

Научный и методологический контекст Quantum G Beta

**Карта исследовательских направлений, учитывавшихся при
разработке конструкта, архитектуры заданий, стимульного
материала, слоя данных о ходе выполнения заданий и границ
допустимых выводов**

Важные замечания

Этот документ описывает широкий научно-методологический контекст, который учитывался при разработке системы тестирования Quantum G Beta. Он не заменяет техническое руководство и программу психометрической валидации: надёжность, устойчивость профилей и корректность выводов по результатам проверяются отдельно в рамках программы валидации.

Публикации, теории, подходы, авторы, организации, журналы и издательства, упомянутые в этом PDF-документе, являются сторонними источниками и приводятся исключительно для прозрачности методологии и описания научно-методологического контекста. Если прямо не указано иное, они не являются аффилированными лицами, не спонсировали, не одобряли, не рецензировали и не валидировали тест Quantum G, его методологию или результаты.

Как читать этот документ

Методология Quantum G формировалась на пересечении нескольких крупных областей исследований: когнитивной науки, психологии восприятия и внимания, науки о развитии и нейроразвитии, эволюционных подходов к познанию, исследований обучения и индивидуальных различий, а также подходов к оцениванию, учитывающих не только итоговый ответ, но и процесс выполнения заданий.

Не все перечисленные направления являются прямым основанием скоринга. Их роль в методологии различна: часть подходов используется для формулировки конструкта; часть — для проектирования архитектуры заданий, стимульного материала и тестовых условий; часть — для построения доменной модели и описания разных режимов обработки информации. Кроме того, ряд исследований сформировал рабочие гипотезы, в том числе о связи ранних автоматических процессов с последующим обучением, развитием

индивидуальных сильных сторон и возможными предпосылками принципиально новых идей.

Статус связи	Как читать
Прямая операциональная опора	Подход повлиял на структуру заданий, стимульный материал, временные окна, приманки, условия предъявления или процессуальные показатели.
Методологическая рамка	Подход помогает определить конструкт, назначение использования, границы выводов по результатам или логику валидации.
Доменная рамка	Подход объясняет, почему отдельный домен понимается как когнитивный режим работы с типом материала.
Нейробиологический контекст	Подход использовался для понимания механизмов обработки информации и уточнения того, какие задания, стимулы, временные условия и процессуальные показатели могут быть наиболее информативными.
Вторичная интерпретационная рамка	Помогает описывать возможный смысл паттернов, но не является слоем скоринга.
Широкий научный контекст	Направление учитывалось как общий научный фон для разработки методологии, стимулов, тестовых условий и рабочих гипотез, но не является прямым основанием скоринга.

Что является объектом измерения Quantum G.

Рабочее определение конструкта PLN-P

Методология теста Quantum G различает три уровня.

Уровень 1 — ранние нейрокогнитивные предпосылки:

быстрые автоматические процессы обработки информации, которые участвуют в базовой работе восприятия и могут быть косвенно оценены через выполнение специально разработанных заданий, поведенческие показатели и процессуальные данные.

Уровень 2 — высокоуровневая реструктуризация задачи:

более поздний и сложный процесс, связанный со способностью перестраивать первоначальную рамку задачи, менять рабочую репрезентацию и находить новый принцип решения. Quantum G не измеряет этот механизм напрямую.

Уровень 3 — проявленный акт принципиальной новизны:

уже созданная новая идея, открытие, изобретение или другое достижение; это отдалённый результат развития, обучения, среды и длительной практики, что также не является предметом прямого измерения тестом.

В этой логике тест Quantum G работает только на уровне 1. Тест не измеряет готовую гениальность, не наблюдает акт создания новой идеи и не измеряет мозговую активность напрямую.

Рабочий конструкт PLN-P

В методологии Quantum G используется рабочий конструкт Потенциал новизны на уровне принципа (Principle-Level Novelty Potential, PLN-P). Он обозначает латентный доменно-дифференцированный нейрокогнитивный профиль ранних структурно-функциональных предпосылок к будущей высокоуровневой научной, технической, исследовательской или иной доменно-релевантной креативности.

Под такой креативностью понимается не просто способность давать необычные ответы, улучшать существующие решения или комбинировать уже известные элементы. Речь идёт о потенциальной способности в дальнейшем приходить к решениям и идеям, которые меняют исходную рамку задачи: позволяют увидеть новый принцип, построить новую модель объяснения, предложить иной способ действия или по-новому организовать проблемное поле.

PLN-P не наблюдается напрямую и не описывает актуальную способность ребёнка уже сейчас создавать принципиально новые идеи. Конструкт относится к более раннему уровню — индивидуальной конфигурации автоматических и имплицитных способов обработки информации, проявляющихся в сенсорном кодировании, перцептивной организации, отборе релевантных признаков, извлечении скрытой структуры, работе с пространственными, функциональными и материальными отношениями, обнаружении рассогласований и моделировании возможных изменений задачи. В методологии Quantum

Г эти особенности рассматриваются как структурно-функциональные предпосылки более поздней способности перестраивать рамку задачи и находить новый принцип решения.

