АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАУЧНО–ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»

На правах рукописи



Павлова Полина Алексеевна

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ТРАЕКТОРИИ ПСИХОМОТОРНОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ В ПЕРИОД РАННЕГО ДЕТСТВА

5.12.2. Междисциплинарные исследования мозга

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата психологических наук

Научный руководитель:
Doctor of Philosophy,
Тугин Сергей Михайлович

Федеральная территория «Сириус»
2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ..... 4
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ТРАЕКТОРИЙ ПСИХОМОТОРНОГО РАЗВИТИЯ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЕТЕЙ В ПЕРИОД РАННЕГО ДЕТСТВА..... 14
1.1. Современные исследования траекторий психомоторного развития детей в период раннего детства..... 14
1.2. Психофизиологические методы изучения особенностей и траекторий психомоторного развития детей в период раннего детства..... 27
1.3. Подходы к изучению траекторий развития детей в исследованиях с лонгитюдным дизайном..... 34
1.4. Подходы к оценке психометрического качества поведенческих методик..... 36
1.5. Обзор актуальных методик оценки психомоторного развития детей в период раннего детства..... 46
1.6. Методика «Шкалы развития Бэйли – третья редакция»..... 51
ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ..... 65
2.1. Организация исследования..... 65
2.2. Описание выборочной совокупности..... 70
2.3. Исследовательская процедура..... 74
2.4. Методы психометрического исследования русскоязычной версии «Шкалы развития Бэйли – третья редакция»..... 75
2.5. Методика «Шкалы развития Бэйли – третья редакция» для исследования траекторий психомоторного развития детей в период раннего детства..... 78
2.5.1. Обработка пропущенных данных..... 78
2.5.2. Анализ индивидуальных параметров роста..... 79
2.5.3. Анализ гетерогенности и нелинейности..... 79
2.5.4. Анализ латентных классов роста..... 80
2.5.5. Анализ корреляционных связей..... 81
2.6. Метод ЭЭГ для выявления особенностей психомоторного развития детей в период раннего детства..... 81
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАЕКТОРИЙ ПСИХОМОТОРНОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ В ПЕРИОД РАННЕГО ДЕТСТВА..... 88
3.1. Результаты психометрического исследования русскоязычной версии «Шкалы развития Бэйли – третья редакция»..... 88
3.2. Результаты исследования траекторий и особенностей психомоторного развития детей в период раннего детства..... 92
3.2.1. Описательная статистика и индивидуальные параметры роста..... 92
3.2.2. Междоменные ассоциации..... 94
3.2.3. Дополнительный анализ гетерогенности и нелинейности..... 95

3.2.4. Результаты анализа латентных классов роста....96
3.2.5. Корреляционный анализ междоменных и нейрофизиологических взаимосвязей....97
3.3. Обсуждение и интерпретация результатов исследования траекторий детского развития....106
ЗАКЛЮЧЕНИЕ....120
ВЫВОДЫ....121
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ....124
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ....126
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ....129
ПРИЛОЖЕНИЯ....150
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Форма. Информированное добровольное согласие на участие в исследовании....150
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Форма. Бланк первичного опроса....151
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Форма. Демографический опросник....152
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Форма. Основные изменения в жизни ребёнка....153
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Форма. Информация о медицинской истории семьи....154
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Форма. Титульный лист бланка русскоязычной версии шкал развития Бэйли–III....155

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Накопление и систематизация данных о развитии детей первых лет жизни представляет собой фундаментальную задачу в контексте изучения здоровья детей. Одной из основных характеристик здоровья в период раннего детства является психомоторное развитие (ПМР) – совокупность изменений когнитивных, моторных, эмоциональных и социальных способностей ребенка начиная с внутриутробного периода и заканчивая взрослым возрастом (Cioni & Sgandurra, 2013).

В настоящее время накопление теоретических знаний, внедрение в исследовательскую практику новых статистических подходов и разработка современных методик оценки позволяет повысить эффективность изучения ПМР детей (Thelen & Smith, 2007; Karmiloff–Smith, 2009; Masten & Cicchetti, 2010; Herle et al., 2020). В рамках данной задачи можно выделить такое перспективное направление, как оценку траекторий развития детей. Траектория развития (англ. developmental trajectory) – согласно актуальному тематическому глоссарию «A glossary on building longitudinal, population–based data linkages to explore children's developmental trajectories» определяется как «различные направления развития определенного поведения или характеристик с течением времени» (Hertzman & Boyce, 2010).

При рассмотрении **современного состояния проблемы и степени ее разработанности** можно заключить, что в течение последних десятилетий значительно вырос интерес к изучению траекторий развития детей, как при типичном, так и при атипичном развитии. Во многом это связано с увеличением возможностей по проведению популяционных и лонгитюдных исследований, а также с внедрением в исследовательскую практику релевантных методологических инструментов.

Большая часть исследований последних лет посвящена изучению детей с риском атипичного развития и, собственно, с атипичным развитием (Hoffmannova & Burešová, 2022; Sacco et al., 2022; Vaivre–Douret et al., 2023). Исследования

показывают, что дети с нарушениями ПМР в раннем возрасте (0–3 года) характеризуются достаточно специфичными траекториями развития, которые можно предсказать, основываясь на результатах ранних диагностических мероприятий. При этом исследований развития типично развивающихся детей относительно немного, хотя именно для этой группы характерна наибольшая вариабельность траекторий развития (Ridgway et al., 2009; Goh et al., 2024). Также большая часть исследований, направленных на выявление причинно–следственных связей, не учитывают траекторию развития, в связи с чем при интерпретации результатов во внимание не принимается динамическое влияние сфер ПМР друг на друга (Parsons & McCormick, 2024).

Говоря о методологической части исследования траекторий развития, можно отметить, что современные способы оценки только начинают внедряться в исследовательскую практику (McCormick et al., 2020; Peyre et al., 2024; Vaillant et al., 2024), а в большей части исследований ПМР изучается лишь на одном уровне – поведенческом (Stalnacke et al., 2019; Li et al., 2022; Peyre et al., 2024). Теоретические руководства по данной теме также стали появляться относительно недавно (Herle et al., 2020; Sinha et al., 2021). Во многом вследствие этого большая часть исследований строится на выделении единой, средней для всей популяции траектории, в то время как статистические методы, позволяющие выделять отдельные варианты или фенотипы траектории развития внутри изучаемых групп, используются лишь в единичных публикациях (McCormick et al., 2020; Li et al., 2022; Peyre et al., 2024). Использование подобного личностно–ориентированного подхода, позволяющего выделить индивидуальную принадлежность каждого участника к определенному фенотипу, может быть применимо для выявления групп риска развития атипичных траекторий на ранних этапах, а также для индивидуализированного подхода к коррекционным мероприятиям.

Научная новизна исследования заключается в использовании междисциплинарного подхода к изучению траекторий ПМР детей, включающего поведенческий и нейрофизиологический уровень. Для данных целей были

использованы методика «Шкалы развития Бэйли – третья редакция» (Бэйли–III) и высокоплотная ЭЭГ–система экспертного класса.

Бэйли–III широко признаётся в мировом научном сообществе в качестве эталонной для оценки детского развития. Высокоплотная ЭЭГ редко фигурирует в исследовании респондентов детского возраста, ввиду ресурсоемкости и сложности процедуры. Комплексное применение обозначенного инструментария позволило выделить и охарактеризовать новые латентные траектории и особенности ПМР типично развивающихся детей, находящихся в русскоязычной среде, в период раннего детства. С целью снижения эффекта социально–экономического статуса как потенциального модератора развития, исследовательская выборка была сформирована из семей со средним уровнем дохода. Данный подход позволяет исключить крайние варианты материального положения (низкий и высокий), которые ассоциированы с широким спектром дополнительных средовых факторов, способных оказывать разнонаправленное влияние на психомоторное развитие, и при этом обеспечивает достаточный уровень комфорта и доступ к качественной медицинской помощи, необходимый для сопоставимости условий развития. Также, в рамках пополнения отечественного инструментария изучения детского развития, было впервые проведено психометрическое исследование русскоязычной версии методики Бэйли–III.

Цель работы состоит в выявлении и описании траекторий и закономерностей ПМР типично развивающихся детей, выросших в русскоязычной среде, в период раннего детства.

Достижение поставленной цели диссертационного исследования и проверка выдвинутых гипотез реализовывались в процессе решения следующих теоретических и эмпирических **задач исследования**:

1. Систематизировать и обобщить теоретические концепции по проблеме изучения ПМР и траекторий ПМР в период раннего детства.
2. Провести анализ зарубежных и отечественных исследований по проблеме изучения траекторий ПМР в период раннего детства.

3. Систематизировать и обобщить теоретические концепции по проблеме изучения психометрических методик и провести анализ зарубежного опыта психометрических исследований методики Бэйли–III.

4. Проанализировать данные не менее 100 детей в каждом возрастном срезе с использованием русскоязычной версии Бэйли–III в 5, 10, 15, 24 и 36 месяцев.

5. Выполнить психометрическое исследование данных, включающее оценку надежности и валидности русскоязычной версии Бэйли–III.

6. Проанализировать данные лонгитюдного обследования не менее 50 типично развивающихся детей, выросших в русскоязычной среде, с использованием междисциплинарного подхода, включающего русскоязычную версию Бэйли–III и метод высокоплотной ЭЭГ в возрастных точках 5, 10, 15, 24 и 36 месяцев.

7. Выполнить оценку траекторий и закономерностей ПМР типично развивающихся детей, выросших в русскоязычной среде, на поведенческом и нейрофизиологическом уровнях.

8. Провести анализ результатов эмпирического исследования и сделать выводы о закономерностях и траекториях ПМР типично развивающихся детей, выросших в русскоязычной среде, с использованием комплексного подхода.

Объектом исследования является ПМР детей, выросших в русскоязычной среде, на поведенческом и нейрофизиологическом уровнях в период раннего детства.

Предметом исследования выступают траектории и закономерности ПМР типично развивающихся детей, выросших в русскоязычной среде, в период раннего детства на поведенческом и нейрофизиологическом уровнях.

Основные гипотезы исследования:

1. Основные сферы ПМР типично развивающихся детей, выросших в русскоязычной среде, в период раннего детства характеризуются несколькими латентными траекториями развития.

2. Развитие психомоторных функций типично развивающихся детей, выросших в русскоязычной среде, в период раннего детства ассоциировано со специфическими перестройками биоэлектрической активности головного мозга в дельта–диапазоне в состоянии спокойного бодрствования.

3. Русскоязычная версия методики Бэйли–III является надежным и валидным инструментом для оценки ПМР детей в возрасте от 5 до 36 месяцев.

Теоретико–методологической основой диссертационного исследования являются:

1. Современные теории, описывающие закономерности развития в детском возрасте, включая теорию динамических систем (Thelen & Smith, 2007), нейроконструктивизм (Karmiloff–Smith, 2009), теория каскадов развития (Masten, & Cicchetti, 2010).

2. Классические теории, описывающие фундаментальные закономерности развития в детском возрасте, включая культурно–историческую теорию развития Л. С. Выготского, теорию когнитивного развития детей Ж. Пиаже, теорию интеллектуального развития ребенка Д.С. Брунера и теорию культурных и социальных основ когнитивного развития А. Р. Лурия (van Geert, 1998; Weiss, et al., 2010).

В соответствии с целями и задачами работы были использованы следующие **методы исследования**: теоретический анализ отечественной и зарубежной литературы по теме психометрии; сбор и анализ первичных данных обследуемых детей. В рамках планирования исследования были проведены расчёты мощности и размера выборок для психометрической и фундаментальной частей исследования. В качестве методов статистического анализа были использованы: коэффициент альфа Кронбаха и омега МакДональда для расчёта внутренней согласованности; подтверждающий факторный анализ с оценкой факторной нагрузки для количественных данных в рамках изучения конструктной валидности; коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена для изучения взаимосвязи между шкалами Бэйли–III, а также между показателями плотности спектральной мощности в проекции основных областей коры головного мозга; для сравнения корреляционных матриц использовался М–тест Бокса; анализ латентных профилей использовался для выявления скрытых фенотипов в рамках каждого возрастного среза; смешанные линейные модели использовались для оценки траекторий развития. Для статистической обработки использовалось следующее

программное обеспечение R 4.5.2 (R Core Team, 2025) с использованием RStudio version 2025.09.1+401 (RStudio Team, 2025), Jamovi (R) 2.4.6 (лицензия AGPL–3.0), Microsoft Excel для среды Windows; интерактивная среда Jupyter Notebook для языка программирования Python с использованием функций библиотеки MNE (https://mne.tools/).

В исследовании были использованы следующие **методики**: русскоязычная версия шкалы оценки развития детей Бэйли–III; международные шкалы Leiter–3; высокоплотная ЭЭГ; ЭЭГ с расширенной системой «10–20»; демографический опросник для родителей; бланк первичного опроса; опросник основных изменений в жизни ребёнка.

Теоретическая значимость. Полученные в ходе данного исследования результаты расширяют имеющиеся в науке представления о траекториях развития типично развивающихся детей в период раннего детства. Показано, что когнитивное развитие типично развивающихся детей раннего возраста имеет наиболее вариативные траектории по сравнению с другими сферами ПМР. Также выделены закономерности развития основных сфер ПМР, демонстрирующие наиболее выраженную взаимосвязь когнитивной, речевой и моторной сфер в первый год жизни, с увеличением возраста эта связь ослабевает. **Практическая значимость** исследования заключается в подтверждении надежности и валидности русскоязычной версии Бэйли–III, что открывает возможности для более широкого ее использования в РФ с целью оценки развития детей, выросших в русскоязычной среде, в возрастном диапазоне от 0 до 3,5 лет. Результаты эмпирического исследования русскоязычной версия Бэйли–III показали, что после адаптации перевода методика по–прежнему является психометрически качественным инструментом и может применяться в исследовательских целях для межгруппового сравнения в рамках изучения развития российских детей. Для оценки норм развития российских детей Бэйли–III на данном этапе применяться не может.

Полученные результаты могут быть применимы для формирования баз данных, с целью выявления типичных траекторий и профилей развития в первые

годы жизни и их сопоставления с атипичными траекториями развития для выявления групп риска. Данный подход позволит выявить атипичные траектории детского развития ещё на этапе формирования отклонений траекторий с целью оказания ранней медико–психологической помощи. Также полученные результаты могут быть применимы для формирования тактик коррекции ПМР детей, выросших в русскоязычной среде. Понимание динамического влияния основных сфер ПМР детей друг на друга позволит учитывать их взаимодействие при разработке корректирующих психологических и медицинских вмешательств. Также изучен и дополнен мировой опыт лонгитюдных исследований траекторий развития детей в период раннего детства с использованием психометрических и аппаратных методов.

Изучение проблемы психометрического качества зарубежных и отечественных методик сочеталось с внедрением результатов исследования в процесс проведения следующих курсов: Экспертная деятельность в практике клинического психолога (клиническая психология, УрФУ); Методики оценки детского развития (Программа «Большие вызовы», НЦКИ Сириус); Доказательная психология: Этика научного исследования (Спецкурс НЦКИ Сириус).

Положения, выносимые на защиту:

1. Когнитивное развитие и рецептивная коммуникация типично развивающихся детей, выросших в русскоязычной среде, в период от 5 до 36 месяцев характеризуются двумя латентными траекториями, различающимися начальным уровнем и темпом роста.
2. Связь между основными сферами психомоторного развития у типично развивающихся детей, выросших в русскоязычной среде, максимальна в возрасте 5 месяцев и значимо ослабевает к 36 месяцам.
3. Развитие психомоторных функций типично развивающихся детей, выросших в русскоязычной среде, в период раннего детства ассоциировано со специфическими перестройками биоэлектрической активности дельта–диапазона в проекции основных анатомических областей коры головного мозга в состоянии бодрствования.

4. Русскоязычная версия Бэйли–III является надежной при оценке внутренней согласованности шкал. Это указывает на то, что все пробы для каждой шкалы действительно способны надежно выявить предполагаемые латентные факторы, а именно: когнитивный фактор, фактор рецептивной коммуникации, фактор экспрессивной коммуникации, фактор мелкой моторики и фактор крупной моторики.

5. Русскоязычная версия Бэйли–III является валидной при оценке конструктной валидности методики. Факторная структура русскоязычной версии Бэйли–III подтверждена во всех изучаемых возрастных группах российских детей и содержит три конструкта: когнитивный, коммуникативный и моторный. Трехфакторная структура русскоязычной версии соответствует структуре оригинальной Бэйли–III.

Научная **достоверность и обоснованность результатов** исследования обеспечивается теоретико–методологической проработанностью изучаемой научной проблемы; соответствием теоретических положений и эмпирических данных; применением современных методик исследования развития детей; достаточным объемом выборки; использованием современных программных методов математико–статистической обработки, соответствующих цели, задачам и гипотезам исследования, а также использованием критериев, оценивающих достоверную значимость полученных результатов. При обосновании результатов также было учтено следующие ограничение настоящего исследования: репрезентативность данных исследования для популяции детей РФ. По результатам анализа доступных демографических и социальных опросников основным ограничением этого исследования являлась смещенная выборка (образованное городское население), что ограничивает возможность выведения норм и экстраполяцию результатов на популяцию детей РФ.

Отраженные в диссертации научные положения соответствуют пунктам паспорта научной специальности 5.12.2 – «Междисциплинарные исследования мозга»: пункт 2 «Развитие мозга. Молекулярно–генетические основы развития когнитивных функций мозга в норме и при патологии. Нейроморфологические и

нейрофизиологические основы развития когнитивных функций мозга в норме и при патологии. Критические периоды развития мозга и созревания когнитивных функций» и пункт 6 «Когнитивная нейронаука. Исследование мозговых основ когнитивных функций. Нейролингвистика».

Апробация результатов исследования осуществлялась в форме докладов и сообщений на заседаниях и методологических семинарах: V Международном конгрессе памяти А.Р. Лурия «Луриевский подход в мировой психологической науке» в УрФУ им. Б.Н. Ельцина (Екатеринбург, 2017), 19th World Congress of Psychophysiology (Италия, 2018), II Международном форуме по когнитивным наукам «Cognitive Neuroscience – 2019» в УрФУ им. Б.Н. Ельцина (Екатеринбург, 2019), V Congress of the European Academy of Neurology (Норвегия, 2019), XXIV World Congress of Neurology (Объединённые Арабские Эмираты, 2019), III Международном форуме по когнитивным наукам «Cognitive Neuroscience – 2020» в УрФУ им. Б.Н. Ельцина (Екатеринбург, 2020), «Нейроресурс» Интеграция нейропсихологического подхода в процесс воспитания и образования детей с ограниченными возможностями здоровья (Екатеринбург, 2020), LV Международная научно–практическая конференция «Научный форум: педагогика и психология» (Москва, 2021), Международная научно–практическая конференция «Ананьевские чтения» (Санкт–Петербург, 2022), X Международная конференция по когнитивной науке (Пятигорск, 2024). Результаты исследования обсуждались на заседаниях лаборатории «Нейробиологии типичного и атипичного развития» АНОО ВО «Университет «Сириус» (Сочи, 2024 г.; 2025 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 25 печатных работ, в том числе 20 публикаций в сборниках, входящих в базы Scopus и Web of Science, 2 публикации в рецензируемых научных журналах, указанных в списке ВАК, 3 публикации в журналах, индексируемых в РИНЦ.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 149 страницах машинописного текста и состоит из введения, трех глав, общих выводов, библиографического списка, включающего 198 источников. Работа

проиллюстрирована 4 рисунками и 13 таблицами.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ТРАЕКТОРИЙ ПСИХОМОТОРНОГО РАЗВИТИЯ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЕТЕЙ В ПЕРИОД РАННЕГО ДЕТСТВА

1.1. Современные исследования траекторий психомоторного развития детей в период раннего детства

Психомоторное развитие (ПМР) – совокупность изменений когнитивных, двигательных, эмоциональных и социальных способностей ребенка начиная с внутриутробного периода и заканчивая взрослым возрастом (Cioni & Sgandurra, 2013). Динамическое изучение взаимодействия между основными сферами ПМР и их каскадного влияния друг на друга стало возможно благодаря внедрению в исследовательскую практику новых подходов, таких как изучение траекторий развития.

Одной из основополагающих работ, рассматривающей наиболее значимые и актуальные исследования траекторий ПМР детей, является редакционная статья, опубликованная в рамках тематического издания «Understanding Trajectories and Promoting Change from Early to Complex Skills in Typical and Atypical Development: A Cross–Population Approach» на платформе Frontiers (Sansavini et al., 2021). В работе описаны последние достижения в изучении типичных и атипичных траекторий детского развития. Описано значение современных теорий развития, таких как нейроконструктивизм (Karmiloff–Smith, 2009), теория динамических систем (Thelen & Smith, 2007) и теория каскадов развития (Masten & Cicchetti, 2010) в понимании взаимосвязи и развития ранних перцептивных, моторных, когнитивных и коммуникативных сфер. Предполагается, что каждая сфера оказывает каскадное воздействие на множество, казалось бы, несвязанных напрямую между собой сфер, которое особенно выражено в период раннего развития ребенка. В частности, теория динамических систем подчеркивает, что

развитие зависит от опыта и характеризуется непрерывным взаимодействием генетических, биологических и средовых факторов.

Эмпирическое подтверждение теории каскадов развития было получено в недавнем масштабном лонгитюдном исследовании Tsomokos, которое показало, что психомоторное развитие в 9 месяцев, включая коммуникативные навыки и крупную моторику, предсказывает структуру личности в 17 лет (Tsomokos, 2025). Этот эффект опосредован когнитивными навыками и саморегуляцией в 5 лет, что демонстрирует долгосрочные каскадные эффекты раннего развития, выходящие далеко за пределы собственно моторной и когнитивной сфер. Авторы отмечают, что ряд современных работ, направленных на изучение детского развития, соотносятся с обозначенным теоретическим базисом, однако такой интегративный взгляд нуждается в дальнейшем эмпирическом подкреплении.

Для исследовательского поиска публикаций по теме изучения траекторий детского развития использовались базы данных научного цитирования Scopus, Web of Science (WoS), Russian Science Citation Index (RSCI), а также электронная библиотека Хьюстонского университета для работы с текстом публикаций. Поиск был проведен по следующим основным ключевым словам: healthy term–born children, typical development children, psychomotor development, trajectory, здоровые доношенные дети, типично развивающиеся дети, психомоторное развитие, траектория. Для более полного поиска по теме исследования были использованы ключевые слова, обозначающие термины, являющиеся составными понятиями психомоторного развития. Ключевые слова были использованы в сочетании с операторами "and" и "or". С целью исключения обзорных статей использовалось уточнение "NOT review". Для анализа использовались только актуальные публикации в рецензируемых журналах на английском и русском языках, включающие методы оценки траекторий развития.

Одно из наиболее масштабных исследований оценки траекторий развития включало изучение только когнитивной сферы (McCormick et al., 2020). В исследовании оценивалось влияние опыта ранней жизни на когнитивное развитие в течение первых 5 лет в странах с низким и средним уровнем дохода. Для данной

цели были использованы результаты оценки когнитивного развития 835 детей из многоцентрового обсервационного когортного исследования «Этиология, факторы риска и взаимодействие энтеральных инфекций и недоедания, а также последствия для здоровья и развития ребенка», которое было проведено в Бангладеш, Индии, Пакистане, Бразилии и Южной Африке.

Оценка когнитивных функций у детей производилась с использованием шкал Бэйли–III в возрасте 6, 15 и 24 месяца, и шкалы интеллекта Векслера в возрасте 60 месяцев. Также в исследовании оценивались маркеры социально–экономического статуса, инфекции, заболевания, рацион питания, антропометрические показатели детей и «материнские» факторы. Траектории когнитивного развития определялись с помощью смешанных моделей латентных классов (англ. latent class–mixed models, LCMM). Когнитивные показатели моделировались как функция возраста. В результате были описаны пять траекторных групп когнитивного развития.

Для определения факторов, влияющих на принадлежность к классу, использовался дискриминантный анализ (англ. discriminant analysis). Переменные, которые лучше всего объясняли принадлежность к одной из траекторий когнитивного развития, относились к поддерживающей и комфортной среде в месте проживания ребенка, в то время как наличие продолжительного периода болезни в анамнезе ребёнка соответствовало менее благоприятным траекториям развития. В более поздних исследованиях детальнее описывается роль эпигенетических механизмов, влияющих на когнитивное развитие, однако в них не используются анализ траекторий (Казакова и др., 2010; Мустафин и др., 2020; Беляева и др., 2020; Цигичко, 2023).

В контексте изучения гетерогенности траекторий представляет интерес исследование Elmer с соавторами, в котором с использованием анализа латентных классов роста на выборке из 34 младенцев были выявлены две различные траектории моторного развития (крупной и мелкой моторики) в первом полугодии жизни: первая характеризовалась высоким стартовым уровнем и быстрым ростом, а вторая низким стартом и медленным ростом (Elmer et al., 2025). Примечательно,

что фактор недоношенности не был достаточным для отнесения ребенка к той или иной траектории, что подчеркивает необходимость персонализированного подхода в оценке развития и подтверждает наличие гетерогенности даже в группах, традиционно считающихся однородными. Эти результаты согласуются с теоретическими положениями о множественности путей развития и ограниченности прогностической ценности единичных биомедицинских факторов (Thelen & Smith, 2007).

Отдельной группой можно выделить исследования, направленные на изучение психомоторного развития и его отдельных сфер у детей с клиническими диагнозами. Траектории развития детей с расстройствами аутистического спектра (РАС) были изучены в рамках исследования эффективности ранних коррекционных мероприятий (Frazier et al., 2021). Языковые показатели оценивались с использованием методики Preschool Language Scales (PLS) 4 редакции, а позже 5 редакции. Оценка проводилась на момент включение в группу коррекции, а также через 6, 12, 18, 24 и 36 месяцев или до выхода из исследования у 131 ребенка с РАС. Возраст детей на момент включения в исследования составлял диапазон от 1,4 до 5,9 лет.

Траектории оценивались с помощью аналитической техники «моделей роста» (англ. growth models). В целом дети, получавшие раннее интенсивное поведенческое вмешательство, демонстрировали значительное улучшение языковых навыков по сравнению с ожидаемыми результатами. Более ранний возраст начала коррекции соответствовал самым высоким показателям по речевым баллам на протяжении всей наблюдаемой траектории и в целом более высокому уровню адаптации.

В другом исследовании детей с РАС оценивалось влияние моторных навыков на развитие социальных навыков и их траектории (Peyre et al., 2024). Материалом для данного исследования послужила французская когорта детей с РАС, включавшая 162 участника. Моторные навыки оценивались с помощью шкал Movement Assessment Battery for Children при включении в когорту, а социальные навыки – с помощью шкал Autism Diagnostic Observation Schedule II и Vineland

Adaptive Behavior Scales II, как на этапе включения в когорту, так и при последующем обследовании, проведенном через 3 года. Оценка связи между нарушениями моторных и социальных навыков была проведена при помощи линейной регрессии. По результатам исследования было выявлено, что дети с нарушениями моторных навыков демонстрировали менее благоприятные траектории развития социальных навыков по сравнению с детьми без моторных нарушений. Обзор лонгитюдных исследований детей с РАС, а также детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ), выделяет как общие (например, задержки моторного развития, особенности языкового развития и пр), так и специфические (особенности темперамента, специфика сенсорной обработки) особенности развития детей с этими диагнозами (Johnson et al., 2015).

В отдельном исследовании детей с моторными нарушениями, а именно, с детским церебральным параличом (ДЦП) (Vaillant et al., 2024) 188 участников из Нидерландов (средний возраст 59 месяцев, диапазон 17–110 месяцев) находились под наблюдением в течение 2,5 лет. Оценка понимания устной речи и понимание отдельных слов проводилась с использованием методик «Computer–based instrument for low motor language testing» и «the Peabody picture vocabulary test–III–NL», а функциональная коммуникация измерялась по подшкале опросника «Focus on the outcomes of communication under Six34».

Линейные смешанные модели (англ. linear mixed models, LMM) использовались для определения траекторий развития, которые впоследствии сравнивались с референтной группой. У детей с ДЦП наблюдалась задержка по всем изучаемым параметрам. Траектории понимания речи и отдельных слов у детей с ДЦП носили нелинейный характер, в то время как траектория развития функциональной коммуникации была линейной.

Значительное число исследований траекторий развития было посвящено недоношенным детям (Stalnacke et al., 2019; Li et al., 2022; Van Dokkum et al., 2024). В целом, основные выводы этих работ заключались в том, что срок гестации, а именно степень недоношенности, оказывает значимое влияние на траекторию развития на протяжении всего периода детства. Более детально к

оценке влияния факторов недоношенности на траекторию развития подошли Jensen с соавт. в серии работ (Jensen & Neuhauser, 2022; Jensen & Neuhauser, 2023; Jensen et al., 2024). Сбор данных был проведен в нескольких скрининговых исследованиях в период 1984–1988 гг. В исследование траекторий были включены 5301 младенца, из которых 854 были недоношенными. В результате было выявлено, что простые антропометрические переменные, такие как вес и длина тела обладали прогностической способностью для ПМР в дошкольном возрасте (Jensen & Neuhauser, 2022). Авторы выделили задержку роста недоношенных детей как основной фактор риска, ассоциированный с нарушениями общего прогнозируемого ПМР (Jensen et al., 2024).

В продолжение линии изучения недоношенности как фактора риска, исследование Hooper с соавторами, проведенное на выборке из 659 детей с экстремально низкой массой тела при рождении, показало, что когнитивные траектории этих детей характеризуются значительной гетерогенностью: выделяются траектории с восстановлением до нормативных показателей, стабильно низкие и нисходящие. Важно, что ранние нейровизуализационные данные, а также материнское образование и уровень стресса в семье, оказались значимыми предикторами принадлежности к той или иной траектории вплоть до подросткового возраста (Hooper et al., 2026). Эти результаты подчеркивают не только роль биомедицинских факторов, но и средовых условий в формировании долгосрочных траекторий развития.

Особенности развития недоношенных детей с использованием методики Бэйли–III изучались отечественными авторами в рамках исследований с контрольной группой. В одном случае авторы оценивали динамику развития недоношенных детей в зависимости от этапов развития, сравнивая показатели доношенных и недоношенных детей (Бакушкина & Рогачева, 2019; Бакушкина & Исаева 2023). В другом случае авторы использовали в дополнение к методике Бэйли–III такой аппаратный метод как айтрекер в возрастных точках 5, 10, 14 и 24 месяцев (Кунникова & Николаева, 2019). Авторы указывают в выводах, что влияние недоношенности на темпы формирования зрительного внимания, а также

на становление когнитивных, коммуникативных и моторных навыков по большей части нивелируется к третьему году жизни. В близких по теме лонгитюдных исследованиях описано отставание по всем сферам ПМР в течение первого года жизни у недоношенных детей (Васильева и др., 2009), а также выявлены значимые факторы, позволяющие прогнозировать развитие ПМР недоношенных детей (Коган & Абрамова 2012; Иванова & Николаева 2023). Однако статистических методов оценки траекторий развития в данных работах представлено не было.

Дополнительные доказательства гетерогенности траекторий в группах риска представлены в работе Jurišová с соавторами, где у детей с экстремально низкой массой тела при рождении были выделены четыре типа траекторий когнитивного, языкового и моторного развития в первые два года жизни: (1) восходящая к нормативным показателям, (2) стабильная в пределах нормы, (3) стабильная в зоне задержки и (4) нисходящая к задержке. Авторы подчеркивают, что традиционное сравнение средних показателей групп риска и контрольных групп маскирует существенные индивидуальные различия, и для эффективного прогнозирования и раннего вмешательства необходим анализ индивидуальных траекторий (Jurišová et al., 2025).

В работе Segre с соавторами, выполненной на итальянской популяционной когорте NASCITA (N=3251), было показано, что у 14% детей в возрасте 3 лет выявляются «предупреждающие знаки» нарушений нейроразвития, однако у двух из трех таких детей эти признаки спонтанно редуцируются к 3 годам (Segre et al., 2026). Авторы выделяют такие защитные факторы, как регулярное чтение вслух и высокий уровень образования матери, которые ассоциированы с более благоприятными траекториями развития. Это исследование подчеркивает, что ранние отклонения не являются статичными и могут носить транзиторный характер, что согласуется с концепцией динамических систем развития (Thelen & Smith, 2007).

Отдельно можно выделить группу исследований, изучавших влияние средовых факторов на траекторию детского развития. В когортном исследовании связи между воздействием загрязнения воздуха на мать во время беременности и

траекториями роста младенцев приняли участие 4117 детей (Fu et al., 2024). Данные собирались с использованием медицинских карт беременных женщин и младенцев, родившихся в период с 2015 по 2019 год в Китае. Для выявления траекторий нервного развития и антропометрических показателей младенцев использовался анализ латентных классов роста (англ. Latent Class Growth Modelling, LCGM). Развитие детей оценивалось на основании родительского опросника. По результатам исследования воздействие загрязнения воздуха на мать во время беременности было связано с более высоким риском нарушений как физического роста, особенно длины тела, так и развития нервной системы. Похожее исследование, также выявившее влияние загрязнения окружающей среды на траектории развития, было проведено на группе детей, родители которых относились к малообеспеченной группе населения (Ji et al., 2023).

В контексте изучения средовых факторов траекторий развития заслуживает внимания исследование Li с соавторами, в котором с использованием анализа латентных классов были выделены три траектории материнской депрессии в перинатальный период: (1) отсутствие симптомов, (2) снижение симптомов после родов, (3) нарастание симптомов (Li et al., 2026). Показано, что дети матерей с нарастающей траекторией депрессии демонстрировали менее благоприятные показатели личностно–социального развития в течение первого года жизни по сравнению с детьми из групп с отсутствием или снижением симптомов. Данное исследование является ярким примером того, как динамические характеристики материнского состояния формируют гетерогенные траектории развития ребенка, что подчеркивает важность учета временной динамики средовых факторов при анализе детского развития.

В качестве инновационных методов оценки психомоторного развития, которые только внедряются в исследовательский пул, можно выделить работу с использованием виртуальной реальности (Goh et al., 2024). В исследовании проводилась оценка устойчивости внимания к стимулам разной модальности на большой выборке типично развивающихся детей в возрасте 6–13 лет (N=837), протестированных при выполнении визуального непрерывного задания,

выполняемого в виртуальной классной среде. Данные были собраны для создания нормативной базы данных, которую можно использовать для сравнения с показателями детей, имеющих нарушения развития, и помощи в принятии диагностических решений.

Другим примером инновационного подхода к оценке моторного развития является исследование Dobri с соавторами, в котором с использованием роботизированных поведенческих оценок на выборке из 288 типично развивающихся детей и подростков от 5 до 18 лет были построены нелинейные модели моторного развития, учитывающие изменение вариативности с возрастом (Dobri et al., 2025). Авторы показывают, что включение нелинейных компонентов и учет гетероскедастичности (изменчивости разброса показателей с возрастом) критически важно для построения точных нормативных моделей моторного развития, что имеет прямое отношение к методологии оценки траекторий развития в раннем возрасте.

Также выделяется проект отечественных авторов, направленный на оценку факторов успешности в обучении в лонгитюдном кросскультурном генетически информативном исследовании (РНФ № 17–78–30028). Для идентификации типов траекторий применялся метод анализа латентных классов (англ. Latent Class growth approach). С помощью данного метода было выделено два латентных класса траекторий становления «чувство числа» (т.е. способности приблизительно оценивать количество объектов без предварительного подсчета), также метод позволил оценить траектории развития скорости переработки информации в младшем школьном возрасте и пр. (Тихомирова & Малых, 2018; Тихомирова, Кузьмина & Малых, 2020). Важной частью проекта также было использование генетических данных и их сопоставление со способностями детей (Malykh et al., 2019).

