментальных методов изучения работы мозга произошла глубокая трансформация самой нейропсихологии, она стала более нейробиологически центрированной (Kaczmarek, 2020). Это не означает, что теряется ее собственно психологическое содержание, и что она подменяется биологическим редукционизмом. Наоборот, развитие нейропсихологии шло и должно идти дальше в тесном сотрудничестве и диалоге с нейроанатомией, нейрофизиологией, а на современном этапе и с нейробиологией, иначе будет неизбежно углубляться

разрыв между нейронауками в понимании процессов нормонейрогенеза и нейрорепарации (реституции нарушенных функций). Эта тенденция уже наметилась в нейропсихологической реабилитации. В ней нередко биологические методы прямого воздействия на мозг начинают рассматриваться как ведущие, в сравнении с нейропсихологическими (Шипкова, 2020, 2021). Причиной тому является, с одной стороны, ожидание быстрого эффекта прямого воздействия на мозг, а с другой — недостаточное отражение в традиционных нейропсихологических методах реабилитации современных взглядов на нейрональные механизмы когнитивных нарушений. Очевидно, что восстановление нарушенных высших корковых функций является важной составляющей общего психического здоровья субъекта, повышающей его социальную адаптивность, возможность возвращения трудо- и дееспособности (Гусев, Боголепова, 2012). Это делает анализ теоретических подходов к пониманию структуры нейропсихологических и нейробиологических основ психической деятельности здорового и больного мозга актуальным и социально значимым.

Нейробиологические основы восстановления высших корковых функций: модулярная теория vs теория системной и динамической локализации функций

В нейропсихологической реабилитации значительно расширился круг апологетов модулярной теории (modularity of mind/modularity) (Caramazza, 1986; Coltheart, 2001; Whitworth, Webster, Howard, 2006; Sternberg, 2011; Friston, Price, 2011; George, Sunny, 2019), зародившейся в нейробиологии (Эдельман, Маунткасл, 1981) и получившей дальнейшую разработку в философских (Fodor, 2008) и психологических трудах (модулярный подход в когнитивной психологии) (Besson, Dittinger, Barbaroux, 2018; Gottschling, 2019; Matthews, 2019; Smith, 2020). Теория модулярности оказала и продолжает оказывать большое влияние на развитие нейропсихологической парадигмы в мире, поэтому ее анализ заслуживает специального обсуждения.

Модулярная теория, в своем изначальном виде сформулированная Дж. Маунткаслом, является по существу кибернетической моделью функционирования неокортекса, формализующей ряд положений иерархической уровневой переработки входной информации в мозге. Функциональной единицей работы мозга рассматривается так называемый нейронный модуль — локальная нервная цепь, проводящая обработку входной информации по определенному свойству. Модуль, будучи констелляцией нейронов новой коры, об-

ладает множеством входящих и исходящих нервных связей, включая корково-подкорковые и межполушарные. Внутри модуля существует тонко дифференцированная сегрегация нейронов в отношении обработки качественных характеристик релевантного вида стимула. Различие в цитоархитектонике модулей разных отделов новой коры определяется распределением в них внешних связей. Вне зависимости от топографического расположения модулей в неокортексе они имеют качественно сходный характер в обработке информации, а связываясь друг с другом, создают распределенную систему, обладающую динамическим свойством, определяемым доминированием того или иного пути распространения информационной трансмиссии. Каждый модуль может быть элементом нескольких распределенных систем. Распределенную систему характеризует избыточность потенциальных командных точек, выбор которых определяется тем, какая часть (модуль) системы обладает самой нужной в текущий момент информацией. Свойство распределенной системы состоит в том, что сложная функция, управляемая ею, не локализуется ни в одной из ее частей. На психологическом уровне работа модуля выражается в его возможности выполнять только определенный набор операций, а информация, доступная когнитивному процессу в целом, для него закрыта, если он не инкапсулирован в эту систему. Таким образом, модулярной теорией постулируются два принципа мозговой организации: функциональная сегрегация и интеграция (Friston, Price, 2011; Keeratitivattayaut et al., 2018).

В теории Лурии функциональной единицей мозга выступает не нейронный модуль, а фактор. Нейроны области мозга, обеспечивающей определенный, отдельно взятый фактор, в отличие от нейронов модуля, выполняют однородную функцию и имеют однопорядковые связи с другими отделами неокортекса. Повреждение фактора может привести к его нарушению или угнетению. Между факторами существует как горизонтальная, так и вертикальная иерархия. Например, модально-специфические факторы управляются регуляторным фактором, что является проявлением горизонтальной иерархии в неокортексе. Между модально-неспецифическими факторами устанавливается вертикальная иерархия, проявляющаяся, например, в том, что фактор активации-инактивации управляет регуляторным фактором. При этом следует добавить, что в представленной факторной иерархии главное внимание уделено левополушарным факторам (Лурия, 1969).

Ряд ключевых положений модулярной теории и теории системной и динамической локализации функций имеют очевидную общность. 1. Принцип системной (распределенной) организации высших корковых функций. 2. Горизонтально-вертикальная мозговая структура корковой функции. 3. Мозговой основой корковой функции является констелляция факторов/модулей. 4. Функциональная единица (фактор/модуль) является структурным элементом разных мозговых систем. 5. Повреждение функциональной единицы приводит к избирательному нарушению группы когнитивных процессов.

