

Савельев Евгений Сергеевич

**ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ СТИМУЛЯЦИИ
СИСТЕМ КОХЛЕАРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ У ДЕТЕЙ**

3.1.3. Оториноларингология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва 2026

Работа выполнена на кафедре оториноларингологии медицинского института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Попадюк Валентин Иванович

Официальные оппоненты:

Бобошко Мария Юрьевна - доктор медицинских наук, профессор, государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий лабораторией слуха и речи

Владимирова Татьяна Юльевна - доктор медицинских наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой и клиникой оториноларингологии имени академика И.Б. Солдатова

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации

Защита состоится «21» октября 2026 года в 14.00 часов на заседании постоянно действующего диссертационного совета ПДС 0300.0029 при ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени П. Лумумбы» по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале УНИБЦ (Научная библиотека) ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6) и на сайте <https://www.rudn.ru/science/dissovet/dissertacionnye-sovety/pds-0300029>

Автореферат разослан «___» сентября 2026 года

Ученый секретарь ПДС 0300.029

кандидат медицинских наук, доцент

Чернолев Анна Ильинична

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Нейросенсорная тугоухость (НСТ) является одним из распространенных заболеваний и актуальной проблемой оториноларингологии (Кунельская Н.Л., 2013). Первые годы жизни ребенка являются самыми важными для развития речи и познавательных навыков (Крюков А.И. и соавт., 2011). Дети с тугоухостью сталкиваются с проблемами в развитии речи, языка, грамотности и академической успеваемости (Dillier N. et al., 2002; Maekawa K. et al., 2025). Доступными вариантами помощи детям с хронической НСТ являются слуховые аппараты (СА) и кохлеарные импланты (КИ). Кохлеарная имплантация - одно из лучших изобретений в медицине для лечения выраженной тугоухости (Дайхес Н.А. и соавт., 2022).

Дети с глубокой потерей слуха после операции получают возможность полноценного развития и интеграции в общество (Таварткиладзе Г.А., 2016; Wang J. et al., 2019; Пашков А.В. и соавт., 2020). Численность пациентов, перенесших КИ, растет (Мачалов А.С., 2022). Для достижения успеха после КИ необходима комплексная реабилитация (Королева И.В., 2008). Одним из факторов эффективности проведенной имплантации является правильный выбор параметров стимуляции речевого процессора (РП) (Пашкова А.Е., 2024; Наумова И.В., 2025).

Важным условием качественной реабилитации детей, использующих КИ, является разработка оптимальных методов программирования РП с оценкой слухоречевого развития ребенка (Дайхес Н.А. и соавт., 2007; Янов Ю.К. и соавт., 2012). На сегодняшний день не существует универсальных подходов и методов программирования РП, также разнообразны методы оценки качества слуха ребенка после проведенной операции. Сравнение различных методов настройки КИ и оценка их эффективности, а также разработка новых подходов при выборе параметров РП, являются актуальными проблемами современной оториноларингологии и требуют изучения.

Степень разработанности темы диссертации

Общеизвестны 2 основных метода настройки процессора КИ: субъективный (психоакустический) и объективный (электрофизиологический). Отечественные и зарубежные авторы изучают различные методы настройки РП (Бахшинян, В. В. и соавт., 2014; Pradeep V.R. et al., 2017; Клячко, Д. С. и соавт., 2018; Левин С.В. и соавт., 2018; Swaddiwudhipong N. et al., 2019; Гойхбург М. В. и соавт., 2020; Zarowski A. et al., 2020) и предлагают методики для оценки слухоречевого развития ребенка (Ching T., 2007; Kumar S. et al., 2013; Таварткиладзе Г. А., 2021).

Важным фактором эффективности КИ считается хорошая разборчивость речи после операции (Бобошко М. Ю. и соавт., 2019; Гойхбург, М. В. и соавт., 2021). Оценка эффективности КИ в детском возрасте представляется сложной задачей, так как получение объективных ответов от маленького ребенка бывает затруднительным. Проведение речевого тестирования возможно с 3-летнего возраста, а описание слуховых ощущений - с 5 лет. Между тем доказано, что период

до 3 лет жизни является наиболее сенситивным для развития слуха и речи (Королева И.В., 2016).

Несмотря на многочисленные публикации по реабилитации детей после КИ, ряд вопросов по-прежнему остаются нерешенными. Вопросы корректной настройки речевой карты у имплантированных детей в различных возрастных группах и оценка их эффективности требуют разработки и внедрения в клиническую практику.

Цель исследования

Повышение эффективности слухоречевой реабилитации детей после кохлеарной имплантации путем усовершенствования выбора параметров стимуляции речевого процессора.

Задачи исследования:

1. Разработать новые способы выбора параметров стимуляции систем КИ с использованием методики речевой аудиометрии в тишине, шуме и теста фонем русской речи.
2. Провести оценку типичной практики сурдолога по выбору параметров речевой карты процессора КИ.
3. Изучить результаты исследования состояния электродов и провести корреляционный анализ показателей наиболее часто используемого метода настройки РП – электрически вызванного потенциала действия слухового нерва ЕСАР с комфортным и пороговым уровнями речевой карты процессора КИ.
4. Оценить возможность использования тональной пороговой аудиометрии и аудиометрии с визуальным подкреплением в свободном звуковом поле для выбора параметров стимуляции процессора КИ.

Научная новизна исследования

Впервые проведена оценка типичной практики сурдолога по выбору параметров процессора КИ.

Впервые изучена возможность использования аудиометрии с визуальным подкреплением и речевой аудиометрии в тишине и шуме при выборе параметров стимуляции КИ.

Впервые разработаны, запатентованы и внедрены в практику новые методики выбора параметров стимуляции речевого процессора КИ. Разработана и предложена собственная методика игровой речевой аудиометрии в тишине и шуме «открытым» и «закрытым выбором».

Впервые разработана и предложена собственная методика настройки речевой карты с использованием фонем русской речи в игровой форме.

Впервые разработан алгоритм настройки РП систем КИ для улучшения качества послеоперационной реабилитации, основанный на электрофизиологических и психоакустических методах выбора параметров речевой карты, учитывающий не только слышимость звуков, но и наиболее важный показатель - разборчивость речи.

Теоретическая и практическая значимость

Выявлены основные методы, которые используются в клинической практике при выборе параметров речевой карты у детей, перенесших КИ. В ходе исследования проведена сравнительная оценка взаимосвязи показателей телеметрии нервного ответа (ЕСАР) с данными психоакустических порогов настроечных карт. Разработаны, запатентованы и внедрены в клиническую практику новые методы настройки РП систем КИ на основе показателей речевой игровой аудиометрии, аудиометрии с визуальным подкреплением и метода фонем русской речи. Предлагаемые запатентованные методы настройки речевых процессоров КИ позволяют достичь оптимальной конфигурации настроечной карты процессора и приводят к максимально хорошей разборчивости речи у детей после КИ, улучшая результаты слухоречевой реабилитации.

Методология и методы исследования

Диссертационная работа выполнена в дизайне ретроспективного и проспективного исследования. Использовались психоакустические, электрофизиологические и статистические методы. В исследование были включены 102 пациента с НСТ 4 степени и глухотой в возрасте от 2 до 15 лет, которые перенесли операцию КИ и находились в стадии слухоречевой реабилитации.

На первом этапе проведено изучение особенностей перинатального периода, анамнеза заболевания и типичной практики сурдолога по выбору параметров РП КИ, определены наиболее часто используемые объективные и субъективные методы настройки процессоров КИ. На втором этапе изучены показатели регистрации межэлектродного сопротивления электродов и электрического потенциала действия слухового нерва (Evoked Compound Action Potentials - ЕСАР). Проведен корреляционный анализ порогов ЕСАР с комфортным и пороговым уровнями речевой карты. Предложены новые психоакустические методы настройки РП и проведено сравнительное исследование разборчивости речи в тишине и шуме, а также различения фонем русской речи при использовании традиционных методов настройки и собственных методик, доказана их эффективность. Предложен и внедрен в клиническую практику алгоритм выбора параметров РП систем КИ, который может использоваться при настройке РП всех производителей КИ у детей.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Регистрация электрически вызванного потенциала действия слухового нерва (ЕСАР), тональная пороговая аудиометрия в свободном звуковом поле и сурдопедагогическая оценка, являющиеся основными методами в клинической практике при выборе параметров стимуляции речевого процессора у детей после КИ, не обеспечивают полноценной верификации восприятия ребенком речевых стимулов, необходимой для индивидуальной коррекции настроечной карты речевого процессора.

2. Дополнительное использование психоакустических методов настройки РП КИ: аудиометрии с визуальным подкреплением VRA и речевой аудиометрии в тишине и шуме индивидуализируют и персонифицируют карты настройки РП ребенка.

3. Применение предложенных способов настройки РП с использованием игровой речевой аудиометрии и теста фонем русского языка являются хорошими инструментами для выбора параметров РП у детей после КИ. Методы позволяют получить «обратную связь» от ребенка, оценить слышимость звуков в различных частотных диапазонах речевой карты и внести коррекцию в настроенную карту процессора КИ, приводя к лучшей разборчивости речи.

Степень достоверности результатов и апробация результатов работы

Достоверность научных положений и выводов определяется достаточным количеством обследованных пациентов, группы сформированы в соответствии с критериями включения и исключения, использованы методы, соответствующие поставленным задачам, корректно проведена статистическая обработка данных. Результаты исследования были доложены и обсуждены на: IX Национальном Конгрессе Аудиологов и XIII Международном симпозиуме (Суздаль, сентябрь, 2021), XIII Форуме оториноларингологов России (Санкт-Петербург, апрель, 2024), 2-м и 3-м Международных Конгрессах ISCPP (Москва, май, 2024, 2025), I Национальном Конгрессе сурдологов» (Москва, июнь, 2024), Конкурсе молодых ученых (диплом за 1-е место) «Междисциплинарный подход в оториноларингологии, хирургии головы и шеи» (Москва, октябрь, 2024), VII Всероссийском форуме «Россия-территория заботы» (Москва, октябрь, 2024), Школе практического врача «Заболевания ЛОР-органов» (Уфа, октябрь, 2025), IX Всероссийском Форуме оториноларингологов с международным участием (Москва, октябрь, 2025).