Другое лонгитюдное популяционное исследование, включающие изучение типичных траекторий развития, основываясь на данных 1555 детей, набранных через клиники для профилактических осмотров здоровых детей в Норвегии (Valla et al., 2017). У детей в 4, 6, 9, 12, 16 и 24 месяцев оценивались коммуникативная

сфера, моторная сфера, а также адаптивные навыки и личностно–социальная особенности с использованием родительского скринингового опросника Ages and Stages Questionnaire. Основной целью исследования было определить типичные траектории развития и идентифицировать факторы риска отклонений. Применение анализа латентных классов позволило выделить схожие модели развития. В результате было выявлено, что большинство младенцев имели в целом положительные и стабильные нормативные траектории развития. Однако для областей коммуникации и крупной моторики была обнаружена большая гетерогенность. Выявлены факторы риска менее благоприятных траекторий развития: 8% детей демонстрировали снижающуюся траекторию коммуникативного развития, а 10% особенности развития крупной моторики, заключающиеся в U–образной траектории. 10% детей характеризовались траекторией развития социальной и моторной сферы, которую авторы обозначили как «дети с поздним стартом» (англ. late bloomers). Дети этой группы имели более низкие баллы по обозначенным сферам, но с возрастом эта разница нивелировалась. В качестве основных факторов риска были выявлены низкий гестационный возраст, низкий балл по шкале Апгар и наличие у матери симптомов депрессии.

Самое продолжительное популяционное исследование, направленное на оценку траекторий ПМР здоровых доношенных детей, включало период начиная с возраста 10 дней и заканчивая 18 годами (Roze et al., 2010). Авторы оценивали стабильность уровня психомоторных навыков 77 участников на протяжении детского возраста и их связь с когнитивными функциями в школьном возрасте, такими как внимание и память. Следующие инструменты были использованы: в неонатальном периоде использовался метод Прехтла; в младенческом возрасте неврологический осмотр младенцев Тувена и методика Бэйли–Ⅱ; в ясельном возрасте неврологическое обследование Гемпеля и методика Бэйли–Ⅱ; в школьном возрасте использовалась батарея оценки движений и когнитивных функций детей. По результатам исследования было выявлено, что в когорте здоровых детей траектории моторного развития имели широкую вариативность.

Однако данный вывод был сделан только на основании средних показателей и стандартных отклонений для тестов ПМР. Более того, результаты тестов развития в раннем возрасте продемонстрировали низкие прогностические способности для показателей интеллекта и более сложных когнитивных функций в школьном возрасте. Отсутствие прогностической значимости также было выявлено и для моторной сферы, оцененной в 2 и 4,5 года (Burakevych et al., 2017). Только вербальный интеллект и вклад материнского социально–экономического статуса, показали ограниченную связь с показателями устойчивости внимания и вербальной памяти у детей в школьном возрасте (Roze et al., 2010).

Авторы отметили, что предыдущие публикации, направленные на изучение стабильности моторного развития у здоровых детей, включали противоположные результаты относительно их данных. Так, результаты исследования Ridgway и соавторов показали, что возраст, в котором дети достигают определенных вех развития (например, ходьбы и стояния без посторонней помощи), имеет прогностическое значение для оценки успеваемости по предмету «физическая культура» в школе в 14 лет (Ridgway et al., 2009). Был сделан вывод, что прогностические результаты исследований, основанные на единственном измерении в раннем возрасте, следует интерпретировать с определенной осторожностью. В тоже время увеличение точек при оценке динамики развития, позволило более точно выявить уровни развития у детей с синдромом Дауна (Marchal et al., 2016). Оценка когнитивного и двигательного развития проводилась в возрасте 6, 12 и 24 месяцев, далее интеллектуальные способности, адаптивное функционирование и двигательные навыки были протестированы в 10 лет. В другом исследовании для повышения прогностической точности использовали увеличение числа оцениваемых параметров (Flensburg–Madsen & Mortensen, 2015). 12 вех развития были оценены в течение первого года жизни ребенка на основании родительского опросника. Полученные данные имели прогностическое значение для показателя коэффициент интеллекта (intelligence quotient, IQ) в более старшем возрасте.

В целом, популяционные исследования динамики раннего детского развития, которые не включали методы оценки траекторий, показали противоречивые результаты. В одних исследованиях отмечается высокая стабильность детского развития и предполагается, что ранние признаки нарушения могут являться маркерами дальнейших трудностей в развитии (Rescorla, 2009; Bornstein & Putnick, 2012; Wang et al., 2014). Другие исследования показывают неоднородность раннего развития со значительной вариативностью закономерностей развития (Darrah et al., 2003; Roze et al., 2010; Ukoumunne et al., 2012; Nishimura et al., 2016). Это подчеркивает важность изучения особенностей развития в раннем детском возрасте для разных популяций.

Подводя итоги можно заключить, что в течение последних десятилетий растет интерес к изучению траекторий развития детей, как при типичном, так и при атипичном развитии. Вероятно, это связано с тем, что проведение популяционных и лонгитюдных исследований становится более реализуемым, а в исследовательскую практику начали внедряться новые методологические инструменты. Также происходят изменения среды, которые могут вносить вклад в особенности детского развития, например, такие значимые социально–исторические события, как пандемия COVID–19 (Benner & Mistry, 2020).

Современные исследования, выполненные в последние годы, демонстрируют консенсус в отношении того, что даже в группах типично развивающихся детей траектории развития характеризуются значительной гетерогенностью. Так, исследования с использованием личностно–ориентированных подходов показывают, что простые факторы риска, например, такие как, недоношенность, низкий социально–экономический статус, не являются достаточными предикторами принадлежности к той или иной траектории, и значительную роль играют динамические средовые факторы, такие как психоэмоциональное состояние матери и качество раннего взаимодействия (Elmer et al., 2025; Li et al., 2026; Segre et al., 2026).

Преобладающая часть исследований последних лет посвящена изучению детей с рисками атипичного развития и, собственно, с атипичным развитием (Hoffmannova & Burešová, 2022; Sacco et al., 2022; Vaivre–Douret et al., 2023). Исследования показывают, что дети с ранними нарушениями в развитии характеризуются достаточно «стигматизированными» траекториями, которые поддаются прогнозированию. В то время как изучению траекторий развития типично развивающихся детей посвящены единичные исследования, хотя именно в этой группе развитие являются наиболее вариабельным (Roze et al., 2010; Valla et al., 2017; Goh et al., 2024).

В рамках обобщения методологической части вышеописанных работ можно отметить, что современные методы оценки траекторий развития только начинают внедряться в исследовательскую практику. В частности, работы последних лет демонстрируют переход от традиционного сравнения средних показателей к личностно–ориентированным подходам, позволяющим выделять качественно различные паттерны развития внутри популяции (McCormick et al., 2020; Elmer et al., 2025; Jurišová et al., 2025). Важным методологическим достижением является также разработка нелинейных моделей развития, учитывающих изменение вариативности с возрастом, что позволяет более точно описывать сложные траектории развития (Dobri et al., 2025). Отдельно можно выделить редкость исследований траекторий развития детей в период раннего детского возраста, включающих в свою методологию как поведенческие, так и аппаратные методы (Malykh et al., 2019; Goh et al., 2024). При этом комплексный подход, объединяющий поведенческие и нейрофизиологические методы, широко применяется в отечественной экспериментальной психологии (Лунева, Коровкин, 2019; Ус и др., 2025), однако в лонгитюдных исследованиях траекторий раннего развития детей он встречается редко.

Перспективным направлением является интеграция данных о траекториях развития ребенка и динамических характеристиках средовых факторов, что позволяет более точно моделировать каскадные эффекты развития (Tsomokos, 2025; Li et al., 2026).

1.2. Психофизиологические методы изучения особенностей и траекторий психомоторного развития детей в период раннего детства

Наиболее распространенным методом изучения психофизиологических особенностей развития головного мозга в детском возрасте является метод электроэнцефалографии (ЭЭГ). Данный метод получил широкое распространение благодаря относительной доступности, неинвазивности и информативности регистрируемых данных, которые могут быть применимы для решения широкого спектра задач.

В современной литературе, посвященной нейрофизиологии раннего онтогенеза, особое внимание уделяется анализу отдельных частотных диапазонов ЭЭГ, поскольку их возрастная динамика отражает различные аспекты созревания центральной нервной системы. Среди них дельта–диапазон (1–4 Гц) занимает особое положение, что связано с его доминированием в ЭЭГ–паттерне детей первых лет жизни и устойчивой связью с процессами кортикального созревания.

Ряд исследований показывает, что в отличие от взрослой популяции, где дельта–ритм преимущественно ассоциирован с глубоким сном или патологическими состояниями, у детей раннего возраста дельта–активность является преобладающим ритмом спокойного бодрствования (Barriga–Paulino et al., 2011). Нейрофизиологическая интерпретация этого феномена связывает дельта–активность с процессами синаптического прунинга, миелинизации и установления кортикальных связей (Knyazev, 2012), а также с гомеостатической регуляцией (Knyazev, 2012; Valomon et al., 2021). Существенно, что частотные границы дельта–диапазона остаются относительно стабильными на протяжении всего периода раннего детства, тогда как быстроволновая активность претерпевает выраженные возрастные изменения. Это обеспечивает сопоставимость показателей дельта–активности при лонгитюдных сопоставлениях на протяжении всего изучаемого возрастного диапазона.

Отдельный пласт литературы посвящен связи спектральной мощности дельта–активности с показателями ПМР. В исследовании Page и коллег были

выявлены значимые корреляции PSD в дельта–диапазоне с показателями мелкой моторики (положительные) и экспрессивной коммуникации (отрицательные) у детей раннего возраста (Page et al., 2018). Satomaa и коллеги показали, что медленноволновая активность в проекции отдельных электродов связана с баллами по субшкалам Бэйли–III (Satomaa et al., 2020). Эти данные позволяют рассматривать дельта–активность не только как маркер созревания, но и как потенциальный нейрофизиологический коррелят каскадных эффектов развития, описанных в теоретических моделях (Masten & Cicchetti, 2010; Tsomokos, 2025).

Второй методической линией, представленной в современной литературе, является переход от клинических ЭЭГ–систем с ограниченным числом отведений к высокоплотным электродным системам (128 и более каналов). В педиатрических исследованиях данный переход обусловлен несколькими причинами. Во–первых, точная пространственная локализация активности основных анатомических областей коры (префронтальной, премоторной, сенсомоторной, теменной, темпоральной и окципитальной) затруднена при использовании стандартных систем «10–20», поскольку плотность электродов в них недостаточна для разграничения близлежащих корковых проекций. Это ограничивает возможность изучения гетерохронности созревания корковых зон и построения корректных корреляционных матриц PSD между регионами интереса. Во–вторых, высокая плотность электродов обеспечивает повышенное соотношение сигнал/шум и позволяет применять алгоритмы пространственной фильтрации и независимого анализа компонент для удаления артефактов двигательной, окулографической и мышечной природы, неизбежных при регистрации у детей в состоянии бодрствования (Soghoyan et al., 2021). В–третьих, только высокоплотная регистрация позволяет проводить анализ функциональной связности, а именно построение корреляционных матриц между множеством ROI и оценку перехода от генерализованной интеграции к сегрегации сетей, что является центральным вопросом современной нейронауки развития (Wig, 2017).

Наконец, в литературе обсуждается вопрос о выборе состояния регистрации: сна или спокойного бодрствования. Исследования сонного ЭЭГ демонстрируют

связь медленноволновой активности с последующим нейроразвитием (Ventura et al., 2025; Beaugrand et al., 2026), однако ночная регистрация сопряжена с организационными сложностями и ограничивает выборку. Регистрация в состоянии спокойного бодрствования, напротив, не требует ночного мониторинга и позволяет оценивать функциональное состояние коры в условиях, приближенных к естественной активности ребенка. Анализ фоновой активности не требует предъявления стимулов и, следовательно, снижает требования к удержанию внимания и минимизирует риск исключения участников из–за поведенческих реакций. Совокупность этих аргументов объясняет, почему в последние годы растет число исследований, использующих дельта–активность в состоянии спокойного бодрствования для оценки нейрофизиологических коррелятов ПМР (Khurana et al., 2026).

Широко известно, что частота и амплитуда ЭЭГ активности, а также соотношение медленноволновой и быстроволновой активности отражают процессы созревания головного мозга. В том числе выделяют более специфические ЭЭГ–маркеры развития головного мозга. Однако, превалирующая их часть связана с определёнными функциями или процессами (Petit, 2020; Gaudet, 2020; Bhavnani, 2021).

Современные систематические обзоры подтверждают, что ЭЭГ–методы остаются ведущим инструментом для неинвазивной оценки созревания кортикальных сетей в раннем онтогенезе. В частности, систематический обзор 2026 года, опубликованный в Pediatric Research, обобщает данные о связи ЭЭГ–характеристик с моторным развитием в раннем детстве, подчеркивая, что изменения спектральной мощности и когерентности в дельта–, тета– и мю–диапазонах отражают ключевые этапы становления моторных навыков, таких как ползание и ходьба (Pediatric Research, 2026).

Изучение потенциальных ЭЭГ–маркеров, отражающих общий уровень ПМР детей в период раннего детства, фигурирует в ограниченном количестве современных исследований. Так, в исследовании Page и коллег была выявлена ассоциация между показателями плотности спектральной мощности ЭЭГ (power

spectral density, PSD) и психомоторными навыками у детей в возрасте от 12 до 30 месяцев, которые оценивались с использованием методики Mullen Scales of Early Learning (Page et al., 2018).

Корреляционные связи были выявлены между показателями мелкой моторики и показателями PSD активности в дельта– и тета– диапазонах в проекции лобных и затылочных электродов, а также между PSD бета активности в теменных областях. Показатели, соответствующие навыкам экспрессивной коммуникации, значимо коррелировали с PSD в диапазоне дельта активности в лобных и затылочно–теменных областях. В то время как результаты оценки по субшкалам визуального восприятия и рецептивной коммуникации не показали значимых корреляций с показателями PSD.

Значительный прогресс в изучении нейрофизиологических основ моторного развития в первом полугодии жизни был достигнут в работе Xiao с коллегами, которая показала, что изменения ЭЭГ–мощности и когерентности в первые полгода жизни связаны с возрастом и развитием моторных навыков (Xiao et al., 2018). В частности, было выявлено, что увеличение мощности в высокочастотных диапазонах (бета– и гамма–) и снижение низкочастотной активности (дельта– и тета–) коррелируют с прогрессом в моторном развитии, оцениваемом с использованием шкал Бэйли. Дальнейшее развитие эти подходы получили в недавних исследованиях, где показано, что ЭЭГ–маркеры, регистрируемые в неонатальном периоде, могут предсказывать нейроразвивательные исходы в возрасте 2 лет (Chirumamilla et al., 2024).

В последние годы активно развивается направление, связанное с использованием ЭЭГ в качестве инструмента прогнозирования траекторий развития у детей из групп риска. В исследовании Dickinson с соавторами было показано, что вариабельность латентности зрительных вызванных потенциалов (ВП) в 6 и 12 месяцев у младенцев с высоким семейным риском аутизма ассоциирована с когнитивными и речевыми показателями по шкалам Бэйли в 24 месяца (Dickinson et al., 2026). При этом традиционные показатели, такие как, средняя амплитуда и латентность ВП не были связаны с исходами развития. Эти

результаты указывают на то, что вариабельность временных характеристик нейрональных ответов может служить индексом гибкости сенсорных цепей и отражать адаптационные возможности мозга в период интенсивного развития (Dickinson et al., 2026).

В другом исследовании Satomaa и коллеги предполагают, что определенные характеристики ЭЭГ, зарегистрированные в фазе медленного сна, могут служить маркером психомоторного развития (Satomaa et al., 2020). В данном исследовании шестиканальное ЭЭГ регистрировалось во время ночного сна детей. PSD в диапазоне медленно волновых частот, а также в диапазоне сигма частот была сопоставлена с баллами по субшкалам методики Бэйли–III.

Показатели PSD медленноволновой активности в проекции электрода O2 коррелировала с когнитивными баллами, F3 с баллами по субшкале рецептивной коммуникации, O1 с баллами субшкалы экспрессивной коммуникации, а F3 и O1 с баллами субшкалы мелкой моторики. Показатели PSD в медленном диапазоне сигма диапазоне в проекциях электродов C3 и O1 показали взаимосвязь с когнитивной субшкалой, C4 с рецептивной коммуникацией, O2 с мелкой моторикой. PSD быстроволнового варианта сигма активности показали корреляции O1 и O2 с баллами рецептивной коммуникации, а C3 с баллами экспрессивной коммуникации. Авторы отмечают, что корреляция показателей медленноволновой активности с учетом топографии распределения с психомоторным развитием никогда ранее не оценивалась у младенцев младше 12 месяцев.

ЭЭГ сна продолжает оставаться активно изучаемым направлением в контексте прогноза развития. В исследовании Ventura с соавторами было показано, что характеристики ЭЭГ сна в 4 месяца, в частности, параметры медленноволновой активности, связаны с нейроразвитием в 18 месяцев (Ventura et al., 2025). Лонгитюдное исследование, опубликованное в npj Biological Timing and Sleep в 2026 году, проследило развитие нейрофизиологии сна от 3 до 6 месяцев, показав, что изменения медленноволновой активности в этот период отражают

процессы кортикального созревания и могут служить маркером последующего когнитивного и моторного развития (npj Biological Timing and Sleep, 2026).

Однако следует отметить, что из–за довольно интегративной природы психомоторного развития в младенчестве его различные области трудно точно различить. Так результаты Satomaa и коллег в области языка отличаются от результатов исследования проведенных ранее Page и коллегами, в котором PSD медленноволновой активности детей в возрасте 12–30 месяцев не показала корреляционных связей с баллами рецептивной коммуникации, а экспрессивная коммуникация коррелировала с PSD медленноволновой активности во фронтальных и окципитальных областях.

Возможные причины различий в полученных результатах могут заключаться в возрасте участников, а также в отличиях в методологии исследования (разные методы оценки на поведенческом уровне, проведение процедуры регистрации в разные периоды: дневной и ночной варианты сна и пр).

Новым активно развивающимся направлением является применение граф–теоретического анализа ЭЭГ для изучения созревания функциональных сетей мозга. В работе Li с соавторами, было показано, что 36 недель постменструального возраста являются критическим периодом в созревании сетей мозга у недоношенных детей. В этот период наблюдается перестройка дельта–диапазона с появлением париетальных хабов и усилением глобальной интеграции, что может служить потенциальным биомаркером для стратификации риска нарушений нейроразвития (Li et al., 2026). Эти данные согласуются с результатами нашего исследования, в котором также выявлены специфические перестройки дельта–активности в проекции основных корковых областей в раннем детстве.

На данный момент исследование Satomaa и коллег является единственным исследованием, которое было направлено на изучение связи психомоторных функций и ЭЭГ активности у детей в возрасте до одного года. Авторы отмечают необходимость дальнейшего изучения обозначенных аспектов. В рамках перспектив по результатам проведенных исследований можно выделить

дальнейшее изучение связи ЭЭГ–активности с ПМР детей, а именно в диапазоне дельта, тета и сигма активности с ЭЭГ системами, позволяющими более точно учитывать локализацию.

Перспективным направлением является использование ЭЭГ–биоуправления в качестве терапевтического инструмента для детей с задержкой психомоторного развития. Пилотные исследования показывают, что этот подход может способствовать улучшению внимания, эмоциональной регуляции и социальных навыков (Hola, 2025), однако требуются дальнейшие исследования с контрольными группами для оценки эффективности метода.

Дельта–активность (частоты ЭЭГ ниже 4 Гц) является преобладающей в первые два года жизни ребёнка, а также её диапазон остается относительно стабильным по сравнению с другими видами ЭЭГ–активности в течение всего периода детского возраста (Barriga–Paulino et al., 2011). Это особенность позволяет сравнивать её показатели при изучении продолжительного периода детского развития. Также дельта активность является одним из нейрофизиологических коррелятов, отражающих процессы гомеостаза головного мозга (Knyazev, 2012; Valomon et al., 2021).

Современные исследования подтверждают центральную роль дельта–ритма в процессах кортикального созревания и установления функциональных связей в раннем онтогенезе. В частности, показано, что дельта–активность в состоянии бодрствования отражает процессы синаптического прунинга и миелинизации, а её топографические перестройки синхронны с этапами становления моторных и когнитивных навыков (Pediatric Research, 2026). Существующие данные свидетельствуют о связи спектральной мощности дельта–активности с показателями ПМР, однако большинство исследований ограничены либо узким возрастным диапазоном, либо использованием клинических ЭЭГ–систем с низкой плотностью электродов, что не позволяет проводить корректный анализ функциональной связности между основными корковыми областями. Таким образом, систематическое изучение дельта–активности в состоянии спокойного бодрствования с использованием высокоплотной ЭЭГ на протяжении всего

периода раннего детства остается открытой областью, восполнение которой позволит расширить существующие представления о нейрофизиологических основах траекторий ПМР.

1.3. Подходы к изучению траекторий развития детей в исследованиях с лонгитюдным дизайном

Термин «траектория развития» (англ. developmental trajectory) в соответствии с тематическим глоссарием (Lloyd et al., 2020) имеет следующие варианты определения:

1. Различные направления развития определенного поведения или характеристик с течением времени (Hertzman & Boyce, 2010).
2. Изменение результата с возрастом или временем (Nagin, 2005).

Оценка траектории развития может быть применима для следующих типов данных: популяционные (англ. population–based), лонгитюдные (англ. longitudinal) и персональные (англ. person–specific). В рамках данной работы будет подробно рассмотрен только анализ лонгитюдных данных в соответствии с целями и задачами исследования. «Лонгитюдные данные» определяются, как данные, полученные в результате проведения лонгитюдных исследований, соответственно. Этот тип исследований предполагает отслеживание характеристик одних и тех же людей с течением времени (Lloyd et al., 2020).

Лонгитюдный дизайн является особым видом исследования, ввиду особенности гипотез, которые можно проверить с его использованием, а также из–за сложностей проведения и обработки данных (Hunziker & Blankenagel, 2024). Лонгитюдные исследования могут быть достаточно разнообразны по своему дизайну и носить как наблюдательный, так и экспериментальный характер. В качестве основных дизайнов лонгитюдных исследований принято выделять следующие варианты (Caruana et al., 2015):

1. Повторные перекрестные исследования (англ. Repeated cross–sectional studies). Участники в данном типе исследований в значительной степени или полностью различаются в каждом случае выборки.

2. Проспективные исследования (англ. Prospective studies), в которых одни и те же участники наблюдаются в течение определенного периода времени. Они могут включать в себя:

2.1. Когортные панели (англ. Cohort panels), в которых некоторые или все участники определенной популяции со схожим воздействием или исходами наблюдаются с течением времени.

2.2. Репрезентативные панели (англ. Representative panels) – исследования, в которых регулярно собираются данные из случайной выборки населения.

2.3. Связанные панели (англ. Linked panels), в которых данные, собранные для других целей, используются и группируются для формирования индивидуальных наборов данных.

3. Ретроспективные исследования (англ. Retrospective studies) планируются после того, как по крайней мере некоторые участники уже пережили изучаемые события. Данные о потенциальном воздействии в выявленной когорте собираются и исследуются ретроспективно.

Лонгитюдные исследования подразумевают наблюдения одной и той же переменной с течением времени. При оценке траекторий в большинстве работ такой тип данных анализируется с использованием моделей со смешанными эффектами, что в результате приводит к выделению средней траектории для изучаемой популяции. Совсем недавно фокус анализа таких данных сместился в сторону выделения нескольких траекторий, которые отражают несколько латентных подгрупп. Такие подгруппы часто называют «фенотипами». Стремление классифицировать людей на подгруппы на основе их продольных данных было описано как личностно–ориентированный подход.

Существует несколько основных подходов к моделированию, которые направлены на выявление латентных подгрупп при оценке траекторий (Herle et al., 2020):

1. Смешанные модели роста (англ. Growth mixture models, GMM). Смешанные модели роста предполагают, что существует несколько моделей со смешанными эффектами, каждая из которых представляет подгруппу траекторий. GMM считается эталонным методом оценки траекторий развития.
2. Анализ роста скрытых классов (англ. Latent class growth analysis, LCGA). Анализ роста скрытых классов определяет модели, которые предполагают отсутствие случайных вариаций на индивидуальном уровне внутри каждого класса.
3. Продольный анализ скрытых классов (англ. Longitudinal latent class analysis, LLCA). Особенность данной модели заключается в том, что оценивается также вероятность перехода участников из одного латентного класса в другой с течением времени.

Перечисленные модели основаны на взаимосвязи между наблюдаемыми результатами и переменной времени. В зависимости от цели исследования и предполагаемых результатов, подбирается определенный статистический метод. Для сравнения различных моделей и выбора лучшей модели в рамках одного метода используются, преимущественно, индексы согласия модели.

1.4. Подходы к оценке психометрического качества поведенческих методик

Психометрика, согласно определению Американской психологической ассоциации (APA, 2020), представляет собой отрасль психологии, ориентированную на количественные методы измерения. Её ключевая задача заключается в оценке латентных ментальных конструктов и разработке диагностических инструментов, опирающихся на психометрические теории.

Психометрические модели и методы широко применяются в различных областях, таких как образование, психология, нейропсихология, генетика, клиническая психология, медицина и пр. (Mislevy, et al., 2003; Russell, et al., 2005;

Williams, et al., 2011; Borsboom, & Molenaar, 2016; Xu, et al., 2015). В психологии психометрические тесты применяются для психологической оценки человека с целью помощи в установлении симптомов, выявлении личностных особенностей, оценки дееспособности, выявления особенностей развития или уточнение типа психотерапии, оптимальной для достижения терапевтического эффекта, и пр. (Van der Maas et al., 2011; Coulacoglou & Saklofske, 2017; Van Scoyoc, 2010). Данные тесты активно используются ввиду стандартизированной процедуры, наличия норм и возможности сравнения результатов с данными мировой практики.

Психометрическим тестом называется «оценочный прием или процедура, в которых систематический образец поведения, тестируемого в определенной области получен и оценен с использованием стандартизированного процесса» (APA, AERA, & NCME, 2014). Главное предназначение тестов часто определяется как «помощь в принятии решений».

На данный момент нет общепринятого подхода к классификации психометрических тестов в психологии. Тесты обычно разделяют на категории по типу конструкта, который они оценивают, способу проведения тестирования, виду используемой шкалы и области применения тестирования. Одно из наиболее фундаментальных различий между тестами связано с тем, на какой вид измерений они направлены: на когнитивные или на некогнитивные (Kautz et al., 2014).

Некогнитивные тесты измеряют стабильные характеристики респондента, связанные с поведенческой, эмоциональной или личностной сферами, например, тип темперамента или особенности личности, следовательно, такой тип тестов не имеет «неверных» ответов. В то время как когнитивные тесты направлены на измерение высших психических функций, которые в свою очередь, можно оценить с использованием категорий «правильно» или «неправильно». Когнитивные тесты принято делить на несколько типов, в зависимости от их направленности, а именно: тесты интеллекта, тесты достижений и тесты способностей.

Тесты интеллекта, преимущественно, состоят из набора заданий, направленных на измерение когнитивных способностей, таких как абстрактное

мышление, способность решать проблемы, приобретать знания и факторы общего интеллекта. Тесты способностей и достижений оценивают, что тестируемый изучил и может делать сейчас (Jenkins, 2001). Однако тесты достижений обычно оценивают знания на основе очень специализированного опыта обучения, в то время как большинство тестов способностей оценивают знания, которые были получены в повседневной жизни, с целью прогноза перспективы развития.

В настоящее время существует две основных психометрических парадигмы на которых основываются тесты: (1) классическая теория тестов и её модификации и (2) современная теория тестов, состоящая из группы моделей, наиболее используемой из которой является Item Response Theory (Erguven, 2013).

Классическая теория тестирования (англ. Classical Test Theory, CTT) – линейная модель теории тестовых измерений, которая направлена на предсказание сложности заданий или способностей респондентов по результатам тестирования (Frey, 2017).

Теория тестовых заданий (англ. Item Response Theory, IRT) является нелинейной теоретической моделью, которая направлена на оценку вероятности правильного ответа респондентов на задания, имеющие разный уровень сложности (Carlson & von Davier, 2017). Методы IRT обычно используются для получения латентных баллов для отдельных респондентов по таким показателям как способности, профессиональные навыки и качество жизни в клинических исследованиях (Hays, Morales, & Reise, 2000; Edelen, & Reeve, 2007; Reise, & Waller, 2009). В процессе подсчета баллов IRT учитываются не только латентные переменные респондентов, но и такие характеристики заданий, как сложность и дискриминативность.

Основанные на IRT методики тестирования в последние десятилетия все чаще используются в образовательной сфере (Glas, 2008). В настоящее время большинство базовых образовательных тестов разработаны с использованием IRT, поскольку эта методологическая теория может значительно повысить надежность и валидность измерений, обеспечивая при этом значительное сокращение времени на прохождение тестирования и оценку результатов, особенно при использовании

компьютеризированного адаптивного тестирования (Prometric. Exam Bank Development). Для применения IRT во многих исследованиях предлагается размер выборки не менее 200–500 человек, а в идеальном случае – 1000 респондентов и более, в зависимости от используемой модели (Edelen, & Reeve, 2007). Фактически же требуемый размер выборки определяется структурой данных, а также количеством и типом элементов.

В основе моделей CTT и IRT лежит связь получаемых измерений с латентными конструктами с целью получения более объективного представления об изучаемом латентном конструкте. Следует отметить, что среди исследователей распространено ошибочное мнение, что CTT и IRT взаимозаменяемы, хотя на самом деле они могут обеспечивать дополняющие друг друга результаты (Erguven, 2013). CTT фокусируется на надежности результатов, в IRT же основной акцент делается на взаимосвязи между элементами теста и латентным признаком. Поэтому современная теория измерений не устраняет классическую теорию и даже не противоречит ей, а скорее расширяет её. Выбор модели преимущественно зависит от типа данных и цели применения тестовой методики.

Тем не менее в обоих подходах есть существенные различия, относящиеся к методологии и анализу полученных данных. В CTT индивидуальный балл респондента считается постоянным значением, в то время как в IRT латентный параметр является непрерывной переменной. Главное отличие IRT от CTT состоит в том, что в IRT не рассматриваются проблемы эмпирической валидности и надежности тестов, так как тест априори считается валидным. Таким образом, инструменты, созданные в рамках психометрического подхода, признаются в современной психологии в качестве одних из наиболее надежных средств для исследования латентных конструктов, поскольку они обеспечивают возможность количественного анализа тестовых данных.

Основными психометрическими свойствами теста, обеспечивающими определенный стандарт качества, являются надежность, валидность, стандартизация и отсутствие предвзятостей (Rust, 2007). Также ряд авторов отдельно выделяют репрезентативность методики (Muijs, 2004; Carrig, & Hoyle,

2011). Фундаментальными характеристиками тестов, имеющих наибольшее количество подходов к изучению, являются концепции надежности и валидности (Furr, 2020). Они обеспечивают первичную основу для оценки технического качества методики, целесообразности использования и интерпретации результатов тестов. От уровня проработанности обозначенных характеристик зависят результаты тестирования и, соответственно, выводы, сделанные на их основании (Borsboom, et al., 2004).

В соответствии с общепринятыми стандартами педагогических и психологических тестирований к оценке рекомендуются три основных вида надежности, включая, внутреннюю согласованность, ретестовая надежность и надежность эквивалентных форм (APA, AERA & NCME, 2014).

Внутренняя согласованность оценивает однородность формы теста и может быть оценена путем сопоставления эквивалентных форм методики или характеристик двух половин одного теста, а также сравнением разброса каждого элемента с общим разбросом всей шкалы. Наиболее часто используемым индексом надежности является коэффициент альфа Кронбаха, который эквивалентен среднему значению всех возможных коэффициентов, то есть это мера внутренней согласованности, которая основана на средней корреляции между пунктами теста. Также некоторыми исследователями рекомендуется к использованию коэффициент омега МакДональда (Dunn, et al., 2014). Эта модель является многомерной и включает фактор, не зависящий от локальных элементов, который представлен в виде ковариаций ошибок. Модель подразумевает, что ковариация двух разных пунктов является произведением их нагрузок.

Процедуру сопоставления результатов повторных измерений одного и того же теста у одного испытуемого через определённый промежуток времени можно изучить с помощью коэффициента корреляции Спирмена или Пирсона, которую часто называют надежностью повторного тестирования. Точно также эквивалентность различных версий одного и того же конструкта может быть проиндексирована с использованием корреляционного анализа и носит название «надежность эквивалентных форм».

Стандарт образовательного и психологического тестирования определяет валидность как «степень, в которой накопленные эмпирические доказательства и теория поддерживают конкретную интерпретацию результатов теста». Если предполагается несколько интерпретаций результата теста для разных целей, необходимо провести измерение валидности для каждой отдельной интерпретации» (APA, AERA & NCME, 2014).

Концепция валидности в рамках классической теории тестов начала активно развиваться на рубеже 20 века (Binet, 1905; Pearson, 1896; Binet, 1899; Bartholomew, 1995). К настоящему времени она претерпела значительные изменения и содержит несколько подходов:

1. Традиционный «трёхкомпонентный» подход, включающий три вида доказательств валидности теста (Guilford, 1954; Kerlinger, 1966).

1.1. Содержательная валидность – вид валидности, который характеризуется соответствием репрезентативности содержания заданий теста и измеряемого психологического конструкта. Оценка данного вида валидности в большинстве случаев производится на основании мнения экспертов.

1.2. Критериальная валидность – комплекс характеристик, измеряющий соответствие интерпретации результатов теста внешним факторам, которые отражают текущие состояние или прогноз определенного круга критериев измеряемого явления. Критериальная валидность может быть определена на основании сопоставления результатов теста с оценками людей, которые хорошо знают обследуемого, с его школьной успеваемостью и пр.

1.3. Конструктная валидность – это вид валидности, который изучает степень репрезентативности предполагаемого психологического конструкта в результат тестирования. Конструктная валидность определяет область теоретической структуры психологических явлений, на измерение которого направлен тест. Среди методов измерения конструктной валидности в первую очередь выделяют подтверждающий факторный анализ.

«Трёхкомпонентный» подход в настоящее время признаётся фрагментарным и неполным, особенно в связи с тем, что в нем не принимаются во внимание социальные последствия использования тестов (Furr, 2021).

2. Альтернативные подходы:

2.1. Критериальная валидность (англ. Criterion validity). В данном подходе акцент делается только на аспекте критериальной валидности, а именно на способность теста разделять людей на группы или прогнозировать результаты деятельности, что минимизирует значимость психологического конструкта, заложенного в тесте.

2.2. Индуктивная стратегия валидизации (англ. Inductive approach). Подход подчеркивает необходимость изучения интерпретации результатов тестов в процессе разработки теста, а не проверку конкретных дедуктивных гипотез о нем (Tellegen, & Waller, 2008).