В отношении содержательной наполняемости понятия функциональной единицы мозга имеется существенное различие. В модулярной теории модуль входит в состав более крупной структуры (констелляции подгрупп модулей) таким образом, что отдельный модуль включается не во все связи этой крупной структуры. Это означает, что поражение отдельного модуля будет носить избирательный характер и сопровождаться локальным повреждением компонента элемента функции (Allott, Smith, 2021). Данный теоретический конструкт может дать объяснение часто наблюдаемой в практике диссоциативной картины нейропсихологического симптома. Например, когда при сенсорной афазии, вызванной нарушением фактора слухоречевого восприятия, пациент может понимать отдельные сложные фразы при одновременном непонимании более простых конструкций или обнаруживать избирательное нарушение восприятия определенных оппозиционных фонем. В рамках теории Лурии парциальность нарушения отдельного звена функции трактуется в терминах степени выраженности дефекта, но в этом случае трудно объяснить многообразие картины такой избирательности, наблюдаемой от субъекта к субъекту. Попыткой преодолеть эту интерпретационную трудность было расширение значения понятия «повреждение фактора», под которым стало пониматься не только собственно его нарушение, но и его угнетение (Лурия, 1973). Позднее было предложено новое представление об уровневой структурной организации фактора. В нем мозговая архитектура фактора рассматривается как имеющая корково-подкорковую структуру, проявляющуюся в разных симптомах в зависимости от уровня поражения (Цветкова, 2011). Выдвигаемый тезис об уровневом строении фактора нуждается в дополнительной проработке, так как недостаточная убедительность аргументации в отношении проявления нарушений фактора на разных уровнях делает его уязвимым. Например, объяснительный механизм повреждения кинетического фактора на разных уровнях представля-

ется тавтологией, когда объясняется, что на психофизиологическом уровне нарушение проявляется в «дефекте переключения с одного двигательного элемента на другой», а на психологическом — «в симптоме персевераций» (Цветкова, 2011, с. 158). При характеристике психофизиологического уровня скорее нужно говорить о снижении скорости тормозных процессов вследствие задержки проведения командного нервного импульса, а не дефекта переключения — его внешнего атрибута.

Различие теорий в понимании структурно-функциональной организации новой коры закономерно ведет к различиям в понимании типологии и механизмов восстановления высших корковых функций.

Пути восстановления высших корковых функций. Спорные вопросы

Восстановление поврежденной функции может происходить спонтанно, на прежнем морфофизиологическом субстрате, если нарушение вызвано защитным механизмом ее временного торможения — диашизом, а также изменением топографии нейрональной сети функции за счет неповрежденных структур — викариата. Эти две базовые модели отображаются в разных реабилитационных подходах.

В реабилитационной школе Лурии нарушение функции рассматривается как ее дезинтеграция на высшем, произвольном, уровне, которая преодолевается направленным или спонтанным восстановлением (Лурия, 1969; Цветкова, 2011). При спонтанном восстановлении реституция функции происходит самопроизвольно под влиянием механизмов диашиза или внутрислоушарного и межполушарного викариата. При направленном восстановлении корковая функция восстанавливается двояко: парциальным восстановлением нарушенного звена — внутрисистемная перестройка функции; заменой нарушенного звена гетерологичным — межсистемная перестройка. В данном подходе замещающие стратегии не рассматриваются как собственно восстановительный процесс и как цель реабилитации.

В нейробиологической теории модулярности, сконцентрированной на мозговой структурной организации высших функций, не уделяется специального внимания вопросу механизмов нейрорепарации. Нейрорепарация, или мозговая пластичность, нейропластичность (brain plasticity) — это нейронная гибкость (neural flexibility/malleability), которая обеспечивает кратковременную или стойкую изменчивость поведения. В широком смысле этого слова нейропластичность проявляет себя в процессах онтогенетического

развития, взросления, адаптации, обучения, компенсаторных перестройках в случае нарушения психических функций в ходе старения или мозгового поражения. В коннекционистском подходе, являющемся в некоторой степени идейным продолжением теории модулярности, процесс нейрорепарации является одним из центральных фокусов исследований, и любой путь обретения возможности использования нарушенной функции рассматривается как показатель ее восстановления. Поэтому под восстановлением понимается как собственно путь преодоления дефекта, независимо от того происходит это спонтанно или нет, так и его компенсация (Whitworth, Webster, Howard, 2006; Berlucchi, 2011). Пути преодоления дефекта разнообразны. 1. Раствормаживание — снятие диашиза. 2. Викариат — внутри- и межполушарный; 3. Переобучение — «приобретение» функции путем повторного обучения; 4. Перестройка функции — применение сохранных или новых когнитивных стратегий; 5. Замещение — восстановление за счет сохранных элементов функции; 6. Компенсация — адаптация к дефекту с использованием остаточных возможностей функции (Berlucchi, 2011; Vive et al., 2020; Mishra et al., 2021). Например, восстановление речи у детей после левой гемисферэктомии рассматривается одновременно и как викариат, и как компенсация функции. В то же время восстановление нарушения речи у взрослого, вызванного локальным поражением речевой коры в левом полушарии, за счет ее сохранных отделов рассматривается как замещение и перестройка функции. В коннекционизме пути восстановления дифференцируются по разным основаниям, и в одном ряду отражены разнородные механизмы, что затрудняет понимание места каждого из них в разных путях когнитивной реституции.

У модулярного подхода и подхода Лурии есть свои сильные и слабые стороны. В подходе Лурии есть ясность понимания направленности восстановительных мероприятий. Коннекционизм отличает большая направленность на учет мозговой нейропластичности. Конечно, компенсацию спорно рассматривать как подлинное восстановление нарушенной функции, так как здесь не предусматривается собственно процесс ее восстановления. Однако сбрасывать ее со счетов также представляется непродуктивным. Отдельные элементы стратегии компенсации используются на начальных этапах реабилитации, например, при грубой или тотальной афазии, с целью достижения эффекта раствормаживания речи.

Представленные в разных подходах типологии путей восстановления функций являются определенным упрощением «живого» про-

цесса, который является комбинацией разных путей восстановления, где одна констелляция сменяется другой. Эта динамическая смена стратегий не происходит самопроизвольно, а, напротив, индуцируется специальным подходом к организации восстановительной работы. Выбор ведущего пути реабилитации диктуется исходным уровнем и глубиной дефекта, а также прогностическими возможностями восстановления. Отсутствие консенсуса в понимании критериев, определяющих необходимость смены стратегий, дает возможность их произвольного толкования.