Профиль PLN-P выводится по совокупности наблюдаемых показателей выполнения в специально спроектированных тестовых условиях. Он собирается из нескольких компонентных параметров: имплицитного извлечения скрытой структуры, автоматической группировки и компрессии признаков, достраивания недостающего, чувствительности к структурно близкому, но ошибочному варианту (near-miss) и значимым рассогласованиям, контекстного перевзвешивания, удержания инварианта при изменении внешней формы и устойчивости обработки под шумом, временем и конкуренцией сигналов.

В публичных материалах проекта этому рабочему конструкту соответствуют авторские понятия «потенциал гениальности» и «зоны потенциала гениальности». Потенциал гениальности обозначает сам латентный профиль PLN-P, а зоны потенциала гениальности — его доменные проявления, то есть области содержания, в которых ранние автоматические процессы ребёнка проявляются наиболее устойчиво, естественно и функционально зрело.

Конститутивная доменность: в методологии Quantum G PLN-P не рассматривается как «чистая» общая способность вне содержания. Общими являются вычислительные процессы, но они всегда проявляются на определённом типе обрабатываемого материала: числовом, пространственном, физико-динамическом, материально-вещественном, техническом или социально-прагматическом. Поэтому результат Quantum G интерпретируется не как единый общий балл, а как профиль того, какие ранние автоматические способы обработки информации преимущественно вовлекаются в разных доменных режимах.

Демаркация: PLN-P относится к до-механизменному и до-продуктивному уровню. Он предшествует не только готовому творческому продукту, но и самой репрезентативной перестройке. PLN-P не тождественен IQ, флюидному интеллекту, дивергентному мышлению, уровню уже

освоенных знаний и навыков, учебным достижениям или уже проявленной творческой продуктивности.

Границы использования результата: связь между ранним доменно-дифференцированным профилем и последующими формами принципиальной новизны рассматривается как теоретически обоснованная гипотеза и требует дальнейшей проверки: через лонгитюдное наблюдение, оценку устойчивости профилей во времени и проверку того, способствует ли профиль-ориентированное обучение более выраженному развитию соответствующих сильных сторон и последующей манифестации новизны на уровне принципа.

Карта научных подходов и их вклад в методологию Quantum G

I. Конструкт, логика анализа и границы допустимых выводов

1. Теория оценивания и психометрическая основа

Статус связи: методологическая рамка для позиционирования теста, описания назначения использования, границ применения и программы валидации.

Что изучает: Эта линия изучает, как обосновывается смысл результата теста: какой конструкт лежит в основе инструмента, для какой цели используется результат, какие процессы ответа должны быть связаны с заявленной моделью результата и где проходят пределы допустимых выводов.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта рамка используется для описания системы как ориентированной на конструкт и включающей анализ хода выполнения заданий в рамках заранее заданной модели результата. Она помогает зафиксировать, что Quantum G не является IQ-тестом, тестом достижений, инструментом диагностики или произвольным ИИ-выводом. Результат формируется через заранее определённый аналитический контур: установленные правила обработки данных, расчёт предусмотренных методологией параметров, контроль качества и автоматизированную сборку отчёта по утверждённой структуре. Эта же рамка задаёт, какие утверждения о результате допустимы на текущем этапе, а какие требуют дальнейшей эмпирической проверки в рамках программы валидации.

Границы допустимых выводов: Наличие психометрической/оценочной рамки не доказывает валидность Quantum G само по себе; она задаёт правила, по которым эта валидность должна быть проверена.

2. Процессно-ориентированное оценивание

Статус связи: Методологическая рамка и прямая опора для слоя процессуальных данных.

Что изучает: Подход к оцениванию процесса выполнения заданий рассматривает, как данные о ходе выполнения (время, траектории выбора, паттерны взгляда, задержки, ошибки, самокоррекция и изменения стратегии) могут использоваться как данные о процессе ответа, то есть как данные о том, каким образом формировался итоговый ответ в заданных тестовых условиях.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G это поддерживает анализ не только итогового ответа, но и хода выполнения заданий. Процессуальные данные используются как дополнительный слой доказательств: они помогают уточнять, как ребёнок отбирал информацию, распределял внимание, реагировал на конкурирующие сигналы, стабилизировал выбор и справлялся с ограничением времени, неопределённостью или шумом.

Данные о взгляде могут использоваться как один из процессуальных каналов: они помогают описывать, к каким элементам ребёнок обращается в первую очередь, возвращается ли к структурно значимым признакам, задерживается ли на салиентной приманке и как меняется траектория обследования задания. Быстрые мимические и поведенческие признаки могут использоваться только как вспомогательные сигналы стоимости обработки, перегрузки, потери вовлечённости, технической проблемы или условий, при которых данные требуют дополнительного контроля качества.

Эти данные связывают тестовую процедуру, специализированные ИИ-подсистемы, контроль качества и формирование результата в едином аналитическом контуре.

Границы допустимых выводов: Процессуальные показатели не должны интерпретироваться изолированно. Один паттерн взгляда, мимический маркер или тип ошибки не является самостоятельным доказательством профиля. Такие данные имеют значение только в совокупности с архитектурой конкретного задания, итоговым ответом, качеством

входных данных и заранее заданными правилами аналитического контура.