Апробация работы проведена на заседании кафедры оториноларингологии медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы» Министерства науки и высшего образования РФ, протокол № 14 от 24.06.2026.

Личный вклад автора

Автор непосредственно принимал участие в выполнении всех этапов работы: систематическом обзоре литературы, формулировании цели и задач исследования, разработке индивидуального протокола исследования, выполнении исследования, наборе первичного материала и анализе полученных результатов. Интерпретация полученных результатов проводилась совместно с научным руководителем и соавторами опубликованных работ.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 3.1.3. Оториноларингология (медицинские науки) и области исследования: «Разработка и усовершенствование методов диагностики и профилактики ЛОР-заболеваний».

Внедрение результатов в практику

Основные результаты диссертационного исследования внедрены в лечебный процесс «Отделения сурдологии и слухоречевой реабилитации» и в учебный процесс ФГБУ НМИЦО ФМБА России, в практику медцентра «МастерСлух-Уфа», в учебно-педагогический процесс кафедры оториноларингологии медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 151 странице, состоит из введения, обзора литературы, главы материалы и методы исследования, 4 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка используемой литературы, включающего 196 источников, из которых 112 отечественных и 84 зарубежных. В работе представлены 17 таблиц и 32 рисунка.

Публикации

По материалам диссертации опубликованы 9 печатных работ, из которых 4 – опубликованы в журналах, индексируемых в международных базах цитирования (SCOPUS), 1 - в научных изданиях ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, 2 тезиса в сборниках научно-практических конференций. Получены 2 патента на изобретение РФ: «Способ настройки речевого процессора кохлеарного импланта», RU 2829687 C1 от 05.11.2024 и «Способ выбора параметров речевой карты кохлеарного импланта методом русских речевых фонем», RU2851159 C1 от 19.11.2025.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Работа выполнена на кафедре оториноларингологии медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы». Набор клинического материала проводился в отделении медицинской реабилитации ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр оториноларингологии» ФМБА России (лицензия № ЛО Л041-00110-79/00363777; договор о сотрудничестве № 0040-Дог-23 от 20.02.2024 г. и медцентре «МастерСлух-Уфа» (лицензия № ЛО 41-01024-74/00555899; договор о сотрудничестве № 0090-07-1780 от 25.09.2025г.).

В исследование вошли данные целевой выборки 102 детей ($n=102$) с двусторонней НСТ IV степени и глухотой, проживающих в различных регионах РФ (Рисунок 1). Все дети перенесли операцию КИ и обращались с целью настройки РП КИ. Имелась равновероятная возможность попадания в выборку всех единиц генеральной совокупности. Всем пациентам группы исследования была проведена операция - кохлеарная имплантация (КИ), причем бинаурально – у 40 детей (39,2%), моноаурально - у 62 детей (60,8%).



Рисунок 1 — Регионы проживания детей с КИ исследуемой группы, (n =102)

Все дети были проимплантированы различными системами КИ в Федеральных центрах г. Москвы и Санкт-Петербурга. Медиана возраста пациентов составила 7,0 лет [5,0; 9,75], диапазон возраста от 2 до 15 лет. Средний возраст детей ($M \pm m$) – $7,54 \pm 0,33$, среди которых 48,04 % (n=49) девочек и 51,96% (n=53) мальчиков. Распределение по возрасту отражено в Таблице 1.

Таблица 1 — Распределение детей по возрасту, n = 102

Периоды детства (по Ваганову П.Д. с соавт., 2018)	Возраст	Количество детей		Средний возраст $M \pm m$
		п, абс	доля, %	
Период раннего детства	от 1 до 3 лет	10	9,8	$2,6 \pm 0,16$
Дошкольный возраст	более 3 лет до 7 лет	47	46,1	$5,6 \pm 0,17$
Младший школьный возраст	более 7 лет до 12 лет	34	33,3	$9,65 \pm 0,23$
Старший школьный возраст	более 12 лет	11	10,8	$13,82 \pm 0,26$
Всего детей		102	100	$7,54 \pm 0,33$

В группе исследования наибольшее количество детей было дошкольного возраста от 3 до 7 лет (46%) и младшего школьного возраста от 7 до 12 лет (33%).

В группе детей, использующих систему Med-el (67 ушей), были установлены электродные решетки: Mix 12 Standart – 23 уха; Mix 10 Standart - 34 ушей; Mix 12 Compressed – 1 ухо; Mix 12 Flexsoft - 1 ухо; Mix 10 medium - 1 ухо; Sonatati 100 Standart - 6 ушей, Pulsar ci100 Standart - 1 ухо, использовались РП: Opus 2-11 ушей; Sonnet 2-49 ушей; Rondo 2-7 ушей. В группе детей, использующих Cochlear (35 ушей), были установлены: CI512 – 25 ушей; CI612 – 7 ушей; CI24 RE(CA) – 2 уха; CI24 RE(S) – 1 ухо, использовались РП: CP1000-11 ушей; CP910-24 уха. В группе, использующих систему Advanced Bionics (24 уха), были установлены: HR90K Advantage – 19 ушей; HiRes Ultra 3D – 5 ушей, использовались РП: Naida Q70-14 ушей; Naida Q90-10 ушей. В группе детей, использующих Neurelec (8 ушей), были установлены: Digisonic SP – 8 ушей, использовались РП Sapphyr (8 ушей). В группе, использующих Nurotron (4 уха), были установлены-Cs-10a с РП Enduro (4 уха). В группе детей, использующих Oticon (4 уха), были установлены решетки Neuro Zti – (4 уха) с РП Neuro one. Таким образом, всего были изучены показатели 142 «имплантированных» ушей у 102 детей (Рисунок 2).

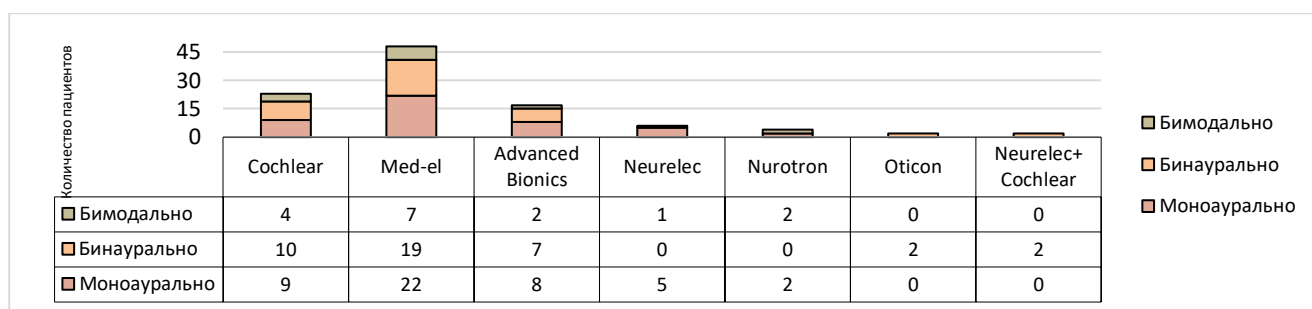


Рисунок 2 — Распределение пациентов по используемому типу КИ, n = 102

В группе исследования (n=102) наибольшее количество детей использовали КИ производителей Med-el (Medical Electronics, Австрия; n=48; 47%), Cochlear Ltd.(Австралия; n=25; 25%) и Advanced Bionics (США; n=17; 17%). Дети, использующие КИ данных 3-х компаний-производителей составили 88,2% от всех детей группы исследования.

Методы исследования

Всем пациентам группы исследования было проведено комплексное обследование: сбор жалоб, анамнеза заболевания, осмотр ЛОР-органов, сурдопедагогическое тестирование. Тональная пороговая аудиометрия (ТПА) в свободном звуковом поле (Free Field) использовалась для определения порогов слышимости на основных речевых частотах: 0,5; 1; 2; 4 кГц на рабочей программе прослушивания РП. При моноауральной КИ ТПА проводили на оперированное ухо, а при бинауральной-последовательно на 1-е, а затем 2-е ухо с КИ. Использовали клинический двухканальный аудиометр (Interacoustics AC40e). Колонки аудиометра располагали под углом 45° в 1 метре от РП КИ. У детей, которые не имели выработанной условно-двигательной реакции (УДР) на звук, применяли зрительное подкрепление яркой картинкой на экране телевизора.

Первым этапом проводилось тестирование состояния электродов и телеметрия нервного ответа (ЕСАР), использовали компьютер и программатор соответствующего производителя КИ. Метод речевой аудиометрии со свободным звуковым полем был использован для оценки разборчивости речи до настройки РП и через 7 дней после, использовали аудиометр Interacoustics AC40e с откалиброванными колонками. Применяли Русский речевой материал (Riehakanen, Boboshko, 2019). Интенсивность сигнала - 65 дБ УЗД, предъявляли четыре набора по 10 слов: односложные и разнотелные слова в тишине и в шуме с соотношением сигнал/шум 6дБ. Речевые тесты соответствовали возрасту ребенка и предъявлялись в «открытом выборе». Если ребенок затруднялся повторять слова, то ему проводили речевую аудиометрию «закрытым выбором» в игровой форме с помощью картинок. Использовали данный метод по предложенной методике для коррекции настроечных карт «Способ настройки речевого процессора КИ» - патент RU2829687 С1 05.11. 2024 г.