Следующий вопрос, требующий обсуждения, — это роль подкорковых структур в процессах когнитивной репарации. В работах отечественной реабилитационной школы им не отводится специального внимания, за исключением указания на то, что подкорковые структуры являются морфологическим субстратом поведенческих стереотипов. Понимание роли подкорковых структур как некоего хранилища навыков несколько упрощает вопрос. Автоматизация функции не означает, что ранее высокопроизвольный процесс уже не нуждается в контроле, а лишь то, что снижается его степень. Степень контроля — динамическая величина, выраженность колебаний которой зависит от того, возникает ли трудность в протекании этой функции или нет. Это согласуется с пониманием структуры деятельности А.Н. Леонтьева (Леонтьев, 1975) и клинической картиной когнитивных нарушений, наблюдаемых в нейропсихологической практике. Например, при ишемическом инфаркте мозга, который зачастую захватывает не только кору, но и подкорковые ядра, остается диссоциация в уровне сохранности произвольного и непроизвольного уровней функции, направленная в сторону большей сохранности последнего. Второй пример: при биполярных аффективных расстройствах, где ослабляются корково-подкорковые связи и наблюдаются морфологические изменения в отдельных подкорковых ядрах, нейрокогнитивные расстройства характеризуются сохранностью поведенческих стереотипов (Шипкова, Довженко, 2022; Koene et al., 2022). Поэтому представление о том, что автоматизация функции означает ее переход на субкортикальный уровень, — это скорее метафора.

Еще один важный вопрос — это роль проводящих путей в реабилитационном процессе. В нейропсихологии, по сравнению с нейробиологией, он недостаточно изучен. Через проводящие пути идет нейронная информационная трансмиссия, поэтому их сохранность является одним из важных предикторов положительного реабилитационного прогноза (functional recovery) (Marner et al., 2003). Об

этом свидетельствует ряд фактов. Во-первых, с возрастом происходит изменение объема нейронной массы как на корковом (преимущественно в префронтальной области) (Scheibel, 2009), так и на подкорковом уровнях (Иванов, Кутукова, Бережная, 2017). Во-вторых, процесс нормального старения и соответственно плавного когнитивного угасания (cognitive decline) характеризуется не столько потерей самих нейронов, сколько их синапсов и нейронных связей, то есть старению мозга присущ опережающий, в сравнении с серым веществом, темп атрофии объема и массы белого вещества (Eriksen, Stark, Pakkenberg, 2009).

Атрофические процессы в мозге идут рука об руку с нейрорепарационными (Kolb, Whishaw, 2003; Voss et al., 2017; Mateos-Aparicio, Rodríguez-Moreno, 2019). Нейрорепарация состоит в формировании новых синаптических взаимодействий. На психологическом уровне это проявляется в сохранении способности к запоминанию и обучению. Нейрорепарация протекает разными путями. Один из них заключается в том, что возникающий нейрональный дефицит сопровождается усилением дендритной архитектуры нейронных ансамблей. Например, при корковой слепоте, вызванной поражением зрительной коры, возникает увеличение площади корковых представительств тактильного и слухового анализаторов, и усиление их связи с поврежденной зрительной корой (Ortiz-Terán et al., 2016). Другой путь — функциональная нейропластичность (Cocquyt et al., 2017), где компенсация дефицита состоит в функциональном замещении сохраненными гомологичными отделами интактного полушария или гетерологичными, близлежащими к зоне поражения отделами мозга (perilesional regions). Свидетельством нейропластичности является впечатляющая статистика нелинейной зависимости между выраженностью нейродегенерации и картиной нейрокогнитивного статуса, что связано с запуском процесса нейропластичности. Этим объясняется, например, то, что в 25 % случаев болезни Альцгеймера, подтвержденной патологоанатомическим исследованием мозга, при нейропсихологической диагностике при жизни у пациентов не обнаруживалось никаких признаков когнитивного снижения (Stern, 2009).

Понимание нейропсихологами биологических основ восстановления функций позволяет не только объяснить природу этого процесса, но и построить адекватную программу нейропсихологической реабилитации, учитывающую не только психологические, но и биологические закономерности нейрональной перестройки высших корковых функций. В нейропсихологии также необходима выработка

общепринятого понимания того, что понимать под восстановлением функции, является ли это возвращением нарушенной функции к ее исходному уровню, выраженным улучшением или парциальным восстановлением (Храковская, 2017).

В поисках общего пути

Степень восстановления функции определяется рядом факторов. К ним относятся: этиологический, структурно-морфологический (объем, локализация, глубина поражения), социо-демографический (возраст, образование, знания, опыт) и психологический (мотивация, комплаенс) (Гусев, Боголепова, 2012; Wilson, 2003; Whitworth, Webster, Howard, 2006).

Попыткой отразить взаимосвязь и взаимообусловленность нейропсихологических и нейробиологических закономерностей нарушения и восстановления когнитивных функций является концепция когнитивного резерва (Stern, 2009). В ней постулируются два взаимосвязанных составляющих процесса восстановления высших корковых функций: мозговой и когнитивный резервы. Мозговой резерв как характеристика индивидуальных показателей мозговой морфометрии (объем, масса мозга, синаптическая разветвленность нейронных связей, степень развитости отдельных мозговых структур и т.п.) рассматривается как физиологическая основа когнитивного резерва. В то же время накапливаемые в когнитивном резерве опыт и знания оказывают встречное влияние на структурно-морфологические показатели. Положения концепции находят подтверждение в верифицированном влиянии сенсорно-обогащенной среды (sensory-enriched environment) и двигательной активности на фасилитацию процесса нейропластичности и нейрогенеза (Шипкова, 2019, 2020, 2021). Обогащенная сенсорными стимулами среда влияет на увеличение массы мозга и развитие структур лимбической системы, имеющих отношение к обучению, памяти и, соответственно, стимулирующих процесс восстановления (Brown et al., 2003; Mora, 2013; Ball, Mercado III, Orduña, 2019; Kempermann, 2019; Yuan et al., 2021, Zhang, X. et al., 2021). Закономерности взаимодействия мозгового и когнитивного резерва не зависят от возраста, этиологии поражения мозга, включая нейроденеративные процессы (например, болезнь Альцгеймера) (Lazarov et al., 2005; Salta et al., 2023). Разница состоит лишь в том, какие используются компенсационные стратегии, носят ли они генерализованный или локальный (специфичный) характер, какие нейрональные сети

включаются в выполнение задач, и как на это влияет индивидуальный опыт.

Несмотря на некоторый механицизм концепции когнитивного резерва, она ставит крайне важные вопросы. 1. Правомочно ли рассматривать когнитивное нарушение как необратимый процесс? 2. Какие факторы определяют форму компенсационной стратегии? 3. Может ли приобретенный субъектом информационный ресурс быть катализатором нейропластичности и *vice versa*?