Мимические маркеры не являются эмоциональной диагностикой, медицинским выводом, психологической оценкой состояния ребёнка или биометрической идентификацией.

II. Ранние когнитивные системы, нейроразвитие и индивидуальные различия

3. Теория базовых знаний и когнитивные основы развития

Статус связи: доменная рамка для понимания ранних когнитивных предпосылок и их роли в развитии.

Что изучает: Исследования базовых систем познания (Core Knowledge) показывают, что ребёнок не начинает развитие с пустого листа: с раннего возраста у него есть структурированные системы представления объектов, числа, пространства и агентности. Эти системы направляют последующее обучение и взаимодействие со средой.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта линия частично используется для обоснования идеи раннего когнитивного основания: тест не ищет школьные знания и не оценивает уже накопленные навыки, а работает с тем, как базовые системы восприятия и обработки информации проявляются у ребёнка в специально созданных тестовых условиях. Этот подход также поддерживает раннюю возрастную применимость теста и доменную архитектуру зон Quantum G.

Границы допустимых выводов: Базовые системы познания не доказывают наличие уже сформированных “зон гениальности”. Этот подход обосновывает существование ранних когнитивных оснований, на которых может строиться последующее развитие, но индивидуальный профиль Quantum G требует собственной эмпирической проверки.

4. Ранние предикторы и предпосылки дальнейшего развития

Статус связи: Эмпирический прецедент.

Что изучает: Эта линия изучает, могут ли ранние невербальные или имплицитные показатели быть связаны с более поздней обучаемостью, доменной компетентностью и траекториями развития.

Как это учитывалось в Quantum G: Для Quantum G эти исследования важны как эмпирический прецедент: они показывают, что ранние показатели, не сводимые к уже освоенным знаниям или учебным достижениям, могут быть связаны с последующим доменным развитием. Особенно значимы данные о связи довербальное чувство числа с последующим математическим развитием и пространственная способность с дальнейшими траекториями в естественно-научных, технических, инженерных и математических областях. В методологии Quantum G эта линия поддерживает понимание теста как инструмента оценки потенциала развития и задаёт ориентир для собственной программы лонгитюдной проверки.

Границы допустимых выводов: Эти исследования не доказывают прогностическую силу Quantum G. Они задают прецедент и стандарт того, какую проверку должен пройти сам тест.

5. Теории повторного нейронального переиспользования, нейронного рециклинга и смешанной селективности

Статус связи: нейрокогнитивная рамка для понимания эволюционно более ранних ресурсов, функциональной смещённости нейронных контуров и нестрогой модульной организации сложных когнитивных функций.

Что изучает: Нейронное переприиспособление культурно поздних навыков (neuronal recycling) описывает, как культурно поздние навыки, например, чтение, письмо, символический счёт и арифметика, осваивают эволюционно более ранние, уже организованные нейронные контуры и корковые карты. Эти навыки не возникают на полностью новом нейронном субстрате: они накладываются на ранее сформированные системы, используя их вычислительные возможности и одновременно наследуя их ограничения.

Нейронное переиспользование (neural reuse) рассматривает эту логику шире: локальные нейронные контуры, сформированные в ходе эволюции или развития для одних функций, могут включаться в новые функциональные коалиции и использоваться для других задач, часто не

теряя исходной роли. В этой рамке мозг не понимается ни как набор жёстких модулей с одной фиксированной функцией, ни как полностью универсальная недифференцированная система. Отдельные контуры обладают функциональной дифференциацией, то есть предрасположенностью к определённым типам входа, обработки и выхода, но могут участвовать в разных когнитивных конфигурациях.

Смешанная селективность (mixed selectivity) дополняет эту картину на уровне нейронного кодирования: нейроны и нейронные популяции могут быть чувствительны не к одному изолированному признаку, а к сочетаниям параметров задачи. Это повышает гибкость вычислений и поддерживает представление о сложных когнитивных функциях как распределённых и контекстно-зависимых, а не жёстко привязанных к одному модулю.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта линия используется как нейрокогнитивный контекст для описания того, почему сложные культурные и доменные формы мышления не следует понимать как возникающие “с нуля” или как привязанные к отдельным анатомическим зонам мозга. Она поддерживает модель, согласно которой поздние навыки и доменные формы обработки могут надстраиваться на эволюционно более ранние, уже организованные нейрокогнитивные ресурсы, которые имеют собственные функциональные смещения и ограничения.

Границы допустимых выводов: Quantum G не измеряет нейронное переиспользование, нейронное переприспособление культурно поздних навыков, смешанную селективность или активность конкретных нейронных сетей. Эти подходы не доказывают профиль ребёнка напрямую. Их роль объяснительная и демаркационная: они задают нейрокогнитивный контекст, в котором доменные профили Quantum G не сводятся ни к школьным предметам, ни к отдельным анатомическим локализациям.

6. Нейробиология развития

Статус связи: Нейроразвитийный контекст; не прямой слой скоринга.