В группе 29 детей младшего возраста, которые не смогли выполнить тесты речевой аудиометрии, использовали собственную методику настройки РП - патент RU2851159 С1 от

19.11.2025 г. «Способ выбора параметров речевой карты КИ методом русских речевых фонем». На студии звукозаписи были записаны русскоязычные фонемы с использованием микрофона «Октава МК-012», Focusrite Scarlett Solo, окно Блэкмана с разверткой 2048 точек. Применяли ноутбук с программаторами для настройки РП, 2 звуковые колонки на расстоянии 1 метра от РП, откалиброванные модулированным тоном. Используя измерительный зонд системы Auricle Plus (GN Otometrics, Дания, рег.номер ФС №2006/2417) были измерены частотные составляющие каждой фонемы (Рисунок 3). Дополнительно были нарисованы с помощью искусственного интеллекта (ИИ) картинки, ассоциированные с каждой записанной фонемой (Рисунок 3). Дети старше 5 лет могли свободно повторять фонемы, а дети более младшего возраста в игровой форме кидали фишку-орешек в соответствующую фонеме ячейку.

№	Фонема	Пик, Гц	Основная энергия, Гц	Диапазон, Гц	Картинка
1	У	125	125-300	100-1000	Волк
2	И	260	260-500	230-2000	Мыши
3	А	1000	320-1000	300-2500	Плачущая девочка
4	Ш	2800	1200-5000	1000-6000	Змея
5	С	6600	4000-10000	2000-12000	Комар
6	Ф	1500	500-6000	300-12000	Ежик
7	Х	1400	400-1600	120-4000	Хомяк
8	М	210	150-1000	50-3000	Медвежонок



Рисунок 3 — Частотные характеристики и игровой набор «Метод русских речевых фонем»

Из 29 детей, которые не смогли выполнить речевые тесты, 93,1 % детей (n=27 детей) в игровой форме смогли выполнить тест различения русских речевых фонем, а 6,9% детей (n=2) не смогли выполнить оба теста: ни речевые тесты, ни тесты фонем. У этих 2-х детей в дальнейшем при настройке процессора КИ использовались ЕСАР и рефлекс стремянной мышцы.

Для оценки эффективности проведенной настройки РП и слухоречевого развития ребенка в группе 65 детей было проведено Анкетирование родителей с использованием валидированных Анкет – опросников PEACH (Оценка родителями слуховых и речевых способностей детей) и MUSS (Шкала значимого использования речи).

Статистическая обработка результатов

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием пакета обработки данных Statistica 10 и электронных таблиц MS Excel 2016. Проверку на нормальность распределения проводили вычислением критерия Шапиро-Уилка. Для проверки гипотез о связи между переменными применяли корреляционный анализ с использованием коэффициента корреляции (r) Пирсона. Проверка коэффициента корреляции на значимость и достоверности различий между выборками производилась с помощью t-критерия Стьюдента. Результаты статистического анализа считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В группе исследования (n=102) использовали КИ бинаурально 40 детей (39,2%), моноаурально - 62 ребенка (60,8 %), из них 16 детей на втором ухе использовали СА (Рисунок 4).

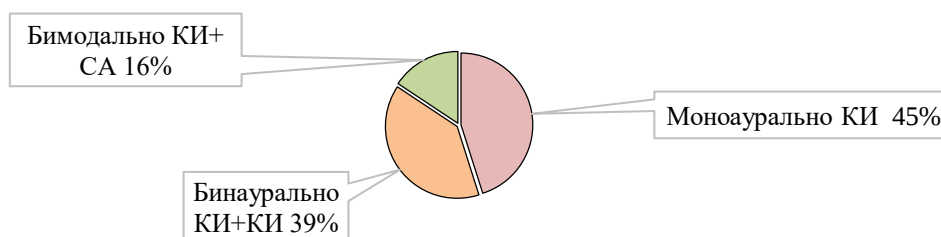


Рисунок 4 — Распределение пациентов в зависимости от типа использования КИ

Средний возраст ребенка на момент проведения операции КИ (n=102) составил $Me=2,54$ года [1,75; 4,00]. Наибольшее количество детей группы исследования использовали 1 КИ - 60,8%, средний возраст на момент КИ в этой группе $Me=3,13$ года [1,77; 4,79]. У 6 детей «бинауральной группы» операция КИ была сделана одномоментно на оба уха, что составило 15% от детей данной группы, из них у 4-х детей причина глухоты - менингит. Средний возраст ребенка при проведении одномоментной КИ составил $Me=3,25$ года [2,38; 6,13]. Последовательную КИ перенесли большинство детей «бинауральной группы» - 34 (85%). Средний возраст ребенка при операции на 1-м ухе $Me=2,00$ года [1,44; 2,67], на 2-м ухе $Me=3,83$ года [2,94; 5,79] (Таблица 2). Временной интервал между 1-м и 2-м ухом составил $Me=1,33$ года [1,00; 3,00]. Изучение особенностей анамнеза (n=102) показало, что 21,57% (n=22) родителей указывали на отягощенную наследственность по тугоухости.

Таблица 2 — Средний возраст детей на момент операции КИ, n = 102

Показатель	Дети, использующие КИ моноаурально или КИ+СА (бимодально), n=62	Дети, перенесшие последовательную операцию КИ (бинаурально), n=34		Дети, перенесшие одномоментную КИ (бинаурально), n=6
		Первое ухо	Второе ухо	
Средний возраст на момент операции, $Me [Q1;Q3]$ лет	3,13 года [1,77; 4,79]	2,00 года [1,44; 2,67]	3,83 года [2,94; 5,79]	3,25 года [2,38; 6,13]

Средний возраст ребенка на момент выявления тугоухости $Me=1,38$ года [0,50; 2,50]. 19,61% детей не пользовались СА до операции, опрос родителей показал низкую осведомленность родителей о пользе использования СА перед операцией. Средний возраст детей (n=82) на момент слухопротезирования составил $Me=1,54$ года [1,00; 3,00]; 63,41% (n=52) детей из этой группы (n=82) были слухопротезированы в течение 1-го месяца после выявления тугоухости, а остальные 36,59% (n=30) через $Me=6,00$ мес. [3,00; 11,75] после выявления тугоухости, срок использования СА до операции составил $Me = 12,00$ мес. [6,00; 24,00].

При опросе-анкетировании родителей детей с КИ на вопрос «Кто первым заметил снижение слуха и выявил тугоухость?» - были получены разные ответы (Таблица 3).

Таблица 3 — Результаты анкетирования родителей ребенка, n = 102

Кто первым заметил снижение слуха и выявил тугоухость	Количество детей	
	n, абс	доля, %
Скрининг	20	19,61
Родители	54	52,94
Врач: педиатр, оториноларинголог, сурдолог	25	24,51
Психолог	1	0,98
Учитель в дошкольном учреждении	1	0,98
Учитель-дефектолог, логопед	1	0,98

Согласно анамнезу, были выявлены различные факторы риска тугоухости (Таблица 4).

Таблица 4 — Факторы риска тугоухости у детей группы исследования, n = 102

Факторы риска	Количество детей	
	n, абс	доля, %
Гипоксия плода	36	35,29%
Желтуха новорожденных	38	37,25%
Прием ототоксичных антибиотиков	21	20,59%
Отслойка плаценты	1	0,98%
Асфиксия плода	14	13,73%
Обвитие пуповины	1	0,98%
Длительный безводный период	1	0,98%
Длительная ИВЛ	1	0,98%
Не отмечали патологии в родах и перинатальный период	32	31,37%

Согласно анамнеза перинатального периода 80,39% детей (n=82) родились в срок от 37 до 42 недель и были доношенными, средний вес составил $3400,84 \pm 51,24$ гр.; 16,67% детей (n=17) родились в срок до 37 недель и были недоношенными, средний вес - $1341,88 \pm 183,02$ гр.; 2,94% детей (n=3) родились в срок более 42 недель и были переносными, средний вес - $3510,00 \pm 396,31$ гр. Причем среди недоношенных (n=17) экстремально ранние преждевременные роды (ПР) в срок от 22-27 недель беременности были у 7 детей (41,18%), средняя масса тела при рождении составила $860,29 \pm 41,90$ гр.; ранние ПР в срок от 28 до 31 недель беременности были у 6 детей (35,29%), средняя масса тела при рождении составила $1180,00 \pm 61,91$ гр. и поздние ПР в срок от 34 до 36 недель беременности - у 4 детей (23,53%), средняя масса тела составила $2427,50 \pm 449,73$ гр. Дети группы наблюдения (n = 102) в 48% случаев имели различную патологию других органов и систем. Родители 70,59% детей имели низкую осведомленность об аудиологическом скрининге слуха и факторах риска.

Тестирование состояния электродов (R-сопротивление; импедансометрия) и измерение телеметрии нервного ответа (ЕСАР), а также корреляция уровней ЕСАР с комфортным и пороговым уровнями речевой карты процессора КИ было проведено у 90 детей (126 ушей; 126 речевых карт основной программы прослушивания РП), из них 25 детей (35 ушей) использовали системы компании Cochlear, 48 детей (67 ушей) использовали системы компании Med-el и 17

детей (24 уха) использовали системы компании Advanced Bionics. Корреляционный анализ порогов ЕСАР с уровнями комфортной и пороговой стимуляции у детей, использующих системы Neurelec (n=6), Oticon (n=2) и Nurotron (n=4) не проводился в связи с малочисленностью детей этих групп или отсутствием данного теста в программном обеспечении производителя.

Измерение телеметрии электродов у имплантированных детей исследуемой группы показало неоднородность показателей межэлектродного сопротивления на разных электродах (Таблица 5). У большинства детей (более 90%), использующих КИ разных производителей, нарушений в работе электродов выявлено не было. Случаи отключения единичных электродов были связаны с особенностями строения уха ребенка, аномалиями или перенесенным менингитом. Имелась тенденция более высоких значений показателей импеданса на апикальных и базальных электродах в сравнении со средней зоной электродной решетки, введенной в улитку в группе детей с РП Cochlear и Med-el, то есть имелось «U-образное распределение импеданса». У детей, использующих системы производителя Advanced Bionics, также наблюдались более высокие значения на базальных электродах в сравнении со «средней зоной» решетки.