Выводы

В своем начале нейропсихология развивалась в узком кругу смежных наук — психо- и нейрофизиологии, медицины, анатомии. Ее теоретические концепции, методология реабилитации создавались под их сильным влиянием. С появлением нейронаук, таких как нейробиология, нейрофилософия, нейролингвистика, тенденция развития современной нейропсихологии показывает, что она становится более нейробиологически центрированной. Нейропсихология нуждается в усилении интеграционных процессов с нейронауками в решении ряда общих фундаментальных вопросов: мозг и психика, принципы структурной и функциональной организации мозга, мозговые основы психических процессов.

Анализ нейропсихологических и нейробиологических закономерностей функционирования, нарушения и восстановления когнитивных процессов, отраженных в теории Лурии и в теории модулярности, позволяет решить важные вопросы, касающиеся мозговой структурной организации психических процессов и путей их восстановления.

Ряд положений модулярной теории, а также теории системной и динамической локализации функций имеют очевидную общность: системная (распределенная) мозговая организация высшей корковой функции, представляющая собой констелляцию факторов/модулей; горизонтально-вертикальная мозговая структура высшей психической функции; повреждение фактора/модуля как структурного элемента высшей психической функции сопровождается нарушением группы психических процессов, в структурный состав которых он входит.

Наряду с этим теории различаются в понимании содержания функциональной единицы высшей психической функции. В модулярной теории повреждение модуля носит избирательный характер и сопровождается локальным повреждением компонента отдельного

элемента функции. Такое понимание структуры психического процесса позволяет объяснить диссоциативность картины нейропсихологического симптома. В теории Лурии парциальность нарушения фактора трактуется в терминах степени выраженности дефекта, что не всегда позволяет объяснить индивидуальное многообразие картины нарушений, а предложенный позднее тезис об уровне вертикально-горизонтальном строении фактора (Цветкова, 2011) нуждается в дополнительной содержательной проработке. Представления о модульном принципе организации мозга, разработанные в теории модулярности, обогащают нейропсихологию и дают возможность дальнейшего развития теории системной и динамической локализации функций в направлении пересмотра представления о факторе как о неразложимой далее единице функциональной мозговой организации.

Нейропсихологическая реабилитация, так же как и общая теория нейропсихологии, находится сегодня на теоретическом и методологическом перепутье, и вопрос закономерностей нарушения и восстановления сложных поведенческих систем является в этой области центральным. В отношении реабилитации когнитивных нарушений у подхода Лурии есть четкость понимания путей восстановления функций и связанной с ней направленности восстановительных мероприятий. У коннекционизма, являющегося в определенной степени продолжением идей модулярного подхода, нет достаточной ясности в разграничении понятий восстановления и компенсации функции. В типологии путей восстановления функций в качестве однопорядковых рассматриваются пути, имеющие разные механизмы и выделенные по разным основаниям, что существенно затрудняет понимание места каждого из них в разных путях когнитивной реституции. С другой стороны, сильной стороной этого подхода является проработанность вопроса о роли подкорковых структур и проводящих путей в процессах когнитивной репарации. Одновременно с этим узким местом обеих теорий является то, что в них не находит отражение то обстоятельство, что в процессе восстановления функции изменяется последовательность комбинации путей реабилитации, а отсутствие критериев, определяющих необходимость смены одного пути на другой, создает возможность их произвольного толкования. Определенным шагом к интеграции нейропсихологических и нейробиологических закономерностей функционирования здоровой и поврежденной функции может рассматриваться концепция когнитивного резерва, выделяющая физиологические и психологические

характеристики психических процессов как определяющие мозговую нейропластичность.

Уточнение отдельных положений теории Лурии о мозговой локализации высших психических функций, включая теоретические и методологические основы нейропсихологической реабилитации, инспирированные теорией модулярности, будет способствовать дальнейшему развитию традиционных и разработке новых подходов к восстановлению функций с учетом закономерностей нейропластичности, принципов сегрегации и интеграции корково-подкорковых, внутри- и межполушарных отношений.

Литература

Гусев Е.И., Боголепова А.Н. Когнитивные нарушения при цереброваскулярных заболеваниях. М.: Медпресс-информ, 2012.

Иванов М.В., Кутукова К.А., Бережная Л.А. Изменения соматодендритной структуры шипиковых нейронов скорлупы человека при физиологическом старении // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2017. Т. 11, № 2. С. 42–47.

Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1975.

Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека и их нарушение при локальных поражениях мозга. М.: МГУ, 1969.

Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. М.: МГУ, 1973.

Храковская М.Г. Восстановительное обучение или восстановление речи у больных с афазией? // *Специальное образование*. 2017. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vosstanovitelnoe-obuchenie-ili-vosstanovlenie-rechi-u-bolnyh-s-afaziey> (дата обращения: 13.02.2023).

Цветкова Л.С. Афазиология: современные проблемы и пути их решения. 2-е изд. перераб. и доп. М.: МПСИ; Воронеж: МОДЭК, 2011.

Шипкова К.М. Использование музыкальных средств в реабилитации нарушений речевой коммуникации органического генеза // *Социальная и клиническая психиатрия*. 2019. Т. 29, № 3. С. 84–88.

Шипкова К.М. Использование музыкалобогащенной среды при нарушениях когнитивных функций у взрослых (теоретический обзор) // *Клиническая и специальная психология*. 2020. Т. 9, № 1. С. 64–77.

Шипкова К.М. Современные зарубежные нейрокогнитивные подходы к использованию музыкалобогащенной среды в реабилитации афазических расстройств и деменций альцгеймеровского типа // *Современная зарубежная психология*. 2021. Т. 10, № 1. С. 126–137. URL: https://psyjournals.ru/journals/jmfp/archive/2021_n4/Shipkova?ysclid=lky4zlxxtow654007441 (дата обращения: 07.02.2023).

Шипкова К.М., Довженко Т.В. Нейрокогнитивные корреляты биполярного аффективного расстройства // *Российский психиатрический журнал*. 2022. № 5.