3. Международный стандарт измерения валидности (APA, AERA & NCME, 2014). Валидность рассматривается как единый конструкт, включающий теоретические и эмпирические доказательства валидности, имеющие отношение к установлению достоверности интерпретаций теста: (1) содержание теста, (2) внутренняя структура теста, (3) психологический процесс, задействованный при ответах на пункты теста, (4) взаимосвязь между баллами теста и другими переменными, а также (5) последствия использования теста. Данный подход имеет наиболее доказанную теоретическую и эмпирическую базу. Валидизация обычно производится при помощи обоснования теоретических доказательств, а также экспериментальных исследований, в которых наиболее часто фигурирует корреляционный анализ (Hughes, 2018).

При адаптации и психометрических исследованиях методик наилучшей практикой считается применение подтверждающего факторного анализа (англ. Confirmatory Factor Analysis, CFA) (Brown, 2015). Данный вид факторного анализа используется для оценки конструктной валидности посредством проверки того, согласуются ли показатели конструкта с пониманием исследователем природы изучаемой латентной переменной. Цель подтверждающего факторного анализа состоит в том, чтобы проверить соответствие полученных данных и

предполагаемой модели измерений. CFA позволяет исследователю проверить гипотезу о существовании взаимосвязи между наблюдаемыми переменными и лежащими в их основе латентными конструкциями. Для использования CFA существует ряд требований к данным: требуется достаточный размер выборки, например, 5–20 случаев на оценку одного параметра, многомерная нормальность распределения данных, отсутствие выбросов и недостающих данных и пр. (Suhr, 2006).

В CFA принято использовать несколько видов статистических тестов, чтобы определить, насколько хорошо модель соответствует данным. При анализе результатов подтверждающего факторного анализа настоятельно рекомендуется учитывать: предлагаемые модели; любые внесенные изменения; показатели, определяющие каждую скрытую переменную; корреляции между скрытыми переменными. Что касается выбора результатов статистического анализа, рекомендуется указывать следующие характеристики (Kline, 2015):

1. Значение критерия хи–квадрат (англ. chi–squared test).
2. Среднеквадратичная ошибка аппроксимации (англ. the root means square error of approximation, RMSEA).
3. Сравнительный индекс согласия (англ. the comparative fit index, CFI).
4. Стандартизованный среднеквадратичный остаток (англ. the standardised root means square residual, SRMR).

Несмотря на вариативность указанных подходов, все они обладают общей целью – обоснование латентного психологического конструкта. «Конструкт» в психологии преимущественно рассматривается как теоретическая модель, основанная на эмпирически проверяемых данных и измеримых событиях или процессах, но не наблюдаемых непосредственно (Cohen, & Wollack, 2015). Латентные переменные нельзя измерять напрямую, они скорее аппроксимируются с помощью различных мер, которые, как предполагается, оценивают часть данной конструкции. Психологические науки используют такие конструкты, как интеллект, внимание, речь, темперамент, переключаемость внимания, экстраверсия, эмоциональная устойчивость и прочие модели, представляющие

собой инструменты, используемые для облегчения понимания человеческого поведения.

В качестве примера можно рассмотреть гипотетическое исследование добросовестности школьников. Добросовестность – конструкт, который нельзя оценить напрямую. Измерение данного конструкта возможно через использование опросов или тестов, содержащих элементы, относящиеся к поведению, которое связано с проявлением добросовестности. К примеру, своевременное выполнение домашних заданий, постоянное посещений уроков и т. д. Затем ответы участников анализируются и выявляются взаимосвязи закономерности, на основании которых выделяются характеристики латентной переменной «добросовестность».

Конструкт определяется посредством разработки номологической сети, то есть взаимосвязи изучаемого конструкта с другими конструктами их отдельными аспектами и переменными (Preckel, & Brunner, 2017). Номологическая сеть дает представление о конструктах, на изучение которых направлено исследование, а именно об их наблюдаемых проявлениях и взаимосвязях горизонтального и вертикального характера между ними. При отсутствии доказательств, основанных на связи с внешними переменными, возрастает риск создания самосогласованной сети, не имеющей отношение к реальному миру.

Связь между результатами тестов и другими показателями, предназначенными для оценки идентичных или близких конструктов и их аспектов, обеспечивают конкурентной доказательства валидности, в то время как отношения между оценками тестов и показателями, принадлежащими разным конструктам, предоставляют дискриминантные доказательства валидности.

Предполагается, что баллы по тесту, изучающего навык чтения, будут коррелировать с другими показателями, связанные с данным навыком, такими как понимание прочитанного теста. И наоборот, можно ожидать, что результаты тестов будут менее связаны с показателями напрямую не относящихся к навыку чтения, таких как распознавание речи.

Доказательства связи с другими переменными могут включать как экспериментальные, так и корреляционные данные. Например, могут быть

разработаны исследования для выявления того, изменяются ли оценки по показателю тревожности в результате психотерапевтического воздействия или различаются ли оценки по тесту академической успеваемости между проинструктированными и не проинструктированными группами.

Основная особенность изучения конкурентной валидности заключается в том, что её доказательства в большинстве случаев основываются на других психометрических методиках, прошедших аналогичную процедуру валидизации (Albers & Grieve, 2007; Costa–Tutusaus & Guerra–Balic, 2015).

Использование психометрических методик с идентичными или близкими конструктами для изучения конкурентной валидизации является ведущим подходом в психометрии и считается хорошей практикой (APA, AERA & NCME, 2014). Однако данный подход содержит ряд ограничений. Несмотря на регулярное появление новых тестов, существует проблема отсутствия или недостатка числа методик для доказательства валидности широкого ряда конструктов. В части случаев исследователям приходиться создавать авторские методики для изучения интересующего конструкта и валидизировать их при помощи методик, не имеющих прямого отношения к изучаемому атрибуту личности (Anunciaçao, 2018). Обзорная статья команды исследователей Carlson и Herdman наглядно демонстрирует, что при отсутствии возможности использования психометрических методик с идентичными или близкими конструктами применяется использование показателей, характеризующих конструкт, которые лишь косвенно отражающих его параметры (Carlson, & Herdman, 2012).

Используя данные опубликованных исследований, авторы обнаружили существенные различия в выводах между исследованиями с использования «прямых» и «косвенных» переменных психометрических методик, которые наблюдаются даже при таких высоких уровнях конкурентной валидности, как $r>0,80$. Выявлено, что показатели среднего и низкого уровня конкурентной валидности при использовании косвенных показателей, не исключают неточностей при интерпретации результатов исследований валидности. Также свой вклад вносит влияние языковой и социально–культурной среды, которое

может дополнять или изменять некоторые аспекты изучаемого конструкта. Вне зависимости от выбранных концепций, для психометрического исследования используется оценка надёжности и валидности.

Название определенного вида надежности и валидности может отличаться в рамках разных подходов, несмотря на аналогичное содержание. Также в зависимости от подхода может отличаться количество видов валидности и надежности, изучаемых в рамках разных концепций. Согласно наиболее современным концепциям для изучения надежности теста наиболее часто рекомендуется проводить оценку внутренней согласованности и оценку ретестовой надежности. При изучении валидности рекомендуется оценка конструктной валидности и валидности, основанной на связи с внешними показателями. Таким образом, психометрическое исследование методики предполагает последовательную проверку её надёжности и валидности с опорой на современные стандарты тестирования (Духновский, 2020).

1.5. Обзор актуальных методик оценки психомоторного развития детей в период раннего детства

Ввиду диагностической эффективности психометрические методики получили широкое применение в психологических исследованиях. Большинство психометрически качественных методик, признающихся международным научным сообществом, прошли стандартизацию и были зарегистрированы на ведущих платформах в области психологического и образовательного тестирования, таких как, компании Pearson’s Clinical Assessment group (URL:https://www.pearsonassessments.com) и Western Psychological Services (https://www.wpspublish.com).

В рамках поиска инструментов оценки психомоторного развития детей младшего детского возраста были рассмотрены методики, включающие оценку как собственно психомоторного развития, так и его отдельных сфер.

Относительно небольшое количество инструментов предлагает оценку ПМР в период раннего детств напрямую, то есть при помощи специалиста:

– Developmental Indicators for the Assessment of Learning | Fourth Edition (DIAL–IV; год публикации: 2011) – инструмент для скрининговой оценки моторики, речевого развития, адаптивного поведения и понимания базовых знаний детей в период от 2 лет 6 месяцев до 5 лет 11 месяцев (2:6–5:11) (Mardell and Goldenberg, 2011).

– The Mullen Scales of Early Learning: AGS Edition (Mullen; год публикации: 1995; возрастной диапазон: 0:0–0:68). Методика разработана для оценки когнитивного и психомоторного развитие детей младенческого и раннего детского возраста. В частности, оценивается зрительное восприятие, мелкая и крупная моторика, рецептивная и экспрессивная речь (Mullen, 1995).

– NEPSY | Second Edition (NEPSY–II; год публикации: 2007; возрастной диапазон: 3:0–16:0) – инструмент, который позволяет проводить оценку исполнительных функций, языкового развития, памяти, сенсомоторного функционирования, социального взаимодействия, восприятия и визуально–пространственной обработки. Результаты методики предоставляют информацию о типичных детских расстройствах, предназначенную для специалистов медицинского профиля, что позволяет поставить точный диагноз и спланировать коррекционные и терапевтические вмешательства (Korkman, Kirk, & Kemp, 2007).

– Bayley Scales of Infant and Toddler Development | Third Edition (Bayley–III; Год публикации: 2006; Возрастной диапазон: 0:0–0:42) – методика направлена на оценку психического развития детей по ключевым сферам: когнитивной, речевой, моторной, а также адаптивного поведения и социально–эмоциональной сферы. В научном сообществе Бэйли–III признана эталонным инструментом диагностики детского развития в возрастном диапазоне от 16 дней до 3,5 лет (Bayley, 2006).

– Шкала психомоторного развития по Гриффитс | (год публикации:1954; возрастной диапазон: 0:0–8:00) Перевод и адаптация на русский язык – Кешишян Е.С, 2000.

Среди отечественных методик, включающих оценку психомоторного развития, можно выделить следующие инструменты:

– Диагностика нервно–психического развития детей (год публикации: 1996; возрастной диапазон: 0:0–0:36). Авторы: Г.В. Пантюхина, К.Л. Печора, Э.Л. Фрухт. Методика включает три шкалы, которые усложняются в зависимости от возраста ребёнка. В первый год жизни оценивается развитие зрительных, слуховых, ориентировочных и эмоциональные реакции, а также моторные и речевые навыки. Далее добавляются анализ игровой деятельности, навыков самообслуживания и поведенческие особенности.

– График нервнопсихического обследования младенцев (тест «ГНОМ»; год публикации: 2012; возрастной диапазон: 0:0–0:36). Авторы: Г.В. Козловская и соавт. 12 возрастных субтестов методики включают оценку развития сенсорных, моторных, эмоционально–волевых, познавательных и поведенческих реакций.

Также существует ряд методик, оценивающих только одну или несколько составляющих психомоторного развития более углубленно. Методики оценки когнитивной сферы:

– Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence | Fourth Edition (WPPSI–IV; год публикации: 2012; возрастной диапазон: от 2 лет 6 месяцев до 7 лет 7 месяцев) – шкала оценки интеллекта для дошкольников и учащихся начальной школ, охватывающая возрастной диапазон (Wechsler, 2012).

– Bracken Basic Concept Scale | Fourth Edition (BBCS–IV; год публикации: 2022; возрастной диапазон: 3:0–7:11:0) – предназначенная для оценки готовности детей к школе с точки зрения их понимания базовых знаний, которые также тесно связаны с когнитивным и языковым развитием детей в раннем возрасте (Bracken, 2022).

– Differential Ability Scales | Second Edition (DAS–II; год публикации: 2007; возрастной диапазон: 2:6–17:11) – шкала дифференциальных способностей, направленная на оценку познавательных способностей и достижений (Elliott et al., 2007).

– Kaufman Assessment Battery for Children | Second Edition (KABC–II; год публикации: 2018; возрастной диапазон: 3:0–18:0) – представляет собой тест

когнитивных способностей для детей вне зависимости от культурных особенностей (Drozdick et al., 2018).

– Leiter International Performance Scale | Third Edition (Leiter– III; год публикации: 2013; возрастной диапазон: 3:0–75+) – методика оценки невербального интеллекта, подходящая для испытуемых с задержкой когнитивных функций, не говорящих по–английски, а также имеющих нарушения слуха и/или речи (Roid & Koch, 2017). Методика прошла апробацию на российской популяции (ред. Сорокин).

Методики оценки речевой сферы:

– Preschool Language Scales | Fifth Edition (PLS–V; год публикации: 2011; возрастной диапазон: 0:0–7:11) – методика оценки развития языка, включающая оценку рецептивной и экспрессивной речи на основании прямого тестирования (Zimmerman et al., 2011).

– Peabody Picture Vocabulary Test | Fifth Edition (PPVT–V; год публикации: 2018; возрастной диапазон: 2:6–90+) – это тест для оценки словарного запаса. Является показателем словарного запаса стандартного американского английского языка (Dunn, 2019).

Также были рассмотрены наиболее часто используемые скрининговые методики оценки и родительские опросники для составления общего представление о пуле диагностических инструментов, изучающих психомоторное развитие. К ним относится Ages and Stages Questionnaire – Third edition (Squires & Bricker, 2009); Denver Developmental Screening Tests (Frankenburg & Dodd, 1967); Kent Infant Development (Reuter, 1996).

Большинство методик, оценивающих когнитивное развитие в младшем детском возрасте, оценивают детское развитие начиная с 2–3 лет, не включая оценку начального этапа формирования когнитивных навыков в период младенчества (WPPSI–IV; BBCS–IV; DAS–II; KABC–II; DIAL–IV; NEPSY–II; Leiter–III). Ряд инструментов, позволяющий проводить тестирование с первых дней жизни, направлен на оценку узкой сферы когнитивного развития (PLS–V; PPVT–V).

Комплексная оценка, включающая психомоторное развитие ребёнка, предусмотрена лишь в ограниченном числе методик. Несмотря на оценку таких важных составляющих психики, как когнитивное, речевое и моторное развитие, Шкалы Mullen Scales of Early Learning не включают социальные и адаптивные аспекты детского развития. К тому же методика была создана в 1995 году и не учитывает современные теории когнитивного развития. Кроме того, на данный момент не была проведена оценка психометрического качества методики или адаптация для российской популяции детей.

В международной практике «Шкалы развития Бэйли — Третья редакция» (Бэйли–III) входят в число наиболее исследованных диагностических инструментов для оценки развития детей раннего возраста и признаны «золотым стандартом» в возрастном диапазоне от рождения до 3,5 лет (Bayley, 2006; Azari et al., 2017; Ranjitkar et al., 2018; Yue et al., 2019). Теоретической базой методики служат классические и современные концепции развития, включая труды Д. Брунера, Л. С. Выготского, А. Р. Лурии и Ж. Пиаже. Эмпирическая валидность Бэйли–III подтверждается согласованностью с нейропсихологическими исследованиями (Aylward, 1988; Colombo & Cheatham, 2006; Colombo & Mitchell, 2009), социально–эмоциональной теорией (Greenspan, DeGangi, & Wieder, 2001) и теорией адаптивного поведения (Weiss, Oakland, & Aylward, 2010).

Существенным ограничением для адаптации и широкого прикладного применения Бэйли–III в РФ является отсутствие исследований, направленных на оценку психометрического качества русскоязычного варианта методики. Результаты изучения методики в кросс–культурных исследованиях показывают необходимость адаптации этой методики с учетом языковых различий и социокультурных особенностей населения (Hegde, et al., 2013; Steenis, et al., 2015; Azari, et al., 2017; Hoskens, et al., 2018; Fuiko, et al., 2019; Sun, et al., 2019). Выявлено, что использование Бэйли–III как диагностической методики, а именно без предварительного психометрического исследования и стандартизации для изучаемой популяции, может привести к ошибкам диагностики, заключающимся в переоценке или, напротив, недооценке уровня навыков ребёнка и его развития.

Таким образом, актуальность применения Бэйли–III и ограничения для ее использования в РФ в качестве диагностического инструмента диктуют необходимость проведения полноценного психометрического исследования, включающего оценку надежности и валидности, русскоязычного варианта методики.

1.6. Методика «Шкалы развития Бэйли – третья редакция»

«Шкалы развития Бэйли» (англ. Bayley Scales of Infant and Toddler Development – Third Edition, далее – Бэйли–III) является «золотым стандартом» для оценки детского развития, начиная с 16 дней и заканчивая 3,5 лет (Azari, et al., 2017; Ranjitkar, et al., 2018; Yue, et al., 2019). В основе методики лежат классические научно обоснованные и общепринятые теории детского развития (Брунер, 1974–1975; Выготский, 1962, 1978; Лурия, 1976; Пиаже 1952), которые согласуются с результатами современных исследований детей, включая исследования, направленные на особенности обработки информации, нейропсихологические исследования (Aylward, 1988; Colombo, & Cheatham, 2006; Colombo, & Mitchell, 2009), теорию адаптивного поведения (Weiss, Oakland, & Aylward, 2010) и функциональную социально–эмоциональную теорию (Greenspan, DeGangi, & Wieder, 2001).

Результаты кросс–культурных исследований показывают необходимость адаптации этой методики с учетом языковых различий и социальных особенностей населения (Hegde, et al., 2013; Steenis, et al., 2015; Azari, et al., 2017; Hoskens, et al., 2018; Fuiko, et al., 2019; Sun, et al., 2019).

В третьем издании методики Бэйли используется эффективный дизайн администрирования, который основан на определении стартовых возрастных точек, реверсивном принципе и критериях прекращения тестирования. Бэйли–III включает пять шкал, каждая из которых содержит определенное количество проб (Weiss et al., 2010; Pinon, 2010):

1. Когнитивная – 91 проба: Когнитивная шкала оценивает единый конструкт и поэтому не имеет отдельных субшкал. Шкала направлена на оценку умственного развития с использованием методов, минимально задействующих речь. Пункты когнитивной шкалы оценивают сенсомоторное развитие детей, способности к исследованию и манипулированию объектами, объектные отношения, формирование понятий и память.

При оценке навыков детей младенческого возраста используются задания, которые оценивают их интерес к новым объектам, внимание к знакомым и незнакомым стимулам, а также их поведение при решении проблем. Дети дошкольного возраста выполняют задания, имитирующие ролевое взаимодействие, а также выполняют построение фигур из кубиков, сопоставляют цвета, считают и решают более сложные задачи.

2. Коммуникативная (подразделяется на субшкалу рецептивной коммуникации – 49 проб и субшкалу экспрессивной коммуникации – 48 проб): Языковая шкала измеряет два основных аспекта коммуникации: рецептивные и экспрессивные коммуникативные навыки. Развитие этих навыков может проявляться как в тесной взаимосвязи, так и независимо друг от друга. При этом рецептивная коммуникация обычно предшествует экспрессивной коммуникации. Субтест «Рецептивная коммуникация» оценивает понимание обращенной к ребенку речи. Начиная от оценки возможности распознавания звуков самыми маленькими детьми, заканчивая пониманием сложных указаний более старшими детьми. Субтест «Экспрессивная коммуникация» также включает задания разного уровня сложности в зависимости от возраста ребёнка.

3. Моторная (субшкалы: мелкая моторика – 66 проб, крупная моторика – 72 пробы): Моторная шкала оценивает мелкую моторику и крупную моторику отдельно. Субтест, направленный на оценку мелкой моторики, включает пункты, оценивающие насколько эффективно дети выполняют мелкие моторные действия при взаимодействии с окружающей средой. Субтест крупной моторики оценивает, насколько хорошо дети контролируют и могут использовать для движения своё тело. Навыки крупной моторики включают контроль головы у младенцев, а также

шагание, стояние, ходьбу, лазание и бег у малышей и дошкольников. Пробы субтеста измеряют навыки движение конечностей и туловища, статическое положение (например, умение сохранять положение сидя или стоя), навыки динамического движения (например, передвижение и координация), баланс и планирование движений.

4. Шкала социально–эмоционального развития – 35 проб, направленных на определение нормальных этапов социального и эмоционального развития младенцев, малышей и дошкольников. Эта информация собирается с помощью анкеты, заполняемой родителем или опекуном ребенка. Социально–эмоциональная шкала включает оценки саморегуляции и интереса к окружающему миру; способности сообщать о потребностях, привлекать внимание окружающих и устанавливать отношения; целенаправленного использования эмоций; использования эмоциональных сигналов для решения проблем.

5. Шкала адаптивного поведения – 241 проба: Шкала адаптивногоповедения оценивает наличие самостоятельного проявления ребенком навыков, необходимых для нормальной повседневной жизни. Информация о сфере адаптивного поведения собирается с помощью анкеты, заполняемой родителем или опекуном, проводящим с ребёнком наибольшее количество времени.

Шкала включает основные навыки адаптивного развития в 10 областях: общение (например, речь ребенка, язык и невербальные навыки), жизнь в обществе (например, интерес ребенка к деятельности вне дома), здоровье и безопасность (например, насколько ребенок проявляет осторожность и способность избегать физической опасности), досуг (например, использование разных игровых форм и способность следовать правилам), уход за собой (например, поведение ребенка при приеме пищи, туалете и купании), саморегуляция (например, насколько легко ребенок проявляет самообладание, следует указаниям и делает выбор), функции доучебного периода (например, навыки ребенка в распознавании букв, счете и рисовании простых фигур), жизнь дома (например, в какой степени ребенок помогает взрослым в выполнении домашних дел и заботится о своих личных вещах), социальные навыки (например,

насколько хорошо ребенок ладит с другими людьми, применяет правила этикета, помогает другим и распознает эмоции) и моторные навыки (например, двигательные навыки ребенка и манипулирование окружающей средой).

Оценка по когнитивной, коммуникативной и моторной шкалам осуществляется на основании выполнения проб ребенком, то есть проводится прямое тестирование. В совокупности эти шкалы направлены на диагностику области детского развития, наиболее близко соответствующей в России понятиям «нервно–психическое развитие» (НПР) и «психомоторное развитие» (ПМР). НПР подразумевает качественное изменение умственных и двигательных умений ребенка. В качестве критериев оценки НПР выделяют моторику, статику, сенсорные реакции, речь и психическое развитие ребёнка (Ткачук & Мартынович, 2020). ПМР – совокупность изменений когнитивных, двигательных, эмоциональных и социальных способностей ребенка, начиная с внутриутробного периода до подросткового возраста. (Cioni & Sgandurra, 2013).

В оригинальной методике используются общий термин «development», при необходимости с уточнением конкретной сферы развития – когнитивной, речевой, моторной, социально–эмоционально или адаптивной. Аналогичная терминология использована в других зарубежных исследованиях, без упоминания общего термина для трёх изучаемых шкал. Однако в непальском исследовании для обозначения когнитивной, речевой и моторной сферы применялся объединяющий их термин «neurodevelopmental», переводящийся на русский как «неврологическое развитие» (Ranjitkar et al., 2018). Данный термин не является общеупотребительным в российских научных статьях, поэтому был использован термин ПМР, который в том числе делает акцент на общем развитии ребёнка в период раннего детства.

Шкалы социально–эмоционального развития и шкалы адаптивного развития используют метод непрямого тестирования, представленный опросником, который заполняет специально обученный сотрудник на основании ответов и комментариев родителя или опекуна, который проводит наибольшее количество

времени с ребёнком. Вопросы направлены на изучение особенностей поведения ребёнка в повседневной жизни.

Если ребенок правильно выполняет пробу, он получает один балл, который фиксируется в бланке. По результатам обследования по каждой шкале баллы суммируются. Полученные баллы, называемые «сырыми» (англ. «raw») переводятся в следующие несколько видов баллов. Первый вид – это шкальные баллы, на их основании определяется коридор норм детского развития методики. Он составляет промежуток от 7 до 13 баллов со средним баллом 10. Второй вид – композитные баллы, который позволяет как выделять нормы развития со средним числом 100 (100±15), а также используется для сопоставления и сравнения показателей всех шкал. На основании композиционных баллов можно выявить индивидуальные особенности развития ребенка, условно его «сильные» и «слабые» стороны. Третий вид – перцентили, которые позволяют оценить частоту встречаемости индивидуальных показателей ребенка в той популяции, на которой была стандартизована выборка.

Оригинальная стандартизация при разработке шкал Бэйли–III была проведена в Соединенных Штатах Америки (США) в 2004 году (Bayley, 2006). Продолжительность сбора данных составила несколько месяцев, начиная с января и заканчивая октябрём. Размер и характеристики выборки были рассчитаны на основании переписи населения 2000 года. Выборка была стратифицирована по демографическим показателям, которые включали возраст, пол, этническую принадлежность, географический регион, уровень образования родителей или другого лица, осуществляющего основной уход за ребенком.

Всего выборка включала 1700 детей, которые проходили обследование в одной из 17 возрастных групп. В каждой группе дети были уравнены по полу, также большинство участников были представителями европеоидной расы и относились к классу со средним и высоким уровнем образования. Каждая возрастная группа имела своё буквенное обозначение от A до Q и включала 100 человек каждая. Возраст исследуемых детей составлял от 16 дней до 43 месяцев

15 дней. Для проведения анализа CFA группы были объединены в соответствии с более широкими возрастными диапазонами.

Возрастные страты были сформированы в количестве не менее 100 респондентов каждая. Основной объём выборки составили нормальные или «типично развивающиеся» дети. В данную категорию были включены дети, рожденные в сроке гестации 37–42 недели и имеющие вес при рождении более 2500 гр. Также учитывалось отсутствие существенной неврологической и соматической патологии в анамнезе. Участники исследования детского возраста не должны были получать лечение в связи с наличием психических, физических или поведенческих расстройств, а также не должны иметь следующих диагнозов: СДВГ, хромосомные аномалии, заболевания, обусловленные пренатальной экспозицией токсических веществ, включая фетальный алкогольный синдром, врожденные пороки центральной нервной системы (ЦНС), генетические или врожденные заболевания, умственная отсталость, внутрижелудочковое кровоизлияние, патология дыхательной системы, тяжелые расстройства привязанности, тяжелые сенсорные нарушения, малый вес при рождении, недоношенность.

Дети исключались из изучаемой выборки, если их родители не являлись носителями языка, на котором проводилось обследование, а именно, английского, имели риски развития, которые могли оказывать влияние на формирование ЦНС, принимали лекарства, которые могли повлиять на толерантность к физическим или умственным нагрузкам, а также имели нарушения, связанные со слуховым или зрительным анализатором, или проводили лечение в стационаре медицинского учреждения.

Дополнительно примерно 10% выборки, использованной для стандартизации, составили дети, имеющие следующие клинические диагнозы: недоношенность, асфиксия, синдром Ретта, синдром Дауна, синдром Аспергера, церебральный паралич, аутизм, когнитивная эпилептиформная дезинтеграция, фетальный алкогольный синдром, специфические расстройства развития речи, гипотрофия и др. Обозначенная категория детей была включена для того, чтобы

повысить репрезентативность выборки, так как дети с клиническими диагнозами также являются неотъемлемой частью популяции.

В мировой научной литературе накоплен значительный опыт психометрической оценки методики Бэйли–III в различных социокультурных условиях. Первые попытки кросс–культурной валидизации были предприняты в Шри–Ланке (Godamunne et al., 2014), где использовалась оригинальная версия методики без предварительной культурной адаптации. Выборка включала 150 внешне здоровых доношенных детей, обследованных в возрасте 6, 12 и 24 месяцев (по 50 человек в каждой возрастной группе). Исследование ограничивалось когнитивной шкалой и субшкалами крупной и мелкой моторики. Сравнение с американскими нормами показало отсутствие значимых различий в 6 месяцев, однако в 12 месяцев шри–ланкийские дети демонстрировали более высокие когнитивные показатели и более низкие показатели крупной моторики. К 24 месяцам когнитивные показатели оказались значимо ниже американских норм. Оценка ретестовой надежности подтвердила высокую стабильность результатов, что позволило авторам рекомендовать методику для дальнейшего психометрического изучения в Шри–Ланке.

В Малайзии был выполнен прямой и обратный перевод методики. Выборка включала 34 ребёнка в возрасте 9–13 месяцев, рекрутированных из детских садов города Кота–Кинабалу (Zakaria et al., 2012). Оценка внутренней согласованности продемонстрировала высокий уровень надёжности, а корреляционный анализ выявил значимые положительные взаимосвязи между всеми пятью субшкалами. Авторы сделали вывод, что Бэйли–III является психометрически качественным инструментом для оценки развития детей в Малайзии.

Исследование датских детей представляло собой часть более крупного лонгитюдного проекта (Krogh et al., 2012). Методика была переведена прямым способом без культурной адаптации. Выборка состояла из 45 типично развивающихся детей, обследованных в 4, 7, 10 и 13 месяцев; критериями исключения служили недоношенность и наличие физических или умственных расстройств. Результаты выявили значимые различия между датскими и

американскими нормами по всем шкалам: средние баллы по моторной шкале были ниже в 10 и 13 месяцев, в то время как когнитивные показатели превышали американские нормы в 4, 7 и 13 месяцев. Показатели по субшкалам рецептивной коммуникации были значимо ниже американских норм во все возрастные периоды, а по субшкале экспрессивной коммуникации – в 4 и 7 месяцев. Средний балл по мелкой моторике превышал нормы США в 7 месяцев, тогда как по крупной моторике был ниже в 10 и 13 месяцев. Авторы подчеркнули, что применение методики на выборках, отличающихся от американской, требует осторожности, а сравнение затруднено из–за различий в характеристиках выборок (например, все датские младенцы были первенцами, а 55,1% родителей имели 16 и более лет образования против 27,6% в американской выборке).

Тайваньское исследование включало 234 ребёнка, из которых 178 были недоношенными и 62 – доношенными (Yu et al., 2013). Лонгитюдный дизайн предусматривал возрастные срезы в 6, 12, 18 и 24 месяца с корректировкой возраста для недоношенных детей. Критерии включения для доношенных детей соответствовали рекомендациям ВОЗ (гестационный срок 38–42 недели, масса тела при рождении более 2500 г), для недоношенных – гестационный возраст менее 37 недель и масса тела менее 1500 г. Дополнительно была проведена оценка конвергентной валидности с использованием второй версии методики, подтвердившая сохранение основных сфер развития. Авторы заключили, что Бэйли–III является надёжным и валидным инструментом для оценки развития как доношенных, так и недоношенных тайваньских детей в возрасте от 6 до 24 месяцев.

Австралийское исследование (Chinta et al., 2014) использовало оригинальную версию Бэйли–III и американские нормы для оценки 156 здоровых доношенных трёхлетних детей без хромосомных аномалий и хирургических вмешательств в анамнезе. Средние баллы превышали американские нормы по четырём субшкалам (когнитивной, рецептивной, экспрессивной, мелкой моторики), тогда как по крупной моторике значимых различий выявлено не было. Авторы сделали вывод, что применение оригинальных норм может привести к

недооценке лёгких расстройств у австралийских детей, и рекомендовали адаптацию методики для локальной выборки.

Нидерландское исследование является одним из наиболее масштабных в области психометрики Бэйли–III (Steenis et al., 2015). Была использована голландская версия Bayley–III–NL, выборка включала 1912 детей в возрасте от 14 дней до 42 месяцев 14 дней, разделённых на 17 возрастных групп в соответствии с техническим руководством. Критерии включения предусматривали гестационный возраст не менее 37 недель, вес при рождении не менее 2500 г, отсутствие проблем с физическим и психическим здоровьем и регулярного приёма лекарств. В соответствии с оригинальной выборкой в голландскую были включены 10% детей с подтверждёнными рисками или задержкой развития. Сравнение голландских и американских норм выявило клинически значимые отличия по всем пяти шкалам.

Эфиопское исследование отличалось не только переводом, но и модификацией стимульного материала с учётом культурно–социальных особенностей (замена изображения печенья на более узнаваемый фрукт, удаление пробы с лестницей ввиду отсутствия лестниц в изучаемой популяции) (Hanlon et al., 2016) . Выборка включала 896 детей, разделённых на две возрастные группы: 440 детей в возрасте 30 месяцев и 440 – в 42 месяца. Критериями включения служили рост и вес в пределах физиологической нормы. Адаптированная версия продемонстрировала надёжность и валидность, что позволило рекомендовать её для использования у эфиопских детей.

Бразильское исследование включало 207 детей в возрасте 12–42 месяцев, рекрутированных из двух детских садов (Madaschi et al., 2016). Критериями включения были рождение в срок, отсутствие хронических заболеваний и выявленных нарушений развития. Методика была переведена прямым и обратным способом и культурно адаптирована. Внутренняя согласованность составила ≥0,9; конвергентная валидность подтверждена приемлемыми корреляциями с методиками Peabody Developmental, Leiter International Performance Scale–R, Expressive Vocabulary Assessment List и Peabody Picture Vocabulary Test. Авторы

заключили, что после перевода и культурной адаптации методика является психометрически качественным инструментом.

Иранское исследование (Azari et al., 2017) включало 403 ребёнка в возрасте от 1 до 42 месяцев, охватывающих все возрастные группы исходной методики (A–Q). Минимальное количество детей наблюдалось в возрастной группе E (10 человек), максимальное – в группе D (38 человек). Критериями включения были нормальное развитие в соответствии с возрастными рамками методики, отсутствие явных нарушений развития и владение родителями персидским языком. Методика прошла прямой и обратный перевод с адаптацией содержания с учётом культурных особенностей. Авторы подтвердили психометрическое качество Бэйли–III для оценки развития персоязычных детей.

Южно–Африканское исследование включало 74 ребёнка, обследованных в двух возрастных срезах: 9–12 месяцев и 15–20 месяцев (Ballot et al., 2017). Критериями включения были доношенность и выписка из медицинского учреждения в течение 48 часов после рождения; критериями исключения – явные аномалии развития. Авторы заключили, что Бэйли–III является психометрически качественным инструментом для оценки развития южно–африканских детей, проживающих в городских условиях.

Непальское исследование включало 600 детей в возрасте 6–11 месяцев, проживающих в муниципалитете Бхактапура и прилегающих районах (Ranjitkar et al., 2018) . Критерии исключения включали тяжёлые системные заболевания, приём добавок с витамином B12, тяжёлое недоедание, анемию и острые инфекционные заболевания. Дополнительно было набрано 10% недоношенных детей. Методика прошла прямой и обратный перевод с культурной адаптацией. Сравнение с американскими нормами выявило сходство по когнитивной и моторным шкалам, тогда как показатели по экспрессивной и рецептивной субшкалам были значимо ниже. Авторы заключили, что после культурной адаптации методику можно использовать для изучения развития непальских детей в возрасте от 6 до 11 месяцев.

Исследование детей в Китае включало 1444 ребёнка, диагностированных только по когнитивной шкале (Hua et al., 2019). Возрастные группы формировались согласно техническому руководству Бэйли–III. Критерии включения: роды в физиологический срок, типичное развитие. Критерии исключения: тяжёлые медицинские осложнения и клинические диагнозы на момент обследования, лечение в связи с психическими, физическими или поведенческими трудностями, нарушения слуха или зрения, приём лекарств, влияющих на поведение, госпитализация или инфекция в период тестирования, проблемы с питанием или сном. Внутренняя согласованность оценивалась с использованием коэффициента разделения Гуттмана и превышала 0,8; тест–ретестовая и межэкспертная надёжность варьировали от хорошей до отличной. Авторы заключили, что когнитивная шкала Бэйли–III может применяться для оценки когнитивного развития китайских детей с учётом половых особенностей.