Что изучает: Эта область изучает пластичность развивающегося мозга, синаптическую избыточность и синаптическую элиминацию, миелинизацию, чувствительные периоды, созревание корковых и подкорковых систем, а также влияние среды на скорость и профиль развития.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G исследования нейробиологии развития используется как контекст для обоснования раннего тестирования и последующей развивающей поддержки. Детство и подростковый возраст рассматриваются как период высокой нейропластичности. Поэтому раннее тестирование рассматривается как способ увидеть индивидуальные особенности обработки информации на этапе, когда развитие ещё особенно чувствительно к среде, обучению и направленной поддержке. Эта линия также поддерживает возрастную адаптацию заданий и необходимость лонгитюдной проверки устойчивости профилей.

Границы допустимых выводов: Quantum G не измеряет синаптическую элиминацию, миелинизацию или чувствительные периоды напрямую. Эти исследования задают контекст развития, а не отдельный показатель теста.

III. Сенсорное кодирование, перцептивная обработка и пространственно-действенная организация

7. Вычислительные и байесовские теории зрительного восприятия

Статус связи: научный контекст для проектирования визуальных условий, работы с неполным и неоднозначным входом и анализа процесса выполнения заданий.

Что изучает: Эта линия рассматривает зрение не как пассивную регистрацию сенсорного входа, а как активное построение представления о структуре сцены. Идея бессознательного вывода восходит к Гельмгольцу и описывает восприятие как активное построение наиболее вероятной структуры сцены: зрительная система не просто получает изображение, а достраивает его на основе неполного и неоднозначного входа. Вычислительное зрение, прежде всего в традиции Марра, рассматривает зрение как вычислительную задачу построения представлений — от раннего описания изображения к более организованной структуре объектов, поверхностей, глубины и сцены. Байесовское восприятие формализует эту логику через вероятностный вывод: восприятие понимается как оценка наиболее вероятной причины сенсорного сигнала с учётом неопределённости, предшествующих ожиданий и поступающих данных.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта рамка учитывалась при проектировании заданий с фрагментированным, деградированным, неоднозначным или конфликтным визуальным входом. Такие условия важны, потому что они делают наблюдаемыми различия в том, как зрительно-перцептивная система ребёнка группирует элементы, достраивает недостающую структуру, выделяет скрытый принцип, реагирует на рассогласование и стабилизирует ответ при ограниченном времени. В более широкой методологической логике эта линия поддерживает понимание теста как инструмента, работающего не только с итоговым выбором, но и с ранним уровнем построения внутренней модели входящего материала.

Границы допустимых выводов: Результаты Quantum G могут использоваться как косвенные показатели определённых способов обработки визуальной информации, но не как прямое измерение мозговой активности, состояния конкретных нейронных сетей или работы отдельных физиологических механизмов у ребёнка.

8. Психофизика и теория обнаружения сигнала

Статус связи: Прямая операциональная опора для базового сенсорного слоя, параметризации стимулов, контроля различимости сигнала и снижения вариативности, не связанной с конструктом.

Что изучает: Психофизика изучает, как физические параметры стимула (контраст, длительность, интенсивность, различимость, шум, пространственная частота, цвет, громкость или ритм) связаны с восприятием и поведенческим ответом. Теория обнаружения сигнала (Signal Detection Theory, SDT) помогает разделять чувствительность к сигналу и критерий ответа: например, осторожность, импульсивность, рискованный выбор или консервативную стратегию в условиях неопределённости.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта линия особенно важна для тех блоков, где задания относительно изолированно нагружают базовые вычисления визуальной и аудиальной обработки. Психофизическая логика использовалась при проектировании стимулов с управляемой различимостью: ориентации, пространственной частоты, контраста, цветовых различий, текстуры, длительности предъявления, интенсивности звука, ритма и микродинамики сигнала.

В практической логике теста это поддерживает использование деградированных, зашумлённых, околопороговых (near-threshold) и структурно близких ошибочных стимулов (near-miss), а также заданий, где ребёнок должен выделить структурно значимый сигнал среди конкурирующих признаков. В этой логике психофизика и SDT помогают не смешивать слабую чувствительность к нужному признаку с

импульсивностью, осторожностью, случайным выбором, техническими условиями прохождения или стратегией ответа.

Этот слой обеспечивает измерительную дисциплину базового уровня операционализации PLN-P. Он важен для калибровки стимулов, контроля качества, параметрического дизайна, анализа ошибок и справедливости измерения: стимулы и условия предъявления должны быть достаточно контролируемыми, чтобы нагружать целевой вычислительный параметр, а не отражать случайные различия экрана, звука, освещения, моторной скорости, утомления или общей тревожности.

Границы допустимых выводов: Психофизика и теория обнаружения сигнала не доказывают наличие потенциала гениальности и не измеряют доменно-дифференцированный PLN-P сами по себе. Они описывают нижний измерительный слой процедуры: насколько корректно стимул предъявляет сигнал, насколько ответ чувствителен к шуму и как отделить чувствительность к сигналу от критерия ответа. Quantum G не должен трактоваться как клиническая проверка зрения или слуха; базовые сенсорные задания используются как контролируемые окна в раннюю обработку, а не как медицинская диагностика сенсорных систем.