C. 30–38. URL: <http://rpj.serbsky.ru/index.php/rpj/article/view/973> (дата обращения: 17.02.2023).

Эдельман Дж., Маунтклас В. Разумный мозг: кортикальная организация и селекция групп в теории высших функций головного мозга. М.: Мир. 1981.

Allott, N., Smith, N. (2021). Chomsky and Fodor on Modularity. A Companion to Chomsky. In N. Allott, T. Lohndal, G. Rey (Eds.), (pp. 529–543). NJ: Wiley-Blackwell. review date: 17.02.2023).

Ball, N.J., Mercado, E., Orduña, I. (2019). Enriched Environments as a Potential Treatment for Developmental Disorders: A Critical Assessment. *Frontiers in psychology*, 6 (10). (Retrieved from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2019.00466>) (review date: 14.02.2023).

Berlucchi, G. (2011). Brain Plasticity and Cognitive Neurorehabilitation. *Neuro-psychological Rehabilitation*, 5, 560–578. (<https://doi.org/10.1080/09602011.2011.573255>) (review date: 14.02.2023).

Besson, M., Dittinger, E., Barbaroux, M. (2018). How Music Training Influences Language Processing: Evidence Against Informational Encapsulation. *L'Année psychologique*, 118, 273–288. (Retrieved from <https://doi.org/10.3917/anpsy1.183.0273>) (review date: 17.02.2023).

Brown, J., Cooper-Kuhn, C.M., Kempermann, G. et al. (2003). Enriched Environment and Physical Activity Stimulate Hippocampal but Not Olfactory Bulb Neurogenesis. *The European Journal of Neuroscience*, 17 (10), 2042–2046. (Retrieved from <https://doi.org/10.1046/j.1460-9568.2003.02647.x>) (review date: 04.02.2023).

Caramazza, A. (1986). On Drawing Inferences about the Structure of Normal Cognitive Systems from the Analysis of Patterns of Impaired Performance: The Case for Single-Patient Studies. *Brain and Cognition*, 5 (1), 41–66. (Retrieved from [https://doi.org/10.1016/0278-2626\(86\)90061-8](https://doi.org/10.1016/0278-2626(86)90061-8)) (review date: 14.02.2023).

Cocquyt, E.M., De Ley, L., Santens, P. et al. (2017). The Role of the Right Hemisphere in the Recovery of Stroke-Related Aphasia: A Systematic Review. *Journal of neurolinguistics*, 44, 68–90. (Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2017.03.004>) (review date: 04.02.2023).

Coltheart, M. (2001). Assumptions and Methods in Cognitive Neuropsychology. The Handbook of Cognitive Neuropsychology: What Deficits Reveal about the Human Mind. In B. Rapp (Eds.), (pp. 3–21). Philadelphia: Psychology Press.

Córneo, E., Michels, M., Abatti, M. et al. (2022). Enriched Environment Causes Epigenetic Changes in Hippocampus and Improves Long-Term Cognitive Function in Sepsis. *Scientific Reports*, 12 (1). (Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14660-6>) (review date: 04.02.2023).

Friston, K., Price, C. (2011). Modules and Brain Mapping. *Cognitive Neuropsychology*, 28 (3–4), 241–250. (Retrieved from <https://doi.org/10.1080/02643294.2011.558835>) (review date: 04.02.2023).

Fodor, J.A. (2008). The Modularity of Mind.: an Essay on Faculty Psychology. Reasoning: Studies of Human Inference. In J.E. Adler, L.J. Rips (Eds.), (pp. 878–915). Cambridge: Cambridge University Press.

George, N., Sunny, M.M. (2019). Challenges to the Modularity Thesis Under the Bayesian Brain Models. *Frontiers in human neuroscience*, 10 (13). (Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00353>) (review date 17.02.2023).

Gottschling, V. (2019). The Spectrum of Modularist Positions. The Routledge Companion to Philosophy of Psychology. 2nd ed. In S. Robins, J. Symons, P. Calvo (Eds.), (pp. 296–322). London: Routledge.

Kaczmarek, B.L.J. (2020). Current Views on Neuroplasticity: What Is New and What Is Old? *Acta Neuropsychologica*, 18 (1), 1–14. (Retrieved from <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.8808>) (review date: 12.02.2023).

Keerativittayayut, R., Aoki, R., Sarabi, M.T. et al. (2018). Large-Scale Network Integration in the Human Brain Tracks Temporal Fluctuations in Memory Encoding Performance. *eLife*, 18 (7). (Retrieved from <https://doi.org/10.7554/eLife.32696>) (review date: 17.02.2023).

Kempermann, G. (2019). Environmental Enrichment, New Neurons and the Neurobiology of Individuality. *Nature Reviews Neuroscience*, 20 (4), 235–245. (Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0120-x>) (review date: 11.02.2023).

Koene, J., Zyto, S., van der Stel, J. et al. (2022). The Relations Between Executive Functions and Occupational Functioning in Individuals with Bipolar Disorder: A Scoping Review. *International Journal of Bipolar Disorders*, 10 (1). (Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s40345-022-00255-7>) (review date: 11.02.2023).

Kolb, B., Whishaw, I.Q. (2003). Brain Injury and Plasticity. Fundamentals of Human Neuropsychology. 5th ed. In R.S. Akkinson, G. Lindzey, R.F. Thompson (Eds.), (pp. 626–639). New York: Worth Publishers.

Lazarov, O., Robinson, J., Tang, Y.P. et al. (2005). Environmental Enrichment Reduces Abeta Levels and Amyloid Deposition in Transgenic Mice. *Cell*, 120 (5), 701–713. (Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cell.2005.01.015>) (review date: 17.01.2023).

Marner, L., Nyengaard, J.R., Tang, Y., Pakkenberg, B. (2003). Marked Loss of Myelinated Nerve Fibers in the Human Brain with Age. *Journal of Comparative Neurology*, 462 (2), 144–152. (Retrieved from <https://doi.org/10.1002/cne.10714>) (review date: 04.02.2023).

Mateos-Aparicio, P., Rodríguez-Moreno, A. (2019). The Impact of Studying Brain Plasticity. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 27 (13). (Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fncel.2019.00066>.eCollection 2019) (review date: 14.02.2023).