Вьетнамское исследование включало 267 детей в возрасте от 3 до 43 месяцев из восьми основных округов города Хошимин (Sun et al., 2019). Критериями исключения были хронические тяжёлые заболевания (врождённые пороки сердца, эпилепсия), недоношенность и задержка развития. Методика прошла прямой и обратный перевод, после пилотного исследования содержание некоторых проб было модифицировано с учётом культурных особенностей. Несмотря на то, что структура адаптированного инструмента отличалась от оригинальной, результаты согласовывались с теориями раннего развития. Авторы подтвердили хорошую надёжность и соответствие строгим критериям инвариантности для гендерных и возрастных групп.

Кенийское исследование включало 172 ребёнка в возрасте 18–36 месяцев, разделённых на группы ВИЧ–инфицированных, контактировавших с ВИЧ и не контактировавших с ВИЧ (McHenry et al., 2021). CFA показал, что как двухфакторные, так и трёхфакторные модели имеют хорошее и сопоставимое соответствие. Корреляция Пирсона была высокой между мелкой моторикой и рецептивной коммуникацией ($r > 0,70$). Авторы заключили, что кенийская

Бэйли–III является психометрически качественным инструментом, однако шкальные и композитные баллы не следует использовать для определения норм развития детей в Кении; сырые баллы могут быть полезны для сравнения групп в рамках исследований.

Египетское исследование включало 270 детей в возрасте 18–42 месяцев (Salah El–Din et al., 2021). Критериями включения были гестационный возраст не менее 37 недель, масса тела при рождении не менее 2500 г, отсутствие проблем со здоровьем и психическим здоровьем, нормальные вес и рост для возраста, средний уровень дохода. Критериями исключения – недоношенность, низкая масса тела при рождении, генетические, врождённые или метаболические нарушения, внутричерепное кровоизлияние, хронические заболевания, тяжёлые нарушения слуховой или зрительной чувствительности. Средние значения всех оцениваемых областей развития находились в пределах нормы оригинальной Бэйли–III, но несколько ниже средних значений. Авторы заключили, что после культурной адаптации и стандартизации на более крупной и репрезентативной выборке методика может применяться для оценки развития египетских детей.

Суринамское исследование включало 299 детей в возрасте 10–26 месяцев из четырёх регионов Суринама (McLester–Davis et al., 2021). Использовалась версия Бэйли–III на голландском языке, адаптированная на выборке Нидерландов, с небольшими изменениями изображений, соответствующими культурной среде Суринама. Авторы подтвердили, что адаптированная методика показала себя надёжным и валидным инструментом для оценки развития детей в Суринаме.

Обобщая представленные исследования, можно заключить, что все психометрические работы были частью более крупных проектов, направленных на изучение детского здоровья и развития. Проведение адаптации методики в соответствии с дизайном разработки оригинальной Бэйли–III было осуществлено только в нидерландском исследовании (Steenis et al., 2015). В трех исследованиях методики Бэйли–III была психометрически изучена во всех возрастных диапазонах в соответствии с оригинальной методикой (Steenis et al., 2015; Azari et al., 2017; Hua et al., 2019); прямой и обратный перевод были выполнены в четырех

исследованиях (Steenis et al., 2015; Azari et al., 2017; Hua et al., 2019; Sun et al., 2019); в двух исследованиях был лонгитюдный дизайн (Krogh, Væver, Harder, & Køppe, 2012; Yu et al., 2013); минимальное число детей в возрастных группах составило 10 испытуемых (Azari et al., 2017); включение 10% детей с клиническими диагнозами было использовано только в одном исследовании (Steenis et al., 2015), в другой работе в выборку были включены 10% детей с недоношенностью (Hua et al., 2019).

В значительной части исследований, посвященных психометрическому исследованию Бэйли–III, у обследованных детей были выявлены отличия от оригинальных норм по всем или по большему количеству шкал (Krogh et al., 2012; Chinta, et al., 2014; Steenis et al., 2015). Также часть авторов продемонстрировали возможность успешного применения американских норм на локальной выборке без предварительной социокультурной адаптации (Yu et al., 2013; Ballot et al., 2017). В целом большая часть исследований указывает на надежность и валидность инструмента после адаптации содержания методики к особенностям изучаемой популяции (Hanlon et al., 2016; Azari et al., 2017; Ranjitkar et al., 2018; Hua et al., 2019; Sun et al., 2019).

В Российской Федерации методика Бэйли–III, переведённая на русский язык, активно применяется в научно–исследовательских целях, а также в клинических исследованиях. Ввиду отсутствия адаптации методики, а, следовательно, и норм для российской популяции, большинство авторов применяют данный инструмент не как диагностический, а как экспериментальный. Для статистического анализа используются преимущественно абсолютные значения сырых баллов (Киселев и др., 2016; Бакушкина, Киселев и др., 2018; Белоусова и Швец, 2019). В некоторых исследованиях выводы основывались на шкальных или композиционных баллах, границы нормативных показателей которых были сформированы на основании американской выборки (Шифман, 2016; Заваденко, Медведев и Дегтярева, 2018; Косякова и Беспалова, 2019).

Основные изменения при переводе Бэйли–III были связаны с различиями грамматики английского и русского языков. Например, в языковой шкале в пробе 34 субшкалы рецептивной коммуникации и в пробе 34 субшкалы экспрессивной коммуникации. В оригинальной версии методики на английском языке пробы направлены на оценку понимания и способности использовать ребёнком речевые конструкции настоящего длительного времени (Present Continuous). Поскольку в русском языке нет прямого аналога для Present Continuous, были использованы наиболее близкие варианты, а именно настоящее время.

В русском языке настоящее время преимущественно используется при описании статических ситуаций, которые происходят непосредственно в момент речи. В связи с этим при переводе на русский язык обозначенные пробы речевой шкалы были модифицированы следующим образом:

В пробе 34 субшкалы рецептивной коммуникации на русском языке анализируется понимание использования глаголов в настоящем времени: Understands Verb + ing (англ.) понимает глаголы в настоящем времени (рус.) Также в пробе 34 субшкалы экспрессивной коммуникации на русском анализируется способность употребления глаголов в настоящем времени: Uses Verb + ing (англ.) используется существительное, описывающее действие (рус.)

Актуальность использования методики Бэйли–III на русском языке создает предпосылки для выполнения психометрического исследования данной версии методики, которое по результатам литературного поиска ещё не было проведено.

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Организация исследования

Исследование проводилось на кафедре клинической психологии и психофизиологии ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» (УрФУ, г. Екатеринбург). Сбор первичных данных был проведен в рамках двух проектов: I) «Лонгитюдное исследование нейрокогнитивного развития детей с перинатальной травмой» в лаборатории мозга и нейрокогнитивного развития (УрФУ) в период с 2015 по 2020 гг. и II) «Сенсомоторные механизмы восприятия речи в детском возрасте: психофизиологическое исследование», Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования «Научно–технологический университет «Сириус»» (НТУ «Сириус»), 2024 г. Далее подробно описана процедура сбора данных для каждого из проектов.

(1) Проект «Лонгитюдное исследование нейрокогнитивного развития детей с перинатальной травмой».

Для проекта применялся исследовательский протокол, разработанный в Центре мозга и когнитивного развития Лондонского университета, который курировался Европейским проектом изучения факторов риска СДВГ и РАС.

Набор детей проводился при содействии следующих учебных и медицинских учреждений:

1. Департамент психологии Уральского федерального университета имени первого президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ).
2. Кафедра неврологии детского возраста Уральского государственного медицинского университета (УГМУ).
3. Кафедра неонатологии УГМУ.
4. Городской перинатальный центр города Екатеринбурга (Детская городская больница №10).

Рекрутинг проходил при участии сотрудников университетов, врачей–педиатров, неврологов и неонатологов из лечебно–профилактических учреждений г. Екатеринбурга. Проект получил одобрение этического комитета при ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ (выписка из протокола № 1 от 20.02.2015). Перед включением в проект все законные представители респондентов детского возраста подписывали добровольное информированное согласие (Приложение А).

Первичная документация для представителей респондентов детского возраста, которые были использованы в данном исследовании, представляла собой опросники и медицинскую документацию детей. Опросники прошли процедуру прямого и обратного перевода с целью сохранения концептуального значения.

Медицинская документация включала в себя следующие документы (при наличии):

1. Амбулаторная карта, включающая выписку новорожденного.
2. Результаты планового медицинского осмотра.
3. Информацию о госпитализациях или операциях.
4. Заключение невролога (результат неврологического осмотра).
5. Заключение офтальмолога.
6. Заключения по результатам методов визуализации головного мозга (нейросонография, компьютерная томография, магнитно–резонансная томография).

Для настоящего исследования использовалась информация следующих опросников:

1. «Бланк первичного опроса» в который вносился ряд антропометрических и клинических показателей детей при рождении, данные анамнеза, место проживания, а также информация о сиблингах при наличии (Приложение Б).
2. «Демографический опросник для родителей», включал в себя информацию о дате, месте рождения и этнической принадлежности биологических родителей, а

также аналогичную информацию о биологических родителях матери и отца респондентов детского возраста (Приложение В).

3. «Основные изменения в жизни ребёнка» – опросник, содержащий вопросы об изменениях в жизни ребёнка, имеющих значение для исследования. Вопросы были направлены на фиксирование изменений физического и психологического состояния ребёнка, а также информацию о посещении детских дошкольных учреждений, лечении в стационаре, приёме лекарств и другую информацию медицинского характера, касающиеся ребёнка (Приложение Г).

4. «Информация о медицинской истории семьи». Опросник включал вопросы, направленные на изучение медицинской истории семьи ребёнка, также его ближайших родственников (туберозный склероз, синдром Ретта, гидроцефалия и пр.) **(**Приложение Д).

Обследование детей было проведено в 5, 10, 15, 24 и 36 месяцев в соответствии с основными этапами развития детей (Marshall et al., 2002; Kolb & Fantie, 2009; Medina et al., 2015). Помещение для проведения тестирования респондентов детского возраста, видеозаписи хода исследования и набора стимульного материала находилось на территории лаборатории мозга и нейрокогнитивного развития, являющейся подразделением Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. Члены научного коллектива проекта являлись сотрудниками лаборатории, которые были лицензированы для проведения методик, самостоятельно проводили исследования, регистрацию и обработку данных.

Исследование каждого респондента проводилось в дневное время и включало два визита. Первый визит содержал организационную часть и проведение поведенческих методов, второй – аппаратных. Продолжительность одного визита составляла приблизительно от 1,5 до 2,5 часа. Предусматривалась возможность перерыва между проведением методик в течение одного визита. На визит одного респондента отводилось 3–4 часа рабочего времени сотрудников.

Для оценки развития детей первых лет жизни использовалась русскоязычная версия методики Бэйли–III (Приложение Е). Прямой и обратный перевод текста

бланков Бэйли–III на русский язык, выполненный с учётом социально–культурных особенностей, был осуществлен в рамках международного проекта, который проходил под эгидой компании ICON (https://www.iconplc.com/) Представителем данного проекта в РФ являлся Киселев С.Ю. (заведующий лабораторией мозга и нейрокогнитивного развития, г. Екатеринбург).

Оценка выполнялась по когнитивной шкале, субтесту экспрессивной коммуникации, субтесту рецептивной коммуникации, субтесту мелкой моторики и субтесту крупной моторики. Условия и процедура тестирования респондентов детского возраста соответствовали требованиям к проведению методики.

Для регистрации биоэлектрической активности головного мозга испытуемых была использована многоканальная (128 отведений) электроэнцефалографическая система экспертного класса GEODESIC EEG SYSTEM 300 (GES 300) производства Electrical Geodesic 128 channel EEG System. Данное оборудование имеет регистрационное удостоверение №ФЗС 2007/00313 и сертификат соответствия № РОСС US.ИМО04. В07399, свидетельствующие о законности применения электроэнцефалографа и его комплектующих на территории России, а также о возможностях использования системы на категории участников исследования младенческого и младшего детского возрастов.

При проведении лонгитюдного исследования была использована высокоплотная система ЭЭГ экспертного класса. В качестве проверки выдвигаемых гипотез с применением альтернативного ЭЭГ–оборудования было проведено срезовое исследование для крайней возрастной точки лонгитюдного исследования, а именно 36 месяцев, включающее регистрацию ЭЭГ при помощи расширенной системы «10–20». Данная система может быть пересчитана в ЭЭГ–систему «10–20», которая наиболее доступна на территории РФ для использования в рутинной практике.

(2) Проект «Сенсомоторные механизмы восприятия речи в детском возрасте: психофизиологическое исследование».

Рекрутинг участников был проведён на Федеральной территории «Сириус» в муниципальном дошкольном образовательном бюджетном учреждении детский

сад №50 и муниципальном дошкольном образовательном бюджетном учреждении детский сад №52. Протокол исследования одобрен этическим комитетом Научно–технологического университета Сириус. Участники исследования также проходили сбор первичной информации, при помощи опросников для родителей, включающих вопросы о социально–демографическом статусе, медицинском анамнезе и навыках ребенка.

Для оценки когнитивного статуса участников срезового исследования была проведена диагностика с использованием международных шкал продуктивности Лейтера, третьей редакции (англ. Leiter International Performance Scale, Third Edition, Leiter–3) (Roid & Koch, 2017). Leiter–3 является современным тестом диагностики невербального интеллекта и когнитивных функций у взрослых и детей от 3–х лет, который прошел процедуру апробации для российской популяции в 2014 году под редакцией А. Б. Сорокина. Оценка проводилась по субтестам фигура–фон, дополнения формы, классификация и аналогии, последовательности, визуальные паттерны, устойчивость внимания, прогрессивная и реверсивная память.

Для регистрации биоэлектрической активности головного мозга испытуемых была использована электроэнцефалографическая система actiChamp (Brain Products GmbH), с использованием 32 каналов, расположенных в соответствии с международной системой «10–20».

Настоящее исследование включало две части: **психометрическую** и **фундаментальную**. **Психометрическая часть исследования** была проведена с целью проверки психометрического качества русскоязычной версии методики Бэйли–III для возможности её использования в качестве исследовательского инструмента оценки ПМР детей.

При планировании данной части исследования была проведена оценка мощности и расчёт размера выборки. Для достижения 80% мощности в CFA с приемлемой точностью (англ. Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA ≤ 0,08)) при изучении трехфакторной модели Бэйли–III необходима выборка, включающая примерно 600 участников (Raykov & Marcoulides, 2024).

В силу естественных ограничений количество детей, прошедших обследование, было несколько меньше. Тем не менее анализ был использован в протоколе в связи с его общей важностью. При формировании групп для CFA в качестве основного ориентира было использовано количество детей в каждой возрастной группе оригинальной методики Бэйли–III, то есть 100 респондентов в каждой.

Данные в рамках **фундаментальной части исследования** были использованы с целью выделения траекторий и закономерностей ПМР типично развивающихся детей в период раннего детства с использованием междисциплинарного подхода, включающего современные поведенческие и аппаратные методы, а именно русскоязычную версию методики Бэйли–III и высокоплотную ЭЭГ. Оценка мощности и расчёт размера выборки были проведены для основных исследовательских вопросов с учетом результатов предыдущих исследований. При поиске рекомендаций по расчёту размера выборки для анализов со скрытыми профилями было выявлено, что данный вид анализов является ещё только развивающейся областью, поэтому строгих требований к размеру выборки нет (Weller et al., 2020).

Для проверки выдвигаемых гипотез с использованием альтернативного варианта оборудования, более близкого к клинической практике, использовались данные детей в возрасте 46 месяцев, зарегистрированные при помощи ЭЭГ с расширенной системой «10–20». Срез 46 месяцев является крайней возрастной точкой для исследования с проспективным когортным дизайном, что позволит расширить и уточнить результаты, полученные в срезе с наименьшим количеством респондентов.

2.2. Описание выборочной совокупности

Для **психометрической части исследования** использовалась база данных лонгитюдного исследования, включающая показатели 333 детей (852 уникальных

измерения). В изучаемой когорте наблюдались преимущественно здоровые дети, рожденные в физиологические сроки гестации, а также недоношенные, дети с неврологическими расстройствами разной степени тяжести в анамнезе (перинатальное поражение ЦНС, ишемический инсульт, задержка психомоторного развития), дети из группы риска РАС или СДВГ. Дети, имеющие нарушения моторной сферы, проходили тестирование с использованием наиболее функциональной конечности. Родители обследованных детей преимущественно относились к категории образованного городского населения г. Екатеринбурга и Свердловской области. Для фундаментальной части исследования использовались только данные типично развивающихся детей.

В таблице 1 представлены антропометрические и клинические данные для 261 ребёнка. Остальные 72 ребёнка из общей когорты (N=333) не были включены в таблицу, поскольку их данные не соответствовали критериям включения: их возраст на момент обследования не позволял отнести их ни к одной из пяти возрастных страт (4–6, 10, 15, 24 и 36 месяцев), использовавшихся в исследовании.

Таблица 1 – Антропометрические и клинические показатели детей при рождении

Показатель	**Среднее (СО); размах**
Типично развивающиеся дети (N=107, 63% мальчиков; 37% девочек)	
Гестационный возраст, нед.	39(1); 37–42
Масса тела, г	3356(402); 2500–4300
Длина тела, см	52(2); 47–58
Апгар на 1 минуте, баллы	7(1); 5–8
Апгар на 5 минуте, баллы	8(1); 7–9
Дети с риском РАС (N=21, 57% мальчиков; 43% девочек)	
Гестационный возраст, нед.	39(2); 35–41
Масса тела, г	3367(501); 1950–4030

Продолжение таблицы 1

Показатель	Среднее (СО); размах
Длина тела, см	52(3); 43–57
Апгар на 1 минуте, баллы	7(1); 4–8
Апгар на 5 минуте, баллы	8(1); 7–9
Дети с риском СДВГ (N=9, 56% мальчиков; 44% девочек)	
Гестационный возраст, нед.	39(1); 38–40
Масса тела, г	3326(521); 2750–4562
Длина тела, см	51(2); 49–54
Апгар на 1 минуте, баллы	7(0); 7–8
Апгар на 5 минуте, баллы	8(0); 8–9
Недоношенные дети (N=64, 58% мальчиков; 42% девочек)	
Гестационный возраст, нед.	33(2); 28–36,5
Масса тела, г	1834(420); 1200–3000
Длина тела, см	43(3); 36–50
Апгар на 1 минуте, баллы	6(1); 2–8
Апгар на 5 минуте, баллы	7(1); 4–9
Дети, перенесшие ишемический инсульт (N=50, 58% мальчиков; 42% девочек)	
Гестационный возраст, нед.	38(2); 30–40
Масса тела, г	3104(627); 1140–4080
Длина тела, см	50(4); 39–59
Апгар на 1 минуте, баллы	7(1); 1–9
Апгар на 5 минуте, баллы	8(1); 3–9
Другое (N=10, 40% мальчиков; 60% девочек)	
Гестационный возраст, нед.	37(2); 33–40
Масса тела, г	2704(594); 1750–3590
Длина тела, см	49(4); 41–53
Апгар на 1 минуте, баллы	7(1); 5–8
Апгар на 5 минуте, баллы	8(1); 7–9

Примечание – СО – стандартное отклонение.

Для анализа в рамках психометрического исследования были отобраны данные детей с полной оценкой ПМР по методике Бэйли–III. Возрастные страты были сформированы (экстрагированы из общей когорты) в соответствии с возрастными диапазонами оригинальной методики Бэйли–III и групп CFA в количестве не менее 100 респондентов каждая.

Самая младшая возрастная страта объединяла в себе возрастные точки 4, 5 и 6 месяцев, ввиду объединения группы детей первого полугодия жизни в одну группу при проведении CFA оригинальной Бэйли–III. Остальные возрастные страты соответствовали таковым в оригинальной методике. При наличии у ребенка повторных измерений в один возрастной период в страту для анализа включалось только одно, первое наблюдение с максимально полными медико–демографическими и психометрическими данными. Таким образом, для психометрической части исследования из общей базы данных детей, наблюдавшихся в лонгитюдном исследовании, было сформировано пять возрастных страт: 4–6 месяцев (3 месяца 16 дней – 6 месяцев 22 дня; N=149), 10 месяцев (9 месяцев 0 дня – 10 месяцев 30 дней; N=138), 15 месяцев (13 месяцев 16 дней – 16 месяцев 15 дней; N=151), 24 месяца (22 месяца 16 дней – 25 месяцев 15 дней; N=124) и 36 месяцев (33 месяца 0 дней – 38 месяцев 30 дней; N=83). Всего было использовано 645 уникальных измерения. По количеству респондентов исключение составила крайняя возрастная группа 36 месяцев, включившая менее 100 респондентов.

В рамках анализа данных **фундаментальной части исследования** использовался проспективный когортный дизайн. В выборку было включено 55 типично развивающихся детей, которые проходили обследование в возрастные срезы 5 (N=55), 10 (N=47), 15 (N=51), 24 (N=35) и 36 (N=21) месяцев с использованием метода Бэйли–III и высокоплотной ЭЭГ, всего 209 измерений. Для **проверки выдвигаемых гипотез** использовался срезовый дизайн исследования:

21 типично развивающийся ребёнок был включен в обследование в 46 месяцев, в точке, продолжающей возрастную динамику проспективного когортного исследования. Обследование проходило с использованием методики Leiter–3 и регистрацией ЭЭГ с расширенной системой «10–20».

2.3. Исследовательская процедура

Электронная база данных участников исследования была сформирована при помощи программы для работы с электронными таблицами Microsoft Excel. В соответствии с общепринятыми правилами ввода данных, каждой строке данных соответствовал отдельный индивидуум, а каждый столбец соответствовал одной переменной.

Из первичной документации использовались следующие данные детей–участников исследования: индивидуальный номер, пол, гестационный возраст и возраст на момент участия в исследовании; антропометрические показатели при рождении: рост, вес, показатели шкалы Апгар на 1 и 5 минуте; демографические показатели родителей/опекунов: раса, уровень дохода, уровень образования. Для анализа использовались только результаты оценок, имеющие данные по всем 5 шкалам методики Бэйли–III.

В базу для анализа были занесены следующие исследовательские данные:

1. Идентификатор, пол и возраст на момент исследования респондентов детского возраста.
2. Номер исследовательского визита.
3. Возрастная точка в соответствии с возрастной градацией Бэйли–III.
4. Сырые баллы когнитивной шкалы, субшкалы экспрессивной коммуникации, субшкалы рецептивной коммуникации, субшкалы мелкой моторики и субшкалы крупной моторики методики Бэйли–III.

5. Шкальные баллы когнитивной шкалы, субшкалы экспрессивной коммуникации, субшкалы рецептивной коммуникации, субшкалы мелкой моторики и субшкалы крупной моторики методики Бэйли–III.

6. Шкальные баллы субшкал фигура–фон, дополнения формы, классификация и аналогии, последовательности, визуальные паттерны, устойчивость внимания, прогрессивная и реверсивная память методики Leiter–3.

7. Плотность спектральной мощности, полученная с использованием метода высокоплотной ЭЭГ.

8. Плотность спектральной мощности, полученная с использованием метода ЭЭГ с расширенной системой «10–20».

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета R 4.5.2 (R Core Team, 2025) с использованием RStudio version 2025.09.1+401 (RStudio Team, 2025) и Jamovi (R) 2.4.6 (AGPL–3.0 license).

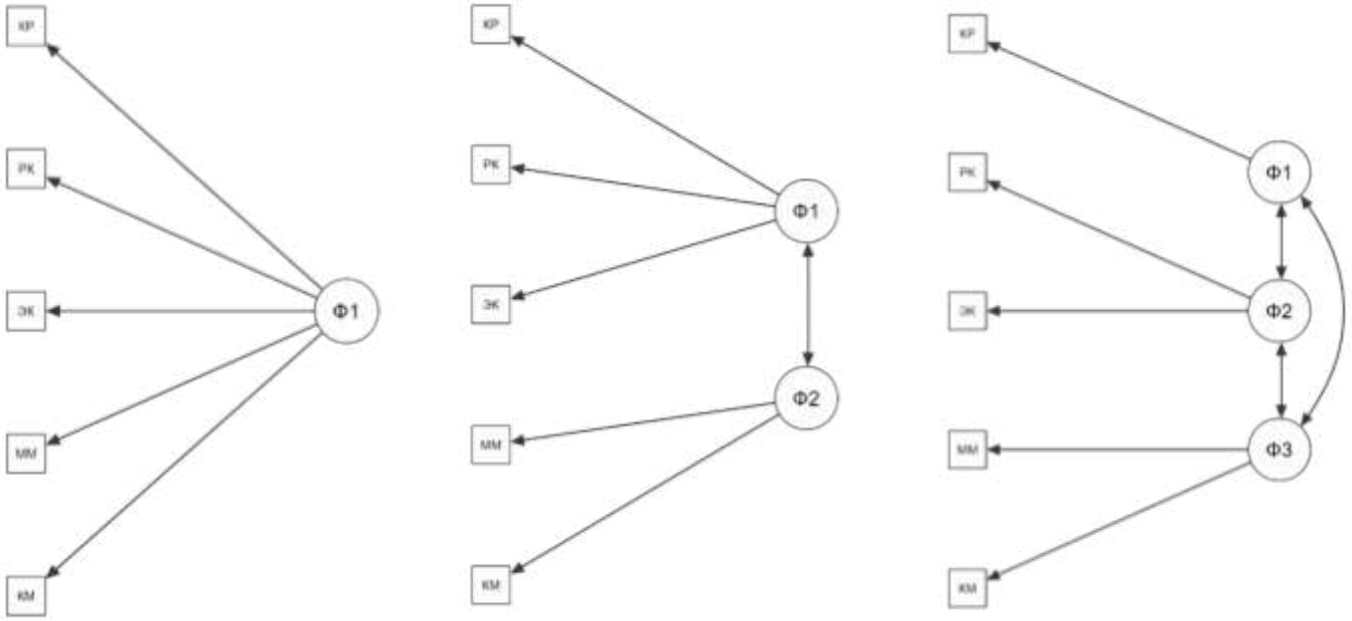
2.4. Методы психометрического исследования русскоязычной версии «Шкалы развития Бэйли – третья редакция»

Психометрическая методика Бэйли–III как запатентованная технология оценки комплексного развития детей была закуплена в официальном американском издательстве данного инструмента (NCS Pearson). Поскольку обязательным условием приобретения методики является подтверждение квалификации специалистов для ее использования, научные сотрудники лаборатории прошли сертификационный курс по применению Бэйли–III в качестве психодиагностического инструмента.

На первом этапе исследования Бэйли–III были проанализированы структурные и содержательные характеристики шкал методики, изучен алгоритм стандартизации методики при её разработке на американской популяции, а также систематизирован опыт психометрических исследований Бэйли–III в других популяциях.

Надежность. Для изучения парных корреляций между сырыми баллами Бэйли–III использовался коэффициент корреляции Пирсона. Следующие рекомендации были приняты для интерпретации величины корреляции (0,90–1,00), высокая (0,70–0,90), умеренная (0,50–0,70), низкая (0,30–0,50) и незначительная (0,00–0,30) (Mukaka, 2012). Для расчёта внутренней согласованности были использованы коэффициенты альфа Кронбаха (Cronbach's α) и омега МакДональда (McDonald's ω). Признаком высокой надежности считается показатель более 0,7

Валидность. Для проверки предполагаемой факторной структуры Бэйли–III применялся метод confirmatory factor analysis (CFA) (Suhr, 2006). Были оценены и сопоставлены 3 модели для каждой возрастной группы, от одного до трёх факторов соответственно. Схематическое изображение вариантов факторной структуры ПМР представлено на рисунке 1 (Bayley, 2006).



1 фактор 2 фактора 3 фактора

Рисунок 1 – Схемы теоретических моделей факторной структуры Бэйли–III

Примечание – КР – когнитивное развитие; РК – рецептивная коммуникация; ЭК – экспрессивная коммуникация; ММ – мелкая моторика; КМ – крупная моторика.

Однофакторная модель включала результаты всех пяти шкал в качестве индикаторов общего фактора ПМР. Двухфакторная модель включала когнитивно–коммуникативный фактор (когнитивная шкала, субтесты рецептивной и экспрессивной коммуникации) и моторный фактор (субтесты мелкой моторики и крупной моторики). Трёхфакторная модель состояла из отдельного когнитивного фактора (когнитивная шкала), коммуникативного фактора (субтесты рецептивной и экспрессивной коммуникации) и моторного фактора (субтесты мелкой и крупной моторики).

Для оценки точности моделей CFA использовались следующие статистические критерии: (1) Отношение $\chi 2/df$, где показатель ≤ 2 указывал на высокую точность модели, <5 – на приемлемую; (2) $p>0,05$ в тесте $\chi 2$ как признак хорошего соответствия модели; (3) среднеквадратичная ошибка аппроксимации (англ. Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA), <0,05 как признак хорошего соответствия, 0,05 – 0,08 как приемлемое соответствие; (4) сравнительный индекс согласия (англ. Comparative Fit Index, CFI) $\geq 0,95$ – высокое соответствие; $\geq$ 0,90 – хорошее соответствие; (5) стандартизированный корень среднеквадратического остатка (англ. Standardized Root Mean Square Residual, SRMR) <0,08; (6) индекс Такера–Льюиса (англ. Tucker Lewis Index, TLI) $\geq 0,95$ как высокое соответствие; (7) Информационный критерий Акаике (англ. Akaike information criterion, AIC) и Байесовский информационный критерий с поправкой на размер выборки (англ. Bayesian information criterion, BIC) использовались для сравнения моделей между собой; меньшее значение считалось признаком лучшего соответствия модели. (8) Корреляция отдельных шкал Бэйли–III и соответствующего латентного фактора оценивалась с помощью стандартизированных коэффициентов факторной нагрузки (англ. standardized factor loadings), приемлемым считался коэффициент от 0,5, хорошим – 0,7 и выше.

2.5. Методика «Шкалы развития Бэйли – третья редакция» для исследования траекторий психомоторного развития детей в период раннего детства

Исследование с использованием методики Бэйли-III проводилось в специально оборудованном помещении. С целью анализа поведения участников осуществлялась видеорегистрация. Обследование включало когнитивную шкалу, субшкалу рецептивной коммуникации, субшкалу экспрессивной коммуникации, субшкалу мелкой моторики и субшкалу крупной моторики. Диагностический материал и содержательный аспект проб в целом соответствовали российской социально-культурной среде, что позволило использовать оригинальный стимульный материал в соответствии с правилами администрирования Бэйли-III и применением переведённых на русский язык бланков.

2.5.1. Обработка пропущенных данных

Для включения в анализ лонгитюдной части исследования участник должен был пройти как минимум три из пяти возможных визитов (в возрастных точках 5, 10, 15, 24 и 36 месяцев), что обеспечивает достаточную информативность для моделирования индивидуальных траекторий развития. Анализ структуры пропусков выявил ряд причин выбывания участников, включая объективные обстоятельства (переезд, болезнь) и снижение мотивации родителей после подтверждения нормативного развития ребёнка. Для обработки пропущенных значений и минимизации потенциального смещения был применён метод множественной импутации с помощью цепных уравнений (англ. Multiple Imputation by Chained Equations, MICE) в предположении, что данные пропущены случайным образом (англ. Missing at Random, MAR). Модель импутации включала сырые баллы по всем пяти шкалам Бэйли-III как импутируемые переменные, идентификатор участника как кластерную переменную для сохранения

внутрисубъектных корреляций, а возрастную группу и пол – как фиксированные предикторы. Для сохранения многомерной корреляционной структуры между доменами развития каждая шкала предсказывалась четырьмя другими. В качестве метода импутации использовалось предиктивное среднее соответствие (англ. Predictive Mean Matching, PMM), устойчивое к нарушению нормальности распределения. Было сгенерировано 20 импутированных наборов данных. Все последующие анализы выполнялись на каждом наборе, а результаты объединялись с использованием правил Рубина (Rubin, 1987).

2.5.2. Анализ индивидуальных параметров роста

Для каждого ребёнка и каждого домена (когнитивное развитие, рецептивная коммуникация, экспрессивная коммуникация, мелкая моторика, крупная моторика) индивидуальные параметры роста (интерсепт и наклон) были оценены с помощью обычного метода наименьших квадратов (англ. Ordinary Least Squares, OLS). Возраст был центрирован на 5 месяцах (первая волна обследования), поэтому интерсепт соответствует расчётному сырому баллу для каждого ребёнка в начале исследования. Оценки параметров, а также их корреляции (междоменные и внутридоменные) были усреднены по всем импутированным наборам данных.

2.5.3. Анализ гетерогенности и нелинейности

Для характеристики гетерогенности были рассчитаны коэффициенты вариации (англ. coefficient of variation, CV) для интерсептов и наклонов. Для оценки нелинейности на индивидуальном уровне для каждого ребёнка были подобраны квадратичные модели роста с последующей коррекцией на множественные сравнения с использованием поправки Бонферрони. Дополнительно с помощью квантильной регрессии были построены сглаженные

перцентильные кривые (5–й, 25–й, 50–й, 75–й, 95–й перцентили) для каждого домена развития.

2.5.4. Анализ латентных классов роста

Для выявления качественно различных траекторий развития был применён анализ латентных классов роста (англ. Latent Class Growth Analysis, LCGA) с использованием пакета flexmix в R. В отличие от анализа латентных профилей, используемого для срезовых данных, LCGA позволяет выделить подгруппы детей со схожими траекториями развития на основе продольных данных. Для каждого домена оценивались модели с одним, двумя и тремя классами. Оптимальное количество классов определялось на основе байесовского информационного критерия (англ. Bayesian information criterion, BIC) в каждом из 20 импутированных наборов данных. Для каждого ребёнка определялся консенсусный класс как наиболее часто встречающийся во всех импутациях. Для устойчивости результатов классы с численностью менее 6 детей (≈10% выборки) объединялись с ближайшим крупным классом.

Сравнение с линейными смешанными моделями. Для оценки групповых эффектов и нелинейности на уровне популяции, а также для сравнения с результатами OLS-анализа были подобраны линейные смешанные модели (англ. Linear Mixed Models, LMM) с квадратичным возрастом и коррелированными случайными эффектами для интерсепта и наклона. Фиксированные эффекты из LMM были объединены по правилам Рубина. Результаты LMM использовались для оценки смещения OLS-интерсептов и для обсуждения нелинейности как группового феномена.

2.5.5. Анализ корреляционных связей

Для оценки закономерностей развития внутри срезов был проведён корреляционный анализ Спирмена для выявления взаимосвязи между сырыми баллами пяти шкал Бэйли-III в каждом возрастном срезе (4–6, 10, 15, 24, 36 месяцев). Для сравнения корреляционных матриц между возрастными группами использовался М-тест Бокса. Аналогичный корреляционный анализ был проведён для показателей плотности спектральной мощности (англ. Power Spectral Density, PSD) ЭЭГ в дельта-диапазоне (1–4 Гц) между выделенными областями интереса коры головного мозга. Значимость корреляций для нейрофизиологических данных была установлена на уровне $p < 0{,}01$ с учётом множественных сравнений.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета R версии 4.5.2 (R Core Team, 2025) в среде RStudio. Основные использованные пакеты: mice – для множественного импутирования; mitools – для объединения оценок по правилам Рубина; flexmix – для проведения LCGA; lme4 – для линейных смешанных моделей; quantreg – для построения перцентильных кривых.