Таблица 5 — Данные сопротивления электродов R – импеданса ($M \pm m$), кОм

Импеданс (R) -электрическое сопротивление электродов					
№ электрода	Med-el (IFT), кОм $M \pm SD$, min; max	№ электрода	Cochlear (CG), кОм $M \pm SD$, min; max	№ электрода	Advanced Bionics (R), кОм $M \pm SD$, min; max
1	8,11 $\pm$ 2,47 (3,46;15,11)	1	8,92 $\pm$ 2,06 (5,23;13,87)	1	5,73 $\pm$ 1,93 (1,90;9,90)
2	7,81 $\pm$ 2,24 (3,21;13,49)	6	7,02 $\pm$ 1,95 (4,19;13,21)	3	5,73 $\pm$ 2,27 (1,60;10,40)
3	7,03 $\pm$ 2,13 (3,41;12,89)	11	6,89 $\pm$ 1,39 (4,29;9,51)	5	5,78 $\pm$ 2,9 (1,60;13,30)
4	6,87 $\pm$ 2,06 (3,82;3,14)	16	7,23 $\pm$ 1,97 (3,55;11,28)	7	6,35 $\pm$ 2,86 (1,60;13,10)
5	6,40 $\pm$ 1,84 (3,40;11,94)	22	7,61 $\pm$ 1,98 (3,94;11,87)	9	6,56 $\pm$ 2,64 (1,90;11,20)
6	5,58 $\pm$ 1,71 (2,30;12,54)			11	6,43 $\pm$ 2,36 (1,90;10,40)
7	5,45 $\pm$ 1,87 (2,82;14,29)			13	6,75 $\pm$ 2,10 (2,40;10,90)
8	5,31 $\pm$ 1,55 (2,90;10,06)			15	7,37 $\pm$ 1,71 (3,70;11,20)
9	5,49 $\pm$ 1,50 (3,25;11,09)			16	7,39 $\pm$ 1,73 (4,30;10,70)
10	6,10 $\pm$ 1,68 (2,99;10,46)				
11	5,83 $\pm$ 1,63 (2,14;10,97)				
12	6,93 $\pm$ 1,78 (3,578;13,84)				

Данные регистрации межэлектродного сопротивления были индивидуальными на каждом ухе и зависели от многих факторов: от особенностей строения внутреннего уха, операции и введения электродов, послеоперационного фиброза и образования новой костной ткани в улитке. Дети, которые использовали РП более 8-10 часов в день, имели лучшие показатели межэлектродного сопротивления. Низкие показатели сопротивления свидетельствовали о хорошей стабильности электрода, а использование РП более 10-12 часов в день приводило не только к улучшению показателей импеданса, но и лучшей адаптации ребенка к системе КИ и лучшей разборчивости речи. Это согласуется с данными Alhabib S.F. et al. (2021), которые показали, что минимальное время ношения РП КИ в день, необходимое для развития речи, составляет 8,3 часа в день.

У детей с КИ Cochlear корреляционная зависимость ЕСАР (autoNRT) с комфортным (C-level) и пороговым (T-level) уровнями была различна на исследуемых 5 электродах, коэффициент

корреляции Пирсона составил от 0,165 до 0,568. Сила корреляционной связи в большинстве случаев относилась к категории: «умеренная связь»; в некоторых каналах к категориям «слабая связь» или «заметная связь».

Таблица 6 — Средние показатели порогов ЕСАР, комфортного и порогового уровней на 5 электродах: 1, 6, 11, 16, 22 у детей с КИ Cochlear, n=25 детей; 35 ушей

Cochlear (autoNRT), CU					
№ электр. да	ЕСАР (autoNRT), M ± SD, (min; max)	C-level, M ± SD, (min; max)	Коэфф. корр. Пирсона (r) (C-level- AutoNRT)	T-level, M ± SD, (min; max)	Коэфф. корр. Пирсона (r) (T-level- AutoNRT)
1	166,57±17,69 (119;194)	173,37±18,21 (130;209)	0,378	129,89±16,34 (82;158)	0,446
6	164,35±17,39 (119;195)	174,56±13,74 (141;205)	0,165	129,12±14,42 (87;154)	0,230
11	177,69±14,66 (143;212)	181,26±16,16 (143;218)	0,308	136,71±15,99(100;161)	0,347
16	166,29±19,66 (108;198)	170,50±21,55 (113;218)	0,536	124,68±22,73 (57;156)	0,568
22	146,34±18,81 (97;173)	157,60±20,47 (101;202)	0,507	111,74±21,71 (49;153)	0,545

У детей с КИ Med-el корреляционная зависимость ЕСАР (autoART) с комфортным (MCL) и пороговым (T-level) уровнями была различна на исследуемых 12 электродах, коэффициент корреляции Пирсона составил от 0,042 до 0,404 (Таблица 7). Сила корреляционной связи относилась к категориям: «слабая связь» и «умеренная связь». На базальных электродах 10-м, 11-м и 12-м были наименьшие показатели корреляционной зависимости.

Таблица 7 — Средние показатели порогов ЕСАР, комфортного и порогового уровней на 12 электродах у детей с КИ Med-el, n=48 детей; 67 ушей

Med-el (autoART), qu					
№ электр.	autoART, M ± SD, (min; max)	MCL, M ± SD, (min; max)	Коэфф. корр. Пирсона(r) (MCL- AutoART)	T-level, M ± SD, (min; max)	Коэфф. корр. Пирсона(r) (T-level- AutoART)
1	12,42±3,20 (7,60;21,90)	15,49±4,54(7,14;27,81)	0,381	1,75±0,68 (0,71;3,76)	0,315
2	11,78±3,33 (7,40;20,50)	15,82±4,65 (7,33;29,20)	0,284	1,84±0,73 (0,73;4,01)	0,226
3	11,59±3,16 (7,40;20,90)	16,13±4,46 (7,18;28,51)	0,281	1,88±0,74 (0,72;4,07)	0,156
4	10,50±2,95 (6,90;18,90)	16,18±4,78 (6,62;30,32)	0,283	1,88±0,78 (0,66;4,18)	0,373
5	10,92±3,20 (6,40;20,10)	16,49±4,48 (7,31;29,88)	0,321	1,92±0,77 (0,73;4,25)	0,390
6	11,48±2,87 (6,70;19,90)	16,94±4,53 (7,48;30,42)	0,404	1,95±0,74 (0,71;4,06)	0,275
7	11,99±3,32 (7,40;19,30)	17,70±4,58 (7,24;31,40)	0,274	2,05±0,76 (0,72;4,24)	0,232
8	13,80±3,86 (7,60;21,90)	18,40±4,75 (7,69;32,04)	0,393	2,14±0,80 (0,77;4,53)	0,343
9	15,34±3,56 (8,00;22,10)	18,85±4,53 (8,59;31,87)	0,175	2,19±0,75 (0,86;4,30)	0,173
10	14,43±2,85 (7,90;20,30)	18,55±4,41 (9,14;31,22)	0,038	2,15±0,76 (0,91;4,34)	-0,042
11	12,59±3,15 (7,80;20,80)	17,46±4,95 (8,70;31,22)	0,088	2,03±0,81 (0,87;4,19)	-0,056
12	11,51±3,04 (7,40;19,60)	16,76±4,86 (8,45;31,20)	0,028	1,91±0,72 (0,85;3,84)	-0,107

У детей с КИ Advanced Bionics (n=17) корреляционная зависимость ЕСАР(tNRI) с комфортным (MCL) и пороговым (T-level) уровнями была различна на исследуемых 9 электродах, коэффициент корреляции Пирсона составил от 0,088 до 0,717. Сила корреляционной связи в большинстве случаев относилась к категории: «умеренная связь»; в некоторых каналах - «слабая связь», а «заметная связь» наблюдалась на 3-м и 15-м электродах (Таблица 8).

Таблица 8 — Средние показатели порогов ЕСАР, комфортного и порогового уровней на 9 электродах у детей с КИ Advanced Bionics, n=17 детей; 24 уха

Advanced Bionics (tNRI), CU					
№ электр.	tNRI, M ± SD, (min; max)	MCL, M ± SD, (min; max)	Коэфф. корр. Пирсона (r) (MCL - tNRI)	T-level, M ± SD, (min; max)	Коэфф. корр. Пирсона (r) (T-level-tNRI)
1	135,63±34,03 (56;198)	173,33±33,37 (115;272)	0,392	26,00±14,80 (8;70)	0,336
3	132,45±38,18 (83;248)	179,17±32,36 (119;274)	0,684	28,25±14,77 (10;72)	0,517
5	144,38±31,56 (83;206)	196,54±31,70 (144;286)	0,372	30,79±13,40 (16;70)	0,463
7	169,23±36,19 (103;241)	221,42±40,50 (167;338)	0,433	35,63±15,73 (19;80)	0,391
9	164,82±40,51 (92;226)	231,54±44,09 (172;350)	0,255	39,29±19,34 (18;94)	0,120
11	163,24±46,34 (84;260)	219,22±43,88 (146;350)	0,468	36,13±16,64 (17;84)	0,334
13	146,35±42,04 (65;233)	201,74±37,21 (137;309)	0,088	32,91±15,58 (16;78)	0,200
15	146,81±64,95 (17;340)	197,43±52,67 (95;324)	0,691	36,70±24,60 (9;110)	0,717
16	142,84±39,14 (77; 223)	200,48±55,72 (98;324)	0,527	42,35±29,43 (8;130)	0,388

На Рисунке 5 представлен пример корреляционной зависимости показателей ЕСАР (autoNRT) и комфортного (C-level, MCL) уровней на 11 электроде у детей с КИ Cochlear (n=25 детей; 35 ушей).

