

2.4. ОТДЕЛЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

УДК 57.022, 57.052, 575.162, 612.1–612.4, 612.55, 612.84, 615.8 DOI/10.48612/spbrc/86dt-vfup-7pfd

Деятельность Института физиологии им. И.П. Павлова РАН в 2021-2022 гг.

А.Е. Чуйкин, И.И. Актуганова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук
199034, Санкт-Петербург, Набережная Макарова, дом 6

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук (далее – Институт) является научной многопрофильной организацией.

Институт создан как Физиологический институт АН СССР на основании Постановления Общего Собрания АН СССР от 05 декабря 1925 г. (протокол ОС №10, §167) «О реорганизации Физиологической лаборатории АН СССР в Физиологический институт АН СССР». Постановлением Президиума АН СССР от 14 июля 1950 г. (протокол № 21, §406) Физиологический институт АН СССР был преобразован в Институт физиологии им. И.П. Павлова АН СССР. На основании Указа Президента РСФСР от 21 ноября 1991г. № 228 «Об организации Российской академии наук» Институт вошел в состав Российской академии наук как Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук. Институт был переименован в соответствии с постановлением Президиума Российской академии наук от 18 декабря 2007 г. № 274 в Учреждение Российской академии наук Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук.

Постановлением Президиума Российской академии наук от 13 декабря 2011 года № 262 изменен тип и наименование Института с Учреждения Российской академии наук Института физиологии им. И.П. Павлова РАН на Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 15 мая 2018 г. № 215 «О структуре федеральных органов исполнительной власти» и распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 июня 2018 г. № 1293-р Институт передан в ведение Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Институт находится под научно-методическим руководством Отделения физиологических наук Российской академии наук. Деятельность Института полностью соответствует профилю 1. «Генерация знаний». Целью и предметом деятельности Института является: проведение фундаментальных (экспериментальных

или теоретических), поисковых и прикладных научных исследований, направленных на получение и применение новых знаний об основных закономерностях функционирования и строения организмов, систем человека и животных в норме и при адаптации к меняющимся условиям окружающей среды.

Институт осуществляет проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований по следующим направлениям:

- интегративные, молекулярно-клеточные и генетические основы адаптивного поведения;
- физиологические, онтогенетические и генетические механизмы повышения устойчивости мозга к неблагоприятным воздействиям;
- механизмы распознавания сенсорных образов, преобразования сенсорной информации на уровне органов чувств и сенсомоторного контроля двигательной активности;
- нервные, нейроиммунные и гормональные механизмы деятельности внутренних органов в норме и при экстремальных условиях;
- разработка и применение информационных технологий для исследования, моделирования и восстановления физиологических функций.

Институт выполняет фундаментальные исследования, относящиеся к следующим основным направлениям научно-технической деятельности (наименование и индекс по рубрикатору ГРНТИ): 31.27.25. – биохимия животных; 34.15.35. – молекулярная мембранология; 34.17.23. – биофизика клетки; 34.23.33. – генетика поведения; 34.39.17. – физиология центральной нервной системы; 34.39.19. – физиология сенсорных систем; 4.39.23. – высшая нервная деятельность; 34.39.29. – кровообращение; 34.39.31. – дыхание; 34.39.33. – пищеварение; 34.39.39. – физиология эндокринной системы; 34.39.51. – возрастная физиология.

Научная тематика Института соответствует приоритетному направлению Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (СНТР) – пункт 20 подпункт В: переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения, в том числе за счет рационального применения лекарственных препаратов (прежде всего антибактериальных). Область знаний – «Биологические науки». Приоритетное направление развития науки, технологий и техники Российской Федерации – «Живые системы». Критические технологии Российской Федерации – «Биомедицинские и ветеринарные технологии жизнеобеспечения и защиты человека и животных».

В настоящее время Институт осуществляет проведение фундаментальных научно-исследовательских работ по 7-ми темам НИР, включенным в Государственную программу Российской Федерации 47 ГП «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» (2019-2030) Подпрограмма «Фундаментальные научные исследования для долгосрочного развития и обеспечения

конкурентоспособности общества и государства» (47_110_ДРиОК). Постановление Правительства РФ №377 от 29 марта 2019 года.