2.6. Метод ЭЭГ для выявления особенностей психомоторного развития детей в период раннего детства

Для регистрации биоэлектрической активности головного мозга испытуемых было использовано два вида систем ЭЭГ: (1) Для лонгитюдного исследования использовалась многоканальная (128 отведений) электроэнцефалографическая система экспертного класса GEODESIC EEG SYSTEM 300 (GES 300) производства Electrical Geodesic 128–channel EEG System. ЭЭГ–сигнал регистрировался в диапазоне от 0,1 до 100 Гц с мастоидальными электродами в качестве заземляющих, вертексным референтным электродом и частотой оцифровки сигнала 500 Гц; (2) Для срезового исследования, с целью проверки выдвигаемых гипотез с применением альтернативной ЭЭГ системы,

регистрация биоэлектрической активности головного мозга участников исследования детского возраста в крайней возрастной точке лонгитюдного исследования проводилась с использованием ЭЭГ системы actiChamp (32 канала, система «10–20»).

На первом возрастном этапе исследования младенцев (5 месяцев) использовались электродные системы Hydro Cell Geodesic Sensor Net с восстановлением данных по окулографическим электродам, подобранные в соответствии с размером головы ребенка. Запись данных в более позднем возрасте осуществлялась с применением систем, включающих окулографические электроды, располагаемые на лице ребенка.

Регистрация осуществлялась в экранированной камере (Suwandi et al., 2022), в соответствии со следующей исследовательской процедурой:

Для достижения комфортного эмоционального состояния испытуемого во время надевания ЭЭГ–шлема и при измерении сопротивления электродов один из экспериментаторов отвлекал ребенка при помощи пальчиковых кукол или процесса пускания мыльных пузырей. Во время эксперимента дети находились в затемненном помещении с высоким уровнем звуко– и электроизоляции в положении сидя на коленях у матери. Данные условия позволяли существенно снизить уровень артефактов, вызванных внешними характеристиками среды. Кроме того, с целью учета на этапе обработки записей поведения ребенка и родителя, а также контроля направления взгляда ребенка нами осуществлялась видеорегистрация исследовательской процедуры, синхронизированная с записью ЭЭГ.

Регистрация «условно фоновой активности» осуществлялась на протяжении 3 минут. На мониторе на расстоянии около 60 см от ребенка демонстрировался неяркий видеоролик в спокойных цветовых тонах, сопровождаемый тихой мелодичной музыкой.

Для первичной оценки качества сырых данных использовались визуальный анализ и анализ значений сопротивления электродов. Каналы ЭЭГ с высоким сопротивлением (>50 Ом) отмечались экспериментатором и исключались из

обработки. Записи, содержащие более 15 отведений с высоким сопротивлением, исключались из последующего анализа. ЭЭГ данные, содержащие высокий процент артефактов (более 50% времени) или короткие по продолжительности также были исключены. Обработка полученных данных производилась при помощи программного обеспечения Net Station 5.4 EEG Software. Данное программное обеспечение позволяет совмещать видеорегистрацию и визуальные ЭЭГ данные. С учётом возраста участников исследования, а именно младшего детского возраста, эта техническая возможность позволяет оценивать внимание ребёнка к стимульному материалу, его состояние и наличие коммуникации с родителем во время регистрации ЭЭГ.

Записи проходили процедуру фильтрации с использованием высокочастотного (0,5 Гц) и низкочастотного (50 Гц) фильтров. Участки ЭЭГ, характеризующиеся отсутствием взгляда испытуемых на экран монитора, бурными эмоциональными реакциями ребенка или родителя, в том числе сопровождающиеся большим количеством движений, вербальным взаимодействием, высокой обсемененностью артефактами, были исключены из последующего анализа. Фрагменты записей, характеризующиеся отсутствием выраженных эмоциональных реакций, неподвижностью детей, направленностью взгляда на монитор и поддержанием внимания к стимульному материалу, были разделены на сегменты продолжительностью 2 секунды. Далее был осуществлен автоматический и ручной анализ артефактов. Каналы, имеющие низкое качество сигнала, были интерполированы с применением встроенного программного алгоритма. Следующим шагом обработки данных было перереферирование ЭЭГ сигнала относительно общего усредненного референта (average reference) и коррекция базовой линии.

Регистрация ЭЭГ с использованием расширенной системы «10–20» проводилась также в экранированной камере, в соответствии со следующим экспериментальным условием: предъявление видеофрагмента с абстрактными движениями для привлечения и удержания внимания ребёнка. ЭЭГ записи прошли процедуру препроцессинга в интерактивной среде Jupyter Notebook для языка

программирования Python с использованием функций библиотеки MNE (https://mne.tools/). Фильтрация записей была произведена в диапазоне частот 1–50 Гц. Каналы, имеющие низкое качество сигнала, были интерполированы. ЭЭГ–фрагменты, характеризующиеся относительной неподвижностью детей, были подвергнуты преобразованию с использованием методов анализа независимых компонент (англ. Independent Component Analysis, ICA) с дополнительным модулем машинного обучения ALICE, который автоматически выделяет компоненты, содержащие глазодвигательные и мышечные артефакты (Soghoyan G., et al., 2021). Следующим шагом обработки данных стало перереферирование ЭЭГ сигнала относительно общего усредненного референта и коррекция базовой линии.

Общее количество зарегистрированных ЭЭГ записей составило 237. Часть записей была исключена из последующего анализа по следующим причинам:

1. Поведение испытуемого (умеренная/выраженная двигательная и/или эмоциональная активность) во время процедуры регистрации.
2. Функциональное состояние ребёнка (невозможность удерживать внимание на предъявленном видео материале, быстрая утомляемость и пр.)
3. Технические причины (сбой в выполнении программного алгоритма, нарушение работы видеорегистрирующей аппаратуры, ошибки проведения экспериментальной процедуры).

Полученные записи были подвергнуты быстрому преобразованию Фурье (англ. Fast Fourier Transform, FFT) в диапазоне от 1 до 40 Гц с использованием окна Ханнинга. В результате данные 111 записей (группа 5 месяцев N=31; 10 месяцев N=27; 15 месяцев N=22; 24 месяца N=20; 36 месяцев N=11) были использованы для статистической обработки.

Показатели PSD были рассчитаны для дельта–диапазона (1–4 Гц) в проекции топографических зон интереса. Выбор зон интереса и формирования сета электродов был основан на соответствии основным макроанатомическим субстратам коры головного мозга (Таблица 2) (Luu P., Ferree T., 2000; Koessler L. et al., 2009).

Таблица 2 – Расположение электродов в соответствии с областями интереса

Области интереса	**Сеты электродов GES 300**	**Электроды Brain Products**
Префронтальная (англ. Prefrontal)	2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 16, 18, 19, 20, 23, 24, 27, 118, 123, 124	F3, F4
Премоторная (англ. Premotor)	6, 13, 28, 29, 112, 111, 117	FC1, FC2, Fz
Сенсомоторная (англ. Sensorimotor)	7, 30, 31, 35, 36, 37, 41, 55, 80, 87, 103, 104, 105, 106, 110	C3, C4, Cz
Париетальная (англ. Parietal)	42, 52, 53, 54, 60, 61, 62, 78, 79, 85, 86, 92, 93	P3, P4, Pz
Темпоральная (англ. Temporal)	34, 40, 46, 47, 51, 58, 59, 91, 96, 97, 98, 102, 109, 116	T7, T8, P7, P8
Окципитальная (англ. Occipital)	65, 66, 67, 70, 71, 72, 75, 76, 77, 83, 84, 90	O1, O2

Префронтальная область интереса включала следующие корковые проекции: верхняя лобная извилина (3, 4, 11, 16, 19, 23 электрода), медиальная лобная извилина (21), средняя лобная извилина (2, 24, 26, 27, 123, 124); премоторная область интереса включала премоторную кору и дополнительную моторную область: верхняя лобная извилина (13, 112), средняя лобная извилина (29, 111), нижняя лобная извилина (28, 117) и межполушарная борозда (6); сенсомоторная область интереса: прецентральная извилина (30, 36, 104, 105), верхняя теменная долька (55) и постцентральная извилина (31, 37, 41, 80, 87, 103); теменные области интереса: нижняя теменная доля (42, 52, 92, 93) и прекунеус (60, 62, 85); височные области интереса: верхняя височная извилина (34, 47, 98, 116), средняя височная извилина (46, 51, 97, 102) и нижняя височная извилина (58, 96); затылочные области интереса: средняя затылочная извилина (65, 67, 77, 90) и клиновидная область (70, 72, 75, 83). В результате электроды были сгруппированы в сеты в соответствии с системой электродов HydroCel (Рисунок 2).

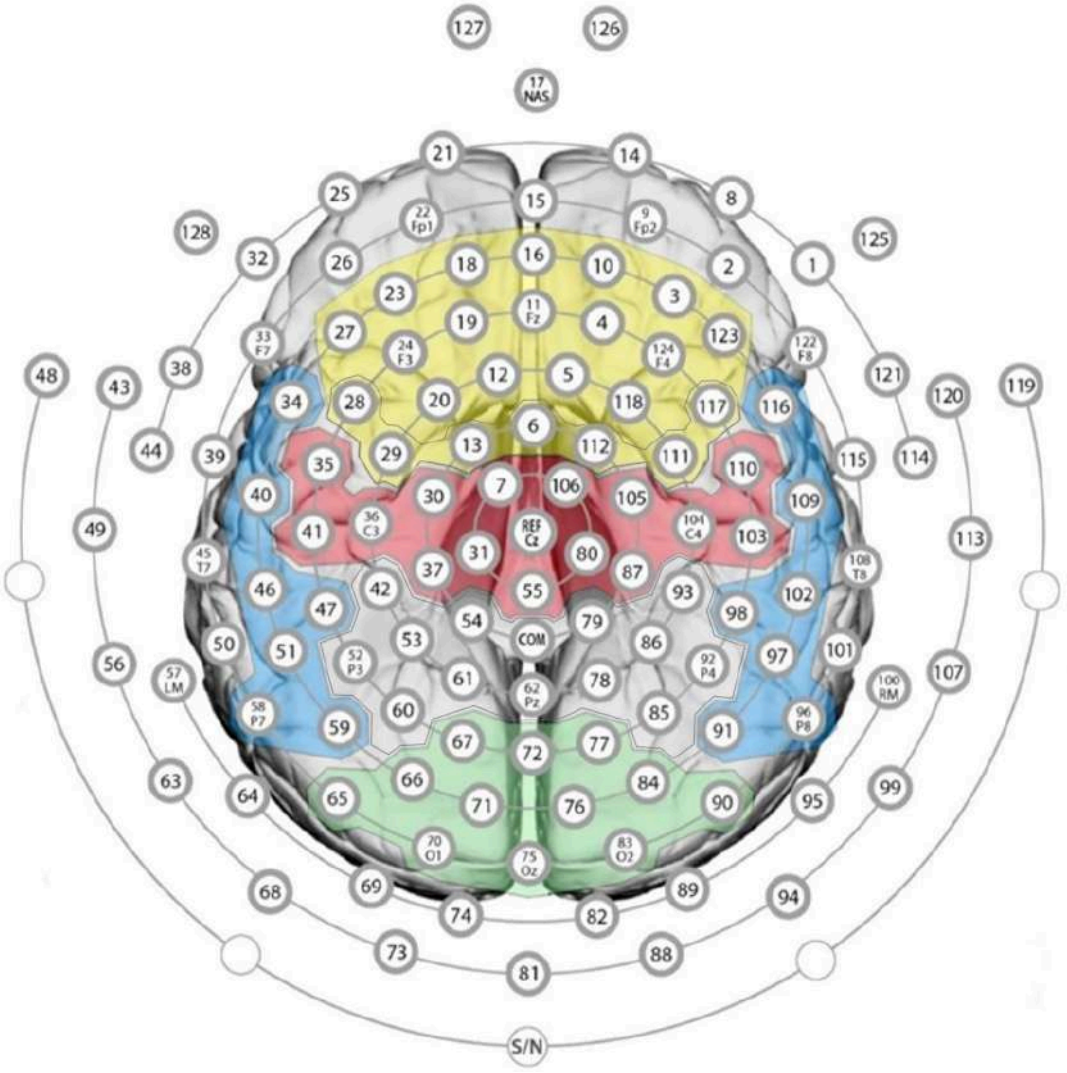


Рисунок 2 – Схема регионов интереса для высокоплотной ЭЭГ–системы

С целью выявления особенностей развития детей в период раннего детства на нейрофизиологическом уровне, усредненные показатели PSD в дельта–диапазоне 1–4 Гц для выделенных областей интереса в каждом возрастном срезе были сопоставлены между собой с использованием метода ранговой корреляции Спирмена, где $p \leq 0{,}01$ принимался за наличие значимой корреляции. Требования к значимости коэффициента корреляции были повышены в связи с ожидаемым наличия большого количества корреляционных связей, ввиду множественных сравнений, а также природы нейрофизиологических данных и рекомендаций интерпретировать показатели корреляционных связей в зависимости от научного вопроса (Schober, et al., 2018). Так, показатели 0,10–0,39

интерпретируются как «слабый» коэффициент корреляции, 0,40–0,69 – средний, 0,70–0,89 – сильный, 0,9–1,00 – очень сильный (Akoglu, 2018). Данные, полученные с использованием разных ЭЭГ систем, оценивались отдельно. Для сравнения силы корреляционных матриц был проведён М–тест Бокса.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАЕКТОРИЙ ПСИХОМОТОРНОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ В ПЕРИОД РАННЕГО ДЕТСТВА

3.1. Результаты психометрического исследования русскоязычной версии «Шкалы развития Бэйли – третья редакция»

Психометрическая часть исследования русскоязычной версии методики Бэйли–III включала 5 возрастных страт: 4–6 месяцев (N=149), 10 месяцев (N=138), 15 месяцев (N=151), 24 месяца (N=124) и 36 месяцев (N=83). Подробные клинико–демографические характеристики детей в каждой возрастной страте представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Клинико–демографические характеристики обследованных детей

Показатель	4–6 месяцев	10 месяцев	15 месяцев	24 месяца	36 месяцев
Кол–во	149	138	151	124	83
Средний возраст, мес.	5,3[1] (0,8)[2]	10,4 (0,4)	14,7 (0,6)	24,5 (0,5)	36,6 (0,7)
Мальчики	56%	59%	57%	54%	53%
Девочки	44%	41%	43%	46%	47%
Здоровые дети	44%	46%	45%	40%	33%
Семейный анамнез РАС	8%	10%	12%	9%	13%
Семейный анамнез СДВГ	2%	2%	3%	3%	3%
Недоношенные дети	29%	25%	17%	14%	9%
Ишемический инсульт в анамнезе	12%	15%	21%	28%	6%
Другая неврологическая патология	5%	2%	2%	6%	8%

Примечание – 1 – среднее значение для группы; 2 – стандартное отклонение.

Выборки были в целом сопоставимы по гендерному составу и доле здоровых детей. В старших возрастных группах было меньше недоношенных детей, но больше детей с анамнезом неврологической патологии.

Надежность. Коэффициенты корреляции Пирсона при парных сравнениях по всем шкалам находились в диапазоне от 0,87 до 0,96 ($p < 0,001$), что соответствовало высокой и очень высокой корреляции между изучаемыми показателями. Диапазоны коэффициентов внутренней согласованности для пяти шкал во возрастных стратах составили 0,641–0,866 для альфа Кронбаха и 0,707–0,883 для омега МакДональда (табл. 4)

Таблица 4 – Результаты оценки внутренней согласованности

Субтесты	**4–6 месяцев**		**10 месяцев**		**15 месяцев**		**24 месяца**		**36 месяцев**		**Все возраста**	
	α	**ω**	**α**	**ω**	**α**	**ω**	**α**	**ω**	**α**	**ω**	**α**	**ω**
КР	0,78	0,83	0,64	0,71	0,72	0,75	0,83	0,84	0,88	0,89	0,95	0,97
РК	0,86	0,88	0,70	0,75	0,76	0,79	0,83	0,85	0,88	0,9	0,95	0,98
ЭК	0,87	0,91	0,7	0,75	0,8	0,82	0,86	0,88	0,91	0,92	0,95	0,90
ММ	0,75	0,83	0,7	0,76	0,71	0,73	0,85	0,86	0,89	0,9	0,93	0,97
КМ	0,79	0,85	0,75	0,77	0,75	0,78	0,85	0,87	0,89	0,90	0,94	0,98

Валидность. Для проверки конструктной валидности русскоязычной версии Бэйли–III был применён метод подтверждающего факторного анализа. Были протестированы три конкурирующие модели факторной структуры: однофакторная (общий фактор психомоторного развития), двухфакторная (когнитивно–коммуникативный и моторный факторы) и трёхфакторная (когнитивный, коммуникативный и моторный факторы). Критерии согласия для каждой из трёх изученных моделей представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты CFA для русскоязычной версии Бэйли–III*

4–6 месяцев										
Модель	**χ2**	**df**	**χ2/df**	**p**	**CFI**	**TLI**	**SRMR**	**RMSEA**	**AIC**	**BIC**
1	5,7	5	1,13	0,34	0,998	0,997	0,0166	0,031	3176	3221
2	5,7	4	1,43	0,22	0,996	0,991	0,0168	0,053	3178	3226
3	5,6	3	1,86	0,13	0,994	0,981	0,0165	0,076	3180	3231
10 месяцев										
Модель	**χ2**	**df**	**χ2/df**	**p**	**CFI**	**TLI**	**SRMR**	**RMSEA**	**AIC**	**BIC**
1	22,0	5	4,4	<0,001	0,909	0,818	0,0534	0,157	3181	3225
2	21,3	4	5,33	<0,001	0,907	0,768	0,051	0,177	3182	3229
3	4,9	3	1,63	0,178	0,990	0,966	0,0321	0,0680	3168	3218
15 месяцев										
Модель	**χ2**	**df**	**χ2/df**	**p**	**CFI**	**TLI**	**SRMR**	**RMSEA**	**AIC**	**BIC**
1	8,70	5	1,74	0,122	0,985	0,969	0,0337	0,0700	3776	3821
2	8,51	4	2,13	0,075	0,981	0,953	0,0333	0,0864	3778	3826
3	4,22	3	1,41	0,239	0,995	0,983	0,0203	0,0519	3775	3827
24 месяцев										
Модель	**χ2**	**df**	**χ2/df**	**p**	**CFI**	**TLI**	**SRMR**	**RMSEA**	**AIC**	**BIC**
1	13,3	5	2,66	0,021	0,975	0,949	0,0297	0,116	3507	3549
2	6,39	4	1,59	0,172	0,993	0,982	0,0199	0,0694	3502	3547
3	4,13	3	1,38	0,247	0,997	0,988	0,0173	0,0552	3502	3550
36 месяцев										
Модель	**χ2**	**df**	**χ2/df**	**p**	**CFI**	**TLI**	**SRMR**	**RMSEA**	**AIC**	**BIC**
1	15,1	5	3,02	0,010	0,966	0,932	0,0313	0,156	2392	2428
2	15,1	4	3,78	0,005	0,963	0,907	0,0311	0,183	2394	2432
3	4,86	3	1,62	0,182	0,994	0,979	0,0156	0,0865	2385	2427

Трёхфакторная структура ПМР была подтверждена во всех изучаемых возрастных срезах и имела хорошую степень согласованности согласно

показателям CFI и SRMR, показатель RMSEA во всех случаях имел приемлемые значения. Помимо этого, в разных возрастных срезах также были выявлены согласованные одно– и двухфакторные модели ПМР. В частности, все три вида модели были выявлены в возрастной страте 4–6 месяцев. В 15 месяцев была дополнительно подтверждена однофакторная модель, а в 24 месяца–двухфакторная, но они были несколько хуже согласованы в сравнении с эталонной трехфакторной моделью. В 36 месяцев согласованность показала только трёхфакторная модель.

Корреляция субтестов Бэйли–III и латентных факторов, выраженная в стандартизированных коэффициентах (СК) факторной нагрузки (англ. standardized factor loadings) и доли вариабельности показателя, объясняемые латентным фактором (R^2), были рассчитаны во всех возрастных стратах для трёхфакторной модели (табл. 6).

Таблица 6 – Стандартизированные коэффициенты факторной нагрузки Бэйли–III для трёхфакторной модели

Субтесты Бэйли–III	**4–6 месяцев**		**10 месяцев**		**15 месяцев**		**24 месяца**		**36 месяцев**	
	СК*	R²**	СК	R²	СК	R²	СК	R²	СК	R²
КР	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
РК	0,66	0,43	0,74	0,55	0,68	0,46	0,86	0,74	0,93	0,86
ЭК	0,50	0,25	0,75	0,56	0,54	0,29	0,68	0,46	0,77	0,59
ММ	0,93	0,87	0,72	0,52	0,86	0,74	0,87	0,76	0,88	0,77
КМ	0,81	0,66	0,53	0,28	0,65	0,42	0,77	0,59	0,84	0,69

Примечание – *стандартизированные коэффициенты факторной нагрузки (standardized factor loadings) = степень корреляции показателя и латентного фактора. **R² = доля дисперсии показателя, объясняемая латентным.

Большинство стандартизированных коэффициентов факторной нагрузки, оценивающих степень корреляции показателя и латентного фактора, были равны или выше 0,5, что указывало на приемлемую и хорошую связь между субтестами и выделяемыми факторами.

3.2. Результаты исследования траекторий и особенностей психомоторного развития детей в период раннего детства

Фундаментальная часть исследования была проведена для выявления траекторий и закономерностей ПМР типично развивающихся детей в период раннего детства с использованием междисциплинарного подхода. В анализ были включены данные 55 детей (31 мальчик, 24 девочки), прошедших обследование в возрастных точках 5, 10, 15, 24 и 36 месяцев. Общий процент пропущенных данных составил 29,8%. Для учёта неопределённости, связанной с пропусками, и минимизации потенциального смещения был применён метод множественной импутации с помощью цепных уравнений в предположении, что данные пропущены случайным образом. Модель импутации включала сырые баллы по всем пяти шкалам Бэйли-III как импутируемые переменные, идентификатор участника как кластерную переменную, а возрастную группу и пол – как фиксированные предикторы. Было сгенерировано 20 импутированных наборов данных. Все последующие анализы были выполнены на каждом импутированном наборе, а результаты объединены с использованием правил Рубина.

3.2.1. Описательная статистика и индивидуальные параметры роста

Все пять доменов: когнитивное развитие, рецептивная коммуникация, экспрессивная коммуникация, мелкая моторика и крупная моторика показали монотонный рост с возрастом (Рисунок 3). Для каждого ребёнка и каждого домена

были оценены индивидуальные параметры роста (интерсепт и наклон) с помощью обычного метода наименьших квадратов (англ. Ordinary Least Squares, OLS), где возраст был центрирован на 5 месяцах (первая волна обследования). Это позволило охарактеризовать начальный уровень (интерсепт) и темп развития (наклон) для каждого ребёнка.

В Таблице 7 представлены объединённые средние и стандартные отклонения интерсептов и наклонов, демонстрирующие умеренную и существенную межиндивидуальную вариабельность. Наибольшая относительная вариабельность (англ. coefficient of variation, CV) наблюдалась для интерсепта экспрессивной коммуникации (CV = 0,18), что указывает на высокую гетерогенность в начальном уровне развития экспрессивной речи. Интерсепты рецептивной коммуникации также показали существенную вариабельность (CV = 0,17), тогда как когнитивная и моторные сферы демонстрировали меньшую относительную вариабельность (CV = 0,07–0,09). Коэффициенты вариации для наклонов были значительно ниже (0,07–0,10) и сходны по всем доменам.

Таблица 7 – Объединённые средние индивидуальных параметров роста (интерсепт и наклон) для пяти доменов Бэйли-III

Домен	Интерсепт (сырой балл в 5 месяцев)		Наклон (прирост балла в месяц)	
	M (SD)	CV	M (SD)	CV
КР	57,2 (4,3)	0,075	1,95 (0,18)	0,092
РК	22,5 (3,8)	0,169	1,05 (0,10)	0,095
ЭК	18,4 (3,3)	0,179	1,10 (0,11)	0,100
ММ	24,8 (2,0)	0,081	1,30 (0,12)	0,092
КМ	20,3 (1,8)	0,089	1,40 (0,13)	0,093

Примечание – M – среднее; SD – стандартное отклонение; CV – коэффициент вариации (SD/M).

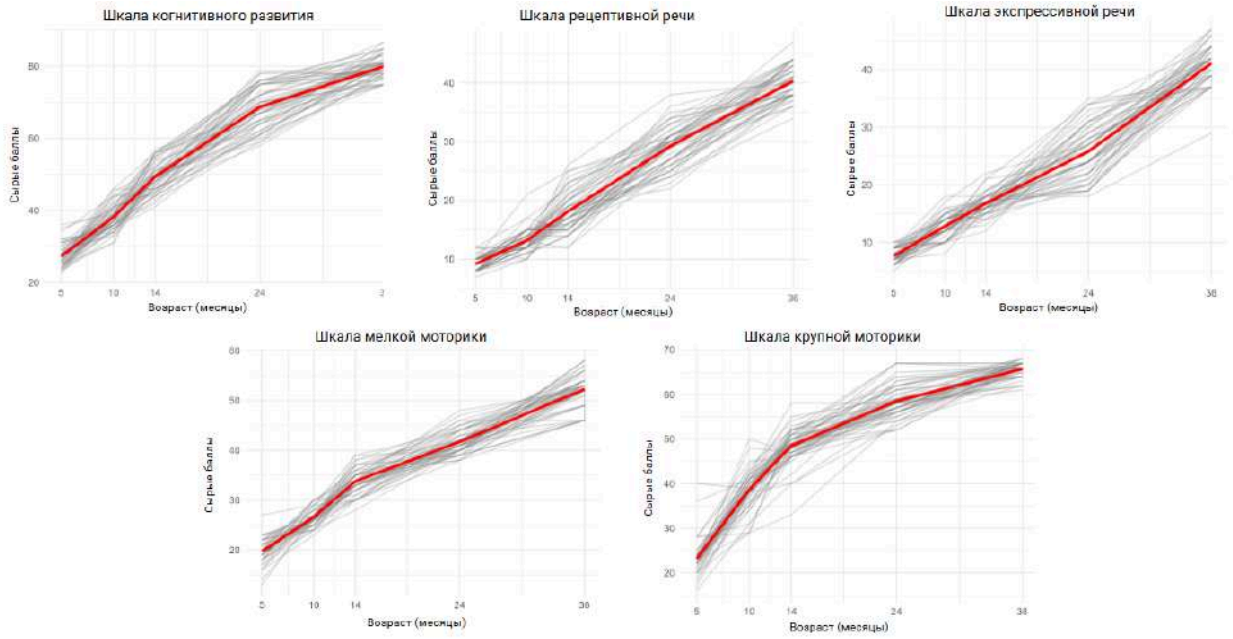


Рисунок 3 – Графики средних развития для всех пяти доменов

Примечание – каждая серая линия представляет траектории развития одного ребенка; красная линия показывает среднюю траекторию.

3.2.2. Междоменные ассоциации

Корреляции между интерсептами разных доменов были преимущественно умеренными и сильными. Наиболее высокие ассоциации наблюдались между когнитивным развитием и мелкой моторикой (r=0,74), а также между мелкой и крупной моторикой (r=0,65) и когнитивным развитием и крупной моторикой (r=0,58) (Таблица 8). Корреляции между наклонами следовали сходному паттерну, но были в целом слабее.

Таблица 8 – Объединённые корреляции между доменами: интерсепты и наклоны

Домен	**КР**	**РК**	**ЭК**	**ММ**	**КМ**
КР	1,00	0,52	0,48	0,74	0,58
РК	0,35	1,00	0,55	0,44	0,41
ЭК	0,30	0,42	1,00	0,50	0,45

Продолжение таблицы 8

Домен	КР	РК	ЭК	ММ	КМ
ММ	0,46	0,32	0,28	1,00	0,65
КМ	0,38	0,29	0,27	0,44	1,00

Примечание – над диагональю – корреляции интерсептов; под диагональю – корреляции наклонов. Все коэффициенты значимы при $p < 0,01$.

Внутри каждого домена корреляция между интерсептом и наклоном была сильно отрицательной, варьируясь от –0,51 (рецептивная коммуникация) до –0,88 (крупная моторика) (Таблица 9). Это указывает на то, что дети с более низким стартовым уровнем демонстрировали более быстрые темпы роста.

Таблица 9 – Внутридоменные корреляции между интерсептом и наклоном

Домен	Корреляция (r)
КР	–0,73
РК	–0,51
ЭК	–0,69
ММ	–0,80
КМ	–0,88

3.2.3. Дополнительный анализ гетерогенности и нелинейности

Анализ квадратичных моделей роста на индивидуальном уровне показал, что после поправки Бонферрони лишь у небольшой доли детей (0–5,5%) был выявлен значимый квадратичный тренд. Это контрастирует с групповым анализом (см. раздел 3.2.1, где квадратичный эффект был значим для всех доменов, кроме рецептивной коммуникации). Данное расхождение подчёркивает низкую

мощность индивидуальных тестов для обнаружения нелинейности и подтверждает, что нелинейность является, прежде всего, групповым феноменом.

Сглаженные перцентильные кривые (5–й, 25–й, 50–й, 75–й, 95–й перцентили), построенные с помощью квантильной регрессии, показали расширение межиндивидуальных различий до 24 месяцев с последующим сужением к 36 месяцам. Например, разрыв между 5–м и 95–м перцентилями для когнитивных баллов увеличился с 10 баллов в 5 месяцев до 18 баллов в 24 месяца, а затем сократился до 9 баллов к 36 месяцам.

3.2.4. Результаты анализа латентных классов роста

Для выявления качественно различных траекторий развития был применён анализ латентных классов роста. Результаты показали, что для когнитивного развития и рецептивной коммуникации выборка наилучшим образом описывается двумя латентными классами (Таблица 10; Рисунок 4). Для экспрессивной коммуникации, мелкой и крупной моторики стабильных решений с двумя классами получено не было; данные для этих доменов лучше описывались одной гомогенной траекторией.

Таблица 10 – Параметры латентных классов роста для когнитивного развития и рецептивной коммуникации

Домен / Параметр	**Класс 1**	**Класс 2**	**Значимые различия**
Когнитивное развитие			
Доля выборки	56,4%	43,6%	–
Интерсепт (сырой балл в 5 мес.)	56,5 (0,4)	58,9 (0,5)	5, 15, 24 мес.
Наклон (прирост в месяц)	1,93 (0,03)	1,97 (0,04)	–
Квадратичный член (замедление)	отрицательный	отрицательный	–

Продолжение таблицы 10

Домен / Параметр	Класс 1	Класс 2	Значимые различия
Рецептивная коммуникация			
Доля выборки	81,8%	18,2%	–
Интерсепт (сырой балл в 5 мес.)	21,7 (0,5)	24,2 (0,6)	5, 24, 36 мес.
Наклон (прирост в месяц)	1,02 (0,02)	1,10 (0,04)	–
Квадратичный член (замедление)	0 (линейная)	слабоотриц.	–

Примечание – в скобках – стандартная ошибка оценки.

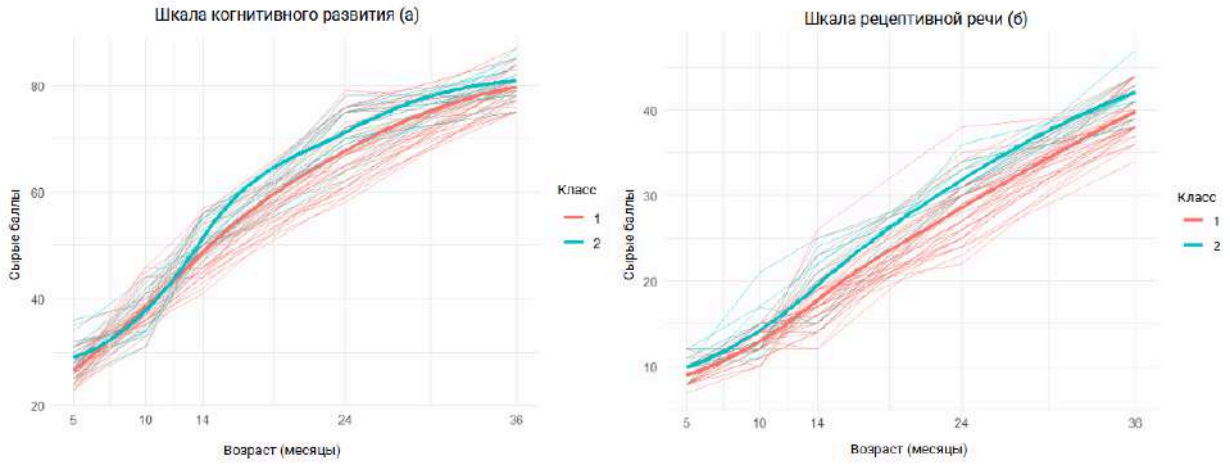


Рисунок 4 – Индивидуальные траектории и средние траектории скрытых классов для когнитивной (а) и рецептивной коммуникации (б)

Примечание – синяя линия: 1 латентная траектория; оранжевые линии: 2 латентная траектория.

3.2.5. Корреляционный анализ междоменных и нейрофизиологических взаимосвязей

Для оценки закономерностей развития внутри срезов был проведен корреляционный анализ Спирмена для выявления взаимосвязи между сферами в каждом отдельном возрастном срезе с использованием методики Бэйли–III и метода высокоплотной ЭЭГ. Результаты корреляции между сырыми баллами

когнитивной шкалы, рецептивной шкалы, экспрессивной шкалы, шкалы мелкой моторики и крупной моторики были рассчитаны в 5, 10, 15, 24 и 36 месяцев (Таблица 11).

Таблица 11 – Корреляционная матрица для субшкал Бэйли–III типично развивающихся детей от 5 до 36 месяцев

Субтесты Бэйли–III	**КР**	**РК**	**ЭК**	**ММ**	**КМ**
5 месяцев					
РК	0,59***	—			
	< ,001	—			
ЭК	0,6***	0,4***	—		
	< ,001	< ,001	—		
ММ	0,79***	0,53***	0,52***	—	
	< ,001	< ,001	< ,001	—	
КМ	0,69***	0,56***	0,57***	0,69***	—
	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	—
10 месяцев					
РК	0,41*	—			
	0,01	—			
ЭК	0,18	0,5**	—		
	0,3	0,002	—		
ММ	0,47**	0,39*	0,09	—	
	0,004	0,01	0,62	—	
КМ	0,25	0,1	0,09	0,16	—
	0,14	0,58	0,61	0,34	—
15 месяцев					
РК	0,25	—			

Продолжение таблицы 11

Субтесты Бэйли–III	**КР**	**РК**	**ЭК**	**ММ**	**КМ**
РК	0,13	—			
ЭК	0,3	0,22	—		
	0,07	0,18	—		
ММ	0,44**	0,23	0,169	—	
	0,005	0,145	0,304	—	
КМ	0,28	0,45**	0,45**	0,41*	—
	0,08	0,004	0,004	0,01	—
24 месяцев					
РК	0,55**	—			
	0,005	—			
ЭК	0,44*	0,45*	—		
	0,03	0,03	—		
ММ	0,47*	0,38	0,38	—	
	0,02	0,06	0,07	—	
КМ	0,51*	0,4	0,35	0,54**	—
	0,01	0,05	0,09	0,006	—
36 месяцев					
РК	0,11	—			
	0,75	—			
ЭК	0,04	0,63*	—		
	0,91	0,04	—		
ММ	0,6	0,31	0,43	—	
	0,05	0,35	0,19	—	
КМ	0,33	0,28	0,43	0,5	—
	0,33	0,41	0,19	0,11	—

Примечание – * p <0,05; ** p <0,01; *** p <0,001. КР – когнитивное развитие, РК – рецептивная коммуникация; ЭК – экспрессивная коммуникация; ММ – мелкая моторика; КМ – крупная моторика.