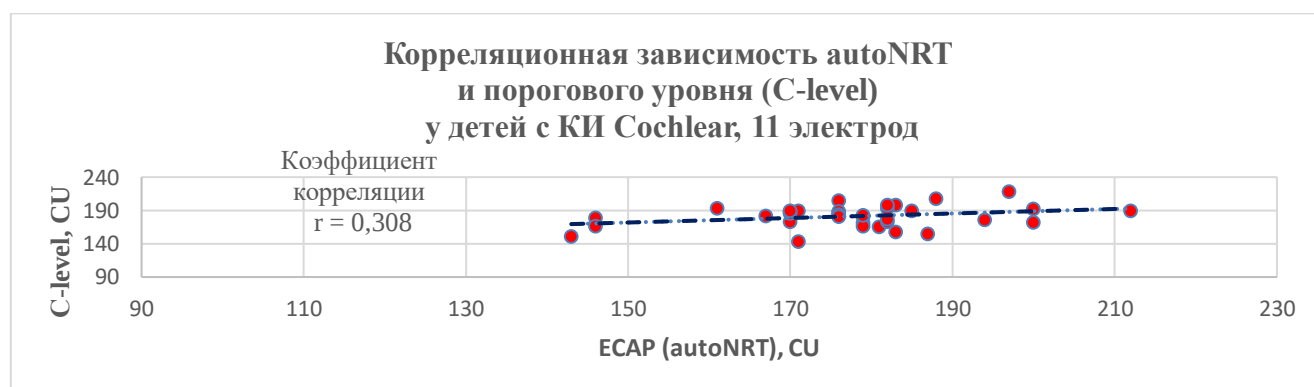


Рисунок 5 — Корреляционная зависимость ЕСАР (auto NRT) и комфортного уровня (C-level) у детей с КИ Cochlear, 11 электрод, (n=35 ушей)

Анализ регистрации ЕСАР показал, что пороги находятся в диапазоне между пороговым и комфортным уровнями стимуляции (T-level и MCL), при этом их показатели неоднородны, что соответствует исследованиям других авторов. При изучении корреляции порогов ЕСАР с комфортными уровнями речевой карты (MCL) в большинстве случаев была выявлена слабая и умеренная связь. Пороговые показатели MCL у многих детей «приближались» к уровню ЕСАР, хотя имелся их «существенный разброс» и неоднородность у всех производителей КИ. В связи с чем данный метод настройки РП КИ необходимо дополнять психоакустическими методами.

Опрос родителей показал, что у 89% был опыт настройки в разных Центрах у разных специалистов, отсутствовал единый универсальный подход в клинической практике, методы настройки не отражены в Клинических рекомендациях Минздрава РФ. В группе 90 детей мы оценили типичную практику сурдолога по выбору параметров РП (Таблица 9).

Таблица 9 – Оценка типичной практики сурдолога по выбору параметров РП КИ, n=90

Методы, используемые при выборе параметров стимуляции РП	Количество детей, n= 90	
	n, абс	доля, %
Объективные электрофизиологические методы настройки РП		
Использование стапедальных рефлексов (ESRT)	3	3,3%
Использование электрически вызванного потенциала действия слухового нерва (ECAP, NRT, NRI, ART)	90	100%
EABR – электрически вызванные коротколатентные слуховые потенциалы	0	0%
Субъективные психоакустические методы настройки РП		
Тестирование живой речью, тихими и громкими звуками, определение дискомфорта	43	47,8%
Тестирование во время настройки с участием сурдопедагога (логопеда)	83	92,2 %
Проведение тональной пороговой аудиометрии в свободном поле	57	63,3%
Проведение речевой аудиометрии	2	2,2%
Тестирование фонемами, звуками «Ling Six»	0	0%

Таблица 9 демонстрирует типичную практику сурдолога при настройке РП: у всех детей использовался электрически вызванный потенциал действия слухового нерва (ЕСАР). Данный тест в отличие от двух других объективных тестов не требует дополнительного оборудования и прост в регистрации. Из субъективных тестов наиболее часто применялось тестирование с участием сурдопедагога, проведение тональной пороговой аудиометрии в свободном поле и тестирование живой речью с определением дискомфорта. Опрос родителей показал, что такие тесты, как речевая аудиометрия и тестирование международно известными звуками Линка «Линкс Сикс» при настройке РП практически не применялись. Разборчивость же речи является важнейшим показателем эффективности, проведенной КИ и настройки РП.

У большинства детей группы исследования (n=109 ушей) в 93,58% (n=102 уха) показатели *тональной пороговой аудиометрии (ТПА) в свободном звуковом поле* соответствовали критериям корректной настройки на 3-х и более частотах (Таблица 10). Королева И. В., Пудов В. И., Клячко Д. С. и др. (2019) указали, что при правильной настройке РП пороги слуха ребенка на основной программе прослушивания должны составлять 30 ± 5 дБ. 29 детей не смогли выполнить стандартный тест ТПА в свободном звуковом поле: в этой группе были дети маленького возраста до 3 лет или с сопутствующей неврологической патологией и задержкой речевого развития. У них использовали аудиометрию с визуальным подкреплением (VRA-Visual Reinforcement A.).

Таблица 10 — Результаты исследования средних значений поведенческих порогов слуха по данным ТПА, $M \pm SD$ (n=73 ребенка; 109 ушей)

Речевые частоты	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц
Средние значения порогов слуха, дБ	38,17 $\pm$ 7,03	34,45 $\pm$ 7,08	33,72 $\pm$ 7,40	35,09 $\pm$ 7,17

Из 29 детей, которые не смогли выполнить стандартный тест ТПА, в дальнейшем 18 детей смогли выполнить ТПА с визуальным подкреплением (Таблица 11). Для визуального подкрепления мы использовали яркие картинки игрушек из программы Maestro 9.0 (Med-el) на экране монитора (Рисунок 6). Яркие интересные для ребенка картинки позволяли заинтересовать и удержать внимание ребенка во время выполнения тестов и программирования РП. В дальнейшем данный тест использовался во время настройки для коррекции определенного частотного диапазона, если ребенок «плохо» слышал определенный тон во время теста VRA.

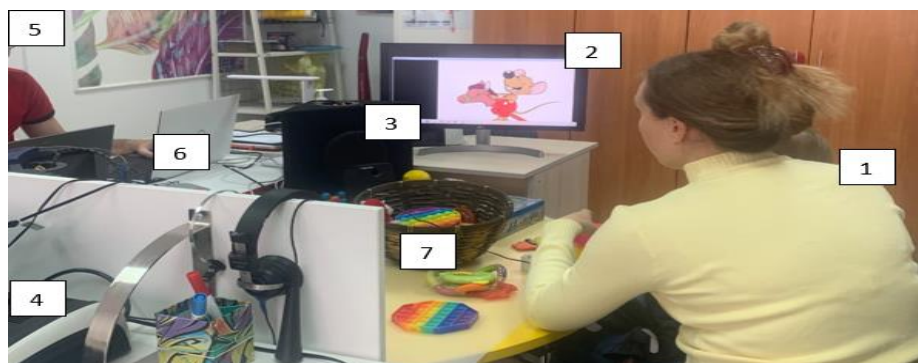


Рисунок 6 — Проведение аудиометрии с визуальным подкреплением с использованием программы Maestro 9.0 (Med-el): 1-мама с ребенком-«пользователем системы КИ»; 2-монитор-картинка; 3- колонки; 4-аудиометр AC40e; 5-сурдолог; 6-программатор; 7-соединяющий кабель.

Возможность использования зрительного подкрепления позволяет получить «обратную связь» от маленьких детей, которые отстают в развитии и имеют слабый слуховой опыт, и понять слышимость звуков разной частоты в КИ на основной программе прослушивания РП.

Таблица 11 — Результаты исследования средних значений поведенческих порогов слуха по данным аудиометрии с визуальным подкреплением, $M \pm SD$ (n=18 детей; 21 ухо)

Речевые частоты	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц
Средние значения порогов слуха, дБ	41,43±8,39	39,52±6,87	39,05±6,45	38,81±6,87

На Рисунке 7 изображена аудиограмма с визуальным подкреплением имплантированного ребенка в свободном звуковом поле в РП на основной рабочей программе прослушивания (Р1) на основных 4-х речевых частотах до и после настройки процессора КИ.

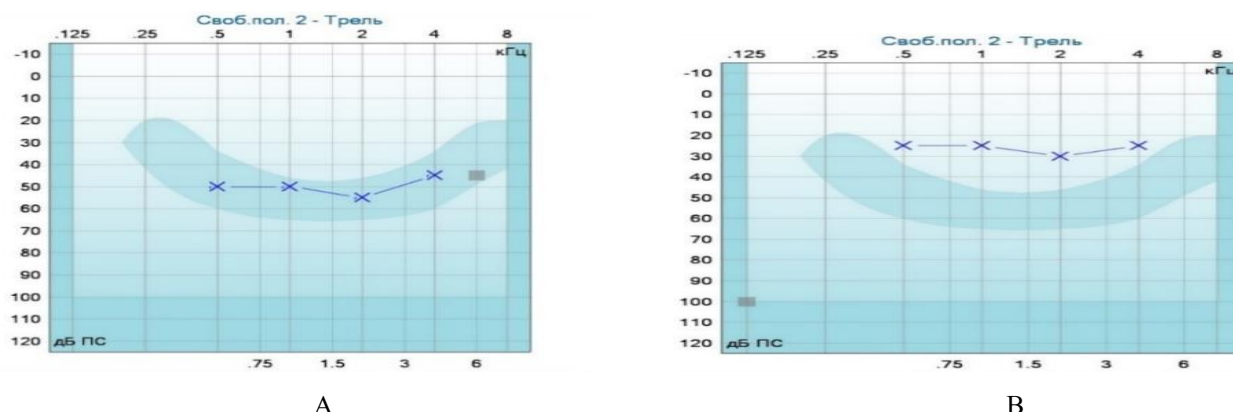


Рисунок 7 — VRA - аудиограммы ребенка с КИ в свободном звуковом поле: А-до настройки речевой карты процессора КИ; В-после настройки речевой карты процессора КИ.

Используя VRA-аудиометрию (с визуальным подкреплением) возможно определить пороги слышимости в речевом диапазоне частот в КИ и внести коррекцию при настройке РП.