Большую роль в успешном развитии научных исследований Института в 2021–2022 годах сыграло активное вовлечение в разработку и совершенствование тематики Института Центров коллективного пользования «Конфокальная микроскопия» (руководитель проф. Б.В. Крылов) и «Биоколлекция ИФ РАН» (руководитель проф. РАН Е.А. Рыбникова), а также научно-образовательный центр «Биологические и социальные основы инклюзии» (руководитель к.б.н. Е.А. Огородникова).

Значительное продвижение в развитии научных исследований в Институте обеспечивает формирование в 2020 г. и успешная деятельность Научного центра мирового уровня «Павловский центр «Интегративная физиология – медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям стрессоустойчивости».

В 2021-2022 г. в Институте функционировало 28 научных подразделений: 21 лаборатория и 7 групп, объединенных в 3 научных отдела и 2 научно-вспомогательных отдела. Штат Института – 452 работника. Из них – 176 научных сотрудников, в том числе 2 академика РАН, 1 член-корреспондент РАН, 39 докторов наук, 85 кандидатов наук.

Важнейшие результаты НИР ИФ РАН в 2021 – 2022 годах

Тема *«Исследование интегративных механизмов развития адаптивных и патологических состояний мозга при экстремальных воздействиях»*. Научный руководитель д.б.н. Н.Э. Ордян.

Исследования направлены на решение актуальной проблемы – выявление интегративных механизмов развития адаптивных и патологических состояний мозга при экстремальных воздействиях на разных этапах онтогенеза. Детальное изучение этих механизмов создаст фундаментальную основу для разработки стратегий предотвращения и коррекции негативных последствий поражений головного мозга после воздействия неблагоприятных факторов, а в перспективе позволит решить такую важнейшую задачу здравоохранения как снижение распространения ряда заболеваний ЦНС – энцефалопатии новорожденных, когнитивного дефицита, нейродегенерации и преждевременного старения.

Результаты исследований с использованием экспериментальных моделей показали, что стрессорный ответ матери на гипоксию в период закладки гиппокампа плода вызывает в мозге потомства устойчивые изменения паттернов эпигенетических модификаций хроматина и активности системы индуцированного гипоксией транскрипционного фактора HIF1, центральные и периферические нарушения регуляции глюкокортикоидной системы, дисфункцию глутаматергической медиаторной системы с гиперактивацией внутриклеточного компонента mGluR1-

ассоциированного сигнального пути, что сопровождается эндокринными и метаболическими нарушениями, развитием когнитивного дефицита, преждевременной гибелью нейронов и ранним старением [1].

Тема *«Исследование молекулярных, генетических и эпигенетических механизмов адаптивного поведения»*. Научный руководитель д.б.н. Е.А. Рыбникова.

Стрессорные воздействия могут провоцировать социально-значимые заболевания, оказывая пагубное, и пока что непонятое влияние в первую очередь на нервную систему и когнитивные функции живых организмов. В последнее время обнаружен феномен родительского наследования, согласно которому прогноз развития нейропсихиатрических заболеваний требует учитывать родительское происхождение аллелей как существенный фактор предрасположенности у потомства. Пространственная структура хроматина родителей - новый предиктивный маркер нейропатологии потомков. Это может быть использовано в разработке новых подходов к терапии нейродегенеративных заболеваний и повышения стрессоустойчивости.

Пространственная организация хромосом ядра нервных клеток зависит от частоты эктопических контактов хроматина (ЧЭК) и влияния микроРНК (миР). У гибридов дрозофилы, полиморфных по гену ключевого фермента ремоделирования актина *link1*, ЧЭК предопределяет способность к обучению и сохранению памяти в прямой зависимости от структуры генома родителей. Выявлен короткий фрагмент сателлитной ДНК (~30 п.н.), связанный с формированием эктопических контактов между этим и другими районами X-хромосомы. Уровень экспрессии миР-794 способствует проявлению патерналистского наследования среднесрочной памяти у гибридов с одинаковой способностью к обучению [2, 3].

Тема *«Фундаментальные комплексные исследования механизмов кодирования сенсорной информации, распознавания сенсорных образов, принятия решений и сенсомоторного контроля двигательной активности»*. Научный руководитель д.м.н., проф. Ю.Е. Шелепин.

