

УДК / UDC 616.8 : 616.28 – 008.1 – 0536.2/.5  
DOI 10.35231/18186653\_2022\_2\_324

## **Роль нарушения передачи сенсорной информации в недостаточности познавательных процессов у глухих и слабослышащих детей**

**И. В. Литвиненко<sup>1,2</sup>, С. М. Лосева<sup>2</sup>, К. М. Наумов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация*

<sup>2</sup> *Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация*

**Введение.** Достижения современной нейрофизиологии позволяют по-новому взглянуть на привычные представления о генезе развития различных изменений человеческого организма как в процессе естественного развития, так и при различных патологических процессах и их динамике. Особенно это актуально при изучении вопросов развития когнитивных нарушений. Патология органов слуха является одним из самых распространенных дефектов, который препятствует формированию речи, сказывается на состоянии психики и интеллекта в целом.

**Материалы и методы.** В ходе исследования были использованы методы теоретического анализа научных источников медико-психолого-педагогического характера, ориентированные на изучение современного состояния реабилитации детей с нарушением слуха.

**Результаты исследования.** В настоящее время в области реабилитации детей с нарушениями слуха достигнут значительный прогресс благодаря организации системы комплексного подхода. Разработка и внедрение инновационных методов коррекции нарушений слуха позволяет существенно улучшить качество жизни больного ребенка. Представленная модель мультисенсорной недостаточности даёт возможность для моделирования развития нарушений в работе головного мозга, в частности когнитивной сферы.

**Обсуждение и выводы.** Мультисенсорные исследования в последнее время приобрели огромный интерес. Мультисенсорная стимуляция особенно актуальна, когда формируется большинство проводящих путей мозга, обеспечивающих восприятие, коммуникативность, когнитивное и эмоциональное развитие. Мультисенсорная

модель базируются на механизмах, лежащих в основе интеграции афферентной информации, поступающей в структуры центральной нервной системы (ЦНС) и позволяет интегрировать информацию от различных сенсорных модальностей (таких как зрение, звук, осязание, запах, самодвижение и вкус). В процессе развития у ребёнка мультисенсорной интеграции одна из сенсорных систем может стать «доминирующей», взяв на себя функцию «контроля» и «калибровки» остальных сенсорных систем. Из этого следует вывод, что в случае нарушения одной из модальностей (в силу разных причин) и возникновения депривации, другая модальность не всегда сможет компенсировать имеющийся дефект.

**Ключевые слова:** мультисенсорная деафферентация, мультисенсорная интеграция, патология органов слуха, сенсорные нарушения, медико-психолого-педагогическая реабилитация.

**Для цитирования:** Литвиненко И. В., Лосева С. М., Наумов К. М. Роль нарушения передачи сенсорной информации в недостаточности познавательных процессов у глухих и слабослышащих детей // Вестник Ленинградского государственного университета имени А.С. Пушкина. – 2022. – № 2. – С. 324–337. DOI 10.35231/18186653\_2022\_2\_324

## The role of impaired sensory information transmission in cognitive deficits in deaf and hard of hearing children

*Igor V. Litvinenko<sup>1,2</sup>, Snezhana M. Loseva<sup>2</sup>, Konstantin M. Naumov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *S. M. Kirov Military Medical Academy,  
Saint Petersburg, Russian Federation*

<sup>2</sup> *Pushkin Leningrad State University,  
Saint Petersburg, Russian Federation*

**Introduction.** The achievements of modern neurophysiology allow us to take a fresh look at the usual ideas about the genesis of the development of various changes in the human body, both in the process of natural development and in various pathological processes and their dynamics. This is relevant to studying the development of cognitive impairment. Pathology of the hearing organs is one of the most common defects that interferes with the formation of speech, affects the state of the psyche and intelligence in general.

**Materials and methods.** Methods of theoretical analysis of medical, psychological and pedagogical sources were used, concentrating on the analysis of current state of rehabilitation of children with hearing impairment.

**Results.** Currently, significant progress has been made in the field of rehabilitation of children with hearing impairments thanks to the organization of an integrated approach system. The development and implementation of innovative methods for correcting hearing impairment can significantly improve the quality of life of a sick child. The presented model of multisensory insufficiency makes it possible to model the development of disorders in the brain, in particular, in the cognitive sphere.