Сравнение субшкал Бэйли–III между возрастными срезами с использованием М–теста Бокса показало, что все корреляционные матрицы статистически значимо различаются между собой (p <0,001). По результатам оценки корреляции когнитивной шкалы, рецептивной коммуникации, экспрессивной коммуникации, мелкой моторики и крупной моторики выявлено, что связи между шкалами были наиболее выражены и значимы в 5 месяцев (p <0,001). Сила корреляций варьировалась от умеренной до сильной (r=0,4–0,7). В то время как в 10 месяцев корреляции аналогичной значимости наблюдались только для когнитивной шкалы и шкалы мелкой моторики (p <0,001), а также для экспрессивной и рецептивной шкал (p <0,001), преимущественно умеренной силы выраженности (r=0,4–0,5). В 15 месяцев были выявлены значимые корреляции для шкалы крупной моторики и шкал рецептивной (p=0,004) и экспрессивной коммуникации (p=0,004). А также между когнитивной шкалой и мелкой моторикой (p=0,005). В 24 месяца корреляции с сильной значимостью наблюдались только для шкалы рецептивной коммуникации и когнитивной шкалы (p=0,005), а также мелкой моторики и крупной моторики (p=0,006). В 36 месяцев корреляций со значимостью p <0,01 выявлено не было.

При сравнении силы корреляционных матриц, полученных по результатам оценки связи показателей основных областей ПМР детей, было выявлено, что наибольшая связь наблюдалась в 5 месяцев (0,6). С возрастом сила корреляционных матриц варьировалась и составляла 0,26 для 10 месяцев, 0,32 для 15, 0,45 для 24 и 0,37 для 36 месяцев.

Показатели PSD в дельта–диапазоне, зарегистрированные в проекции основных областей коры головного мозга с использованием метода

высокоплотной ЭЭГ для возрастных срезов 5, 10, 15, 24 и 36 месяцев, были сопоставлены между собой в каждом возрастном срезе с использованием корреляционного анализа (Таблица 12).

Таблица 12 – Корреляционная матрица для показателей PSD между областями интереса, полученных с использованием высокоплотной ЭЭГ типично развивающихся детей от 5 до 36 месяцев

Области	**Преф. кора**	**Прем.кора**	**Сенс. кора**	**Париет. кора**	**Темп. кора**	**Окц. кора**
5 месяцев						
Преф. кора	—					
Прем.кора	0,83***	—				
	< ,001	—				
Сенс. кора	0,84***	0,73***	—			
	< ,001	< ,001	—			
Париет. кора	0,62***	0,51*	0,81***	—		
	< ,001	0,01	< ,001	—		
Темп. кора	0,66***	0,53**	0,674***	0,65***	—	
	< ,001	0,009	< ,001	< ,001	—	
Окц. кора	0,4	0,33*	0,48*	0,61**	0,84***	—
	0,05	0,11	0,02	0,002	< ,001	—
10 месяцев						
Преф. кора	—					
Прем.кора	0,79***	—				
	< ,001	—				
Сенс. кора	0,81***	0,70***	—			
	< ,001	< ,001	—			
Париет. кора	0,56***	0,47*	0,77***	—		
	< ,001	0,02	< ,001	—		

Продолжение таблицы 12

Области	Преф. кора	Прем.кора	Сенс. кора	Париет. кора	Темп. кора	Окц. кора
Темп. кора	0,62***	0,49**	0,65***	0,61***	—	
	< ,001	0,008	< ,001	< ,001	—	
Окц. кора	0,37	0,31*	0,45*	0,57**	0,79***	—
	0,06	0,04	0,03	0,003	< ,001	—
15 месяцев						
Преф. кора	—					
Прем.кора	0,71***	—				
	< ,001	—				
Сенс. кора	0,55*	0,80***	—			
	0,01	< ,001	—			
Париет. кора	0,61**	0,57**	0,77***	—		
	0,004	0,007	< ,001	—		
Темп. кора	0,71***	0,65**	0,775***	0.85***	—	
	< ,001	0,002	< ,001	< ,001	—	
Окц. кора	0,56**	0,64**	0,71***	0,72***	0,67**	—
	0,01	0,002	< ,001	< ,001	0,001	—
24 месяцев						
Преф. кора	—					
Прем.кора	0,76***	—				
	< ,001	—				
Сенс. кора	0,53*	0,81***	—			
	0,02	< ,001	—			
Париет. кора	0,57*	0,69**	0,5*	—		
	0,01	0,001	0,03	—		
Темп. кора	0,59**	0,8***	0,77***	0,88***	—	
	0,009	< ,001	< ,001	< ,001	—	

Продолжение таблицы 12

Области	Преф. кора	Прем.кора	Сенс. кора	Париет. кора	Темп. кора	Окц. кора
Окц. кора	0,55*	0,69**	0,47*	0,88***	0,77***	—
	0,02	0,001	0,04	< ,001	< ,001	—
36 месяцев						
Преф. кора	—					
Прем.кора	0,83**	—				
	0,008	—				
Сенс. кора	0,33	0,68*	—			
	0,39	0,05	—			
Париет. кора	0,35	0,3	0,32	—		
	0,36	0,44	0,41	—		
Темп. кора	0,45	0,41	0,35	0,85**	—	
	0,23	0,27	0,36	0,006	—	
Окц. кора	0,67	0,55	0,28	0,88**	0,8*	—
	0,06	0,13	0,46	0,003	0,014	—

Сравнение корреляционных матриц для PSD в дельта–диапазоне между возрастными срезами с использованием М–теста Бокса показало, что все корреляционные матрицы имеют выраженные статистически значимые различия между собой ($p < 0,001$).

По результатам оценки корреляционных связей выявлено, что сила корреляций между показателями PSD основных областей коры головного мозга была наиболее выражена в 5 месяцев. Для большинства областей, за исключением окципитальной коры, наблюдались умеренные и сильные ($p=0,6–0,9$) значимые ($p < 0,001$) корреляционные связи. Для окципитальной коры сильная корреляция была выявлена только с показателями PSD темпоральной коры ($p=0,8$; $p < 0,001$) и менее выраженная для париетальной коры ($p=0,6$; $p < 0,001$).

В 10 месяцев наблюдалась аналогичная представленность корреляционных связей, за исключением связи префронтальной и париетальной коры, которая несколько снизилась по сравнению с показателями PSD в 5 месяцев (p=0,6; p=0,001).

В более старшем возрасте в 15 и 24 месяцев сила и количество корреляционных связей ослабевали. В 15 месяцев, несмотря на то, что значимые корреляции были выявлены для большинства областей коры, ряд показателей стал носить менее выраженный характер (p=0,56–0,67; p <,01). В 24 месяца количество значимых корреляций также уменьшилось. В то время как в 36 месяцев значимые корреляции с высокой значимость (p <0,001) выявлены не были.

При сравнении корреляционных матриц, полученных по результатам оценки связи показателей PSD выявлено, что наиболее стабильная связь наблюдалась в первые три возрастных среза, составляя 0,63 для 5 и 10 месяцев и 0,69 для 15 месяцев. С возрастом сила корреляционных матриц снижалась – 0,48 для 24 месяцев и 0,57 для 36 месяцев.

Для проверки выдвигаемых гипотез с применением альтернативной ЭЭГ системы был использован срезовый дизайн исследования. Обследование типично развивающихся детей было проведено в более старшем возрастном срезе, а именно 46 месяцев. Общее количество участников составило 21 ребёнок (средний возраст 46,8(6) месяцев; 61,9% мальчиков). Для подтверждения отношения к группе «типичного развития» помимо результатов опросников была проведена оценка когнитивного статуса с использованием методики Leiter–3. Показатели для невербального IQ составили 104,5(13,8); 104[89–139] баллов, показатели невербальной памяти 94,5(12,2); 100[72–119].

Показатели PSD основных областей коры, полученные с использованием метода ЭЭГ с расширенной системой «10–20», были сопоставлены между собой (Таблица 13).

Таблица 13 – Корреляционная матрица для показателей PSD между областями интереса, полученных с использованием расширенной системы «10–20», типично развивающихся детей в возрасте 46 месяцев

Области	**Преф. кора**	**Прем. кора**	**Сенс. кора**	**Париет. кора**	**Темп. кора**	**Окц. кора**
46 месяцев						
Преф. кора	—					
Прем.кора	0,65**	—				
	0,008	—				
Сенс. кора	0,67**	0,6*	—			
	0,005	0,02	—			
Париет. кора	0,72**	0,69**	0,75**	—		
	0,002	0,004	0,001	—		
Темп. кора	0,36	0,24	0,33	0,37	—	
	0,17	0,38	0,21	0,16	—	
Окц. кора	0,44	0,48	0,28	0,64**	0,45	—
	0,09	0,06	0,3	0,009	0,08	—

Примечание – 1 –r s; 2 – p; * p <0,05, ** p <0,01, *** p < 0,001. Преф. кора – префронтальная кора; прем. кора – премоторная кора; сенс. кора – сенсомоторная кора; париет. кора – париетальная кора; темп. кора – темпоральная кора; окц. кора – окципитальная кора.

Сила корреляций между показателями PSD основных областей коры была выявлена преимущественно для префронтальной коры, однако значимость корреляций не превышала порога p <0,001. При сравнении корреляционных матриц по результатам оценки PSD, полученных при помощи разных систем ЭЭГ у детей в 46 месяцев статистически значимых различий выявлено не было.

3.3. Обсуждение и интерпретация результатов исследования траекторий детского развития

Настоящая работа включала две части: психометрическое исследование методики Бэйли–III, направленное на оценку ПМР детей и фундаментальное исследование оценки траекторий ПМР детей в период раннего возраста с использованием междисциплинарного подхода.

В рамках психометрической части исследования были оценены характеристики русскоязычной версии методики Бэйли–III для оценки ПМР выборки российских детей. Это первое исследование, в котором изучалась надежность и валидность Бэйли–III в РФ. Полученные показатели по когнитивной, речевой и моторной шкалам были сопоставимы с нормативными показателями Бэйли–III, при этом баллы по когнитивной шкале и субтесту крупной моторики у детей старше одного года были выше, чем у детей американской популяции. Несмотря на то, что в изученной выборке было относительно большее число детей с атипичным развитием по сравнению с американской выборкой, это не проявило себя в отчетливом снижении интегральных показателей развития. Отчасти подобные результаты можно объяснить тем, что на момент исследования у большинства обследованных детей не было выявлено тяжелых неврологических нарушений или задержки соматического развития. Также более высокие баллы по когнитивной шкале могли быть следствием того, что родители обследованных детей принадлежали к достаточно образованной городской популяции. Результаты сравнения развития российских и американских детей с использованием Бэйли–III дополняют мировой опыт использования методики в разных социокультурных условиях (Krogh et al., 2012; Ballot et al., 2017; Salah El–Din et al., 2021).

В качестве изучения надежности была проведена оценка внутренней согласованности. На подготовительном этапе выполнена оценка взаимосвязи между всеми шкалами Бэйли–III, показавшая высокую корреляцию ($r>0,80$).

При выборе методов анализа учитывался опыт и результаты исследований Бэйли–III в других популяциях. Наиболее часто для оценки внутренней согласованности применялся коэффициент альфа Кронбаха, при этом в большинстве исследований была продемонстрирована высокая надёжность методики по всем шкалам (r≥0,7) (Zakaria et al., 2012; Madaschi et al., 2016; Azari et al., 2017). По данным литературы на показатели надежности могут оказывать влияние такие факторы, как размер выборки или возраст детей. Обычно более высокие показатели надежности получают в исследованиях, в которых оценку производят по единой выборке детей, включающей все возрастные срезы. (Madaschi et al., 2016; Azari et al., 2017). В настоящем исследовании надежность при объединении всех возрастных страт также характеризовалась очень высокими показателями (r>0,9).

Вариант оценки надежности, включающий анализ внутренней согласованности по каждой из пяти шкал во всех возрастных группах, использовался при разработке методики, а также в исследовании вьетнамских детей (Bayley, 2006; Sun et al., 2019). Аналогичный дизайн был использован в нашем исследовании. Большинство шкал во всех возрастах показали свою надежность (r≥0,7). У детей старших возрастных групп показатели внутренней согласованности были несколько выше (r≥0,8), что согласуется с результатами мировых исследований (McHenry et al., 2021; McLester–Davis et al., 2021).

Относительно низкие коэффициенты надежности были зарегистрированы по речевой шкале в 10 месяцев (r <0,7). Подобное снижение надежности Бэйли–III по речевой шкале было выявлено в исследовании вьетнамских и непальских детей (Ranjitkar et al., 2018; Sun et al., 2019). Это могло быть отражением того, что речевая функция является наиболее специфичным отражением конкретной культуры и при переводе на другой язык психометрический инструмент может не в полной мере соответствовать оригиналу.

Также в нашем исследовании был продублирован анализ надежности с помощью коэффициента омега МакДональда (Raykov, Marcoulides & Menold, 2024). Омега МакДональда считается более точным, поскольку не требует

допущения тау–эквивалентности модели (Dunn et al., 2014). Этот коэффициент не применялся в исследованиях Бэйли–III, но хорошо зарекомендовал себя для психометрических исследований диагностических методик в медицине и психологии (Hayes et al., 2020; Weyn et al., 2021; Fung et al., 2022). В нашем случае высокая надежность по коэффициенту омега была выявлена по всем шкалам во всех возрастных срезах, включая показатели речевого развития.

В целом, высокие показатели надежности русскоязычной Бэйли–III, полученные при анализе внутренней согласованности с использованием нескольких подходов, указывают на то, что все пробы для каждой из пяти шкал действительно способны надёжно выявить предполагаемые латентные факторы. Другими словами, методика полностью сохранила свои психометрические свойства после переноса в русскоязычную среду. Большая часть психометрических международных исследований Бэйли–III также демонстрирует хорошую и приемлемую внутреннюю согласованность методики, что говорит о высоком качестве методики и её потенциале при переносе в новую культурную среду.

Ключевым компонентом анализа психометрического качества методики была оценка конструктной валидности при помощи подтверждающего факторного анализа. Как было отмечено McHenry с соавт., CFA является одним из ведущих методов оценки конструктной валидности, однако в психометрических исследованиях Бэйли–III его применение недостаточно распространено в связи с общей сложностью и необходимостью специального программного обеспечения (Madaschi et al., 2016; Sun et al., 2019; McHenry et al., 2021).

Изначально постулируемая факторная структура Бэйли–III была достоверно выявлена в русскоязычной версии на основании набора заданных психометрических показателей, что еще раз подтверждает гипотезу о наличии единых латентных признаков нейропсихического развития у детей, вне зависимости от этнической принадлежности и культурной среды, в которой они формируются. Нейропсихическое развитие детей, обследованных с помощью русскоязычной версии Бэйли–III в основном проявляло себя в виде трех основных

конструктов (когнитивный, коммуникативный и моторный), что полностью соответствовало психометрической оригинальной структуре Бэйли–III (Bayley, 2006).

Также в настоящем исследовании в некоторых возрастных стратах было подтверждено наличие одно – и двухфакторных моделей. Подобные варианты проявления ПМР вполне объяснимы с точки зрения теории детского развития и описаны в литературе (Sun et al., 2019). Например, в исследовании McHenry с соавт., основанном на ряде психометрических исследований Бэйли–III в разных популяциях, выявлено что количество ведущих факторов может меняться в зависимости от возраста детей (McHenry et al., 2021).

Полученные психометрические характеристики русскоязычной версии Бэйли–III согласуются с результатами международных исследований, подчеркивающих высокий адаптационный потенциал методики при переносе в различные социокультурные условия. В частности, аналогичные выводы о сохранении трехфакторной структуры и высокой внутренней согласованности были получены в исследованиях вьетнамской (Sun et al., 2019), бразильской (Madaschi et al., 2016) и египетской (Salah El–Din et al., 2021) популяций.

В целом выявленная трехфакторная модель является психометрически наиболее обоснованной для методики Бэйли–III, поскольку в соответствии с результатами оценки факторной нагрузки коммуникативная шкала нагружена одним фактором, экспрессивная и рецептивная коммуникация нагружены другим фактором, мелкая и крупная моторика, соответственно, третьим.

По результатам исследования, шкалы развития Бэйли–III после языковой и культурной адаптации в русскоязычной среде показали себя как надежный и валидный инструмент для изучения ПМР в выборке детей от 4 до 36 месяцев. Подтверждение конструктной валидности и хорошая внутренняя согласованность методики является убедительным аргументом в пользу высокого психометрического качества русскоязычной версии Бэйли–III.

В исследовании были выявлены определенные отличия показателей ПМР российских детей по сравнению с оригинальными нормами Бэйли–III, что могло

быть связано как с особенностями выборки, так и с истинными национальными, языковыми и культурными отличиями. Подобный результат требует уточнения в многоцентровых популяционных исследованиях, эти отличия необходимо принимать во внимание при разработке популяционных норм ПМР.

В целом по результатам работы можно заключить, что психометрическое исследование русскоязычной версии Бэйли–III продемонстрировало высокое качество методики, что открывает возможности для её применения в исследовательских целях, а также позволяет предварительно оценить потенциал методики как клинического диагностического инструмента.

В рамках фундаментальной части исследования была проведена оценка траекторий и закономерностей ПМР типично развивающихся детей от 5 до 36 месяцев. Все пять доменов (когнитивное развитие, рецептивная и экспрессивная коммуникация, мелкая и крупная моторика) показали монотонный рост с возрастом. Однако анализ латентных классов выявил, что когнитивное развитие и рецептивная коммуникация характеризуются двумя качественно различными траекториями, тогда как экспрессивная коммуникация и моторные сферы следуют единой гомогенной траектории. Для когнитивного развития класс 1 (56,4% выборки) и класс 2 (43,6%) различались начальным уровнем (интерсепт 56,5 и 58,9 соответственно) и темпом роста (наклон 1,93 и 1,97), при этом оба класса демонстрировали замедление к 36 месяцам. Для рецептивной коммуникации класс 1 (81,8%) и класс 2 (18,2%) также различались интерсептом (21,7 и 24,2) и наклоном (1,02 и 1,10), с небольшим замедлением во втором классе.

Выявленная гетерогенность когнитивных траекторий согласуется с результатами масштабного исследования McCormick et al. (2020), в котором на выборке из 835 детей из пяти стран с низким и средним уровнем дохода также были выделены пять различных траекторных групп когнитивного развития с использованием LCMM. Наше исследование впервые демонстрирует, что в русскоязычной популяции здоровых доношенных детей дифференциация траекторий касается не только когнитивной, но и рецептивной речевой сферы, что расширяет представления о гетерогенности развития в типичной популяции.

Полученные данные подтверждают теоретические положения о множественности путей развития, сформулированные в рамках теории динамических систем (Thelen & Smith, 2007) и нейроконструктивизма (Karmiloff–Smith, 2009). Согласно этим подходам, развитие не является жестко детерминированным единой программой, а представляет собой вариативный процесс, в котором различные стартовые условия и темпы роста могут приводить к сходным конечным результатам. Выявленные две траектории когнитивного развития с разными интерсептами и наклонами, но схожим замедлением к 36 месяцам, иллюстрируют этот принцип.

Отсутствие множественных траекторий для моторных и экспрессивно–речевых доменов может указывать на их более жёсткую генетическую детерминацию в раннем возрасте или на меньшую чувствительность субшкал Бэйли–III к вариативности в данной выборке. Это согласуется с результатами исследования Elmer и коллег, в котором на выборке из 34 младенцев были выявлены две различные траектории моторного развития, однако фактор недоношенности не был достаточным для отнесения ребенка к той или иной траектории, что подчеркивает необходимость персонализированного подхода (Elmer et al., 2025). В нашем исследовании на большей выборке типично развивающихся детей моторные траектории оказались гомогенными, что может отражать как особенности выборки, так и различную чувствительность методик.

Эти результаты подтверждают первую гипотезу о наличии нескольких латентных траекторий, однако лишь для когнитивной и рецептивной сфер. То, что для моторных и экспрессивно-речевых доменов множественные траектории не выделены, может объясняться их более жёсткой генетической детерминацией в раннем возрасте либо меньшей чувствительностью соответствующих субшкал Бэйли-III к межиндивидуальной вариативности в данной выборке. Полученные данные согласуются с исследованиями Valla и McCormick, также выявившими гетерогенность когнитивных траекторий, но впервые показывают, что в русскоязычной популяции дифференциация затрагивает и рецептивную речь (Valla et al., 2017; McCormick et al., 2020).

Наибольшая относительная вариабельность (CV = 0,18) отмечена для интерсепта экспрессивной коммуникации, что говорит о высокой гетерогенности начального уровня экспрессивной речи. Внутри каждого домена выявлена сильная отрицательная корреляция между интерсептом и наклоном (от –0,51 для рецептивной коммуникации до –0,88 для крупной моторики). Это указывает на эффект компенсаторного роста: дети с более низким стартовым уровнем демонстрируют более быстрые темпы развития. Данный феномен, известный как «late bloomers» (Valla et al., 2017), подтверждает теорию динамических систем (Thelen & Smith, 2007) и каскадов развития (Masten & Cicchetti, 2010), согласно которым ранние задержки могут стимулировать ускоренное созревание в последующие периоды.

Эффект компенсаторного роста, выявленный в нашем исследовании, согласуется с результатами популяционного исследования Valla и коллег, в котором 10% детей характеризовались траекторией развития социальной и моторной сферы, обозначенной как «late bloomers» (Valla et al., 2017). Дети этой группы имели более низкие баллы по обозначенным сферам в раннем возрасте, но с возрастом эта разница нивелировалась. Наши данные расширяют это понимание, показывая, что компенсаторный эффект характерен для всех пяти доменов и особенно выражен для моторных сфер.

Важно отметить, что выявленная гетерогенность когнитивных и речевых траекторий в группе типично развивающихся детей ставит под сомнение прогностическую ценность единичных измерений в раннем возрасте. Это согласуется с выводами Roze, которые показали, что результаты тестов развития в раннем возрасте демонстрируют низкие прогностические способности для показателей интеллекта в школьном возрасте (Roze et al., 2010). Наше исследование подтверждает, что даже в рамках типичного развития существуют качественно различные пути достижения нормативных показателей, что требует осторожности при интерпретации ранних диагностических данных.

Корреляции между интерсептами разных доменов были умеренными или сильными, наиболее высокие – между когнитивным развитием и мелкой

моторикой (r = 0,74). С возрастом сила связей между шкалами Бэйли-III ослабевает: максимальная интеграция наблюдается в 5 месяцев (средняя корреляция 0,60), к 36 месяцам значимые корреляции практически исчезают (средняя корреляция 0,37). Это подтверждает теоретические представления о ранней каскадной взаимозависимости сфер развития, которая постепенно сменяется их относительной автономизацией по мере созревания мозга.

Полученные нами данные о максимальной выраженности междоменных связей в раннем возрасте и их ослаблении к 36 месяцам согласуются с результатами исследований на клинических популяциях. В частности, у детей с акушерским параличом плечевого сплетения и артрогрипозом, состояниями, ограничивающими движения верхних конечностей с рождения, выявлены специфические нарушения в обработке глаголов действия и более широкие дефициты семантической беглости, что интерпретируется как следствие нарушенного моторного опыта (Kadieva et al., 2026). Это подтверждает гипотезу о каскадном влиянии моторной сферы на речевое и когнитивное развитие, которое мы наблюдаем на поведенческом уровне. Согласованность с этими выводами обнаруживается в исследованиях Wang и Roze, которые также отмечали снижение взаимосвязи между моторными и речевыми навыками после 2 лет (Roze et al., 2010; Wang et al., 2014).

Снижение междоменных корреляций с возрастом, выявленное в нашем исследовании, может рассматриваться как поведенческий эквивалент нейрофизиологических процессов, описанных в работе Li с использованием граф–теоретического анализа ЭЭГ (Li et al., 2026). Авторы показали, что 36 недель постменструального возраста являются критическим периодом в созревании сетей мозга, характеризующимся перестройкой дельта–диапазона с появлением париетальных хабов и усилением глобальной интеграции. В нашем исследовании аналогичный переход от интеграции к дифференциации наблюдается на поведенческом уровне, что подтверждает идею о единстве нейрофизиологических и поведенческих процессов созревания.

Показатели PSD в дельта-диапазоне (1–4 Гц) в состоянии спокойного бодрствования демонстрируют высокую связность между корковыми областями в первые 15 месяцев жизни (сила корреляционной матрицы 0,63–0,69), которая снижается к 24–36 месяцам (0,48–0,57). Это отражает процесс перехода от диффузной, генерализованной активности к более сегрегированным функциональным сетям, что соответствует литературным данным (Wig, 2017; Toth et al., 2017). Снижение междоменных поведенческих корреляций и снижение связности дельта-активности происходят синхронно, что позволяет предположить: перестройки дельта-ритма могут быть нейрофизиологической основой возрастного изменения структуры ПМР. Выявленная ассоциация поддерживает вторую гипотезу исследования. В дополнительном срезовом исследовании (46 месяцев, ЭЭГ «10–20») получены сходные паттерны, что свидетельствует о робастности результатов и возможности использования менее плотных систем ЭЭГ для оценки кортикальной связности у детей старше 3 лет.

Выявленное снижение связности дельта–активности с возрастом согласуется с результатами систематического обзора Khurana, в котором показано, что изменения дельта–мощности и её топографического распределения в первые годы жизни отражают процессы синаптического прунинга и формирования функциональных связей (Khurana et al., 2026). Авторы обзора подчеркивают, что дельта–активность является перспективным маркером для оценки траекторий раннего развития, что полностью соответствует нашим выводам.

Наши результаты также дополняют данные исследований ЭЭГ сна. В работе Ventura было показано, что характеристики ЭЭГ сна в 4 месяца, в частности параметры медленноволновой активности, связаны с нейроразвитием в 18 месяцев (Ventura et al., 2025). Наше исследование впервые демонстрирует аналогичные закономерности для ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования, что расширяет возможности применения ЭЭГ–методов для оценки развития без необходимости проведения ночной регистрации.

Важно отметить, что выявленные нами закономерности снижения связности дельта–активности с возрастом созвучны результатам лонгитюдного исследования

Beaugrand, в котором показано, что медленноволновая активность демонстрирует частотно– и регионально–специфические паттерны созревания, коррелирующие с моторным и социально–личностным развитием в 6 месяцев (Beaugrand et al., 2026). Наше исследование расширяет эти данные, показывая аналогичные паттерны для детей более старшего возраста (до 36 месяцев) и в состоянии бодрствования.

В контексте прогностической ценности ЭЭГ–маркеров наши результаты согласуются с исследованием Chirumamilla, в котором показано, что функциональная связность мозга у здоровых доношенных новорожденных, оцененная по высокоплотной ЭЭГ, предсказывает нейроразвивательные исходы в возрасте 2 лет (Chirumamilla et al., 2024). Настоящее исследование дополняет эти данные, показывая, что изменения связности дельта–активности продолжаются на протяжении всего раннего детства и синхронны с поведенческими изменениями.

В отличие от исследования Dickinson, в котором вариабельность латентности зрительных вызванных потенциалов ассоциировалась с когнитивными и речевыми показателями у младенцев с высоким семейным риском аутизма, наше исследование фокусируется на фоновой ЭЭГ–активности в состоянии бодрствования у типично развивающихся детей (Dickinson et al., 2026). Такой подход позволяет оценивать фундаментальные процессы созревания кортикальных сетей без необходимости предъявления стимулов, что упрощает процедуру регистрации и делает её более доступной для клинического применения.

Полученные нами данные о синхронном снижении поведенческих и нейрофизиологических корреляций с возрастом вносят вклад в понимание каскадных эффектов развития, описанных в теоретической модели Tsomokos (Tsomokos, 2025). Согласно этой модели, психомоторное развитие в 9 месяцев предсказывает структуру личности в 17 лет через каскадное влияние на когнитивные навыки и саморегуляцию в 5 лет. Наше исследование показывает, что нейрофизиологической основой этих каскадных эффектов может служить

возрастная перестройка дельта–активности, отражающая процессы созревания кортикальных сетей.

Сравнение с предыдущими исследованиями. В отличие от работ Page и Satomaa, где изучались связи между PSD и отдельными субшкалами, мы впервые проанализировали согласованное возрастное снижение как поведенческих, так и нейрофизиологических корреляций (Page et al., 2018; Satomaa et al., 2020). Это позволяет говорить о едином принципе развития: высокая интеграция (как на уровне поведения, так и на уровне кортикальной активности) в младенчестве сменяется дифференциацией и специализацией к трем годам. Наши результаты также дополняют данные о том, что дельта-активность в бодрствовании может служить маркером функциональной зрелости мозга, аналогично тому, как это показано для фазы медленного сна (Knyazev, 2012; Valomon et al., 2021).

Настоящее исследование выявило не только ассоциацию между корреляционными матрицами показателей PSD в дельта–диапазоне во время бодрствования и показателями ПМР, но и новые закономерности, описанные выше. Выделенные особенности нуждаются в дальнейшем изучении и могут быть использованы в качестве относительно простого ЭЭГ–маркера–кандидата для оценки функциональных взаимосвязей основных областей головного мозга в период раннего детства.

Следует отметить, что при использовании альтернативного оборудования в виде расширенной ЭЭГ–системы 10–20 в 46 месяцев также были выявлены аналогичные закономерности для показателей PSD дельта–диапазона в проекции основных областей коры головного мозга в исследовании с высокоплотной ЭЭГ–системой. Это свидетельствует о робастности полученных результатов и возможности использования стандартных клинических ЭЭГ–систем для оценки кортикальной связности у детей старше 3 лет, что повышает практическую применимость разработанного подхода.

Интеграция поведенческих и нейрофизиологических данных, полученных в настоящем исследовании, позволяет предложить модель развития, в которой высокая интеграция сфер ПМР и высокая связность дельта–активности в

младенчестве постепенно сменяются дифференциацией и специализацией к трем годам. Эта модель согласуется с теоретическими положениями нейроконструктивизма (Karmiloff–Smith, 2009) и теории динамических систем (Thelen & Smith, 2007), которые постулируют переход от генерализованных к специализированным нейронным сетям в процессе развития.

Наше исследование вносит вклад в понимание гетерогенности траекторий развития в популяции типично развивающихся детей. В отличие от исследований, выполненных на группах риска (Jurišová et al., 2025; Hooper et al., 2026), где выделяются более дифференцированные типы траекторий, в нашей выборке здоровых доношенных детей гетерогенность проявляется преимущественно в когнитивной и рецептивно–речевой сферах. Это может указывать на то, что моторные и экспрессивно–речевые функции в раннем возрасте более жестко запрограммированы и менее подвержены влиянию средовых факторов, тогда как когнитивное и рецептивно–речевое развитие в большей степени зависят от опыта и взаимодействия со средой.

Полученные данные также подтверждают важность учета динамических средовых факторов при анализе траекторий развития, что согласуется с выводами Li о влиянии траекторий материнской депрессии на развитие ребенка и результатами Segre о защитной роли чтения вслух и высокого уровня образования матери (Li et al., 2026; Segre et al., 2026). Хотя в нашем исследовании не оценивались непосредственно средовые факторы, выявленная гетерогенность траекторий в типичной популяции указывает на необходимость их учета в будущих исследованиях.

С практической точки зрения, результаты нашего исследования подтверждают необходимость перехода от традиционного сравнения средних показателей к личностно–ориентированным подходам при оценке развития, как это было предложено в методологических работах McCormick и Dobri (McCormick et al., 2020; Dobri et al., 2025). Выявленный эффект компенсаторного роста указывает на то, что ранние отснования в отдельных сферах не обязательно являются предикторами долгосрочных нарушений, особенно в популяции типично

развивающихся детей. Полученные нами данные о гетерогенности когнитивных и речевых траекторий подтверждают важность раннего выявления отклонений: своевременная диагностика и ранняя коррекционная помощь позволяют предупредить вторичные нарушения у детей группы риска (Алпатова, Долецкий, Алпатов, 2023). Это согласуется с нашей рекомендацией о создании баз данных траекторий развития для выявления групп риска.

Подводя итоги можно заключить, что развитие методологических подходов и обновление инструментария методик изучения детского развития позволяют выявлять новые закономерности, даже в рамках изучения группы типично развивающихся детей. По результатам исследований последних лет (Roze et al., 2010, Кузьмина & Малых, 2020, Goh et al., 2024) выявлено, что траектории развития данной группы, являются наиболее вариативными по сравнению с группами детей с клиническими диагнозами и нуждаются в дальнейшем изучении с использованием междисциплинарного подхода.

В качестве перспектив дальнейшей разработки темы исследования можно выделить следующие области:

1. Адаптация русскоязычной версии Бэйли–III на территории РФ. В рамках пополнения инструментария высококачественных методик для оценки ПМР в детском возрасте русскоязычная версия Бэйли–III рекомендуется к адаптации для российских детей. Возможность использовать методику, которая широко признаётся в качестве «золотого» стандарта для оценки детского развития от 0 до 3,5 лет, как диагностический инструмент, который позволит с высокой точностью определять отклонения и особенности развития детей.

2. Создание баз данных траекторий детского развития. Результаты данного исследования можно использовать для формирования баз данных, с целью выявления типичных траекторий и профилей развития в первые годы жизни и их сопоставления с атипичными траекториями развития для выявления групп риска. Данный подход позволит выявить атипичные траектории детского развития ещё на этапе формирования отклонений траекторий с целью оказания ранней медико–психологической помощи.

3. Формирование тактик коррекции ПМР детей. Понимание динамического влияния основных сфер ПМР детей друг на друга позволит учитывать их взаимодействие при разработке корректирующих психологических и медицинских вмешательств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с целью исследования был проведён анализ современных отечественных и зарубежных работ по теме изучения ПМР детей в период раннего детства. Проанализированы подходы к изучению траекторий ПМР детей. Сделан вывод о наиболее эффективных подходах для данных целей, а именно подходах, включающих выявление латентных траекторий. Были выделены ограничения существующих на данный момент исследований. Большая часть исследований траекторий типично развивающихся детей включает оценку только средней траектории с использованием, преимущественно, поведенческих методов оценки ПМР. Также с целью выбора наиболее высококачественных и доступных методик оценки ПМР в период раннего детства был проведён обзор существующих методик и проанализированы подходы к оценке психометрического качества поведенческих методик.

В рамках настоящего экспериментального исследования были выделены средние траектории развития основных сфер ПМР детей, выросших в русскоязычной среде, в период раннего возраста, а именно для сферы когнитивного развития, рецептивной коммуникации, экспрессивной коммуникации, мелкой и крупной моторики. Далее для каждой сферы был проведён анализ латентных классов роста, который показал, что когнитивное развитие и рецептивная коммуникация характеризуются двумя латентными траекториями, различающимися по стартовому уровню и темпу, в то время как экспрессивная коммуникация и моторные сферы следуют одной гомогенной траектории.

В результате настоящего исследования были выделены возрастные закономерности ослабления междоменных корреляций между шкалами Бэйли-III с 5 до 36 месяцев, а также синхронное снижение связности дельта-активности в проекции корковых областей. Обнаружен компенсаторный эффект: дети с более низким исходным уровнем в каждом домене демонстрируют более быстрый темп развития.