Проведен многосторонний анализ обработки зрительной информации естественными и искусственными нейронными сетями. Проведена аппроксимация представлений посредством генерации отдельных фрагментов изображений искусственной нейронной сетью в нейронных сетях мозга приматов. Показано, что кодирование изображений осуществляется при помощи коллективной активности нейронов, а в обработке большинства категорий участвует до 93 % нейронов слоя. Категории рассмотрены на основе сравнения с прототипом, описывающим согласованную активность элементов слоя. Впервые проведён многосторонний анализ применения матрицы ковариаций для формирования прототипа и описания категории зрительных образов.

Исследования направлены на разработку принципов развития и взаимодействия естественного и искусственного интеллекта. Принципы кодирования изображения в естественных и искусственных нейронных сетях, является важным направлением как в области нейронаук, так и компьютерного зрения. Разрабатываемые подходы позволяют снять существующие ограничения применения технологии искусственных нейронных сетей в управлении, образовании и медицине. Работа важна для решения критически важных задач, например: «сжатия» многоуровневых сетей, которая особенно актуальна в инженерии, например, при встраивании технологии глубоких нейронных сетей практически во все устройства в различных сферах применения [4, 5].

Тема *«Характеристика и расшифровка механизмов изменений висцеральной сферы организма при действии на него экстремальных факторов внешней среды»*. Научный руководитель д.б.н. Н.П. Александрова.

В мировом спорте высоких достижений наблюдается стремительный рост спортивных результатов. Подготовка спортсменов высокой квалификации требует совершенствования тренировочных программ с учетом современных знаний физиологии. Система внешнего дыхания может стать лимитирующим звеном в достижении максимального спортивного результата. Установлено, что сила и выносливость дыхательных мышц являются определяющими факторами в обеспечении необходимого уровня вентиляции легких при экстремальных физических нагрузках высокой интенсивности. Это определяет актуальность разработки специальных методик тренировки дыхательных мышц для достижения рекордных результатов с учетом специфики различных видов спорта.

Показано, что преобладание в тренировочном процессе динамических аэробных нагрузок в сочетании с добавочным сопротивлением дыханию (пловцы), повышает максимальную силу сокращений дыхательных мышц и максимальную вентиляцию легких, ослабляя корреляционную зависимость между этими показателями, что свидетельствует о возможности полного использования пловцами функциональных резервов дыхательной системы, в отличие от спортсменов, тренирующихся с преобладанием статических нагрузок (борцы). Рекомендуется включение в подготовку спортсменов силовых видов спорта тренировки дыхательных мышц, а также оценки их функционального состояния в индивидуальных планах подготовки спортсменов высокой квалификации [6, 7].

Тема *«Раскрытие механизмов взаимодействия молекулярно-клеточных и системных регуляций функций внутренних органов»*. Научный руководитель академик РАН Л.П. Филаретова.

Нарушениям в церебральных механизмах контроля висцеральной ноцицепции отводят ведущую роль в развитии устойчивой к современной терапии хронической абдоминальной боли, сопровождающей воспалительные и функциональные

заболевания толстой кишки. Однако механизмы участия структур головного мозга в контроле висцеральной болевой чувствительности в норме и особенности их реализации при кишечной патологии во многом остаются неясными. Детальное исследование этих процессов позволит выявить супраспинальные звенья патогенеза хронических абдоминальных болевых синдромов разной этиологии, способствуя тем самым разработке направленных методов их коррекции в гастроэнтерологической и неврологической клиниках.

В нейрофизиологических экспериментах на крысах установлено, что в норме нейроны паравентрикулярного ядра гипоталамуса (ПЯГ) могут в равной степени реагировать на болевую стимуляцию толстой кишки возбуждением или торможением импульсной активности. При этом продемонстрирован преимущественно угнетающий эффект электростимуляции ПЯГ на реакции нейронов продолговатого мозга, вызванные болевым колоректальным растяжением. Впервые показано, что кишечное воспаление сопровождается увеличением доли клеток ПЯГ, отвечающих торможением активности на висцеральные болевые сигналы, а также характеризуется уменьшением эффективности тормозных (антиноцицептивных) гипоталамо-бульбарных влияний [8, 9].

Тема *«Интегративные механизмы регуляции двигательных и висцеральных функций при стимуляции спинного мозга»*. Научный руководитель чл.-корр. РАН Ю.П. Герасименко.