**Discussion and conclusion.** Multisensory research has recently gained great interest. Multisensory stimulation is especially relevant when most of the brain pathways are formed that provide perception, communication, cognitive and emotional development. The multisensory model is based on the mechanisms underlying the integration of afferent information entering the structures of the central nervous system (CNS) and allows the integration of information from various sensory modalities (such as vision, sound, touch, smell, self-movement and taste). In the process of developing a child's multisensory integration, one of the sensory systems can become "dominant", taking on the function of "control" and "calibration" of other sensory systems. From this it follows that in case of violation of one of the modalities (due to various reasons) and the occurrence of deprivation, another modality will not always be able to compensate for the existing defect.

**Key words:** multisensory deafferentation, multisensory integration, pathology of the hearing organs, sensory impairments, medical-psychological-pedagogical rehabilitation.

**For citation:** Litvinenko, I. V., Loseva, S. M., Naumov, K. M. (2022). Rol' narusheniya peredachi sensornoy informatsii v nedostatochnosti poznavatel'nykh protsessov u glukhikh i slaboslyshashchikh detey [The role of impaired sensory information transmission in cognitive deficits in deaf and hard of hearing children]. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta imeni A.S. Pushkina – Pushkin Leningrad State University Journal*. No 2. pp. 324–337. DOI 10.35231/18186653\_2022\_2\_324 (In Russian).

## Введение

Мультисенсорная деафферентация подразумевает прекращение поступления в ЦНС сенсорных импульсаций (слуховых, зрительных, экстеро- и проприоцептивных) при различных патологических процессах, в том числе при патологии органов слуха. Адекватная и эффективная реализация когнитивных функций основана на максимально достоверной и полной информации, получаемой при анализе продукта мультисенсорной интеграции стимулов различных модельностей. В свою очередь, эффективная обработка мультисенсорных стимулов зависит как от состояния периферических отделов сенсорных (чувствительных) анализаторов, так и от адекватности центральной обработки в подкорковых и корковых структурах. Сложность организации путей получения, передачи и обработки этой информации определяют вероятность ее искажения даже при нормально работающих структурах, и подразумевают еще более высокие риски при наличии нарушений на различных звеньях этой системы. В конечном итоге это будет приводить к нарушениям в отправлении когнитивных функций.

Исторически сложилось, что психолого-педагогическая реабилитация прежде всего была направлена на компенсацию нарушения слуха посредством сохранных анализаторов, а в медицинской реабилитации основной упор сделан на восстановление слуховой функции.

В настоящее время благодаря развитию медицинских, психологических, педагогических и др. методов значительно расширились возможности реабилитации детей с нарушением слуха. В последние годы психолого-педагогическая реабилитация представляет собой сложный феномен, рассматриваемый исследователями как уникальный по содержанию и направленности процесс, сущность которого основывается на комплексном подходе, подразумевающим использование педагогических, психологических средств воздействия, а также опирается на новейшие исследования в области медицины [6].

### **Результаты**

Изучая роль мультисенсорной недостаточности в их развитии, по нашему мнению, можно выделить несколько узловых моментов, которые необходимо учитывать при оценке вклада нарушения сенсорных систем в развитие нарушений когнитивных функций. В первую очередь это т.н. «модульное» представление об организации головного мозга, определяющее головной мозг как совокупность нейросетей, отвечающих за восприятие, анализ, обработку информации с представлением конечного результата в вышестоящие центры. Данная точка зрения является логичным продолжением основополагающих трудов П.К. Анохина в рамках теории «функциональных систем». Важной особенностью данного представления является тот факт, что каждая нейросеть уникальна и обрабатывает только свою задачу, а вышестоящие центры не могут контролировать внутреннюю работу «модуля», работая с конечным результатом. Накопление ошибок на входе вследствие нарушений работы периферического сенсорного аппарата, в процессе передачи сигнала от него до аналитических центров «модуля», повышение внутреннего шума системы, нарушения при анализе поступающей информации как при различных патологических процессах, так и при естественном развитии приводят к формированию недостоверной оценки, которая в дальнейшем передается для работы в вышестоящие структуры.

Последние, работая с недостоверной информацией, в результате вырабатывают неправильное решение. По мере повышения уровня организации нейросети происходит накопление ошибок на всех уровнях, формируя индивидуальную клиническую картину в каждом конкретном

случае. Другим важным моментом является длительность развития процесса, поскольку от этого зависит эффективность компенсаторных систем. Чем медленнее развиваются изменения, тем более эффективны компенсаторные механизмы и, соответственно, тем менее выражены клинические проявления. Следующим фактором следует считать феномен взаимного отягощения, когда даже незначительные нарушения в работе нескольких сенсорных систем могут приводить к выраженному сбою в эффективности работы нейросетей более высокого уровня. Несомненно, яркой демонстрацией нашей точки зрения являются изменения в работе зрительного анализатора, проприоцептивной системы и вестибулярного анализатора, клинически проявляющиеся в развитии нарушений поддержания равновесия. Именно эти клинические проявления считаются классическим примером мультисенсорной недостаточности, хотя и рассматривались как поражение преимущественно периферического рецепторного аппарата.