Также была выделена ассоциация между закономерностями развития психомоторных функций детей и специфическими перестройками биоэлектрической активности головного мозга в дельта–диапазоне в состоянии спокойного бодрствования. Полученные результаты позволяют выдвинуть ЭЭГ маркер-кандидат, а именно коэффициент корреляции PSD в дельта–диапазоне между основными областями коры головного мозга, для оценки уровня зрелости кортикальных сетей в период раннего детства. Выдвинутые закономерности нуждаются в дальнейшей проверке.

В рамках пополнения отечественных исследовательских инструментов, соответствующих мировым стандартам диагностического качества, было проведено психометрическое исследование методики Бэйли-III, признающейся эталонной для оценки детского развития. Сделан вывод о надёжности и валидности русскоязычной версии Бэйли-III и возможности её применения для оценки ПМР детей в возрасте от 5 до 36 месяцев.

Цель диссертационной работы достигнута: охарактеризованы траектории и закономерности ПМР типично развивающихся детей, выросших в русскоязычной среде, в период раннего детства с использованием междисциплинарного подхода, включающего современные поведенческие и аппаратные методы. Результаты исследования вносят вклад в изучение закономерностей и методов исследований траекторий детского развития. Поставленные исследовательские задачи решены в полном объёме. Гипотезы исследования нашли своё подтверждение.

ВЫВОДЫ

1. Развитие когнитивных и речевых функций типично развивающихся детей, выросших в русскоязычной среде, в период раннего детства характеризуется несколькими основными траекториями развития. Так, для когнитивного развития и рецептивной коммуникации выявлены две латентные траектории (различающиеся начальным уровнем и темпом роста), тогда как экспрессивная

коммуникация, мелкая и крупная моторика следуют одной гомогенной траектории.

2. Связь между основными сферами ПМР типично развивающихся детей, выросших в русскоязычной среде, становится менее выраженной с возрастом. В период от 5 до 36 месяцев связи имеют наибольшую выраженность в 5 месяцев. Сила этих связей варьируется с течением возраста и становится менее выраженной в 36 месяцев. Это может свидетельствовать о связи развития сфер ПМР, выявленной на поведенческом уровне, в течение первых 1,5 лет жизни детей и последующего её уменьшения в более старшем возрасте.

3. Связь между показателями плотности спектральной мощности ЭЭГ в дельта–диапазоне в проекции основных анатомических областей коры головного мозга типично развивающихся детей, выросших в русскоязычной среде, становится менее выраженной с возрастом. В период от 5 до 36 месяцев связи имеют наибольшую сопоставимую выраженность в возрастные срезы 5, 10, 15 месяцев. Эта связь становится менее выраженной с увеличением возраста детей и имеет наименьшую выраженность в 36 месяцев. Что может свидетельствовать о связи развития сфер ПМР, выявляемой на нейрофизиологическом уровне, в течение первых 1,5 лет жизни детей и последующего её уменьшения в более старшем возрасте.

4. Развитие психомоторных функций типично развивающихся детей, выросших в русскоязычной среде, в период раннего детства ассоциировано со специфическими перестройками биоэлектрической активности дельта–диапазона в состоянии спокойного бодрствования. Сила корреляций плотности спектральной мощности между основными корковыми областями максимальна в возрасте 5–15 месяцев и значимо снижается к 24–36 месяцам, что отражает переход от генерализованной к сегрегированной организации нейрональных сетей.

5. В работе было доказано, что русскоязычная версия Бэйли–III является психометрически качественным инструментом для оценки детского развития и имеет факторную структуру соответствующую оригинальному варианту методики, что открывает возможности для её применения в исследовательских

целях, а также позволяет предварительно оценить потенциал методики как клинического диагностического инструмента.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ДЦП – Детский церебральный паралич

ПМР – Психомоторное развитие

РАС – Расстройства аутистического спектра

РФ – Российская Федерация

СДВГ – Синдром дефицита внимания и гиперактивности

США – Соединённые Штаты Америки

ЦНС – Центральная нервная система

ЭЭГ – Электроэнцефалография

AERA – American educational research association (Американской ассоциацией исследований в области образования)

AIC – Akaike information criterion (Информационный критерий Акаике)

APA – American psychological association (Американской психологической ассоциацией)

BIC – Bayesian information criterion (Байесовский информационный критерий)

CFA – Confirmatory factor analysis (Подтверждающий факторный анализ)

CFI – Comparative fit index (Сравнительный индекс согласия)

CTT – Classical test theory (Классическая теория тестирования)

GM – Growth models (Модели роста)

GMM – Growth mixture models (Смешанные модели роста)

IRT – Item response theory (Современная теория тестирования)

LCGA – Latent class growth analysis (Анализ роста скрытых классов)

LCGM – Latent class growth modelling (Моделирование роста латентного класса)

LCMM – Latent class–mixed models (Смешанные модели латентных классов)

Leiter – Leiter International Performance Scale (Международные шкалы оценки невербального интеллекта)

LMM – Linear mixed models (Линейные смешанные модели)

MAR – Missing at Random (Данные пропущены случайным образом)

NCME – The National council on measurement in education (Национальный совет по диагностике в образовании)

PLS – Preschool language scales (языковые шкалы для дошкольников)

RMSEA – Root mean square error of approximation (Среднеквадратичная ошибка аппроксимации)

RSCI – Russian science citation index (Российский индекс научного цитирования)

SRMR – Standardized root mean square residual (Стандартизированный корень среднеквадратического остатка)

TLI – Tucker Lewis index (Индекс Такера–Льюиса)

WoS – Web of Science

Бэйли – «Шкалы развития Бэйли» (Bayley Scales of Infant and Toddler Development)

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Анализ роста скрытых классов – метод анализа продольных данных, направленный на идентификацию гетерогенных подгрупп с различными траекториями развития, при этом предполагается отсутствие межиндивидуальной вариативности внутри каждого класса.

Валидность – интегральная психометрическая характеристика, отражающая степень обоснованности и адекватности интерпретации тестовых баллов в контексте конкретной цели применения, подтверждённая теоретическими и эмпирическими данными.

Дельта–активность – ритм ЭЭГ в диапазоне 1–4 Гц, доминирующий в раннем онтогенезе и ассоциированный с процессами гомеостатической регуляции, синаптического прунинга и созревания кортикальных сетей.

Конструктная валидность – вид валидности, отражающий степень, в которой результаты теста репрезентируют теоретически постулируемый латентный конструкт; верифицируется методами подтверждающего факторного анализа.

Латентный класс – ненаблюдаемая гетерогенная подгруппа популяции, выделяемая на основе сходства индивидуальных траекторий развития и характеризующаяся специфическими параметрами роста, оценёнными в рамках моделей смешанных эффектов.

Лонгитюдное исследование – проспективный дизайн, предполагающий многократное измерение одних и тех же переменных у одних и тех же респондентов на протяжении длительного временного интервала, позволяющий оценить индивидуальные траектории развития и внутрииндивидуальные изменения.

Междоменные ассоциации – корреляционные связи между показателями различных доменов развития, отражающие степень их взаимозависимости и возможные каскадные эффекты.

Множественная импутация – метод обработки пропущенных данных, основанный на итеративном моделировании условных распределений

пропущенных значений с созданием нескольких полных наборов данных и последующим объединением оценок по правилам Рубина.

Надёжность – свойство измерительного инструмента обеспечивать воспроизводимость и внутреннюю согласованность результатов при повторных измерениях.

Нейроконструктивизм – теоретическая парадигма, согласно которой развитие когнитивных функций является результатом динамического взаимодействия генетических и средовых факторов, а не следствием жёстко предзаданных модулей.

Омега МакДональда – коэффициент надёжности, основанный на факторной модели и позволяющий оценить внутреннюю согласованность шкал.

Подтверждающий факторный анализ – метод структурного моделирования, используемый для верификации априорно заданной факторной структуры и оценки конструктной валидности путём проверки соответствия эмпирических ковариаций теоретической модели.

Плотность спектральной мощности – количественная мера мощности ЭЭГ–сигнала в единицу времени в заданном частотном диапазоне, получаемая с помощью быстрого преобразования Фурье и используемая для оценки функционального состояния коры.

Психомоторное развитие – совокупность изменений когнитивных, моторных, эмоциональных и социальных способностей ребенка начиная с внутриутробного периода и заканчивая взрослым возрастом.

Рецептивная коммуникация – компонент коммуникативного развития, отражающий способность ребёнка к декодированию и пониманию вербальных и невербальных сигналов, включая распознавание фонем, понимание лексических единиц, синтаксических конструкций и прагматических аспектов речи.

Смешанные модели роста – класс статистических моделей, расширяющих LCGA за счёт включения случайных эффектов внутри классов, что позволяет учитывать межиндивидуальную вариативность траекторий.

Теория динамических систем – подход, рассматривающий развитие как самоорганизующийся процесс, в котором изменения возникают в результате нелинейного взаимодействия множества компонентов системы и могут приводить к качественным перестройкам.

Теория каскадов развития – концепция, постулирующая, что ранние изменения в одной сфере развития оказывают каскадное влияние на другие сферы в последующие периоды, формируя долгосрочные траектории.

Траектория развития – математически формализованная функция, описывающая изменение количественных или качественных показателей индивидуального развития во времени, включающая параметры начального уровня (интерсепт), скорости роста (наклон) и возможной нелинейности.

Шкалы развития Бэйли, третья редакция – стандартизированный психометрический инструмент для оценки когнитивного, коммуникативного и моторного развития детей в возрасте от 16 дней до 3,5 лет, признанный «золотым стандартом» в области детской психометрики.

Экспрессивная коммуникация – компонент коммуникативного развития, отражающий способность ребёнка к порождению интенциональных вербальных и невербальных сообщений, включая предречевые вокализации, лепет, однословные и многословные высказывания, а также использование жестов и мимики для передачи информации.

Электроэнцефалография – метод регистрации суммарной биоэлектрической активности головного мозга с поверхности скальпа, позволяющий оценить функциональное состояние коры и его возрастную динамику**.**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алпатова Н. С., Долецкий А. Н., Алпатов М. А. Комплексная абилитация детей с ограниченными возможностями здоровья и риском развития ограничений жизнедеятельности // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 4. С. 127–131.

2. Бакушкина Н. И., Исаева Е. Р. Лонгитюдное исследование динамики нейрокогнитивного развития у недоношенных и доношенных детей от 5 до 24 месяцев //Вестник психотерапии. – 2023. – №. 81. – С. 40–49.

3. Бакушкина Н. И., Киселев, С. Ю., Львова, О. А., Сулейманова, Е. В., & Туктарева, И. В. Использование шкал Бейли (Bayley–III) для оценки нейрокогнитивного развития детей в норме и при патологии //Теоретическая и экспериментальная психология. – 2018. – Т. 11. – №. 1. – С. 85–94.

4. Бакушкина Н. И., Рогачева Т. В. Анализ нейрокогнитивного развития детей со средней и легкой степенью недоношенности в раннем возрасте с помощью шкал Бейли (третья редакция) //СибСкрипт. – 2019. – №. 1 (77). – С. 56–65.

5. Белоусова М. В., Швец Е. В. Влияние информационных устройств и факторов социального окружения на развитие речи детей раннего возраста //Вестник современной клинической медицины. – 2019. – Т. 12. – №. 3. – С. 15–20.

6. Беляева И. А. и др. Предикторы когнитивных нарушений и возможности их профилактики у недоношенных детей //Педиатрическая фармакология. – 2020. – Т. 17. – №. 4. – С. 318–327.

7. Духновский, С. (2020). Психодиагностика. Учебник и практикум для вузов. ЛитРес.

8. Заваденко А. Н., Медведев М. И., Дегтярева М. Г. Оценка нервно–психического развития детей различного гестационного возраста неонатальными судорогами // Журнал неврологиии психиатрии им. СС Корсакова. – 2018.

9. Иванова О. А., Николаева Е. И. Возможные предикторы когнитивных проблем в дошкольном и младшем школьном возрасте у недоношенных детей с разной

степенью выраженности при рождении //Человеческий капитал.–2023.–12 (180).–Ч. – Т. 1. – С. 247–252.

10. Исследование рисдиплама у младенцев с генетически диагностированной и пресимптомной спинальной мышечной атрофией (№ BN40703). [Электронный ресурс]: Реестр клинических исследований, URL:https://ichgcp.net/ru/clinical–trials–registry/NCT03779334.

11. Казакова Е. В., Соколова Л. В., Копосова Т. С. Динамика развития показателей когнитивной деятельности у детей в возрасте 7–8 и 12–13 лет, рожденных недоношенными //Новые исследования. – 2010. – Т. 1. – №. 23. – С. 46–56.

12. Киселев С. Ю., Львова О. А., Бакушкина Н. И. Оценка развития нейрокогнитивных функций у недоношенных детей первого года жизни с помощью шкалы Бейли. – 2016.

13. Коган Б. М., Абрамова О. В. Диагностика детей на первом году жизни для прогнозирования их нейроповеденческого статуса в трёхлетнем возрасте //Системная психология и социология. – 2012. – №. 6. – С. 66–71.

14. Компендиум психодиагностических методик России [Электронный ресурс]: сайт лаборатории Психодиагностики ЮУрГУ URL:http://lab.psytest.ru/ru/Nauchnaja_zhizn/KOMPENDIUM.

15. Косякова О. В., Беспалова О. Н. Профилактика и терапия угрожающих преждевременных родов при многоплодии //Журнал акушерства и женских болезней. – 2019. – Т. 68. – №. 4. – С. 55–70.

16. Кунникова К. И., Николаева Е. И. Комплексная оценка траектории развития нейрокогнитивных навыков у недоношенных детей в лонгитюде //Российский психологический журнал. – 2019. – Т. 16. – №. S2/1. – С. 5–21.

17. Лунева А. Р., Коровкин С. Ю. Исследование роли межполушарного взаимодействия в решении задач: поведенческие и физиологические данные //Экспериментальная психология. – 2019. – Т. 12. – №. 2. – С. 35–46.

18. Мустафин Р. Н. и др. Генетические механизмы когнитивного развития //Генетика. – 2020. – Т. 56. – №. 8. – С. 865–877.

19. Тихомирова Т. Н., Кузьмина Ю. В., Малых С. Б. Траектории развития скорости переработки информации в младшем школьном возрасте: лонгитюдное исследование //Психологический журнал. – 2020. – Т. 41. – №. 2. – С. 26–38.

20. Тихомирова Т. Н., Малых С. Б. Чувство числа и успешность в обучении математике в младшем школьном возрасте: перекрестно–лонгитюдный анализ //Психологический журнал. – 2018. – Т. 39. – №. 6. – С. 47–58.

21. Ткачук Е. Оценка нервно–психического развития детей и основные клинические проявления нарушений со стороны нервной системы: Учебное пособие для студентов / Е. Ткачук, Н. Н. Мартынович; ООО Сетевой институт дополнительного профессионального образования. – Иркутск: ООО Сетевой институт дополнительного профессионального образования. – 2020. – 75 с. – EDN AQCQVP.

22. Ус П. К., Короткова Е. В., Тарасов Д. А., Котюсов А. И., Леушина Ю. Е., Туктарева И. В., Львова О. А., Кунникова К. И. Влияние последствий раннего артериального ишемического инсульта на особенности обучения младших школьников // Science for Education Today. 2025. Т. 15, № 4. С. 206–226.

23. Цигичко Е. А. Сравнительный анализ сформированности когнитивных процессов у младших подростков с высоким и низким уровнем развития невербального интеллекта //Общество: социология, психология, педагогика. – 2023. – №. 8 (112). – С. 94–99.

24. Шифман Б. Влияние дополнительного приема йода во время беременности на раннее развитие нервной системы ребенка, клинические результаты: итоги прерванного рандомизированного плацебо–контролируемого исследования //Актуальная эндокринология. – 2016. – №. 1. – С. 64–79.

25. AERA, APA, NCME. Standards for educational and psychological testing //American Educational Research Association. – 2014.

26. Akoglu H. User's guide to correlation coefficients //Turkish journal of emergency medicine. – 2018. – Т. 18. – №. 3. – С. 91–93.

27. Albers C. A., Grieve A. J. Test review: Bayley, N. (2006). Bayley scales of infant and toddler development–third edition. SanAntonio, TX: Harcourt assessment //Journal of Psychoeducational Assessment. – 2007. – Т. 25. – №. 2. – С. 180–190.

28. American Psychological Association et al. APA guidelines for psychological assessment and evaluation. APA guidelines for psychological assessment and evaluation //APA Task. – 2020.

29. Anunciacao L. An overview of the history and methodological aspects of psychometrics–history and methodological aspects of psychometrics //Journal for ReAttach Therapy and Developmental Diversities. – 2018. – Т. 1. – №. 1. – С. 44–58.

30. Aylward G. P., Verhulst S. J., Bell S. The Early Neuropsychologic Optimality Rating Scale (ENORS–9): A New Developmental Follow–up Technique //Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics. – 1988.

31. Azari N., Soleimani F., Vameghi R., Sajedi F., Shahshahani S., Karimi H., & Gharib M. A. A psychometric study of the Bayley scales of infant and toddler development in Persian language children // Iranian journal of child neurology. – 2017. – Т. 11. – №. 1. – С. 50.

32. Ballot D. E., Ramdin T., Rakotsoane D., Agaba F., Davies V. A., Chirwa T., & Cooper P. A. Use of the Bayley scales of infant and toddler development, to assess developmental outcome in infants and young children in an urban setting in South Africa //International Scholarly Research Notices. – 2017. – Т. 2017.

33. Barriga–Paulino C. I., Flores A. B., Gómez C. M. Developmental changes in the eeg rhythms of children and young adults //Journal of Psychophysiology. – 2011.

34. Bartholomew D. J. Spearman and the origin and development of factor analysis //British Journal of Mathematical and Statistical Psychology. – 1995. – Т. 48. – №. 2. – С. 211–220.

35. Bayley N. Bayley scales of infant and toddler development. – PsychCorp, Pearson. – 2006.

36. Bayley N. Bayley scales of infant and toddler development–Third Edition: Technical manual. – 2006.

37. Beaugrand M., Jaramillo V., Mühlematter C., Schoch S. F., Reicher V., Markovic A., Kurth S. Tracing infant sleep neurophysiology longitudinally from 3 to 6 months: EEG insights into brain development // npj Biological Timing and Sleep. – 2026. – Т. 3. – №. 1. – С. 9.

38. Benner A. D., Mistry R. S. Child development during the COVID‐19 pandemic through a life course theory lens //Child development perspectives. – 2020. – Т. 14. – №. 4. – С. 236–243.

39. Bhavnani S., Lockwood Estrin G., Haartsen R., Jensen S. K., Gliga T., Patel, V., & Johnson M. H. EEG signatures of cognitive and social development of preschool children–a systematic review //PloS one. – 2021. – Т. 16. – №. 2. – С. e0247223.

40. Binet A. On double consciousness: Experimental psychological studies. – Open court–publishing Company. – 1905. – №. 8.

41. Binet A. Umstvennoe utomlenie (Per. s fr. E. Anri; Pod red. V. Anri) [The mental fatigue (Translated by E. Henri; edited by V. Henri)] //Moscow: Izd. zhurn. “Vestnik vospitaniia” [in Russian]. – 1899.

42. Bornstein M. H., Putnick D. L. Stability of language in childhood: a multiage, multidomain, multimeasure, and multisource study //Developmental psychology. – 2012. – Т. 48. – №. 2. – С. 477.

43. Borsboom D., Mellenbergh G. J., Van Heerden J. The concept of validity //Psychological review. – 2004. – Т. 111. – №. 4. – С. 1061.

44. Borsboom D., Rhemtulla M., Cramer A. O., van der Maas H. L., Scheffer M., & Dolan C. V. Kinds versus continua: A review of psychometric approaches to uncover the structure of psychiatric constructs //Psychological medicine. – 2016. – Т. 46. – №. 8. – С. 1567–1579.

45. Bracken B. A. Bracken Basic Concept Scale – Fourth Edition: Receptive (BBCS–4:R). Bloomington, MN : Pearson, 2022.

46. Brown T. A. Confirmatory factor analysis for applied research. – Guilford publications. – 2015.

47. Burakevych N., Mckinlay C. D., Alsweiler J. M., Wouldes T. A., Harding J. E., & Chyld Study Team. Bayley‐III motor scale and neurological examination at 2 years do not

predict motor skills at 4.5 years //Developmental Medicine & Child Neurology. – 2017. – T. 59. – №. 2. – C. 216–223.

48. Carlson J. E., von Davier M. Item response theory //Advancing human assessment. – Springer, Cham. – 2017. – C.133–178.

49. Carlson K. D., Herdman A. O. Understanding the impact of convergent validity on research results //Organizational Research Methods. – 2012. – T. 15. – №. 1. – C. 17–32.

50. Carrig M. M., Hoyle R. H. Measurement choices: Reliability, validity, and generalizability //Handbook of ethics in quantitative methodology. – 2011. – T. 127.

51. Caruana E. J., Roman M., Hernández–Sánchez J., & Solli P. Longitudinal studies //Journal of thoracic disease. – 2015. – T. 7. – №. 11. – C. E537.

52. Chinta S., Walker K., Halliday R., Loughran–Fowlds A., & Badawi N. A comparison of the performance of healthy Australian 3–year–olds with the standardised norms of the Bayley Scales of Infant and Toddler Development (version–III) //Archives of disease in childhood. – 2014. – T. 99. – №. 7. – C. 621–624.

53. Chirumamilla V. C., Hitchings L., Mulkey S. B., Anwar T., Baker R., Maxwell G. L., De Asis–Cruz J., Kapse K., Limperopoulos C., du Plessis A., Govindan R. B. Association of brain functional connectivity with neurodevelopmental outcomes in healthy full–term newborns // Clinical Neurophysiology. – 2024. – T. 160. – C. 68–74.

54. Cioni G., Sgandurra G. Normal psychomotor development //Handbook of clinical neurology. – 2013. – T. 111. – C.3–15.

55. Cohen A. S., Wollack J. A. Handbook on test development: Helpful tips for creating reliable and valid classroom tests //Madison, WI: Testing & Evaluation Services, University of Wisconsin–Madison. – 2015.

56. Colombo J., Cheatham C. L. The emergence and basis of endogenous attention in infancy and early childhood //Advances in child development and behavior. – 2006. – T. 34. – C. 283–322.

57. Colombo J., Mitchell D. W. Infant visual habituation //Neurobiology of learning and memory. – 2009. – T. 92. – №. 2. – C. 225–234.

58. Core Team R. R: A language and environment for statistical computing (version 4.5. 2)[computer program]. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing [Электронный ресурс].

59. Costa–Tutusaus L., Guerra–Balic M. Development, and psychometric validation of a scoring questionnaire to assess healthy lifestyles among adolescents in Catalonia //BMC Public Health. – 2015. – Т. 16. – №. 1. – С. 1–12.

60. Coulacoglou C., Saklofske D. H. Psychometrics, and psychological assessment: Principles and applications. – Academic Press. – 2017.

61. Darrah J., Hodge, M., Magill–Evans, J. & Kembhavi, G. Stability of serial assessments of motor and communication abilities in typically developing infants–implications for screening //Early human development. – 2003. – Т. 72. – №. 2. – С. 97–110.

62. Drozdick L. W., Singer J. K., Lichtenberger E. O., Kaufman J. C., Kaufman A. S., Kaufman N. L. The Kaufman Assessment Battery for Children – Second Edition and KABC–II Normative Update // Contemporary Intellectual Assessment: Theories, Tests, and Issues / ed. by D. P. Flanagan, E. M. McDonough. 4th ed. New York : The Guilford Press, 2018. P. 323–344.

63. Dickinson A., Booth M., Huberty S., Ryan D., Campbell A., Girault J. B., Miller N. C., Lau B. K., Zempel J. M., Webb S. J., Elison J. T., Lee A. K., Estes A. M., Dager S. R., Hazlett H. C., Wolff J. J., Schultz R., Marrus N., Evans A. C., Piven J., Pruett J. R. Jr., Jeste S. S., for the IBIS Network. Visual Cortical Response Variability in Infants at High Familial Likelihood for Autism // Developmental Science. – 2026. – Т. 29. – №. 5. – С. e70266.

64. Dobri S. C. D., Scott S. H., Davies T. C. Non–Linear Modeling of Motor Development in Typically Developing Children and Youth Aged 5–18 Years Using Robot–Based Behavioral Assessments //Bioengineering. – 2025. – Т. 12. – №. 11. – С. 1240.

65. Dunn D. M. Peabody Picture Vocabulary Test – Fifth Edition (PPVT–5). Bloomington, MN : Pearson, 2019.

66. Dunn T. J., Baguley T., Brunsden V. From alpha to omega: A practical solution to the pervasive problem of internal consistency estimation // British journal of psychology. – 2014. – T. 105. – №. 3. – C. 399–412.

67. Edelen M. O., Reeve B. B. Applying item response theory (IRT) modeling to questionnaire development, evaluation, and refinement //Quality of life research. – 2007. – T. 16. – №. 1. – C. 5–18.

68. Erguven M. Two approaches to psychometric process: Classical test theory and item response theory //Journal of Education. – 2013. – T. 2. – №. 2. – C. 23–30.

69. Elliott C. D. Differential Ability Scales – Second Edition (DAS–II). San Antonio, TX : Harcourt Assessment, 2007.

70. Elmer R. C., Kang M. S., Smith B. A., Xiao R. Uncovering distinct motor development trajectories in infants during the first half year of life //medRxiv. – 2025.

71. Flensborg–Madsen T., & Mortensen E. L. (2015). Infant developmental milestones and adult intelligence: A 34–year follow–up. Early Human Development, 91(7), 393–400.

72. Frankenburg W. K., & Dodds J. B. (1967). The Denver developmental screening test. The Journal of pediatrics, 71(2), 181–191.

73. Frazier T. W., Coury D. L., Sohl K., Wagner K. E., Uhlig R., Hicks S. D., & Middleton F. A. Evidence‐based use of scalable biomarkers to increase diagnostic efficiency and decrease the lifetime costs of autism //Autism Research. – 2021. – T. 14. – №. 6. – C. 1271–1283.

74. Frey F. Test theory, classical test theory //The international encyclopedia of communication research methods. – 2017. – T. 3.

75. Fu J., Lin Q., Ai B., Li M., Luo W., Huang S., Yu H., Yang Y., Lin H., Wei J., Su X., & Zhang Z. Associations between maternal exposure to air pollution during pregnancy and trajectories of infant growth: A birth cohort study //Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2024. – T. 269. – C. 115792.

76. Fuiko R., Oberleitner–Leeb C., Klebermass–Schrehof K., Berger A., Brandstetter S., & Giordano V. The impact of norms on the outcome of children born very preterm when using the Bayley–III: differences between US and German norms //Neonatology. – 2019. – T. 116. – №. 1. – C. 29–36.

77. Fung S. F., Kong C. Y. W., Liu Y. M., Huang Q., Xiong Z., Jiang Z., Zhu F., Chen Z., Sun K., Zhao H., & Yu P. Validity and Psychometric Evaluation of the Chinese Version of the 5–Item WHO Well–Being Index //Frontiers in Public Health. – 2022. – T. 10.

78. Furr R. M. Psychometrics in clinical psychological research. – 2020.

79. Furr R. M. Psychometrics: an introduction. – SAGE publications. – 2021.

80. Gaudet I., Hüsser A., Vannasing P., & Gallagher A. Functional brain connectivity of language functions in children revealed by EEG and MEG: a systematic review //Frontiers in human neuroscience. – 2020. – T. 14. – C. 62.

81. Glas C. Item response theory in educational assessment and evaluation //Mesure et évaluation en éducation. – 2008. – T. 31. – №. 2. – C. 19–34.

82. Godamunne P., Liyanage C., Wimaladharmasooriya N., Pathmeswaran A., Wickremasinghe A. R., Patterson C., Sathiakumar N. Comparison of performance of Sri Lankan and US children on cognitive and motor scales of the Bayley scales of infant development // BMC Research Notes. – 2014. – T. 7, № 1. – C. 300.

83. Goh C., Ma Y., Rizzo A. Normative performance data on visual attention in neurotypical children: virtual reality assessment of cognitive and psychomotor development //Frontiers in Virtual Reality. – 2024. – T. 5. – C. 1309176.

84. Greenspan S. I., DeGangi G., Wieder S. The Functional Emotional Assessment Scale (FEAS): For infancy & early childhood. – Interdisciplinary Council on Development & Learning Disorders. – 2001.Sv

85. Guilford J. P. Psychometric methods //New York:: McGraw–HilL. – 1954

86. Hanlon C., Medhin G., Worku B., Tomlinson M., Alem A., Dewey M., Prince M. Adapting the Bayley Scales of infant and toddler development in Ethiopia: evaluation of reliability and validity // Child: care, health and development. – 2016. – T. 42. – №. 5. – C. 699–708.

87. Hayes A. F., Coutts J. J. Use omega rather than Cronbach’s alpha for estimating reliability. //Communication Methods and Measures. – 2020. – T. 14. – №. 1. – C. 1–24.

88. Hays R. D., Morales L. S., Reise S. P. Item response theory and health outcomes measurement in the 21st century //Medical care. – 2000. – T. 38. – №. 9 Suppl. – C. II28.

89. Hegde S., Thirthalli J., Rao S. L., Raguram A., Philip M., Gangadhar B. N. Cognitive deficits and its relationship with psychopathology and global functioning in first episode schizophrenia // Asian Journal of Psychiatry. – 2013. – Т. 6. – №. 6. – С. 537–543.

90. Herle M., Micali N., Abdulkadir M., Loos R., Bryant–Waugh R., Hübel C., Bulik C. M., De Stavola B. L. Identifying typical trajectories in longitudinal data: modelling strategies and interpretations // European journal of epidemiology. – 2020. – Т. 35. – №. 3. – С. 205–222.

91. Hertzman C., Boyce T. How experience gets under the skin to create gradients in developmental health //Annual review of public health. – 2010. – Т. 31. – С. 329–347.

92. Hoffmannová P., Burešová I. Cognitive and motor developmental trajectories of preterm children and children with low birth weight //Československá psychologie. – 2022. – Т. 66. – №. 2. – С. 130–144.

93. Hooper S. R., Joseph R. M., O'Shea T. M., Kuban K. C. K., Singh R., Frazier J. A., Taylor G., Tan X., Fry R. C., Santos H. P. Jr., on behalf of the ELGAN Study Investigators. Early predictors of cognitive trajectories from birth to adolescence in children born extremely preterm // Developmental Medicine & Child Neurology. – 2026.

94. Holá B. Dopady EEG Biofeedbacku na vybrané děti s opožděným psychomotorickým vývojem z pohledu jejich rodičů. – 2025.

95. Hoskens J., Klingels K., Smits–Engelsman B. Validity and cross–cultural differences of the Bayley Scales of Infant and Toddler Development, in typically developing infants //Early Human Development. – 2018. – Т. 125. – С. 17–25.

96. Hua J., Li Y., Ye K., Ma Y., Lin S., Gu G., Du W. The reliability and validity of Bayley–III cognitive scale in China's male and female children // Early human development. – 2019. – Т. 129. – С. 71–78.

97. Hughes D. Psychometric validity: Establishing the accuracy and appropriateness of psychometric measures //The Wiley handbook of psychometric testing: A multidisciplinary approach to survey, scale, and test development. – John Wiley & Sons Ltd. – 2018.

98. Hunziker S., Blankenagel M. Longitudinal Research Design //Research Design in Business and Management: A Practical Guide for Students and Researchers. – Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. – 2024. – C. 201–220.

99. Jenkins A. Companies use of psychometric testing and the changing demand for skills: A review of the literature. – Centre for the Economics of Education, London School of Economics and Political Science. – 2001. – T. 2. – №. 12.

100. Jensen A., Neuhäuser G. Association of weight–length ratio at birth with psychomotor trajectories among preschool–aged children //AJOG Global Reports. – 2022. – T. 2. – №. 4.

101. Jensen A., Neuhäuser G. Growth variables and obstetrical risk factors in newborns are associated with psychomotor development at preschool age //AJOG Global Reports. – 2023. – T. 3. – №. 4. – C. 100219.

102. Jensen A., Rochow N., Voigt M., Neuhäuser G. Differential effects of growth restriction and immaturity on predicted psychomotor development at 4 years of age in preterm infants // AJOG Global Reports. – 2024. – T. 4. – №. 1. – C. 100305.

103. Ji N., Johnson M., Eckel S. P., Gauderman W. J., Chavez T. A., Berhane K., Faham D., Lurmann F., Pavlovic N. R., Grubbs B. H., Lerner D., Habre R., Farzan S. F., Bastain T. M., Breton C. V. Prenatal ambient air pollution exposure and child weight trajectories from the 3rd trimester of pregnancy to 2 years of age: a cohort study // BMC medicine. – 2023. – T. 21. – №. 1. – C. 341.

104. Johnson M. H., Gliga T., Jones E., Charman T. Annual Research Review: Infant development, autism, and ADHD–early pathways to emerging disorders // Journal of Child Psychology and Psychiatry. – 2015. – T. 56. – №. 3. – C. 228–247.

105. Jurišová E., Ráczová L., Zaťková M., Romanová M. Cognitive, language and motor developmental patterns of extremely preterm children up to 2 years of age: a descriptive approach // Frontiers in Psychology. – 2025. – T. 16. – C. 1599390.

106. Kadieva D., Blagoveshchensky E., Agranovich O., Myachykov A., Shestakova A. Embodied language and early motor restriction: evidence from children with obstetric brachial plexus palsy and arthrogryposis // Frontiers in Psychology. 2026. Vol. 17. Art. 1832623.

107. Karmiloff–Smith A. Nativism versus neuroconstructivism: rethinking the study of developmental disorders //Developmental psychology. – 2009. – T. 45. – №. 1. – C. 56.

108. Kautz T., Heckman J. J., Diris R., Ter Weel B., Borghans L. Fostering and measuring skills: Improving cognitive and non–cognitive skills to promote lifetime success. – 2014.

109. Kerlinger F. N. (1966). Foundations of behavioral research. Holt, Rinehart and Winston.

110. Khurana Sonia, Kulkarni Ashwini, Bulea Thomas C., Bennett Hunter J. EEG signatures of motor development in early childhood: a systematic review // Pediatric Research. – 2026. – DOI: 10.1038/s41390–026–05160–8.

111. Kline R. B. Principles and practice of structural equation modeling. – Guilford publications. – 2015.

112. Knyazev G. G. EEG delta oscillations as a correlate of basic homeostatic and motivational processes //Neuroscience & Biobehavioral Reviews. – 2012. – T. 36. – №. 1. – C. 677–695.

113. Koessler L., Maillard L., Benhadid A., Vignal J. P., Felblinger J., Vespignani H., Braun M. Automated cortical projection of EEG sensors: anatomical correlation via the international 10–10 system // Neuroimage. – 2009. – T. 46. – №. 1. – C. 64–72.

114. Korkman M., Kirk U., Kemp S. NEPSY II: Clinical and Interpretive Manual. 2nd ed. San Antonio, TX : Harcourt Assessment, PsychCorp, 2007.

115. Kolb B., Fantie B. D. Development of the child's brain and behavior //Handbook of clinical child neuropsychology. – 2009. – C. 19–46.

116. Krogh M. T., Væver M. S., Harder S., Køppe S. Cultural differences in infant development during the first year: A study of Danish infants assessed by the Bayley–III and compared to the American norms // European Journal of Developmental Psychology. – 2012. – T. 9. – №. 6. – C. 730–736.