Разработана новая неинвазивная технология спинальной нейромодуляции для контроля локомоторной и постуральной функции человека. Мультисегментарная стимуляция спинного мозга, адресованная к нейронным сетям и моторным пулам, способна регулировать локомоторную активность человека. Стимуляционное воздействие на флексорные моторные пулы (латеральная стимуляция T11) в фазу переноса конечности и экстензорные моторные пулы (латеральная стимуляция L1) в фазу опоры позволяет регулировать параметры шагательных движений. Пространственно-временная стимуляция T11 и L1 в сочетании с активацией нейронных сетей позволяет управлять локомоцией. Показано, что мультисегментарная неинвазивная стимуляция улучшает постуральный контроль у спинальных пациентов детского возраста [10].

Тема *«Информационные технологии для исследования, моделирования и коррекции системных физиологических процессов при организации поведения»*. Научный руководитель к.б.н. Е.А. Огородникова.

Выполнение научных и методических задач направлено на интеграцию новых знаний и технологий, развитие информационных систем и алгоритмов анализа экспериментальных данных, повышающих эффективность физиологических и медицинских исследований, методов коррекции сенсорно-когнитивных дисфункций, программ сопровождения и проблемно-ориентированных технических разработок.

При этом большинство результатов или уже используется, или имеет потенциал применения в исследовательской, клинической и образовательной практике.

Проводятся исследования процессов коммуникации в норме (сенсорные и несенсорные факторы речевого слуха на фоне многоголосия) и при нарушениях слухоречевой функции; получены новые данные экспериментальных и клинических исследований для разных групп испытуемых (от детей младшего возраста до пожилых людей); проанализированы жалобы на состояние слухоречевой функции и аудиологические показатели после перенесенной коронавирусной инфекции, опыт транскраниальной электростимуляции пациентов сурдологического профиля.

Продолжены исследования по развитию информационных технологий (аппаратно-программные модули для исследования зрительного восприятия; программный алгоритм обнаружения скрытых вставок в видеопотоках, расширение методики оценки внимания и обучения в младшем возрасте, комплекса для коррекционной работы) и алгоритмов математического и статистического анализа данных в сложных дизайнах исследований (онтогенеза нервной системы; пептидных препаратов; воображаемых движений; зрительного восприятия при депрессии, шизофрении, в условиях «сухой» иммерсии; русской версии скрининговой шкалы оценки перинатальной тревожности).

Продолжены разработки по коррекции нарушений слухоречевой функции (способ неинвазивной электромагнитной стимуляции слуховых нейронов, перцептивный контроль настройки кохлеарных имплантов); исследование и моделирование механизмов зрительных иллюзий (иллюзия кривизны), целостного восприятия и сегментации, влияния внимания на краудинг-эффект (с лабораторией физиологии зрения); изучение магнитобиологических эффектов. Описаны особенности формирования понятий и суждений по аналогии для объектов разной сложности в возрастном и неврологическом аспектах; макроструктуры рассказа (языковые навыки) в условиях билингвизма; влияния яркой белой вставки (1 кадр) на электрическую активность головного мозга в диапазоне 5-20 Гц в течение 700 мс от предъявления в видеопотоке [11 – 15].

Культурно-просветительская деятельность ИФ РАН в 2021 – 2022 годах

Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН ведет большую просветительскую работу, связанную с популяризацией истории и достижений российской физиологической науки. Эта деятельность ведется сейчас по четырем стратегическим направлениям: музейно-выставочная работа, профориентация школьников, медиапродвижение Института, наука и искусство.

При Институте функционируют Мемориальный музей-квартира академика И.П. Павлова (Санкт-Петербург, Васильевский остров, 7-я линия, дом 2) и Музей И.П. Павлова в Колтушах (Всеволожский район, с. Павлово, ул. Быкова, д.34). В 2021 и 2022 годах в музеях было проведено более 600 экскурсий. Музеи приняли участие в городском Форуме Малых музеев Санкт-Петербурга, в фестивале Детские дни в Петербурге, в Городском межмузейном конкурсе «Большая регата 2021-2022».