Для специалистов специальной педагогики и психологии, работающих с детьми с нарушением слуха, понимание церебральных механизмов нейропластичности является важным для построения программ психолого-педагогической реабилитации детей.

Нарушение слуха, врожденное или приобретенное, препятствует нормальному развитию психики ребенка и приводит к отклонениям вторичного порядка. Вторичные дефекты проявляются отклонениями в развитии и функционировании речи и связанных с ней психических процессов [9].

Опираясь на научные исследования (Р. М. Боскис, В. А. Влодавец, Г. Л. Выгодской, А. П. Гозовой, Г. М. Дульнева, Г. Л. Зайцевой, В. И. Лубовского, Е. Н. Марциновской, Н. Г. Морозовой, Л. И. Переслени, В. Г. Петровой, А. Ф. Понгильской, Ф. Ф. Рау, Т. В. Розановой, Н. Ф. Слезинной и др.), представляется возможным охарактеризовать особенности развития психики у детей с нарушением слуха достаточно разносторонне.

В связи с потерей слуховых ощущений и восприятий у детей с нарушением слуха значительную роль приобретают зрительные ощущения и восприятия, которые у таких детей развиты не хуже, чем у слышащих детей (Л.В. Занков, И.М. Соловьев, Ж.И. Шиф, К.И. Вересотская), а в ряде случаев развиты лучше.

На всех этапах развития продуктивность внимания у детей с нарушением слуха остается более низкой по сравнению со слышащими сверстниками [2].

Непреднамеренное или непроизвольное запоминание у глухих и слабослышащих детей не уступает своим слышащим сверстникам. Образный материал они запоминают лучше, чем слышащие, так как у них зрительный опыт богаче (зрительное запоминание) [10].

Дети с нарушением слуха длительное время продолжают оставаться на ступени наглядно-образного мышления, т.е. мыслят не словами, а образами, картинками. В формировании словесно-логического мышления такие дети резко отстают от слышащих сверстников, что влечёт отставание в познавательной деятельности. (В.А. Синяк, М.М. Нудельман).

Нарушение функции слухового анализатора отрицательно влияет на артикуляционный аппарат, движения становятся вялыми, невнятными. Проблемы формирования словесной речи у глухих и слабослышащих детей изучали многие исследователи – Ф.Ф. Рау, С.А. Зыков, Р.М. Боскис, И.М. Соловьев, Ж.И. Шиф, К.Г. Коровин, А.Г. Зикеев, Е.Н. Марциновская, А.М. Гольдберг, Е.П. Кузьмичева, Л.П. Носкова. Словесной речью дети с нарушением слуха могут овладеть только обходными путями, в условиях специального обучения.

У детей с нарушениями слуха обнаруживаются специфические особенности воображения, они обусловлены замедленным формированием их речи, в частности своеобразным развитием значений слов, отставанием в развитии сюжетно-ролевой игры и мышления.

Отставание в овладении речью приводит к ограниченности социальных контактов глухих и слабослышащих детей (затруднено осознание своих и чужих эмоциональных состояний), они менее социально зрелы (адаптированы в обществе), чем их слышащие сверстники [7].

Патология органов слуха вызывает дефицит мультисенсорной интеграции, так что различные сенсорные сигналы не интегрируются надлежащим образом в центральную нервную систему, что обуславливает своеобразие психических процессов.

Основная функция системы мультисенсорной интеграции заключается в объединении сигналов, поступающих в мозг через отдельные сенсорные эпителии, так что различные формы энергии, исходящие от одного и того же объекта, или события будут рассматриваться как единое восприятие [12].

Для описания работы системы мультисенсорной интеграции используют т.н. байесовскую структуру мультисенсорной интеграции, которая предоставляет набор правил для оптимального сочетания сенсорных входов с различной надежностью. Основным его математическим выводом является тот факт, что распределение бимодальных оценок должно

быть приблизительно произведением между распределениями унимодальных оценок. При этом, в среднем, оно должно отклоняться от прямой линии между визуальными и проприоцептивными средними оценками. Таким образом, математически был обоснован факт, что мозг выполняет оптимальный процесс интеграции и учитывает конкретное распределение ошибок, связанное с каждой модальностью, прежде чем объединять их. К сожалению, байесовская модель ничего не говорит о нейронном механизме, с помощью которого можно было бы осуществить такую интеграцию. До сих пор неясно, как надежность и распределение вероятностей могут быть представлены в нейросетях.