В группе 73 детей ($n = 109$ ушей) была проведена речевая аудиометрия в тишине и шуме до настройки РП и через 7 дней после настройки РП, во время настройки использовали собственную запатентованную методику, основанную на проведении *речевой аудиометрии*. Для оценки частотной составляющей «неопознанных» слов использовался измерительный зонд системы Auricle Plus, GN Otometrics, Дания, рег.номер ФС №2006/2417 (Рисунок 8). Оценивая частотную составляющую «неопознанных» при речевых тестах слов, вносили изменения в настроечную карту в диапазоне низко-, средне- или высокочастотной области, который соответствовал «нераспознанному слову» и добивались повышения процента разборчивости речи в свободном звуковом поле в тишине и на фоне шума при подключенном РП под контролем тестов речевой аудиометрии непосредственно во время настройки процессора КИ. После внесения изменений в настроечную карту РП проводили повторно речевую аудиометрию. Данные речевой аудиометрии в тишине и шуме у пациентов исследуемой группы до и после настройки РП отражены в Таблице 12.

Таблица 12 — Результаты речевой аудиометрии в тишине и шуме у пациентов исследуемой группы до и после настройки речевого процессора у 73 детей ($n = 109$ ушей).

Речевой материал (65 дБ УЗД)	РЕЧЕВАЯ АУДИОМЕТРИЯ В ТИШИНЕ		
	Разборчивость речи до настройки РП, %	Разборчивость речи после настройки РП, %	P
Односложные слова	70,28±15,60	78,53±13,53	$p < 0,05$
Разносложные слова	74,86±16,02	83,30±14,47	$p < 0,05$
Речевой материал (65 дБ УЗД)	РЕЧЕВАЯ АУДИОМЕТРИЯ В ШУМЕ		
	Разборчивость речи до настройки РП, %	Разборчивость речи после настройки РП, %	p
Односложные слова	72,57±13,01	78,07±11,66	$p < 0,05$
Разносложные слова	77,06±13,83	84,40 ±12,80	$p < 0,05$

Если ребенок затруднялся повторять слова, то ему предлагали выбрать услышанное слово из нарисованных картинок, то есть проводили речевую аудиометрию «закрытым выбором» в игровой форме. Как при «открытом выборе», так и при «закрытом выборе» определяли процент правильно распознанных слов в тишине и на фоне шума, достигая лучшей разборчивости речи. Предложенная методика выбора параметров стимуляции РП, а именно выбора конфигурации уровней MCL и T с использованием речевой аудиометрии, позволила достоверно улучшить уровень разборчивости речи в тишине ($p < 0,05$) и в шуме ($p < 0,05$) как при использовании односложных, так и разносложных слов. Недостатком данного метода является невозможность его использования в группе детей с задержкой речевого развития и сопутствующей патологией, которые не могут выполнить речевые тесты.

В группе наблюдения из 102 детей 71,57% детей, то есть 73 ребенка смогли выполнить речевую аудиометрию «открытым» или «закрытым выбором», а 28,43% детей ($n=29$) не смогли

выполнить тесты речевой аудиометрии в тишине и шуме в силу маленького возраста или низкого словарного запаса и недоразвития речи. Для данной категории детей нами предложена собственная методика настройки речевых процессоров КИ – патент «Способ выбора параметров речевой карты КИ методом русских речевых фонем». За прототип выбран способ диагностики порогов слуха с использованием так называемых английских звуков «Ling Six Check» (Ling D., 1976). На студии звукозаписи была проведена запись русскоязычных фонем: «У, И, А, Ш, С, Ф, Х, М», диктор-мужской голос. Используя измерительный зонд системы Auricle Plus, GN Otometrics, Дания, рег.номер ФС №2006/2417 мы произвели измерения частотной составляющей каждой фонемы (Рисунок 8).

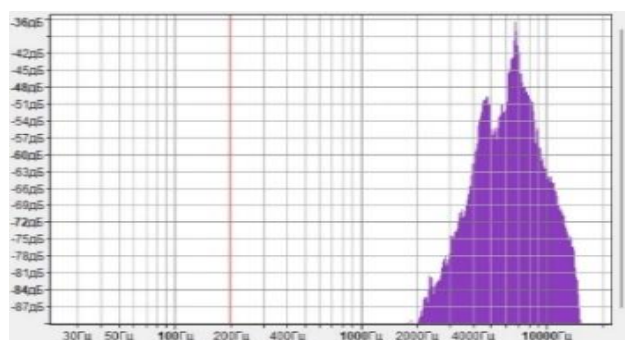


Рисунок 8 — измерительный зонд системы Auricle Plus и частотный диапазон фонемы «С».

Используя фонемы русской речи у детей во время настройки РП возможно оценить слышимость каждой фонемы, которая соответствует определенному частотному диапазону и отличается от односложных или многосложных слов, предъявляемых при речевой аудиометрии, более «узкой частотной полосой», что позволяет провести коррекцию уровня комфортной и пороговой громкости настроечной карты РП именно в этой частотной области (Рисунок 8). Использование игры и ярких картинок способствовали удержанию внимания маленького ребенка, и дети с удовольствием старались услышать, опознать и повторить фонему. Маленькие дети воспринимали данную методику как увлекательную игру. Данная методика настройки РП с использованием метода Русских речевых фонем может использоваться для настройки всех производителей систем КИ: Cochlear, Medel, Neurelec, Nurotron, Oticon, Advanced Bionics. Из 29 детей, которые не смогли выполнить тесты речевой аудиометрии, в дальнейшем 27 детей смогли выполнить тест распознавания русских речевых фонем. Среднее количество распознанных фонем до и после настройки РП отражено в Таблице 13.

Таблица 13 — Среднее количество распознанных фонем до и после настройки РП с использованием Теста Русских речевых фонем. (n=27 детей; 31 ухо, средний возраст $5,91 \pm 3,33$)

Интенсивность предъявляемого стимула, дБ	Среднее количество распознанных фонем, $M \pm SD$		p
	До настройки	После настройки с использованием Теста Русских речевых фонем	
50дБ	$4,52 \pm 1,06$	$6,03 \pm 0,95$	$<0,05$
60 дБ	$5,39 \pm 1,17$	$7,32 \pm 0,79$	$<0,05$

Использование предложенного теста Русских речевых фонем (патент № RU2851159 С1 от 19.11.2025 г.) для настройки процессора КИ достоверно увеличило количество распознанных фонем в исследуемой группе детей, что свидетельствовало о лучшей слышимости звуков разного частотного диапазона. Преимущества разработанного способа настройки РП с использованием теста Русских речевых фонем: метод может использоваться у маленьких детей, которые не могут выполнить речевую аудиометрию; методика более простая, чем повтор слов Русского речевого материала; методика может проводиться в игровой форме с использованием картинок-ассоциаций предъявляемых фонем и может использоваться у детей с сопутствующей патологией, задержкой речевого развития, а также при низком словарном запасе и в случаях «позднего проведения КИ»; методика индивидуализирует выбор параметров стимуляции процессора КИ и полностью адаптирована для русскоговорящих детей; предлагаемый метод позволяет оценить характеристики настроечной карты речевого процессора и, в случае необходимости, внести индивидуальную корректировку в настроечную карту рабочей программы процессора именно в той частотной зоне, которую не расслышал ребенок.

Таким образом, у 100 детей (98,04%) нашей группы исследования получилось получить «обратную» связь от ребенка и выполнить индивидуальную настройку РП с использованием психоакустических тестов (речевой аудиометрии, игровой аудиометрии, аудиометрии с визуальным подкреплением или используя тест русских речевых фонем), лишь 2 ребенка не смогли выполнить психоакустические тесты и единственным инструментом для выбора параметров РП у них были методы с использованием объективных тестов.

Для оценки слухоречевого развития ребенка мы провели анкетирование родителей детей после КИ. Была использована анкета PEACH (родительские наблюдения за слухоречевым развитием ребенка). Пример опроса родителей 3 детей отражен в Таблице 14.

Таблица 14 — Данные опросника PEACH по результатам анкетирования родителей (n= 3).

№	Возраст ребенка в мес.	Балл Анкеты в тишине	Балл Анкеты в шуме	Общий балл анкеты PEACH	Нормативный балл анкеты в соответствии с возрастом	Соответствие показателей уровню здоровых детей
Ребенок №1	36	95	80	87,5	77,5-100	Соответствует
Ребенок №2	36	75	75	75	80-100	Не соответствует
Ребенок №3	102	85	80	82,5	80-100	Соответствует

Как следует из таблицы 14 дневник PEACH наглядно оценивает речевое развитие ребенка после КИ, сравнивая его со здоровыми детьми. Опрос родителей детей группы исследования показал, что Анкеты-опросники используются в практике крайне редко в РФ.

В группе 56 детей (n=56) была апробирована Анкета значимого использования речи MUSS (Meaningful Use of Speech Scale), разработанная Robbins A., Osberger M. в 1991г., показывающая насколько КИ помогает улучшить навыки произнесения речи.

Результаты анкетирования по опроснику MUSS отражены на Рисунке 9.

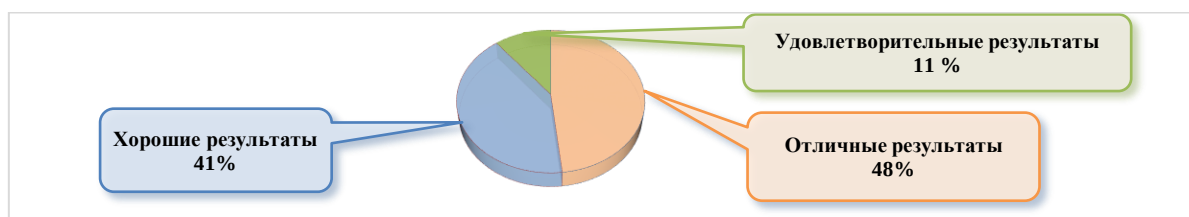


Рисунок 9 — Результаты слухоречевого развития детей после КИ по результатам Шкалы значимого использования речи MUSS.