В 2021 году в музее И.П. Павлова в Колтушах была открыта новая научно-художественная экспозиция «Школа Павлова», посвященная И.П. Павлову и его ученикам и последователям великим учёным – Л.А. Орбели, М.Е. Лобашеву, В.Н. Черниговскому, Л.А. Фирсову, А.М. Уголеву и др. Проект «Школа Павлова» был признан одним из 100 лучших проектов, реализованных на средства Фонда президентских грантов. Такое решение принял Координационный комитет, рассмотрев более 6 тысяч проектов, срок реализации которых закончился в 2021 году. 26 сентября 2022 года в Мемориальном музее-квартире И.П. Павлова на Васильевском острове прошла первая, после возобновления, конференция «Павловские встречи». Было заслушано 8 докладов, посвященных деятельности Ивана Петровича, его учеников и последователей, роли И.П. Павлова в современных науках о человеке, фигуре И.П. Павлова в культуре и искусстве.

В Институте продолжается профориентационная работа со школами в привязке к учебной программе старших классов. К традиционной работе на базе Колтушей со школами Всеволожского района, добавилось сотрудничество с Лицеумом 257 в г. Пушкине. Разработаны новые экскурсии для школьников с посещением лабораторий Института, подготовлена и анонсирована программа экскурсий и лабораторных занятий для школьников средних и старших классов совместно с Лабораторией профессий.

В июле 2022 года завершён годовой проект организации стажировок и интенсивов для художников на базе БИОСТАНЦИИ – Лаборатории технологического искусства в Колтушах. Двенадцать художников прошли стажировку и получили консультации, более 100 человек приняли участие в интенсивах на базе лабораторий Института.

В Кинолаборатории Института физиологии им. И.П. Павлова в Колтушах стартовал спецкурс для студентов Санкт-Петербургского государственного института кино и телевидения. В распоряжении будущих режиссеров-документалистов предоставлено оборудование, которое широко использовалось учёными Института физиологии в пору преимущественного использования плёночных кино-технологий для фиксации результатов научных исследований. Студенты под руководством сотрудников Института Н.А. Мальцева, Л.В. Андреевой познакомились с принципами работы монтажных станков и кинопроекторной аппаратуры. В дальнейшем они

займутся монтажом собственных короткометражных учебных фильмов из материалов, предоставленных Киногруппой Института.

С октября по декабрь 2022 года прошел проект НАУЧГРАФ совместно с фондом поддержки инноваций и молодежных инициатив. В нем приняли участие 9 молодых дизайнеров, разработавших научную графику для научных статей сотрудников Института. Результаты конкурса были подведены 15 декабря 2022 года, три победителя получили дипломы и денежные премии.

Отдел научной коммуникации Института ведет работу по обмену опытом в области научной коммуникации с коллегами из других организаций, подчиняющихся Министерству науки и образования. В Казанском Университете в рамках Арт-Хакатона 4 сентября 2022 года прошла Лекция начальника отдела научной коммуникации Института И.И. Актугановой «Умножение сложности. Как искусство помогает науке понять себя» о том, как организовать сотрудничество учёных и художников на примере проекта «Новая Антропология», реализованного на базе Института в Павловских Колтушах. Также И.И. Актуганова приняла участие в дискуссионной панели «Искусство как инструмент научной популяризации» в рамках Сибирской креативной недели в Красноярске на базе Сибирского Федерального университета 24-25 ноября 2022 года. 21 декабря 2022 года И.И. Актуганова провела лекцию и мастер-класс в Нижегородском государственном университете имени Лобачевского по проектам «Школа Павлова», «Новая Антропология» и «Биостанция – лаборатория технологического искусства».

Институт активно сотрудничает со средствами массовой информации. За два года вышло более 70 публикаций в СМИ, на специализированных ресурсах и в научно-популярных пабликах о научной и просветительской деятельности Института.

Литература

1. *Vetrovoy O. et al.* Prenatal hypoxia induces premature aging accompanied by disturbed function of glutamatergic system in rat hippocampus (авторы: Vetrovoy O., Stratilov V., Nimiritsky P., Makarevich P., Tyulkova E.) // *Neurochemical Research*. 2021, V. 46, P. 550-563.

2. *Medvedeva A.V. et al.* Parent-of-origin effects on nuclear chromatin organization and behavior in a *Drosophila* model for Williams-Beuren syndrome (авторы: Medvedeva A.V., Tokmatcheva E.V., Kaminskaya A.N., Vasileva S.A., Nikitina E.A., Zhuravlev A.V., Zakharov G.A., Zatsepina O.G., Savvateeva-Popova E.V.) // *Vavilov journal of genetics and breeding*. 2021, V. 25, N. 5, P. 472-485.