Сложность и несовершенство процессов, происходящих во время мультисенсорной интеграции, их зависимость от качества сенсорных стимулов, поступающих для обработки, подтверждается, в том числе, и наличием различных феноменов мультисенсорных и соматосенсорных иллюзий. Например, к зрительным феноменам относится «иллюзия двойной вспышки». Она показала, что восприятие визуальных стимулов может быть качественно изменено звуковыми стимулами. В оригинальном исследовании участникам предъявлялись комбинации от одной до четырех вспышек, сопровождаемые от 0 до 4 звуковых сигналов. Затем их просили сказать, сколько вспышек они восприняли. В случаях, когда звуковых сигналов было больше чем вспышек, участники воспринимали иллюзорные вспышки. Результаты фМРТ показали, что при этом в ассоциативных зрительных областях происходит кроссмодальная активация, которая качественно аналогична восприятию реальной вспышки, т. е. при в ряде случаев даже в нормально работающей системе возможны качественные перекрестные обманы.

Классическим примером считается эффект Мак-Гурка. Он показывает, что два сходящихся бимодальных стимула может возникнуть восприятие, которое не только отличается по величине от суммы его частей, но и совершенно отличается по качеству. В классическом исследовании, названном эффектом Мак-Гурка, произношение фонем человека дублировалось на видео, где этот человек произносил другую фонему. Конечным результатом было восприятие третьей, другой фонемы. McGurk и MacDonald (1976) объяснили, что такие фонемы, как «ba, da, ka, ta, ga и pa», можно разделить на четыре группы, которые можно спутать визуально, т. е. (da, ga, ka, ta) и (ba и pa), и те, которые можно спутать на слух. Следовательно, когда сигнал «ба» голосом и мимический сигнал «га» обрабатываются вместе, визуальная модальность видит «га» или «да», а

слуховая модальность слышит «ба» или «да», объединяясь, чтобы сформировать восприятие «да» [3].

Более сложной иллюзией является т.н. «Иллюзия резиновой руки» (Rubber HI). Так, испытуемый видит свои руки, одна из которых заменена на резиновый муляж. При нанесении видимых сенсорных раздражений муляжа руки, он испытывает эти раздражения на своей, скрытой от взгляда руке. Если эта визуальная и тактильная информация применяется синхронно, и если внешний вид и положение руки-манекена подобны собственной руке, то люди могут почувствовать, что прикосновения к их собственной руке исходят от руки-манекена и даже что фиктивная рука – в некотором роде их собственная рука [13]. Также было показано, что иллюзия может вообще не требовать тактильной стимуляции, но может быть полностью вызвана простым видением резиновой руки, находящейся в конгруэнтном положении со скрытой реальной рукой.

Современные технологии позволяют реализовать иллюзии переноса тела, когда у субъекта возникает иллюзия того, что тело другого человека или существа является его собственным.

Анатомической основой этой сложной динамической структуры, производящей нейросенсорную интеграцию следует рассматривать всю совокупность сенсорных систем (анализаторов) организма, поскольку уже при первичном анализе на уровне таламуса и первичных рецепторных полей начинает происходить сложный анализ с привлечением, при необходимости, нейронов других областей сенсорных и ассоциативных полей. Вторичные и третичные ассоциативные зоны различных сенсорных систем (анализаторов) не только частично или полностью перекрываются друг с другом, но и принимают участие в работе нейросетевых образований, реализующих когнитивные функции.

Исследователями обсуждаются вопросы формирования систем мультисенсорной интеграции в процессе онтогенеза. Как и в примере с локационистской и эквипотенциалистской теориями локализации функций мозга, классически были выдвинуты два противоположных концепта, которые в основном являются современными проявлениями эмпирически-нативистской дихотомии. Первая, интеграционная (эмпирическая) теория подразумевает, что при рождении пути передачи различных сенсорных модальностей не связаны между собой. В процессе роста организма и развития когнитивных функций происходят нейропластические процессы в целях обеспечения межсенсорных интеграций. Вторая, теория дифференциации (нативистская), предполагает наличие

большого количества разнонаправленных связей между сенсорными системами уже при рождении. Но по мере роста часть этих связей специализируется, а часть исчезает за ненадобностью. Можно предполагать, что истина где-то посередине, и в процессе онтогенеза у нас в различных вариантах присутствуют оба этих пути развития мультисенсорной интеграции.