9. Обработка габоровских паттернов, ориентации и пространственных частот

Статус связи: операциональная нейровизуальная рамка для отдельных заданий базового визуального блока.

Что изучает: Эта линия связана с исследованиями ранней зрительной обработки, прежде всего чувствительности зрительной системы к ориентации, пространственной частоте, контрасту, локальной текстурной организации и регулярностям. Габороподобные паттерны и фильтры часто используются как математическое приближение рецептивных полей простых клеток в ранней зрительной коре и как инструмент для изучения того, как зрительная система выделяет локальную структуру входа.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта рамка учитывалась при проектировании отдельных визуальных заданий первого блока, где важно относительно изолированно нагрузить раннее извлечение структурной оси, регулярности, нарушения паттерна или слабого локального сигнала. Такие стимулы позволяют снизить вклад предметного знания, культурной знакомости и уже освоенных учебных навыков, поскольку ребёнок работает не с узнаваемым содержанием, а с базовыми параметрами зрительной организации. В этой логике габороподобные и пространственно-частотные стимулы относятся к базовому слою процедуры: они помогают сделать наблюдаемыми различия в раннем кодировании визуальной структуры до перехода к более сложным доменным или смысловым заданиям.

Границы допустимых выводов: Габороподобные задания сами по себе не измеряют PLN-P, доменный профиль или «зону потенциала гениальности». Они дают один из контролируемых каналов оценки раннего визуального структурного кодирования и должны рассматриваться только в совокупности с другими заданиями, процессуальными показателями и заранее заданной моделью результата. Quantum G не является методом прямого нейрофизиологического измерения активности первичной зрительной коры, работы простых клеток или других зрительных нейронных механизмов. Задания этого типа используются как поведенческо-психофизические пробы ранней зрительной обработки.

10. Цветовое зрение, оппонентное кодирование цветов и контекстно-зависимое восприятие цвета

Статус связи: операциональная опора для стимулов, в которых цвет используется как релевантный признак, салиентная приманка, элемент группировки или контекстный модификатор.

Что изучает: Исследования цветового зрения описывают оппонентное кодирование колбочек, цветовую константность, влияние контраста, освещения, окружения и контекста на восприятие оттенка и значения цвета. В более широком смысле цвет может участвовать в

распознавании материала, состояния объекта, принадлежности к группе, значимости сигнала и аффективной окраски стимула.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G цвет используется как контролируемый параметр обработки. Он может быть релевантным признаком, салиентной приманкой, способом группировки элементов или сигналом, значение которого меняется в зависимости от контекста задания. Это позволяет проверять, следует ли ребёнок поверхностной яркости и заметности цвета или удерживает более глубокую структурную организацию материала. В этой логике цветовой слой относится к дизайну стимулов, связыванию признаков, приоритизации внимания и контекстно-зависимому восприятию.

Границы допустимых выводов: Цветовой слой не должен трактоваться как тест художественного вкуса, эмоциональной реакции на цвет или личных предпочтений ребёнка. Цвет используется как контролируемый параметр восприятия, внимания и группировки признаков, а не как самостоятельный показатель доменного профиля или психологического состояния.

11. Восприятие материалов и статистика текстур

Статус связи: операциональная опора для отдельных заданий материально-химического слоя; не исчерпывающее описание химического домена.

Что изучает: Исследования восприятия материала изучают, как зрительная система выводит свойства материала или вещества по оптическим признакам: блеску, прозрачности, шероховатости, текстуре, мутности, подповерхностному рассеянию, цвету, градиентам освещения и статистике изображения. Исследования статистики текстуры показывают, что регулярность, распределение элементов, локальные нарушения и малые отклонения в поверхности могут нести информацию о качестве, состоянии, дефекте, примеси или иной фазе материала.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта линия учитывалась для материально-химического режима. Тест не проверяет химию как

дисциплину и знание химических понятий, а может нагружать более ранний слой “материального зрения”.

Границы допустимых выводов: Показатели восприятия материала не доказывают будущую химическую компетентность и не является самостоятельным показателем материально-химического профиля; связь таких ранних показателей с последующим доменным развитием требует эмпирической проверки.

12. Слуховая обработка, гармония, ритм и просодия

Статус связи: Операциональная опора для аудиального, речевого и мультимодального слоя теста.

Что изучает: Исследования слухового восприятия показывают, что мозг быстро извлекает высоту, тембр, ритм, регулярность, нарушение ожидания, гармоничность, паузацию и просодические паттерны. В науке о развитии отдельные ранние слуховые показатели рассматриваются как значимые для последующего языкового развития, обработки речи, предсказания временной структуры и аудиального группирования.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G звук, речь и аудиальные подсказки рассматриваются как отдельный канал обработки информации. Эта линия поддерживает задания и процессуальные показатели, связанные с тем, как ребёнок группирует звуки, улавливает ритм и временную структуру, обрабатывает интонацию и паузы и реагирует на нарушение ожидания. Она также важна для тех случаев, где аудиальный сигнал должен быть сопоставлен с визуальным стимулом, выбором, действием или скрытым правилом внутри задания. В этой логике аудиальный слой относится к базовому слою тестовой процедуры, процессуальным данным речевых заданий и мультимодальному дизайну тестирования.