Общий балл Анкет значимого использования речи MUSS отражен на Рисунке 10. Отличные результаты речевого развития после операции КИ мы наблюдали в 48% случаев (36–44 балла), слухоречевое развитие детей было отличным и соответствовало здоровой группе; хорошие результаты - в 41% случаев (28–35 баллов), удовлетворительные результаты - в 11% случаев (менее 28 баллов), в данной группе дети отставали от сверстников по развитию. Наиболее частые причины неудовлетворительных результатов проведенной КИ в этой группе: позднее проведение КИ, сопутствующая неврологическая патология у ребенка, отсутствие специалистов по месту жительства ребенка, низкая мотивация родителей ребенка в реабилитации.

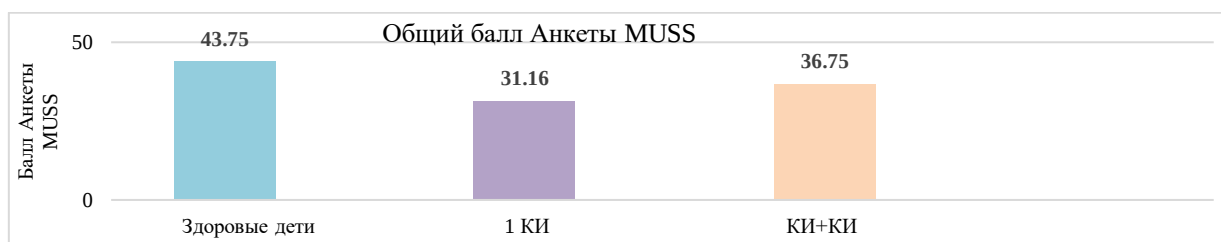


Рисунок 10 — Результат проведения опроса с использованием Анкет значимого использования речи MUSS (Meaningful Use of Speech Scale) (n=56)

Средний балл Анкеты MUSS в группе здоровых детей составил $43,75 \pm 0,89$; в группе детей с моноауральным типом использования КИ составил $32,06 \pm 6,44$; в группе детей с бинауральным использованием КИ средний балл Анкеты был несколько выше и составил $36,54 \pm 4,15$. Однако, достоверной разницы между бинауральным и моноауральным использованием КИ по результатам общего балла Анкеты MUSS выявлено не было. У имплантированных детей средний балл Анкеты был несколько ниже здоровых слышащих детей контрольной группы, однако они достоверно не отличались от результатов здоровых детей, как в группе моноаурального, так и бинаурального использования. Результаты Анкетирования по 5 категориям опросника MUSS показали хорошие результаты по 4 категориям, однако в 5 категории мы выявили статистически значимое отличие ($p < 0,05$) между группами моно- и бинаурального использования системы КИ: в категории устного разъяснения Анкеты MUSS дети, использующие 2 КИ показали достоверно лучшие результаты Анкетирования, чем дети, которые использовали 1 КИ (Рисунок 11).

Шкала Значимого Использования речи (MUSS) является простым инструментом оценки развития устной речи у имплантированных детей, которую удобно применять при реабилитационных

сессиях. Оценка по шкале MUSS у большинства детей без тяжелой сопутствующей патологии показала хорошие в 41% случаев и отличные – в 48% случаев результаты. Бинауральная КИ имеет преимущества по Шкале 5 категории Анкеты MUSS.

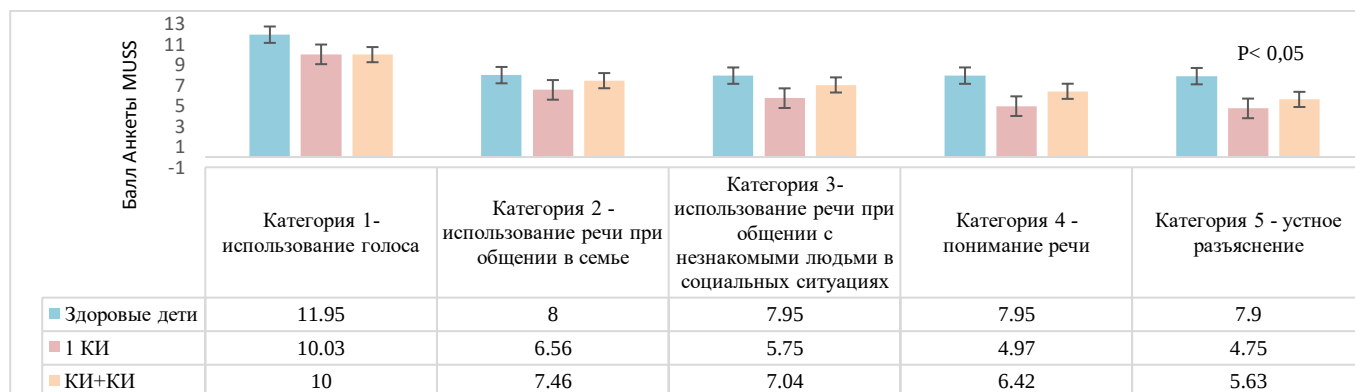


Рисунок 11 — Результаты анкетирования по 5 категориям Анкеты значимого использования речи MUSS (Meaningful Use of Speech Scale) (n=56)

Проведенное клиническое обследование целевой группы детей после КИ (n=102) среднего возраста 7,0 лет [5,0; 9,75], показало, что преобладает моноауральное использование системы КИ (60,8% детей), хотя многочисленные исследования доказывают, что дети, перенесшие двустороннюю КИ, показывают значительно лучшие результаты тестов по локализации звуков и восприятию речи. Средний возраст ребенка на момент выявления тугоухости составил 1,38 года [0,50; 2,50], а при проведении операции - 2,54 года [1,75; 4,00]. В то же время «золотой» современный временной стандарт ранней помощи детям с нарушением слуха – «1 мес. - 3 мес. - 6 мес.», то есть выявление детей с тугоухостью до 1 месяца жизни, диагностику до 3 месяцев и начало реабилитационных мероприятий в 6 месяцев ребенка. Анамнез 102 детей после КИ показал, что 19,61% детей родились недоношенными или переносными; 68,63% детей имели различную патологию в антенатальный, интранатальный или неонатальный периоды; в 48% случаев дети имели сопутствующую патологию других органов и систем. Родители 70,59% детей имели низкую осведомленность об аудиологическом скрининге слуха, факторах риска и профилактике тугоухости. Дети группы исследования «настраивались» с использованием разных методов настройки в медучреждениях разными специалистами и не было единых подходов и стандартов при выборе параметров стимуляции РП. Методы речевой аудиометрии и использование Анкет - опросников перед, во время или после настройки РП практически не использовались при выборе параметров РП систем КИ, современные клинические рекомендации не содержат стандартизированных подходов и алгоритмов выбора параметров РП у детей.

Выбора параметров стимуляции РП с использованием речевой аудиометрии в тишине и шуме позволил достоверно улучшить разборчивость речи детей с КИ. Улучшение разборчивости речи при использовании односложных слов в тишине с $70,28 \pm 15,60\%$ до $78,53 \pm 13,53\%$ ($p < 0,05$); разнотелных слов в тишине с $74,86 \pm 16,02\%$ до $83,30 \pm 14,47\%$ ($p < 0,05$); односложных слов в шуме с $72,57 \pm 13,01\%$ до $78,07 \pm 11,66\%$ ($p < 0,05$); разнотелных слов в шуме с $77,06 \pm 13,83\%$ до $84,40 \pm 12,80\%$ ($p < 0,05$).

Использование теста Русских фонем для настройки процессора КИ достоверно увеличило количество распознанных фонем в исследуемой группе детей: при интенсивности предъявляемого стимула 50 дБ с $4,52 \pm 1,06$ до $6,03 \pm 0,95$ ($p < 0,05$), а при 60 дБ с $5,39 \pm 1,17$ до $7,32 \pm 0,79$ ($p < 0,05$). Это приводит к достоверно лучшей слышимости звуков речи. Методы могут использоваться для настройки всех производителей систем КИ: Cochlear, Medel, Neurelec, Nurotron, Oticon, Advanced Bionics.

Методики позволяют оценить слышимость различных слов и фонем в игровой форме, что делает процесс настройки РП систем КИ увлекательным и интересным для ребенка. Применение Опросников PEACH и MUSS показало клиническую эффективность. Предложенный алгоритм стандартизирует методики настройки процессора КИ, основывается на электрофизиологических и психоакустических методиках выбора параметров речевой карты, а также оценивает не только слышимость звуков, но и наиболее важный показатель - разборчивость речи. (Рисунок 12).

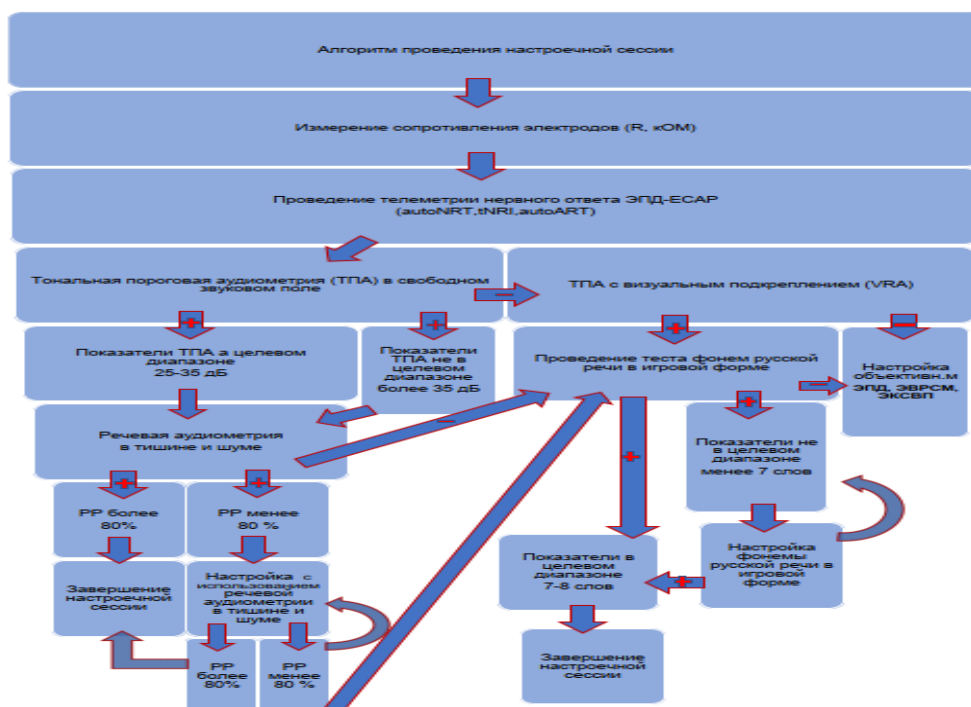


Рисунок 12 — Алгоритм выбора параметров речевой карты процессора КИ

ВЫВОДЫ

1. Разработанный метод выбора параметров стимуляции РП с использованием речевой аудиометрии в тишине и шуме позволил достоверно улучшить разборчивость речи у детей. Использование теста Русских речевых фонем для настройки процессора КИ у детей с недостаточным развитием речи и низким словарным запасом достоверно увеличило количество распознанных фонем и привело к лучшей слышимости звуков речевого диапазона.