Предлагаемая нами модель мультисенсорной недостаточности (см. рис.) основана на современных нейрофизиологических представлениях о работе головного мозга, является простой и в то же время эффективной для моделирования развития нарушений в работе головного мозга, в частности когнитивной сферы.

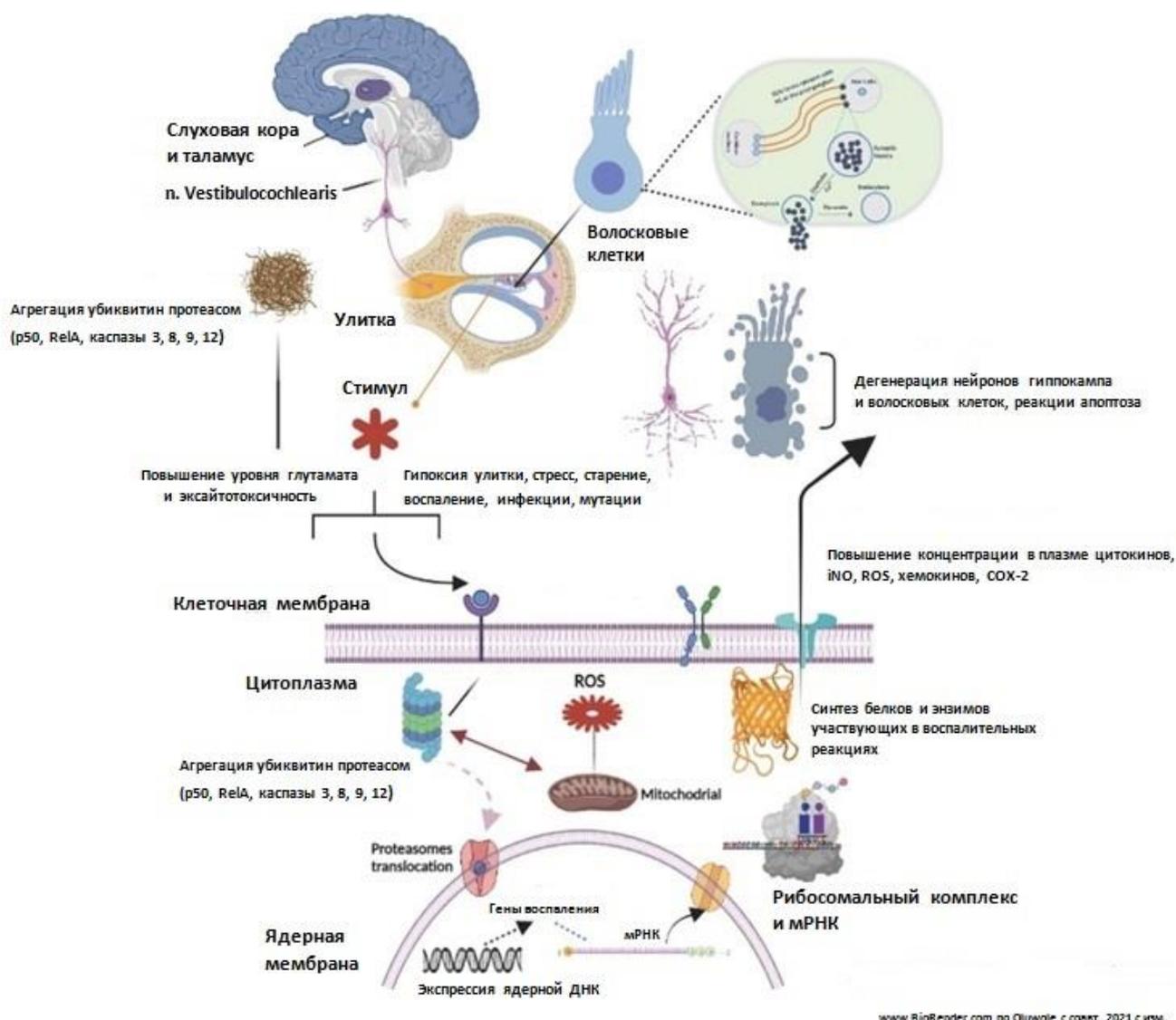


Рисунок. Механизм развития нейродегенеративных изменений головного мозга при нарушении слуха

Реабилитация слуха на сегодняшний день – сложная и неоднозначная проблема, которая включает в себя медицинские, психолого-педагогические и социальные аспекты. Ранняя диагностика нарушений слуха, своевременное адекватное слухопротезирование дают возможность детям с недостатками слуха получить как можно раньше комплексную коррекционно-педагогическую и социально-психологическую помощь. Поздняя диагностика пороков слуха у детей осложняется развитием вторичных психоневрологических нарушений [4].