Границы допустимых выводов: Слуховые задания Quantum G не являются клинической проверкой слуха, логопедической оценкой или диагностикой речевых нарушений. Они используются как контролируемые условия для анализа обработки аудиальных и

мультимодальных паттернов в рамках тестовой процедуры и должны рассматриваться только в совокупности с другими заданиями, качеством входных данных и заранее заданной моделью результата.

13. Восприятие движения, трёхмерной структуры и пространственная обработка для действия

Статус связи: операциональная и доменная опора для физико-динамических, пространственных и инженерно-структурных заданий.

Что изучает: Эта линия изучает, как перцептивная система извлекает движение, глубину, траекторию, направление, опору, устойчивость, пространственные отношения и координаты для действия. Важную роль здесь играет дорсальный зрительный поток, связанный не только с восприятием “где находится объект”, но и с пространственной обработкой для действия: как объект расположен, как он может двигаться, как с ним можно взаимодействовать, и какие отношения поддерживают устойчивость сцены.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта линия учитывалась при проектировании заданий на траектории, перемещение, устойчивость, сборку, выбор действия, прогноз будущего состояния и работу с пространственной конфигурацией. Такие задания позволяют нагружать не только распознавание объекта, но и обработку отношений между объектами, направлением, опорой, возможным движением и действием. В методологии теста этот слой важен для физико-динамических, макроинженерных и микроинженерных заданий, где ребёнок работает с будущим состоянием сцены, структурной устойчивостью или функциональной возможностью действия.

Границы допустимых выводов: В контексте Quantum G эта линия не используется для оценки моторных способностей, ловкости или физической координации ребёнка как самостоятельных качеств. Речь идёт о когнитивно-перцептивной обработке движения, пространства, действия и структурной сцены в рамках тестовых заданий. Такие показатели не должны интерпретироваться изолированно и имеют

значение только в сочетании с другими данными теста и заранее заданной моделью результата.

14. Внутренние модели и прогнозирование возможного состояния

Статус связи: теоретическая рамка для заданий, где важно не только распознавание текущего стимула, но и работа с возможным изменением, скрытой структурой или будущим состоянием системы.

Что изучает: Эта линия объединяет исследования мысленных образов, мысленного вращения, интуитивной физики, механического рассуждения, прогнозирующей симуляции и конструирования сцен и событий. В разных областях они описывают способность человека строить внутренние модели: мысленно вращать объект, прогнозировать траекторию, представить работу механизма, достроить сцену, оценить устойчивость конструкции или предположить, как изменение одного элемента повлияет на состояние целого.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта рамка учитывалась при проектировании заданий, где ребёнку нужно работать не только с тем, что уже дано на экране, но и с возможным будущим состоянием материала или системы, например, какой элемент завершает структуру или как изменение одного компонента меняет всю систему. Этот слой связан с достраиванием структуры, прогнозированием будущего состояния, оценкой структурной устойчивости, предвосхищением траектории, выводом о связи части и функции, физико-динамическими задачами, микроинженерной и макроинженерной логикой.

Границы допустимых выводов: Quantum G не измеряет зрелую ментальную симуляцию, конструктивное воображение или механическое рассуждение как самостоятельные способности. Эта линия используется как теоретический контекст для более ранних поведенческих и процессуальных предпосылок внутреннего моделирования, а не как прямой объект тестирования.

15. Теория аффордансов и функциональное действие

Статус связи: операциональная и доменная рамка для заданий, где важно распознать возможное действие, функцию объекта или критическое отношение между элементами сцены.

Что изучает: Аффордансный подход описывает, как человек воспринимает среду не только как набор визуальных признаков, но и как поле возможных действий. Объект или сцена могут восприниматься через то, что с ними можно сделать: взять, соединить, обойти, использовать как опору, изменить, передать, исправить или встроить в более широкую структуру. Исследования выбора действия дополняют эту рамку, показывая, что в ситуации может конкурировать несколько возможных действий, а выбор зависит от цели, контекста, функциональной роли объекта и ограничений задачи.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта рамка учитывалась при проектировании технических, инженерных, социальных и ориентированных на действие заданий, где ребёнку нужно не просто распознать объект или сцену, а понять, какое действие возможно, какой элемент функционально критичен, какая структура поддерживает действие, а какая нарушает его. Это важно для заданий, связанных с макро- и микроинженерной логикой, социальными аффордансами, выбором действия, функциональной интерпретацией сцены и анализом траектории выбора.

Границы допустимых выводов: В Quantum G аффордансы рассматриваются не как показатель моторной ловкости или физической координации, а как когнитивно-перцептивное считывание возможного действия, функциональной роли объекта и ограничений сцены.

IV. Перцептивная организация, внимание и извлечение скрытой структуры

16. Принципы гештальта, перцептивная организация и восполнение части и целого

Статус связи: прямая операциональная опора для заданий первого блока.