117. Li J., Shan Y., Ge M., Peng T., Jiang C., Xu X., Zhang P., Lin Y., Liu M., Zhou W., Chen Y., Cheng G. Graph–theoretical analysis of EEG functional brain network development in preterm infants // Brain Research Bulletin. – 2026. – C. 111901.

118. Li J., Shi Y., Jiang J., Gui R., Lu Y., Zhu Z., Song D., Li H. Beyond single time points: prospective longitudinal maternal depression trajectories shape infant social behavior in the first year // European Child & Adolescent Psychiatry. – 2026. – С. 1–11.

119. Li S. J., Tsao P. N., Tu Y. K., Hsieh W. S., Yao N. J., Wu Y. T., Jeng S. F. Cognitive and motor development in preterm children from 6 to 36 months of age: Trajectories, risk factors and predictability // Early human development. – 2022. – Т. 172. – С. 105634.

120. Lloyd J. E. V., Boonstra J., Chen L., Forer B., Hershler R., Milbrath C., Poon B. T., Razaz N., Rowcliffe P., Schonert–Reichl K. A Glossary on Building Longitudinal, Population–Based Data Linkages to Explore Children's Developmental Trajectories // Journal of Modern Applied Statistical Methods. – 2020. – Т. 18. – №. 1. – С. 17.

121. Luu P., Ferree T. Determination of the Geodesic Sensor Nets' electrode positions and their 10–10 international equivalents //Technical Note). Eugene, OR: Electrical Geodesics Incorporated. – 2000.

122. Madaschi V. et al. Bayley–III scales of infant and toddler development: transcultural adaptation and psychometric properties //Paidéia (Ribeirão Preto). – 2016. – Т. 26. – С. 189–197.

123. Mardell C., Goldenberg D. S. Developmental Indicators for the Assessment of Learning, Fourth Edition (DIAL–4). 4th ed. San Antonio, TX : Pearson Clinical Assessment ; PsychCorp, 2011. (Kit: Manual, Training packet, Alignment comparison booklet, Record forms, etc.)

124. Malykh S. B. et al. Molecular Genetic Studies of Cognitive Ability //Russian Journal of Genetics. – 2019. – Т. 55. – С. 783–793.

125. Marchal J. P., Maurice–Stam H., Houtzager B. A., van Rozenburg–Marres S. L. R., Oostrom K. J., Grootenhuis M. A., van Trotsenburg A. P. Growing up with Down syndrome: Development from 6 months to 10.7 years // Research in Developmental Disabilities. – 2016. – Т. 59. – С. 437–450.

126. Marshall P. J., Bar–Haim Y., Fox N. A. Development of the EEG from 5 months to 4 years of age //Clinical neurophysiology. – 2002. – Т. 113. – №. 8. – С. 1199–1208.

127. Masten A. S., Cicchetti D. Developmental cascades //Development and psychopathology. – 2010. – Т. 22. – №. 3. – С. 491–495.

128. McCormick B. J. J., Caulfield L. E., Richard S. A., Pendergast L., Seidman J. C., Maphula A., Koshy B., Blacy L., Roshan R., Nahar B., Shrestha R., Rasheed M., Svensen E., Rasmussen Z., Scharf R. J., Haque S., Oria R., Murray–Kolb L. E., MAL–ED NETWORK INVESTIGATORS. Early life experiences and trajectories of cognitive development // Pediatrics. – 2020. – T. 146. – №. 3.

129. McHenry M. S., Oyungu E., Yang Z., Hines A. C., Ombitsa A. R., Vreeman R. C., Abubakar A., Monahan P. O. Cultural adaptation of the Bayley scales of infant and toddler development, for use in Kenyan children aged 18–36 months: a psychometric study // Research in Developmental Disabilities. – 2021. – T. 110. – C. 103837.

130. McLester–Davis L. W. Y., Shankar A., Kataria L. A., Hidalgo A. G., van Eer E. D., Koendjbiharie A. P., Ramjatan R., Hatch V. I., Middleton M. A., Zijlmans C. W. R., Lichtveld M. Y., Drury S. S. Validity, reliability, and transcultural adaptations of the Bayley Scales of Infant and Toddler Development (BSID–III–NL) for children in Suriname // Early Human Development. – 2021. – T. 160. – C. 105416.

131. Medina Alva M. P., Kahn I. C., Muñoz Huerta P., Leyva Sánchez J., Moreno Calixto J., Vega Sánchez S. M. Child neurodevelopment: normal characteristics and warning signs in children under five years // Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica. – 2015. – T. 32. – №. 3. – C. 565–573.

132. Mislevy R. J., Wilson M. R., Ercikan K., Chudowsky N. Psychometric principles in student assessment // International handbook of educational evaluation. – Springer, Dordrecht. – 2003. – C. 489–531.

133. Moshagen M., Erdfelder E. A new strategy for testing structural equation models //Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal. – 2016. – T. 23. – №. 1. – C. 54–60.

134. Muijs D. Doing quantitative research in education: With SPSS. – Sage. – 2004.

135. Mukaka M. Statistics corner: a guide to appropriate use of correlation in medical research //Malawi Medical Journal. – 2012. – T. 24. – №. 3. – C. 69–71.

136. Nagin D. Group–based modeling of development. – Harvard University Press. – 2005.

137. Mullen E. M. Mullen Scales of Early Learning: AGS Edition. Circle Pines, MN : AGS, 1995

138. Nishimura T. Takei, N., Tsuchiya, K. J., Asano, R. & Mori, N. Identification of neurodevelopmental trajectories in infancy and of risk factors affecting deviant development: a longitudinal birth cohort study //International journal of epidemiology. – 2016. – Т. 45. – №. 2. – С. 543–553.

139. Page J., Lustenberger C., Fröhlich F. Social, motor, and cognitive development through the lens of sleep network dynamics in infants and toddlers between 12 and 30 months of age //Sleep. – 2018. – Т. 41. – №. 4. – С. zsy024.

140. Parsons S., McCormick E. M. Limitations of two time point data for understanding individual differences in longitudinal modeling – What can difference reveal about change? //Developmental Cognitive Neuroscience. – 2024. – Т. 66. – С. 101353.

141. Pearson K. Mathematical Contributions to the Theory Of Evolution. III. Regression, Heredity and Panmixia, Philos. – TR Soc. A. – 1896. – Т. 187. – С. 253–318.

142. Petit S., Badcock N. A., Grootswagers T., Rich A. N., Brock J., Nickels L., Moerel D., Dermody N., Yau S., Schmidt E., Woolgar A. Toward an individualized neural assessment of receptive language in children // Journal of Speech, Language, and Hearing Research. – 2020. – Т. 63. – №. 7. – С. 2361–2385.

143. Peyre H., Peries M., Madieu E., David A., Picot M. C., Pickles A., Baghdadli A. Association of difficulties in motor skills with longitudinal changes in social skills in children with autism spectrum disorder: findings from the ELENA French Cohort // European Child & Adolescent Psychiatry. – 2024. – С. 1–11.

144. Piñon M. Theoretical background and structure of the BayleyScales of Infant and Toddler Development //Bayley–III Clinical Use and Interpretation. – Academic Press. – 2010. – С. 1–28.

145. Preckel F., Brunner M. Nomological nets //Encyclopedia of personality and individual differences. – 2017. – С. 1–4.

146. Ranjitkar S., Kvestad I., Strand T. A., Ulak M., Shrestha M., Chandyo R. K., Shrestha L., Hysing M. Acceptability and reliability of the Bayley scales of infant and

toddler development–III among children in Bhaktapur, Nepal // Frontiers in Psychology. – 2018. – T. 9. – C. 1265.

147. Raykov T., Marcoulides G. A., Menold N. Coefficient alpha and reliability of communication science measurement scales: A note on Hayes and Coutts //Communication Methods and Measures. – 2024. – T. 18. – №. 3. – C. 205–218.

148. Reise S. P., Waller N. G. Item Response theory and clinical measurement //Annual review of clinical psychology. – 2009. – T. 5. – C.27–48.

149. Rescorla L. Age 17 language and reading outcomes in late–talking toddlers: Support for a dimensional perspective on language delay //Age. – 2009.

150. Reuter J. The Kent Infant Development (KID) Scale: User's Guide & Technical Manual. – Kent Developmental Metrics, 1996.

151. Ridgway C. L., Ong K. K., Tammelin T. H., Sharp S., Ekelund U., Jarvelin M. R. Infant motor development predicts sports participation at age 14 years: northern Finland birth cohort of 1966 // PloS one. – 2009. – T. 4. – №. 8. – C. e6837.

152. Roid G. H., Koch C. Leiter–3: Nonverbal Cognitive and Neuropsychological Assessment // Handbook of Nonverbal Assessment / ed. McCallum R.S. Cham: Springer International Publishing – 2017. – C. 127 – 150.

153. Roze E., Meijer L., Van Braeckel K. N. J. A., Ruiter S. A. J., Bruggink J. L. M., Bos A. F. Developmental trajectories from birth to school age in healthy term–born children // Pediatrics. – 2010. – T. 126. – №. 5. – C. e1134–e1142.

154. Rubin D. B. The calculation of posterior distributions by data augmentation: Comment: A noniterative sampling/importance resampling alternative to the data augmentation algorithm for creating a few imputations when fractions of missing information are modest: The SIR algorithm //Journal of the American Statistical Association. – 1987. – T. 82. – №. 398. – C. 543–546.

155. Russell E. W., Russell S. L. K., Hill B. D. The fundamental psychometric status of neuropsychological batteries //Archives of Clinical Neuropsychology. – 2005. – T. 20. – №. 6. – C. 785–794.

156. Rust J. Discussion piece: The psychometric principles of assessment //Res Matters. – 2007. – T. 3. – C.25–27.

157. Sacco S., Bouis C., Gallard J., Pichot A., Blondiaux E., Marey I., Dorison N., Sturtz F., Cieuta–Walti C., Ravel A., Mircher C. Psychomotor development in infants and young children with Down syndrome – A prospective, repeated measure, post‐hoc analysis // American Journal of Medical Genetics Part A. – 2022. – Т. 188. – №. 3. – С. 818–827.

158. Salah El–Din E. M., Monir Z. M., Shehata M. A., Abouelnaga M. W., Abushady M. M., Youssef M. M., Megahed H. S., Salem S. M. E., Metwalli A. M. A comparison of the performance of normal middle social class Egyptian infants and toddlers with the reference norms of the Bayley Scales–third edition (Bayley III): A pilot study // Plos one. – 2021. – Т. 16. – №. 12. – С. e0260138.

159. Sansavini A., Libertus K., Guarini A., Libertus M. E., Benassi M., Iverson J. M. Understanding trajectories and promoting change from early to complex skills in typical and atypical development: a cross–population approach // Frontiers in Psychology. – 2021. – Т. 12. – С. 647464.

160. Satomaa A. L., Mäkelä T., Saarenpää–Heikkilä O., Kylliäinen A., Huupponen E., Himanen S. L. Slow–wave activity and sigma activities are associated with psychomotor development at 8 months of age // Sleep. – 2020. – Т. 43. – №. 9. – С. zsaa061.

161. Schober P., Boer C., Schwarte L. A. Correlation coefficients: appropriate use and interpretation //Anesthesia & analgesia. – 2018. – Т. 126. – №. 5. – С. 1763–1768.

162. Segre G., Roberti E., Campi R., Clavenna A., Bonati M. Neurodevelopmental Trajectories at 3 Years: Insights From the NASCITA Italian Birth Cohort // International Journal of Pediatrics. – 2026. – Т. 2026. – №. 1. – С. 9936886.

163. Sinha P., Calfee C. S., Delucchi K. L. Practitioner’s guide to latent class analysis: methodological considerations and common pitfalls //Critical care medicine. – 2021. – Т. 49. – №. 1. – С. e63–e79.

164. Soghoyan G., Ledovsky A., Nekrashevich M., Martynova O., Polikanova I., Portnova G., Rebreikina A., Sysoeva O., Sharaev M. A toolbox and crowdsourcing platform for automatic labeling of independent components in electroencephalography // Frontiers in Neuroinformatics. – 2021. – Т. 15. – С. 720229.

165. Squires J., Bricker D. Ages & Stages Questionnaires – Third Edition (ASQ–3): A Parent–Completed Child–Monitoring System. Baltimore, MD : Paul H. Brookes Publishing, 2009.

166. Stalnacke S. R., Tessma M., Böhm B., Herlenius E. Cognitive development trajectories in preterm children with very low birth weight longitudinally followed until 11 years of age // Frontiers in Physiology. – 2019. – T. 10. – C. 307.

167. Steenis L. J. P., Verhoeven M., Hessen D. J., Van Baar A. L. Performance of Dutch children on the Bayley III: a comparison study of US and Dutch norms // PloS one. – 2015. – T. 10. – №. 8. – C. e0132871.

168. Suhr D. D. Exploratory or confirmatory factor analysis? – 2006.

169. Sun L., Sabanathan S., Thanh P. N., Kim A., Do T. T. M., Thwaites C. L., van Doorn H. R., Wills B. Bayley III in Vietnamese children: lessons for cross–cultural comparisons // Wellcome open research. – 2019. – T. 4.

170. Suwandi G. F., Khotimah S. N., Suprijadi. Electroencephalography Signal Power Spectral Density from Measurements in Room with and Without Faraday Cage: A Comparative Study // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing. – 2022. – T. 2243. – №. 1. – C. 012002.

171. Tellegen A., Waller N. G. Exploring personality through test construction: Development of the Multidimensional Personality Questionnaire //The SAGE handbook of personality theory and assessment. – 2008. – T. 2. – C.261–292.

172. Thelen E., Smith L. B. Dynamic systems theories //Handbook of child psychology. – 2007. – T. 1.

173. Toth B., Urban G., Haden G. P., Mark M., Török M., Stam C. J., Winkler I. Large‐scale network organization of EEG functional connectivity in newborn infants // Human brain mapping. – 2017. – T. 38. – №. 8. – C. 4019–4033.

174. Tsomokos D. I. Embodied cognition and the structure of personality: An exploratory study of longitudinal pathways from early psychomotor function //Journal of Personality. – 2025. – T. 93. – №. 6. – C. 1332–1350.

175. Ukoumunne O. C., Wake, M., Carlin, J., Bavin, E. L., Lum, J., Skeat, J., Williams, J., Conway, L., Cini, E. & Reilly, S. Profiles of language development in pre‐school

children: a longitudinal latent class analysis of data from the Early Language in Victoria Study //Child: care, health and development. – 2012. – Т. 38. – №. 3. – С. 341–349.

176. Vaillant E. et al. Developmental trajectories of spoken language comprehension and functional communication in children with cerebral palsy: A prospective cohort study //Developmental Medicine & Child Neurology. – 2024. – Т. 66. – №. 1. – С. 95–105.

177. Vaivre–Douret L., Hamdioui S. Developmental Trajectory of Depressive Symptoms from Early Childhood through High School in Children and Adolescents with a High Intellectual Potential //Children. – 2023. – Т. 10. – №. 11. – С. 1738.

178. Valla L., Birkeland M. S., Hofoss D., Slinning K. Developmental pathways in infants from 4 to 24 months // Child: care, health and development. – 2017. – Т. 43. – №. 4. – С. 546–555.

179. Valomon A., Riedner B. A., Jones S. G., Nakamura K. P., Tononi G., Plante D. T., Benca R. M., Boly M. A high–density electroencephalography study reveals abnormal sleep homeostasis in patients with rapid eye movement sleep behavior disorder // Scientific Reports. – 2021. – Т. 11. – №. 1. – С. 4758.

180. Van der Maas H. J., Molenaar D., Maris G., Kievit R. A., Borsboom D. Cognitive psychology meets psychometric theory: on the relation between process models for decision making and latent variable models for individual differences // Psychological review. – 2011. – Т. 118. – №. 2. – С. 339.

181. Van Dokkum N. H., Lepe A., Van Buuren S., Reijneveld S. A., De Kroon M. L. A. Stability of neurodevelopmental trajectories in moderately late and early preterm children born 15 years apart // Pediatric Research. – 2024. – С. 1–6.

182. Van Geert P. A dynamic systems model of basic developmental mechanisms: Piaget, Vygotsky, and beyond //Psychological review. – 1998. – Т. 105. – №. 4. – С. 634.

183. Van Scoyoc S. The collaborative use of psychometric assessment //Handbook of counselling psychology. – 2010. – С.611–629.

184. Ventura S., Mathieson S. R., O'Toole J. M., Livingstone V., Murray D. M., Boylan G. B. Infant sleep EEG features at 4 months as biomarkers of neurodevelopment at 18 months // Pediatric Research. – 2025. – Т. 98. – №. 4. – С. 1474–1485.

185. Wang M. V., Lekhal, R., Aaro, L. E., Holte, A. A. & Schjolberg, S. The developmental relationship between language and motor performance from 3 to 5 years of age: a prospective longitudinal population study //BMC Psychology. – 2014. – T. 2. – C. 1–10.

186. Wechsler D. Wechsler preschool and primary scale of intelligence—fourth edition //The Psychological Corporation San Antonio, TX. – 2012.

187. Weiss L. G., Oakland T., Aylward G. P. (ed.). Bayley–III clinical use and interpretation. – Academic Press. – 2010.

188. Weller B. E., Bowen N. K., Faubert S. J. Latent class analysis: a guide to best practice //Journal of Black Psychology. – 2020. – T. 46. – №. 4. – C. 287–311.

189. Weyn S., Van Leeuwen K., Pluess M., Lionetti F., Greven C. U., Goossens L., Colpin H., Van Den Noortgate W., Verschueren K., Bastin M., Van Hoof E., De Fruyt F., Bijttebier P. Psychometric properties of the Highly Sensitive Child scale across developmental stage, gender, and country // Current Psychology. – 2021. – T. 40. – №. 7. – C. 3309–3325.

190. WHO Multicentre Growth Reference Study Group, de Onis M. WHO Motor Development Study: windows of achievement for six gross motor development milestones //Acta paediatrica. – 2006. – T. 95. – C. 86–95.

191. Wig G. S. Segregated systems of human brain networks //Trends in cognitive sciences. – 2017. – T. 21. – №. 12. – C. 981–996.

192. Williams A. M., Pienaar C., Toye C., Joske D., Lester L. Further psychometric testing of an instrument to measure emotional care in hospital // Journal of clinical nursing. – 2011. – T. 20. – №. 23‐24. – C. 3472–3482.

193. Xiao R., Shida–Tokeshi J., Vanderbilt D. L., Smith B. A. Electroencephalography power and coherence changes with age and motor skill development across the first half year of life // PloS one. – 2018. – T. 13. – №. 1. – C. e0190276.

194. Xu M. K., Gaysina D., Barnett J. H., Scoriels L., van de Lagemaat L. N., Wong A., Richards M., Croudace T. J., Jones P. B., the LHA genetics group. Psychometric precision in phenotype definition is a useful step in molecular genetic investigation of psychiatric disorders // Translational psychiatry. – 2015. – T. 5. – №. 6. – C. e593–e593.

195. Yu Y. T., Hsieh W. S., Hsu C. H., Chen L. C., Lee W. T., Chiu N. C., Wu Y. T., Jeng S. F. A psychometric study of the Bayley Scales of Infant and Toddler Development–3rd Edition for term and preterm Taiwanese infants // Research in Developmental Disabilities. – 2013. – T. 34. – №. 11. – C. 3875–3883.

196. Yue A., Jiang Q., Zhang N., Zhang Y., Liu B., Li S., Luo R., Zhang L., Medina A., Rozelle S., Sylvia S. Concurrent validity of the ages and stages questionnaire and the Bayley scales of infant development III in China // PLoS One. – 2019. – T. 14. – №. 9. – C. e0221675.

197. Zakaria S., Seok C. B., Sombuling A., Ahmad M. S., Iqbal S. Reliability and validity for Malay version of Bayley scales of infant and toddler development–third edition (Bayley–III): Preliminary study // Int. Proc. Econ. Dev. Res. – 2012. – T. 40. – C. 116–119.

198. Zimmerman I. L., Steiner V. G., Pond R. E. Preschool language scales–fifth edition (PLS–5) //Bloomington, MN: Pearson. – 2011.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Форма. Информированное добровольное согласие на участие в исследовании

Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
Лаборатория мозга и нейрокогнитивного развития

Лаборатория мозга и
нейрокогнитивного развития,
Департамент психологии, ИСПН
Уральский федеральный университет,
620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19

тел.: +7 (343) 375-44-44

Тел: +79028780817 (администратор лаборатории)
Факс: +7 (343) 375-97-78
email: s.j.kiselev@urfu.ru

Форма согласия

Тема исследования: Лонгитюдное исследование нейрокогнитивного развития детей с перинатальной травмой и детей с риском развития РАС и СДВГ.

Имя руководителя исследования: Киселев С.Ю., к.пс.н.

Пожалуйста, отметьте в клеточках:

1) Я подтверждаю, что прочитал(а) информацию об исследовании от 19.02.2015 об участии в исследовании и имел(а) возможность задать вопросы. ☐

2) Я понимаю, что участие моего ребенка в исследовании является добровольным и что я свободен (свободна) забрать моего ребенка в любое время, без объяснения причин, чтобы не были нарушены права моего ребенка. ☐

3) Я понимаю, что разделы медицинской карточки моего ребенка, а также его родных братьев и сестер могут быть прочитаны исследователями для сбора данных и для проведения анализа. Сотрудники лаборатории мозга и нейрокогнитивного развития могут просматривать медицинскую карточку моего ребенка, а также его родных братьев и сестер для аудита и мониторинга. Я даю разрешение для этих сотрудников иметь доступ к медицинской карточке моего ребенка, а также его родных братьев и сестер. ☐

4) Я понимаю, что данные исследования, включая видеозаписи, анонимные клинические данные, будут храниться в базе данных лаборатории мозга и нейрокогнитивного развития, а также будут посланы в центр мозга и когнитивного развития Лондонского университета для дальнейшего анализа. ☐

5) Я понимаю, что данные, включая фотографии из этого исследования, будут анонимными и могут быть использованы для научных публикаций и презентаций. ☐

6) Я понимаю, что цель этого исследования заключается в психологической диагностике и измерении электрической активности мозга, чтобы помочь понять формирование нейрокогнитивных функций у детей на ранних этапах развития. ☐

7) Я согласен (согласна), что мой ребенок будет участвовать в исследовании. ☐

Имя участника_____

Имя родителя или опекуна (относящегося к участнику)	Число	Подпись

Имя исследователя, который берет согласие	Число	Подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Форма. Бланк первичного опроса

Бланк первичного опроса

ID_____

Дата рождения ребенка ___. ___ . 20___г.

Срок гестации _____

Пол _____

Вес при рождении _____

Рост при рождении _____

Показатели шкалы Апгар на 1 минуте _____

Показатели шкалы Апгар на 5 минуте _____

Сиблинг 1: д.р._____, пол____, возраст_____, диагноз_____

Сиблинг 2: д.р._____, пол____, возраст_____, диагноз_____

Сиблинг 3: д.р._____, пол____, возраст_____, диагноз_____

Область_____

Город_____

Эл. почта _____

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Форма. Демографический опросник

Биологическая мать	**Родители биологической матери**	
	Мама (бабушка ребёнка)	**Папа (дедушка ребёнка)**
Этническая принадлежность: o Европеоидная раса o Монголоидная раса o Негроидная раса o Смешенная раса o Другая* Пожалуйста, уточните _____ o Не хочу отвечать o Не знаю	**Этническая принадлежность:** o Европеоидная раса o Монголоидная раса o Негроидная раса o Смешенная раса o Другая* Пожалуйста, уточните _____ o Не хочу отвечать o Не знаю	**Этническая принадлежность:** o Европеоидная раса o Монголоидная раса o Негроидная раса o Смешенная раса o Другая* Пожалуйста, уточните _____ o Не хочу отвечать o Не знаю
Дата рождения _____ o Не хочу отвечать o Не знаю	**Дата рождения** _____ o Не хочу отвечать o Не знаю	**Дата рождения** _____ o Не хочу отвечать o Не знаю
Место рождения (город, страна) _____ o Не хочу отвечать o Не знаю	**Место рождения** (город, страна) _____ o Не хочу отвечать o Не знаю	**Место рождения** (город, страна) _____ o Не хочу отвечать o Не знаю
Биологический отец	**Родители биологического отца**	
	Мама (бабушка ребёнка)	**Папа (дедушка ребёнка)**
Этническая принадлежность: o Европеоидная раса o Монголоидная раса o Негроидная раса o Смешенная раса o Другая* Пожалуйста, уточните _____ o Не хочу отвечать o Не знаю	**Этническая принадлежность:** o Европеоидная раса o Монголоидная раса o Негроидная раса o Смешенная раса o Другая* Пожалуйста, уточните _____ o Не хочу отвечать o Не знаю	**Этническая принадлежность:** o Европеоидная раса o Монголоидная раса o Негроидная раса o Смешенная раса o Другая* Пожалуйста, уточните _____ o Не хочу отвечать o Не знаю
Дата рождения _____ o Не хочу отвечать o Не знаю	**Дата рождения** _____ o Не хочу отвечать o Не знаю	**Дата рождения** _____ o Не хочу отвечать o Не знаю
Место рождения (город, страна) _____ o Не хочу отвечать o Не знаю	**Место рождения** (город, страна) _____ o Не хочу отвечать o Не знаю	**Место рождения** (город, страна) _____ o Не хочу отвечать o Не знаю

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Форма. Основные изменения в жизни ребёнка

Основные изменения в жизни ребёнка

ID_____

Дата рождения ребёнка_____

ФИО исследователя_____

Вопрос	**Да, опишите детали**	**Нет**
Находился ли ребёнок на стационарном лечении с момента последнего визита?		
Есть ли у ребёнка какие-либо проблемы со зрением?		
Есть ли у ребёнка какие-либо проблемы со слухом?		
Наблюдались ли у ребёнка приступы или судороги?		
Принимает ли ребёнок какие-либо лекарства в данный момент?		
Имеет ли ребёнок в настоящее время какие-либо физические, умственные или психические проблемы?		
Видят ли родители изменения поведения ребёнка по отношению к ним?		
Посещает ли ребёнок детский сад или другие заведения?		
Имеются ли диагнозы СДВГ или РАС у братьев, сестёр или родителей ребёнка?		
Другие комментарии:		

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Форма. Информация о медицинской истории семьи

Информация о медицинской истории семьи.

Предложенные Вам далее вопросы касаются медицинской истории семьи ребёнка, принимающего участие в научно-исследовательском проекте, а также его родственников (указываются только кровные родственники*). Отметьте в колонке «Наличие заболеваний», известно ли Вам о наличии указанного заболевания или проблемы со здоровьем, у кого-либо из родственников ребёнка: ДА «+»; НЕТ «-»; или «НЕ УВЕРЕН».

Если Вы выбрали «Да» или «Не уверен», напишите кого из кровных родственников ребёнка, было или предположительно могло быть данное заболевание в колонке «Возможный носитель заболевания».

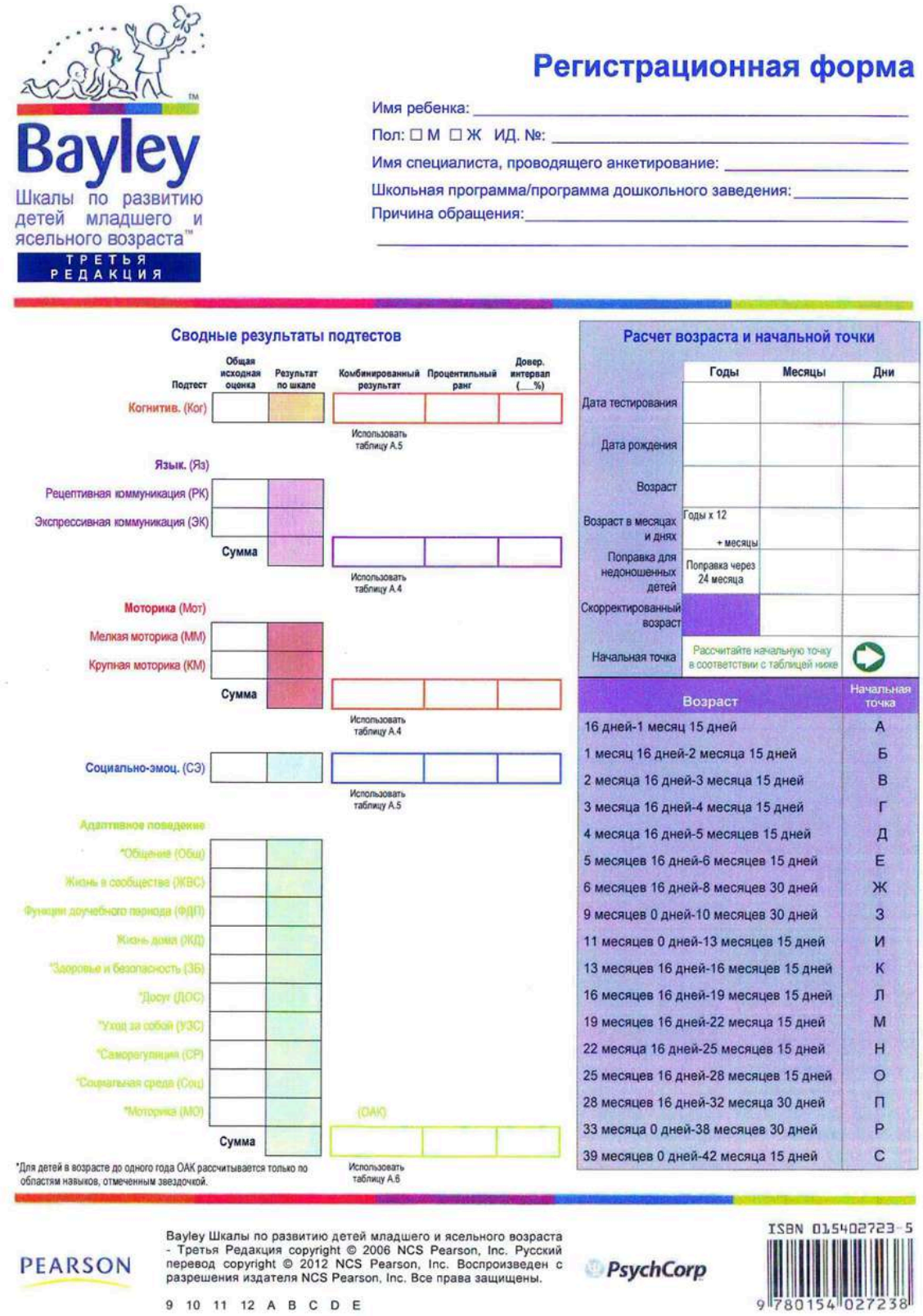
Заболевания	Наличие заболеваний	Возможный носитель заболевания
Расстройство аутистического спектра		
Синдром ломкой Х-хромосомы		
Факоматозы (нейрофиброматоз, туберозный склероз и др.)		
Синдром Ретта		
Синдром Прадера-Вилли		
Синдром Ангельмана		
Другие хромосомные нарушения, расстройства или синдромы		
Врождённая краснуха		
Фенилкетонурия		
Гидроцефалия		
Детский Церебральный паралич		
Интеллектуальные нарушения различной этиологии		
Задержка речи, требующая лечения или коррекции		
Синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ)		
Паническое или тревожное расстройство		
Депрессия, требующая медикаментозного лечения Маниакально-депрессивное/биполярное расстройство		
Шизофрения		
Проходил лечение в психиатрической больнице		
Врожденные пороки внутренних органов Синдром Норри		

*Все семейные связи указываются относительно ребёнка, принимающего участие в исследовании (например, сиблинг – брат или сестра ребёнка, учувствовавшего в исследовательском проекте).

Спасибо, что нашли время, чтобы заполнить эту анкету!

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Форма. Титульный лист бланка русскоязычной версии шкал развития Бэйли–III



Bayley
Шкалы по развитию детей младшего и ясельного возраста™
ТРЕТЬЯ РЕДАКЦИЯ

Регистрационная форма

Имя ребенка: _____

Пол: ☐ М ☐ Ж ИД. №: _____

Имя специалиста, проводящего анкетирование: _____

Школьная программа/программа дошкольного заведения: _____

Причина обращения: _____

Сводные результаты подтестов

Подтест	Общая исходная оценка	Результат по шкале	Комбинированный результат	Процентильный ранг	Довер. интервал (__%)
Когнитив. (Ког)					
			Использовать таблицу А.5		
Язык. (Яз)					
Рецептивная коммуникация (РК)					
Экспрессивная коммуникация (ЭК)					
Сумма					
			Использовать таблицу А.4		
Моторика (Мот)					
Мелкая моторика (ММ)					
Крупная моторика (КМ)					
Сумма					
			Использовать таблицу А.4		
Социально-эмоц. (СЭ)					
			Использовать таблицу А.5		
Адаптивное поведение					
*Общение (Общ)					
Жизнь в сообществе (ЖВС)					
Функции доучебного периода (ФДП)					
Жизнь дома (ЖД)					
*Здоровье и безопасность (ЗБ)					
*Досуг (ДОС)					
*Уход за собой (УЗС)					
*Саморегуляция (СР)					
*Социальная среда (Соц)					
*Моторика (МО)			(ОАК)		
Сумма					
			Использовать таблицу А.6		

*Для детей в возрасте до одного года ОАК рассчитывается только по областям навыков, отмеченным звездочкой.

Расчет возраста и начальной точки

	Годы	Месяцы	Дни
Дата тестирования			
Дата рождения			
Возраст			
Возраст в месяцах и днях	Годы x 12 + месяцы		
Поправка для недоношенных детей	Поправка через 24 месяца		
Скорректированный возраст			
Начальная точка	Рассчитайте начальную точку в соответствии с таблицей ниже		

Возраст	Начальная точка
16 дней-1 месяц 15 дней	А
1 месяц 16 дней-2 месяца 15 дней	Б
2 месяца 16 дней-3 месяца 15 дней	В
3 месяца 16 дней-4 месяца 15 дней	Г
4 месяца 16 дней-5 месяцев 15 дней	Д
5 месяцев 16 дней-6 месяцев 15 дней	Е
6 месяцев 16 дней-8 месяцев 30 дней	Ж
9 месяцев 0 дней-10 месяцев 30 дней	З
11 месяцев 0 дней-13 месяцев 15 дней	И
13 месяцев 16 дней-16 месяцев 15 дней	К
16 месяцев 16 дней-19 месяцев 15 дней	Л
19 месяцев 16 дней-22 месяца 15 дней	М
22 месяца 16 дней-25 месяцев 15 дней	Н
25 месяцев 16 дней-28 месяцев 15 дней	О
28 месяцев 16 дней-32 месяца 30 дней	П
33 месяца 0 дней-38 месяцев 30 дней	Р
39 месяцев 0 дней-42 месяца 15 дней	С

PEARSON

Bayley Шкалы по развитию детей младшего и ясельного возраста - Третья Редакция copyright © 2006 NCS Pearson, Inc. Русский перевод copyright © 2012 NCS Pearson, Inc. Воспроизведен с разрешения издателя NCS Pearson, Inc. Все права защищены.

9 10 11 12 A B C D E

PsychCorp

ISBN 015402723-5
9 780154 027238

Bayley-III - Russia/Russian - Version of 10 Jul 13 - Mapi.
ID7393 / Bayley-III-RecordForm_AU1.0_rus-RU.doc