Центральная нервная система, воспринимая информацию от сохранных анализаторов (зрительного, тактильного, вестибулярного), выбирает те стимулы, которые оптимальны для ее функционирования. Необходимо максимально использовать для стимуляции и развития детей с недостатками слуха все сохранные анализаторы.

Благодаря пластичности центральной нервной системы маленького ребенка возможно усилить, сбалансировать, развить обработку сенсорных стимулов его нервной системы. Сенсорная информация, поступающая в центральную нервную систему, обеспечивает созревание мозга ребёнка и предопределяет развитие поведения и психики. При патологии органов слуха сенсорный поток депривирован.

Поиск средств и методов избирательного использования средовых воздействий, мобилизующих резервные возможности нервной системы, имеет большое значение в практике медицины, психологии и педагогики.

Недостаточность процесса переработки сенсорной информации у детей с нарушением слуха осуществляется посредством включения сенсорно-интегративных элементов в проводимую с ребенком коррекционно-развивающую работу.

В работе с сенсорными нарушениями в настоящее время активно используются различные инновационные подходы, такие как направление Snoezelen (*Снузлин*) – создание и обустройство специальных сенсорных комнат. В комплектацию сенсорной комнаты входит: световое, интерактивное и сенсорное оснащение, изделия бескаркасной мебели и обязательная мягкая среда, арома- звуко- и видео- сопровождение, оборудование (реабилитационное и для массажной терапии, игровое-развивающее), функционал различных по своему назначению элементов (применяется для терапии, коррекционной работы, психоэмоциональной разгрузки). Осуществлять реабилитационные мероприятия можно в условиях: поликлиники, стационара, образовательной организации и на дому. В ходе работы через стимуляцию базовых чувств: зрения, слуха, обоняния, осязания и вестибулярных рецепторов достигается снятие стресса и

напряжения, развитие сенсорного восприятия, а также, тактильных, сенсомоторных навыков, умственных способностей и творческих потенциалов у детей с нарушением слуха [8].

Метод, предложенный американским трудотерапевтом, педагогом-психологом Джин Айрис, направленный на стимуляцию работы анализаторов в условиях координации различных органов чувств, нашёл своё применение в работе с различными категориями детей, в том числе и с нарушением слуха [1].

В отечественных и зарубежных исследованиях (Айрес Э. Дж., Кислинг У., Коробкина Л.А., Ледлофф Ж., Чупаха И.В., Пужаева И.Ю., Соколова И.Ю. и др.) метод сенсорной интеграции рассматривается как строго дозированная и четко простроенная специфическая тренировка нарушенных функций.

## **Выводы**

В работе с детьми, имеющими трудности развития в различных вариантах, становится понятной необходимость использования нейропсихологических методов, а применение их в комплексе значительно увеличивает шансы на получение положительных результатов.

Предложенная модель мультисенсорной недостаточности позволяет более эффективно осуществлять медико-психолого-педагогическую реабилитацию, которая нацелена на восстановление работы памяти, мышления, речи и других когнитивных функций у детей с нарушением слуха, а также повышения качества их жизни.

Таким образом, приоритет медико-психолого-педагогической реабилитации определяется перспективой успешной интеграции ребёнка в общество с минимизацией последствий его инвалидизирующего заболевания и вторичных дефектов.

При комплексной медико-психолого-педагогической реабилитации детей с нарушениями слуха необходимо учитывать следующее [5]:

1. Процесс реабилитации ребенка с нарушенным слухом достаточно длительный.
2. Реабилитация осуществляется в учреждениях разной ведомственной принадлежности (здравоохранение, образование, соцзащита).
3. Реабилитацию осуществляет междисциплинарная команда специалистов (врачи, специальные педагоги, психологи и др.), которые взаимодействуют друг с другом для достижения эффективности реабилитации.
4. В реабилитации ребенка с нарушенным слухом активное участие принимает семья.