Что изучает: Эта линия показывает, как мозг автоматически организует входящий материал: группирует элементы в устойчивые конфигурации, отделяет фигуру от фона, выделяет целое среди частей, достраивает неполные паттерны и предпочитает более экономную и согласованную организацию входа.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта линия учитывалась при проектировании ряда заданий, которые направлены на анализ ранней организации входа: что ребёнок группирует, где видит целое, какую аномалию замечает, какую структуру удерживает под шумом и насколько устойчиво стабилизирует организацию материала при ограниченном времени. В этой логике данный слой относится к заданиям базового уровня.

Границы допустимых выводов: Эти задания не измеряют саму принципиальную новизну и не доказывают наличие доменно-дифференцированного PLN-P сами по себе.

17. Амодальное достраивание и восстановление целостного образа по неполной информации

Статус связи: операциональная опора для заданий на достраивание структуры.

Что изучает: Исследования амодального достраивания изучают, как зрительная система достраивает скрытые или перекрытые части

объекта, хотя они не представлены напрямую в сенсорном входе. Понятие достраивания паттерна описывает более общий механизм восстановления целого по частичному, фрагментированному или деградированному паттерну.

Как это учитывалось в Quantum G: Задания на достраивание используются как способ наблюдать раннюю способность восстанавливать целое, удерживать скрытую организацию и переходить от фрагмента к более полной структуре.

Граница допустимых выводов: Механизмы амодального достраивания и завершения паттернов не трактуются в Quantum G как прямой показатель воображения, творческого мышления или будущей способности к созданию нового. Результат по таким заданиям имеет значение только как часть общего профиля и не интерпретируется изолированно.

18. Извлечение скрытой структуры и статистическое / структурное обучение

Статус связи: операциональная опора для заданий со скрытым правилом, микропоследовательностей и задач на извлечение латентной структуры.

Что изучает: Статистическое обучение показывает, что даже младенцы способны извлекать скрытые регулярности из потока стимулов даже без прямой инструкции искать правило. Структурное обучение изучает, как организм выявляет, стабилизирует и использует латентную организацию материала для предсказания, выбора и адаптации поведения.

Как это учитывалось в Quantum G: Quantum G строит часть заданий так, чтобы правило не сообщалось явно: оно должно проявиться в структуре стимула, последовательности кадров, ритме предъявления, повторяющихся зависимостях или выборе среди приманок. Это поддерживает логику оценки скрытого слоя обработки, а не только сознательного поиска правила.

Границы допустимых выводов: Извлечение скрытой структуры в тесте не равно готовой способности к принципиальной новизне. Это более ранний автоматический уровень обработки, который может поддерживать дальнейшее обучение и развитие.

19. Перцептивное научение, юнитизация и дифференциация

Статус связи: Методологический мост между ранними особенностями перцептивной обработки и последующим развитием доменной чувствительности, специализации и экспертизы.

Что изучает: Перцептивное научение изучает, как опыт меняет восприятие: человек начинает лучше различать релевантные признаки, объединять элементы в более крупные смысловые единицы, дифференцировать похожие стимулы и замечать тонкие отклонения, которые новичок пропускает. В экспертизе важна не только декларативная память или знание правил, но и перестройка самого восприятия: специалист иначе видит конфигурации, дефекты, оттенки, отношения и структурно значимые признаки.

Как это учитывалось в Quantum G: Quantum G не измеряет уже сформированную экспертизу, но использует эту линию как объяснительный мост между ранним профилем обработки и последующим развитием высокой доменной чувствительности. Если ребёнок быстрее и устойчивее выделяет значимые различия, группирует элементы, замечает аномалии или удерживает структуру под шумом, такие особенности могут рассматриваться как возможные предпосылки будущего обучения и специализации. Эта линия особенно важна для материально-химического режима, технического рассуждения, визуально-пространственных и инженерно-структурных доменов.

Границы допустимых выводов: Высокий результат в раннем перцептивном или структурном блоке не означает, что экспертиза уже сформирована. Он может указывать только на возможные предпосылки,

которые требуют длительного обучения, практики, подходящей среды и последующей проверки в развитии.

20. Инсайт и изменение ментальных представлений

Статус связи: теоретический слой для описания механизма, через который может возникать принципиальная новизна на уровне принципа.

Что изучает: Исследования инсайта показывают, что внезапное решение часто возникает не через простой перебор вариантов внутри уже заданной схемы, а через изменение самой репрезентации задачи: снятие ошибочного ограничения, переосмысление элементов, разбор привычной смысловой единицы на новые части или переход к иной рамке решения. В этой логике инсайт связан не только с нахождением правильного ответа, но и с перестройкой того, как задача представлена для решающего.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта линия используется для различения таланта, обычной креативности и потенциала к новизне на уровне принципа. В методологии PLN-P связан не с количеством идей, общей скоростью решения или демонстрацией готового инсайта в момент теста, а с более ранними предпосылками к перестройке рамки задачи. Инсайт здесь рассматривается не как измеряемый результат теста, а как один из возможных механизмов, через который в дальнейшем может возникать принципиально новая идея: через смену репрезентации задачи, снятие ошибочного ограничения или переход к другому организующему принципу.