Matthews, L.J. (2019). Isolability as the Unifying Feature of Modularity. *Biology and Philosophy*, 34 (20). (Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10539-019-9672-4>) (review date: 17.02.2023).

Mishra, A., Patni, P., Hegde, S. Aleya L., Tewari D. et al. (2021). Neuroplasticity and Environment: A Pharmacotherapeutic Approach Toward Preclinical and Clinical Understanding. *Current Opinion in Environmental Science and Health*, 19 (1) (100210). (Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2020.09.004>) (review date: 16.01.2023).

Mora, F. (2013). Successful Brain Aging: Plasticity, Environmental Enrichment, and Lifestyle. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 15, 45–52. (Retrieved from <https://doi.org/10.31887/dcns.2013.15.1/fmora>) (review date: 07.02.2023).

Ortiz-Terán, L., Ortiz, T., Perez, D.L. et al. (2016). Brain Plasticity in Blind Subjects Centralizes Beyond the Modal Cortices. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 10 (61). (Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fnsys.2016.00061>.eCollection 2016) (review date: 05.02.2023).

Salta, E., Lazarov, O., Fitzsimons, C.P. et al. (2023). Adult Hippocampal Neurogenesis in Alzheimer's Disease: A Roadmap to Clinical Relevance. *Cell Stem Cell*, 30 (2), 120–136. (Retrieved from <https://doi.org/doi:10.1016/j.stem.2023.01.002>) (review date: 16.02.2023).

Scheibel, A.B. (2009). Aging of the Brain. *Encyclopedia of Neuroscience*. In L.R. Squire (Eds.), (pp. 181–185). Amsterdam: Elsevier.

Smith, S.E. (2020). Is Evolutionary Psychology Possible? *Biological Theory*, 15, 39–49 (Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s13752-019-00336-4>) (review date: 17.02.2023).

Stern, Y. (2009). Cognitive Reserve. *Neuropsychologia*, 47 (10), 2015–2028. (Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.03.004>) (review date: 06.02.2023).

Sternberg, S. (2011). Modular Processes in Mind and Brain. *Cognitive Neuropsychology*, 28 (3–4), 156–208. (Retrieved from <https://doi.org/10.1080/02643294.2011.557231>) (review date: 05.02.2023).

Vive, S., Af Geijerstam, J.L., Kuhn, H.G., Bunketorp-Käll, L. (2020). Enriched, Task-Specific Therapy in the Chronic Phase after Stroke: an Exploratory Study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 44 (2), 145–155. (Retrieved from <https://doi.org/doi:10.1097/NPT.0000000000000309>) (review date: 11.02.2023).

Voss, P., Thomas, M.E., Cisneros-Franco, J.M., de Villers-Sidani, É. (2017). Dynamic Brains and the Changing Rules of Neuroplasticity: Implications for Learning and Recovery. *Frontiers in Psychology*, 4 (8), 1657. (Retrieved from <https://doi.org/doi:10.3389/fpsyg.2017.01657>) (review date: 15.02.2023).

Whitworth, F., Webster, J., Howard, D. (2006). Assessment and Intervention in Aphasia: a Clinician's Guide, (pp. 3–10, 107–114). London: Psychology Press.

Wilson, B.A. (2003). Treatment and Recovery from Brain Damage. *Encyclopedia of Cognitive Sciences*. In L. Nadel (Eds.), (pp. 410–416). London, New York and Tokyo: Nature Publishing Group.

Yuan, M., Guo, Y.S., Han, Y. et al. (2021). Effectiveness and Mechanisms of Enriched Environment in Post-stroke Cognitive Impairment. *Behavioural Brain Research*, 23 (410). (Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2021.113357>) (review date: 14.02.2023).

Zhang, X., Yuan, M., Yang, S. et al. (2021). Enriched Environment Improves Post-Stroke Cognitive Impairment and Inhibits Neuroinflammation and Oxidative Stress by Activating Nrf2-ARE Pathway. *International Journal of Neuroscience*, 131 (7), 641–649. (Retrieved from <https://doi.org/doi:10.1080/00207454.2020.1797722>) (review date: 14.02.2023).

References

- Allott, N., Smith, N. (2021). Chomsky and Fodor on Modularity. A Companion to Chomsky. In N. Allott, T. Lohndal, G. Rey (Eds.), (pp. 529–543). NJ: Wiley-Blackwell.
- Ball, N.J., Mercado, E., Orduña, I. (2019). Enriched Environments as a Potential Treatment for Developmental Disorders: A Critical Assessment. *Frontiers in psychology*, 6 (10). (Retrieved from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2019.00466>) (review date: 14.02.2023).
- Berlucchi, G. (2011). Brain Plasticity and Cognitive Neurorehabilitation. *Neuropsychological Rehabilitation*, 5, 560–578. (<https://doi.org/10.1080/09602011.2011.573255>) (review date: 14.02.2023).
- Besson, M., Dittinger, E., Barbaroux, M. (2018). How Music Training Influences Language Processing: Evidence Against Informational Encapsulation. *L'Année psychologique*, 118, 273–288. (Retrieved from <https://doi.org/10.3917/anpsy1.183.0273>) (review date: 17.02.2023).
- Brown, J., Cooper-Kuhn, C.M., Kempermann, G. et al. (2003). Enriched Environment and Physical Activity Stimulate Hippocampal but Not Olfactory Bulb Neurogenesis. *The European Journal of Neuroscience*, 17 (10), 2042–2046. (Retrieved from <https://doi.org/10.1046/j.1460-9568.2003.02647.x>) (review date: 04.02.2023).
- Caramazza, A. (1986). On Drawing Inferences about the Structure of Normal Cognitive Systems from the Analysis of Patterns of Impaired Performance: The Case for Single-Patient Studies. *Brain and Cognition*, 5 (1), 41–66. (Retrieved from [https://doi.org/10.1016/0278-2626\(86\)90061-8](https://doi.org/10.1016/0278-2626(86)90061-8)) (review date: 14.02.2023).
- Cocquyt, E.M., De Ley, L., Santens, P. et al. (2017). The Role of the Right Hemisphere in the Recovery of Stroke-Related Aphasia: A Systematic Review. *Journal of neurolinguistics*, 44, 68–90. (Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2017.03.004>) (review date: 04.02.2023).
- Coltheart, M. (2001). Assumptions and Methods in Cognitive Neuropsychology. *The Handbook of Cognitive Neuropsychology: What Deficits Reveal about the Human Mind*. In B. Rapp (Eds.), (pp. 3–21). Philadelphia: Psychology Press.
- Córneo, E., Michels, M., Abatti, M. et al. (2022). Enriched Environment Causes Epigenetic Changes in Hippocampus and Improves Long-Term Cognitive Function in Sepsis. *Scientific Reports*, 12 (1). (Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14660-6>) (review date: 04.02.2023).
- Friston, K., Price, C. (2011). Modules and Brain Mapping. *Cognitive Neuropsychology*, 28 (3–4), 241–250. (Retrieved from <https://doi.org/10.1080/02643294.2011.558835>) (review date: 04.02.2023).
- Edelman, G.M., Mountcastle, V.B. (1981). The Mindful Brain: Critical Organization and the Group-Selective Theory of Higher Brain Functions. Moscow: Mir. (In Russ.).
- Fodor, J.A. (2008). The Modularity of Mind.: an Essay on Faculty Psychology. Reasoning: Studies of Human Inference. In J.E. Adler, L.J. Rips (Eds.), (pp. 878–915). Cambridge: Cambridge University Press.