### Список литературы

1. Айрес Э. Дж. Ребенок и сенсорная интеграция. Понимание скрытых проблем развития; пер. с англ. Юлии Даре. – М.: Теревинф, 2009. – 272 с.
2. Бекмуратов Н.Ш. Пути повышения умственной работоспособности глухих учащихся // Дефектология. – №5. – 1991. – С. 51–52.
3. Величковский Б.М. Когнитивная наука : Основы психологии познания: в 2 т. – Т. 2. – М.: Смысл; Академия, 2006. – 432 с.
4. Карауш И.С., Шевченко Ю.С., Куприянова И.Е. Психические расстройства и реабилитация детей с нарушениями слуха и зрения // Социальная и клиническая психиатрия. – 2017. – Т. 27. – №2. – С. 24–28.
5. Королева И.В. Современные методы и подходы к реабилитации детей с нарушениями слуха // Consilium Medicum. Педиатрия (Прил.). 2015; 1: 42–46.
6. Лаврентьева З. И. Методологические основы исследования реабилитации как педагогического феномена // Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова. – 2006. – Т. 12. – Вып. 9. – С. 52–62.
7. Леонгард Э. И., Самсонова Е. Г. Нормализация условий воспитания и обучения детей с ограниченными возможностями в условиях инклюзивного образования. – М.: Владос, 2011. – 278 с.
8. Практическое руководство по использованию сенсорной комнаты «Снузлин» в процессе реабилитации / авт.-сост. Н.Н. Исланова, В.М. Белоусова; под общ. ред. П. Кушваха. – Казань: Веда, 2008. – С. 39–105.
9. Психология глухих детей / под ред. И.М. Соловьева, Ж.И. Шиф, Т.В. Розановой, Н.В. Яшковой. – 2-е изд., стереот. – М.: Советский спорт, 2006. – 448 с.
10. Синяк В. А., Нудельман М.М. Особенности психического развития глухого ребенка. – М., 1975.
11. Специальная педагогика / под ред. Н. М. Назаровой. – М., 2000.
12. Фокс Дж. Дж., Дель Бене В.А., Росс Л.А., Риджуэй Э.М., Франциско А. А. и Молхолм С. (2020) Мультисенсорная аудиовизуальная обработка у детей с расстройством сенсорной обработки (II): интеграция речи в условиях шумной окружающей среды. Фронт. Интеграция. Neurosci. 14:39. doi: 10.3389 / fnint.2020.00039
13. Botvinick M., Cohen J. Rubber hands «feel» touch that eyes see. Nature, 1998, 391(6669), 756.

### References

1. Ayres, E. J. (2009) *Rebenok i sensorная integratsiya. Ponimaniye skrytykh problem razvitiya* [The child and sensory integration. Understanding the hidden problems of development]; perevod s angl. Yulii Dare. Moscow: Terevinf. (In Russian).
2. Bekmuratov, N.SH. (1991) *Puti povysheniya umstvennoy rabotosposobnosti glukhikh uchashchikhsya* [Ways to improve the mental performance of deaf students]. *Defektologiya – Defectology*. No 5. pp. 51–52. (In Russian).
3. Velichkovskiy, B.M. (2006) *Kognitivnaya nauka : Osnovy psikhologii poznaniya* [Cognitive science: Fundamentals of the psychology of knowledge]: v 2 t. Vol. 2. Moscow: Smysl; Akademiya. (In Russian).