2. Проведенное обследование целевой группы детей с двусторонней НСТ IV степени и глухотой, проживающих в различных регионах РФ, перенесших КИ, показало, что в клинической практике не используются стандартизированные подходы к выбору параметров стимуляции речевого процессора КИ. Наиболее часто во время настройки РП в типичной практике сурдолога использовались:

тестирование ребенка с участием сурдопедагога или логопеда – у 92,2% детей; тональная пороговая аудиометрия в свободном звуковом поле – у 63,3%; тестирование разговорной и шепотной речью – у 47,8% детей. Метод речевой аудиометрии перед, во время или после настройки РП использовался достаточно редко для коррекции параметров РП систем КИ – у 2,2% детей.

3. Телеметрия импланта с регистрацией межэлектродного сопротивления (R) показала, что пороги регистрации ЕСАР находились в диапазоне между пороговым и комфортным уровнями стимуляции речевой карты процессора, имелась тенденция более высоких значений показателей импеданса на апикальных и базальных электродах в сравнении со средней зоной электродной решетки. Показатели ЕСАР были неоднородны и индивидуальны на разных электродах у всех производителей систем КИ. Корреляция порогов ЕСАР с пороговыми уровнями речевой карты (T-level) была в большинстве случаев слабой и умеренной. При изучении корреляции порогов ЕСАР с комфортными уровнями речевой карты (MCL), в большинстве случаев также была выявлена слабая и умеренная корреляционная связь, на некоторых электродах связь отсутствовала, а на единичных - была заметной; сильной связи не было выявлено ни на одном электроде, в связи с чем использование только порогов ЕСАР при программировании РП недостаточно - необходимо дополнительно использовать результаты психоакустических тестов.

4. Метод тональной пороговой игровой аудиометрии в свободном звуковом поле позволяет внести коррекцию в речевую карту с целью улучшения слышимости определенных частот. Тональная пороговая аудиометрия с визуальным подкреплением (VRA -Visual Reinforcement Audiometry) в свободном звуковом поле является простым инструментом субъективной оценки порогов слуха в речевом диапазоне частот при использовании РП у маленьких детей до 2-3 лет и у детей, которые отстают от сверстников в развитии речи, имеют небольшой слуховой опыт и словарный запас и не могут выполнить игровую аудиометрию.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Психоакустические тесты: тональную пороговую и игровую аудиометрию в свободном звуковом поле рекомендовано применять для оценки порогов слуха ребенка в процессоре КИ и внесения коррекции в речевую карту с целью улучшения слышимости определенных частот. Рекомендовано использовать комплексный подход к выбору параметров РП с применением объективных электрофизиологических и субъективных психоакустических тестов, что индивидуализирует и персонифицирует настроечную карту РП системы КИ, приводя к хорошим результатам слухоречевого развития ребенка.

2. У маленьких детей до 2-3 лет и у детей, которые отстают от своих сверстников в развитии речи, а также имеют небольшой слуховой опыт и словарный запас и не могут выполнить игровую аудиометрию, рекомендовано использовать тональную пороговую аудиометрию в свободном звуковом поле с выработкой визуального подкрепления (VRA -Visual Reinforcement Audiometry).

Данный метод является простым инструментом для коррекции настроечной карты у маленьких детей.

3. У детей с хорошим речевым развитием для улучшения разборчивости речи при использовании процессора КИ рекомендовано применять разработанный «Способ настройки речевого процессора КИ» с использованием речевой аудиометрии в тишине и шуме.

4. У детей с недостаточным развитием речи и низким словарным запасом для настройки процессора КИ рекомендовано применять «Способ выбора параметров речевой карты КИ методом русских речевых фонем» в игровой форме, что приводит к лучшей слышимости звуков речевого диапазона.

5. Рекомендовано использовать предложенный алгоритм, который позволяет добиться оптимальной настройки РП у детей разного возраста и приводит к улучшению разборчивости речи у детей после КИ, улучшая слухоречевое развитие.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, включенных в международные базы цитирования

1. **Савельев Е.С.**, Савельева Е.Е., Попадюк В.И., Мачалов А.С. Параметры настройки процессора кохлеарного импланта у детей // Head and neck. Russian Journal. – 2025. – Т13. – №4. – С. 95-103.
2. Попадюк В.И., **Савельев Е.С.**, Савельева Е.Е. Подходы к диагностике и реабилитации детей с тугоухостью и глухотой в Российской Федерации // Педиатрическая фармакология. – 2025. – 22. – 4. – С. 419–431.
3. **Савельев Е.С.**, Попадюк В.И., Савельева Е.Е., Мачалов А.С., Кириченко И.М. Кохлеарная имплантация – эффективный способ реабилитации детей с глубокой степенью потери слуха // Медицинский совет. – 2025. – 19. – 5. – С. 60–66.
4. **Савельев Е.С.**, Савельева Е.Е., Попадюк В.И., Мачалов А.С. Речевая аудиометрия — эффективный метод оценки разборчивости речи у детей, использующих системы кохлеарной имплантации // Вестник оториноларингологии. – 2025. – 90. – 5. – С. 23-30.

Материалы конференций и другие научные периодические издания

5. Цыганкова Е.Р., Гауфман В.Е., Гребенюк И.Э., Савельева Е.Е., **Савельев Е.С.** Способ подбора и оценки эффективности использования слуховых аппаратов на основе сравнительной речевой аудиометрии // Наука и инновации в медицине. – 2021. – Т. 6. – № 3. – С. 21-24.
6. **Савельев Е.С.**, Попадюк В.И., Мачалов А.С., Савельева Е.Е. Оценка разборчивости речи детей после кохлеарной имплантации // В книге: XIII Петербургский форум оториноларингологов России. Материалы научной конференции «Современные взгляды на лечение патологий ЛОР-органов». Санкт-Петербург. – 2024. – С. 135.
7. Савельева Е.Е., Туфатулин Г.Ш., **Савельев Е.С.** Измерения в реальном ухе при детском слухопротезировании // Материалы XI научно-практической конференции оториноларингологов Республики Дагестан с международным участием, Махачкала. – 2022. – С. 227-235.

Патенты

8. **Савельев Е.С.**, Попадюк В.И., Савельева Е.Е., Изосимов А.А. Способ настройки речевого процессора кохлеарного импланта. RU2829687 С1 05.11. 2024 г.
9. **Савельев Е.С.**, Попадюк В.И., Савельева Е.Е., Гауфман В.Е., Гребенюк И.Э. Способ настройки речевого процессора кохлеарного импланта методом русских речевых фонем. RU2851159С1.19.11.2025

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

НСТ- нейросенсорная тугоухость

СА-слуховой аппарат

КИ -кохлеарный имплант

ТПА – тональная пороговая аудиометрия; ТПА ВП СЗП -тональная пороговая аудиометрия с визуальным подкреплением в свободном звуковом поле; VRA -visual reinforcement audiometry

РП – речевой процессор

ЭПД - электрически вызванный потенциал действия; ЕСАР – evoked compound action potentials

MCL – Most Comfortable Level - максимально комфортный уровень стимуляции; (MCL, М-уровень)

Савельев Е.С.

Выбор параметров стимуляции систем кохлеарной имплантации у детей

Проведено клиническое исследование для улучшения реабилитации детей после перенесенной операции КИ. Показано, что при выборе параметров стимуляции РП КИ в клинической практике наиболее часто используются методы: регистрация электрически вызванных потенциалов (Evoked Compound Action Potentials - ECAP) слухового нерва, а также методы выбора параметров речевой карты на основании использования тональной пороговой аудиометрии в свободном звуковом поле и сурдопедагогические методики тестирования. Дополнительное использование психоакустических методов настройки РП КИ, а именно аудиометрии с визуальным подкреплением (Visual Reinforcement Audiometry, VRA), речевой аудиометрии в тишине и шуме и метода русских речевых фонем индивидуализируют и персонифицируют карты настройки РП ребенка.

Savelev E.S.

Selection of stimulation parameters Cochlear implantation systems in children

A clinical study improved the rehabilitation of children after CI surgery. It was shown that when selecting the parameters of the CI speech processor stimulation, the most commonly used methods in clinical practice are: registration of electrically evoked potentials (Evoked Compound Action Potentials - ECAP) of the auditory nerve, as well as methods for selecting speech map parameters based on the use of tone threshold audiometry in a free sound field and deaf-educational testing methods. The additional use of psychoacoustic methods for setting up the CI RP, namely audiometry with visual reinforcement (Visual Reinforcement Audiometry, VRA), speech audiometry in silence and noise, and the method of Russian speech phonemes, individualizes and personalizes the child's RP setting maps.