George, N., Sunny, M.M. (2019). Challenges to the Modularity Thesis Under the Bayesian Brain Models. *Frontiers in human neuroscience*, 10 (13). (Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00353>) (review date 17.02.2023).

Gottschling, V. (2019). The Spectrum of Modularist Positions. The Routledge Companion to Philosophy of Psychology. 2nd ed. In S. Robins, J. Symons, P. Calvo (Eds.), (pp. 296–322). London: Routledge.

Gusev, E.I., Bogolepova, A.N. (2012). Cognitive Disorders in Cerebrovascular Diseases. Moscow: Medpress-inform. (In Russ.).

Ivanov, M.V., Kutukova, K.A., Berezhnaya, L.A. (2017). Alterations in the Somato-dendritic Structure of Spiny Neurons in Human Putamen During Physiological Aging. *Annaly klinicheskoi i eksperimental'noi neurologii (Annals of Clinical and Experimental Neurology)*, 11 (2), 42–47. (In Russ.).

Kaczmarek, B.L.J. (2020). Current Views on Neuroplasticity: What Is New and What Is Old? *Acta Neuropsychologica*, 18 (1), 1–14. (Retrieved from <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.8808>) (review date: 12.02.2023).

Keerativittayayut, R., Aoki, R., Sarabi, M.T. et al. (2018). Large-Scale Network Integration in the Human Brain Tracks Temporal Fluctuations in Memory Encoding Performance. *eLife*, 18 (7). (Retrieved from <https://doi.org/10.7554/eLife.32696>) (review date: 17.02.2023).

Kempermann, G. (2019). Environmental Enrichment, New Neurons and the Neurobiology of Individuality. *Nature Reviews Neuroscience*, 20 (4), 235–245. (Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0120-x>) (review date: 11.02.2023).

Khrakovskaya, M.G. (2017). Rehabilitative Education or Speech Rehabilitation in Patients with Aphasia? *Spetsial'noe obrazovanie (Special Education)*, 3, 152–157. (Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/vosstanovitelnoe-obuchenie-ili-vosstanovlenie-rechi-u-bolnyh-s-afaziey>) (review date: 13.02.2023) (In Russ.).

Koene, J., Zyto, S., van der Stel, J. et al. (2022). The Relations Between Executive Functions and Occupational Functioning in Individuals with Bipolar Disorder: A Scoping Review. *International Journal of Bipolar Disorders*, 10 (1). (Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s40345-022-00255-7>) (review date: 11.02.2023).

Kolb, B., Whishaw, I.Q. (2003). Brain Injury and Plasticity. Fundamentals of Human Neuropsychology. 5th ed. In R.S. Akkinson, G. Lindzey, R.F. Thompson (Eds.), (pp. 626–639). New York: Worth Publishers.

Lazarov, O., Robinson, J., Tang, Y.P. et al. (2005). Environmental Enrichment Reduces Abeta Levels and Amyloid Deposition in Transgenic Mice. *Cell*, 120 (5), 701–713. (Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cell.2005.01.015>) (review date: 17.01.2023).

Leontiev, A.N. (1975). Activity. Conscience. Personality. Moscow: Politizdat. (In Russ.).

Luria, A.R. (1969). Human Higher Cortical Functions and Their Violation in Local Brain Lesions. Moscow: MGU. (In Russ.).

Luria, A.R. (1973). Fundamentals of Neuropsychology. Moscow: MGU. (In Russ.).

Marner, L., Nyengaard, J.R., Tang, Y., Pakkenberg, B. (2003). Marked Loss of Myelinated Nerve Fibers in the Human Brain with Age. *Journal of Comparative Neu-*

ology, 462 (2), 144–152. (Retrieved from <https://doi.org/10.1002/cne.10714>) (review date: 04.02.2023).

Mateos-Aparicio, P., Rodríguez-Moreno, A. (2019). The Impact of Studying Brain Plasticity. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 27 (13). (Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fncel.2019.00066>.eCollection 2019) (review date: 14.02.2023).

Matthews, L.J. (2019). Isolability as the Unifying Feature of Modularity. *Biology and Philosophy*, 34 (20). (Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10539-019-9672-4>) (review date: 17.02.2023).

Mishra, A., Patni, P., Hegde, S. et al. (2021). Neuroplasticity and Environment: A Pharmacotherapeutic Approach Toward Preclinical and Clinical Understanding. *Current Opinion in Environmental Science and Health*, 19 (1). (Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2020.09.004>) (review date: 16.01.2023).

Mora, F. (2013). Successful Brain Aging: Plasticity, Environmental Enrichment, and Lifestyle. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 15, 45–52. (Retrieved from <https://doi.org/10.31887/dcms.2013.15.1/fmora>) (review date: 07.02.2023).

Ortiz-Terán, L., Ortiz, T., Perez, D.L. et al. (2016). Brain Plasticity in Blind Subjects Centralized Beyond the Modal Cortices. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 10 (61). (Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fnsys.2016.00061>.eCollection 2016) (review date: 05.02.2023).