3. *Zhuravlev A.V. et al.* Chromatin structure and «DNA sequence view»: the role of satellite DNA in ectopic pairing of the *Drosophila* X polytene chromosome (авторы: Zhuravlev A.V., Zakharov G.A., Anufrieva E.V., Medvedeva A.V., Nikitina E.A.,

Savvateeva-Popova E.V.) // International Journal of Molecular Sciences. 2021, V. 22, Art. 8713.

4. *Nam, Y. et al.* View-tuned and view-invariant face encoding in IT cortex is explained by selected natural image fragments. (авторы: Nam, Y., Sato, T., Uchida, G., Malakhova E., Ullman S., Tanifuji M.) // Sci. Rep. 2021, V. 11, Art. 7827.

5. *Малахова Е.Ю.* Представление категорий посредством прототипов согласованной активности нейронов в свёрточных нейронных сетях // Оптический журнал. 2021, Т. 58, № 12, С. 36-41.

6. *Segizbaeva M.O, Aleksandrova N.P.* Respiratory Muscle Strength and Ventilatory Function Outcome: Differences Between Trained Athletes and Healthy Untrained Persons. // Adv. Exp. Med. Biol. 2021, V. 1289, P. 89-97.

7. *Segizbaeva M.O., Aleksandrova N.P.* Adaptive changes of the Ventilatory Function in Athletes with different training type // Human Physiology. 2021, V. 47, N. 5 P.562-568.

8. *Pantelev S.S. et al.* The Buspirone-dependent Abdominal Pain Transmission Within the Nucleus Tractus Solitarius in the Rat (авторы: Pantelev S.S., Sivachenko I.B., Lyubashina O.A.) // Neuroscience. 2021, V. 452, P. 326-334.

9. *Любашина О.А. и др.* Амигдалофугальная модуляция висцеральной ноцицептивной трансмиссии в каудальной вентролатеральной ретикулярной области продолговатого мозга крысы в норме и при кишечном воспалении (авторы: Любашина О.А., Сиваченко И.Б., Бусыгина И.И.) // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2021, Т. 107, № 10, С. 1219–1234.

10. *Calvert J.S. et al.* Voluntary Modulation of Evoked Responses Generated by Epidural and Transcutaneous Spinal Stimulation in Humans with Spinal Cord Injury. (авторы: Calvert J.S., Gill M.L., Linde M.B., Veith D.D., Thoreson A.R., Lopez C., Lee K.H., Gerasimenko Y.P., Edgerton V.R., Lavrov I.A., Zhao K.D., Grahn P.J., Sayenko D.G.) // J. Clin. Med. 2021, V. 10, Art. 4898.

11. *Андреева И.Г., Огородникова Е.А.* Слуховая адаптация к характеристикам речевого сигнала // Ж. эволюционной биохимии и физиологии. 2022, Т. 58, № 5, С. 365-379.

12. *Столярова Э.И. и др.* Программный комплекс для коррекционной работы и тестирования детей со слухоречевыми нарушениями (авторы: Столярова Э.И., Белова Н.Ю., Солнушкин С.Д., Чихман В.Н. // Психолого-педагогические исследования. 2022. Т. 14, № 1, С. 77-94.

13. *Бобошко М.Ю. и др.* Пути улучшения разборчивости речи при использовании слуховых аппаратов (авторы: Бобошко М.Ю., Бердникова И.П., Мальцева Н.В., Жилинская Е.В., Огородникова Е.А.) // Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae. 2021, V. 27, № 1, С. 21-29.

14. *Королева И.В. и др.* Использование психоакустических тестов для перцептивной оценки настройки процессора кохлеарного импланта у глухих пациентов (авторы: Королева И.В., Огородникова Е.А., Левин С.В., Пак С.П., Кузовков В.Е., Янов Ю.К.) // Вестник оториноларингологии. 2021. Т. 86, № 1, с. 30-35.

15. *Сурма С.В. и др.* Воздействие слабых магнитных полей на слуховой нерв пациентов с нейросенсорной тугоухостью III и IV степени (авторы: Сурма С.В., Клячко Д.С., Щеголев Б.Ф., Огородникова Е.А.) // Российская оториноларингология. 2021, Т. 20, № 5, С. 63-67.