4. Karaush, I.S., Shevchenko, Yu.S., Kupriyanova, I.E. (2017) *Psikhicheskiye rasstroystva i reabilitatsiya detey s narusheniyami slukha i zreniya* [Mental disorders and rehabilitation of children with hearing and vision impairments]. *Sotsial'naya i klinicheskaya psixiatriya – Social and Clinical Psychiatry*. Vol. 27. No 2. pp. 24–28. (In Russian).
5. Koroleva, I.V. (2015) *Sovremennyye metody i podkhody k reabilitatsii detey s narusheniyami slukha* [Modern methods and approaches to the rehabilitation of children with hearing impairment]. *Consilium Medicum. – Consilium Medicum. Pediatrics (App.)*. 1:42–46.
6. Lavrent'yeva, Z. I. (2006) *Metodologicheskiye osnovy issledovaniya reabilitatsii kak pedagogicheskogo fenomena* [Methodological foundations for the study of rehabilitation as a pedagogical phenomenon]. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta im. N. A. Nekrasova – Bulletin of the Kostroma State University. N. A. Nekrasova*. Vol. 12. Vyp. 9. pp. 52–62. (In Russian).
7. Leongard, E. I., Samsonova, Ye. G. (2011) *Normalizatsiya usloviy vospitaniya i obucheniya detey s ogranichennymi vozmozhnostyami v usloviyakh inklyuzivnogo obrazovaniya* [Normalization of conditions for the upbringing and education of children with disabilities in the context of inclusive education]. Moscow: Vlastos. (In Russian).
8. *Prakticheskoye rukovodstvo po ispol'zovaniyu sensornoy komnaty «Snuzlin» v protsesse reabilitatsii* / avt.-sost. N.N. Islanova, V.M. Belousova; pod obshch. red. P. Kushvakha. (2008). Kazan': Veda. pp. 39–105. (In Russian).
9. *Psikhologiya glukhikh detey* / pod red. I.M. Solov'yeva, Zh.I. Shif, T.V. Rozanovoy, N.V. Yashkovoy. (2006). 2-ye izd., stereot. Moscow: Sovetskiy sport. (In Russian).
10. Sinyak, V. A., Nudel'man, M.M. (1975) *Osobennosti psikhicheskogo razvitiya glukhogo rebenka* [Features of the mental development of a deaf child]. Moscow. (In Russian).
11. *Spetsial'naya pedagogika* [Special Pedagogy] / pod red. N. M. Nazarovoy. (2000) Moscow. (In Russian).
12. Foks, Dzh. Dzh., Del' Bene, V.A., Ross, L.A., Ridzhuey, E.M., Frantsisko, A. A. i Molkholm, S. (2020) *Mul'tisensornaya audiovizual'naya obrabotka u detey s rasstroystvom sensornoy obrabotki (II): integratsiya rechi v usloviyakh shumnoy okruzhayushchey sredy*. *Front. Integratsiya* [Multisensory audiovisual processing in children with sensory processing disorder (II): speech integration in noisy environments. *Front. Integration*]. *Neurosci.* 14:39. doi: 10.3389 / fnint.2020.00039
13. Botvinick. M., Cohen. J. (1998) Rubber hands «feel» touch that eyes see. *Nature*, 391(6669), 756.

#### Вклад соавторов

*Литвиненко И.В.*: определение замысла исследования, разработка его теоретико-методологических основ и стратегии, медицинский аспект реабилитации детей с нарушением слуха;

*Лосева С.М.*: сбор и обработка материалов исследования, психолого-педагогический аспект реабилитации детей с нарушением слуха;

*Наумов К.М.*: медицинский аспект реабилитации детей с нарушением слуха.

### Co-authors' contribution

*Litvinenko I.V.:* definition of the research concept, development of its theoretical and methodological foundations and strategy, medical aspect of rehabilitation of children with hearing impairment;

*Loseva S.M.:* collection and processing of research materials, psychological and pedagogical aspect of rehabilitation of children with hearing impairment;

*Naumov K.M.:* medical aspect of rehabilitation of children with hearing impairment.

### Об авторах

**Литвиненко Игорь Вячеславович**, доктор медицинских наук, профессор, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова; Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина, Санкт-Петербург, Российская Федерация, ORCID ID: 0000-0001-8988-3011, e-mail: litvinenkoiv@rambler.ru

**Лосева Снежана Михайловна**, кандидат педагогических наук, доцент, Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина, Санкт-Петербург, Российская Федерация, ORCID ID: 0000-0001-9115-8812, e-mail: karlik\_73@mail.ru

**Наумов Константин Михайлович**, кандидат медицинских наук, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: litvinenkoiv@rambler.ru

### About the authors

**Igor V. Litvinenko**, Dr. Sci. (Med.), Full Professor, S. M. Kirov Military Medical Academy; Pushkin Leningrad State University, Saint Petersburg, Russian Federation, ORCID ID: 0000-0001-8988-3011, e-mail: litvinenkoiv@rambler.ru

**Snezhana M. Loseva**, Cand. Sci. (Ped.), Associate Professor, Pushkin Leningrad State University, Saint Petersburg, Russian Federation, ORCID ID: 0000-0001-9115-8812, e-mail: karlik\_73@mail.ru

**Konstantin M. Naumov**, Cand. Sci. (Med.), S. M. Kirov Military Medical Academy; Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail: litvinenkoiv@rambler.ru

Поступила в редакцию: 03.06.2022

Received: 03 June 2022

Принята к публикации: 10.06.2022

Accepted: 10 June 2022

Опубликована: 30.06.2022

Published: 30 June 2022