Salta, E., Lazarov, O., Fitzsimons, C.P. et al. (2023). Adult Hippocampal Neurogenesis in Alzheimer's Disease: A Roadmap to Clinical Relevance. *Cell Stem Cell*, 30 (2), 120–136. (Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.stem.2023.01.002>) (review date: 16.02.2023).

Scheibel, A.B. (2009). Aging of the Brain. *Encyclopedia of Neuroscience*. In L.R. Squire (Eds.), (pp. 181–185). Amsterdam: Elsevier.

Shipkova, K.M. (2019). Implementation of Musical Instrument's in the Rehabilitation of Speech Communication of Organic Genesis. *Sotsial'naya i klinicheskaya psikhatriya (Social and Clinical Psychiatry)*, 29 (3), 84–88. (In Russ.).

Shipkova, K.M. (2020). The Use of Music Enriched Environment in Cognitive Impairment in Adults (A Theoretical Review) *Klinicheskaya i spetsial'naya psikhologiya (Clinical Psychology and Special Education)*, 9 (1), 64–77. (In Russ.).

Shipkova, K.M. (2021). Modern Foreign Neurocognitive Approaches to the Use of the Music-Enriched Environment in the Rehabilitation of Aphasic Disorders and Alzheimer's Type Dementia. *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya (Journal of Modern Foreign Psychology)*, 10 (4), 126–137. (Retrieved from https://psyjournals.ru/journals/jmfp/archive/2021_n4/Shipkova?ysclid=lky4zlxto654007441) (review date: 07.02.2023) (In Russ.).

Shipkova, K.M., Dovzhenko, T.V. (2022). Neurocognitive Correlates of Bipolar Affective Disorders. *Rossiiskii psikhiatricheskii zhurnal (Russian Journal of Psychiatry)*, 5, 30–38. (Retrieved from <http://rpj.serbsky.ru/index.php/rpj/article/view/973>) (review date: 17.02.2023) (In Russ.).

Smith, S.E. (2020). Is Evolutionary Psychology Possible? *Biological Theory*, 15, 39–49 (Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s13752-019-00336-4>) (review date: 17.02.2023).

Stern, Y. (2009). Cognitive Reserve. *Neuropsychologia*, 47 (10), 2015–2028. (Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.03.004>) (review date: 06.02.2023).

Sternberg, S. (2011). Modular Processes in Mind and Brain. *Cognitive Neuropsychology*, 28 (3–4), 156–208. (Retrieved from <https://doi.org/10.1080/02643294.2011.557231>) (review date: 05.02.2023).

Tsvetkova, L.S. (2011). Aphasiology: Current Problems and Their Solutions. 2nd ed. Moscow: MPSI; Voronezh: MODEC. (In Russ.).

Vive, S., Af Geijerstam, J.L., Kuhn, H.G., Bunketorp-Käll, L. (2020). Enriched, Task-Specific Therapy in the Chronic Phase after Stroke: an Exploratory Study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 44 (2), 145–155. (Retrieved from <https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000309>) (review date: 11.02.2023).

Voss, P., Thomas, M.E., Cisneros-Franco, J.M., de Villers-Sidani, É. (2017). Dynamic Brains and the Changing Rules of Neuroplasticity: Implications for Learning and Recovery. *Frontiers in Psychology*, 4 (8). (Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01657>) (review date: 15.02.2023).

Whitworth, F., Webster, J., Howard, D. (2006). Assessment and Intervention in Aphasia: a Clinician's Guide (1st ed.), (pp. 3–10, 107–114). London: Psychology Press.

Wilson, B.A. (2003). Treatment and Recovery from Brain Damage. *Encyclopedia of Cognitive Sciences*. In L. Nadel (Eds.), (pp. 410–416). London, New York and Tokyo: Nature Publishing Group.

Yuan, M., Guo, Y.S., Han, Y. et al. (2021). Effectiveness and Mechanisms of Enriched Environment in Post-stroke Cognitive Impairment. *Behavioural Brain Research*, 23 (410). (Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2021.113357>) (review date: 14.02.2023).

Zhang, X., Yuan, M., Yang, S. et al. (2021). Enriched Environment Improves Post-Stroke Cognitive Impairment and Inhibits Neuroinflammation and Oxidative Stress by Activating Nrf2-ARE Pathway. *International Journal of Neuroscience*, 131 (7), 641–649. (Retrieved from <https://doi.org/10.1080/00207454.2020.1797722>) (review date: 14.02.2023).

Поступила: 03.03.2022

Получена после доработки: 12.05.2023

Принята в печать: 05.08.2023

Received: 03.03.2022

Revised: 12.05.2023

Accepted: 05.08.2023

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Каринэ Маратовна Шипкова — кандидат психологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории психогигиены и психопрофилактики Национального медицинского исследовательского центра психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского Минздрава России, доцент кафедры специального дефектологического образования факультета коррекционной педагогики и спе-

Shipkova, K.M., Bulygina, V.G.

Neuropsychological and neurobiological basis for the recovery of higher brain functions...

Lomonosov Psychology Journal. 2023. Vol. 46, No. 3

циальной психологии Московского института психоанализа, karina.shipkova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8235-6155>

Вера Геннадьевна Булыгина — доктор психологических наук, профессор, заведующий лабораторией психогигиены и психопрофилактики Национального медицинского исследовательского центра психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского Минздрава России, ver210@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5584-12516>

ABOUT THE AUTHORS

Karine M. Shipkova — Cand. Sci. (Psychology), Associate Professor, Senior Research Associate, the Laboratory of Psychohygiene and Psychoprophylaxis, Federal State Budgetary Institution Serbsky National Medical Research Centre for Psychiatry and Narcology of Ministry of Health of the Russian Federation, Associate Professor, Department of Special Defectological Education, Faculty of Correctional Pedagogy and Special Psychology, karina.shipkova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8235-6155>

Vera G. Bulygina — Dr. Sci. (Psychology), Professor, Head of the Laboratory of Psychohygiene and Psychoprophylaxis, Federal State Budgetary Institution Serbsky National Medical Research Centre for Psychiatry and Narcology of Ministry of Health of the Russian Federation, ver210@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5584-1251>