Границы допустимых выводов: Quantum G не измеряет сам инсайт, “Ага!”-момент или нейрофизиологические корреляты инсайта напрямую. Тест не делает выводов о работе конкретных нейронных сетей, подавлении внешнего входа или активности мозга ребёнка в момент решения. Исследования инсайта описывают целевой механизм более высокого уровня, тогда как Quantum G оценивает более ранние поведенческие и процессуальные предпосылки, которые в методологии рассматриваются как возможные компоненты будущей способности к

смене репрезентации задачи и выходу к принципиально новой идее или решению.

21. Внимание как механизм отбора, связывания признаков и конкурентной обработки информации

Статус связи: операциональная рамка для заданий на группировку признаков, салиентные приманки, конфликт сигналов, показатели взгляда и временные окна ответа.

Что изучает: Эта линия объединяет исследования о том, как внимание участвует в отборе и связывании признаков. Теория интеграции признаков (Feature Integration Theory) показала, что отдельные признаки (цвет, форма, ориентация, положение) могут обрабатываться отдельно и должны быть связаны в целостный объект; ошибки связывания демонстрируют, что признаки не всегда автоматически принадлежат “правильному” объекту без участия внимания. Более современные модели внимания как отбора и подход смещённой конкуренции сигналов описывают, как разные элементы сцены конкурируют за обработку, а салиентность, цель, ожидание и контекст смещают усиление в сторону одних признаков и ослабляют другие. Подход активного отбора информации добавляет, что внимание реализуется не только через внутреннее усиление сигнала, но и через взгляд, фиксации, сканирование и последовательность просмотра сцены.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта рамка учитывалась при проектировании заданий, где ребёнку нужно не просто заметить отдельный признак, а связать правильные признаки в правильную структуру и не сорваться на яркую, крупную, привычную или поверхностно привлекательную приманку. Это важно для заданий на группировку, структурно близкий контрпример (near-miss), скрытую структуру, конфликт каналов, порядок предъявления и условия, где правильный ответ не совпадает с самым салиентным стимулом. В этой логике анализируется контекстно-специфический отбор значимого сигнала внутри конкретной тестовой задачи: что ребёнок выбирает как релевантное, какие признаки связывает, как распределяет взгляд, где

возникает первая фиксация, как меняется траектория сканирования и насколько устойчиво удерживается структурно значимый сигнал под конкуренцией признаков.

Границы допустимых выводов: Quantum G не измеряет внимание как клиническую функцию и не делает выводов о наличии или отсутствии нарушений внимания. Эта линия используется для описания того, как в рамках конкретных заданий происходит отбор, связывание и приоритизация признаков. Показатели этого слоя не должны интерпретироваться изолированно: они имеют значение только в сочетании с архитектурой задания, итоговым ответом, процессуальными данными и заранее заданной моделью результата.

22. Чанкинг, временная сегментация и дизайн на основе последовательностей

Статус связи: операциональная рамка для временной структуры заданий, микропоследовательностей, порядка предъявления стимулов и ограниченных окон ответа.

Что изучает: Исследования чанкинга (chunking) и временной сегментации / сегментации событий показывают, что мозг не обрабатывает поток информации как непрерывную и равномерную последовательность отдельных элементов. Он группирует входящий материал в более крупные единицы, выделяет границы событий, связывает элементы в последовательности и использует предыдущий контекст для подготовки обработки следующего сигнала. Поэтому порядок предъявления, длительность показа, паузы, переходы между стимулами и момент появления значимого признака могут влиять на то, как формируется ответ.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта линия учитывалась при проектировании микропоследовательных заданий, ограниченных окон предъявления и ответа, последовательностей стимулов и условий, где один микростимул создаёт контекст обработки для следующего. Это позволяет наблюдать не только статическое знание или итоговый выбор, но и динамику переключения, удержания структуры, обновления

ожидания и стабилизации ответа во времени. В методологии теста этот слой связан с временным дизайном заданий, микропоследовательностями, последовательным праймингом, архитектурой окон ответа и ситуациями, где порядок событий является частью измерительной логики.

Границы допустимых выводов: Чанкинг и временная сегментация не измеряются в Quantum G как отдельные нейрофизиологические процессы или самостоятельные показатели результата. Речь идёт о наблюдаемых поведенческих и процессуальных показателях того, как ребёнок обрабатывает последовательность, удерживает временную структуру и реагирует в заданном окне ответа.

V. Режимы обработки, рассогласование и устойчивость профиля

23. Автоматизация и декомпозиционная автоматизация навыков

Статус связи: методологическая опора для коротких временных окон и корректного языка описания быстрых автоматических процессов.

Что изучает: Современные модели автоматичности (automaticity) рассматривают автоматичность не как бинарное свойство, а как совокупность частично независимых параметров: скорости, усилия, контролируемости, намеренности, осознаваемости и зависимости от цели. Один и тот же процесс может быть быстрым, низкозатратным и слабо вербализуемым, но при этом не быть полностью бессознательным или полностью неконтролируемым.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта рамка используется для точного описания того слоя обработки, на который ориентирован тест. Система не заявляет строгую сублиминальную обработку: ребёнок сознательно воспринимает инструкцию и стимулы. Однако критические операции извлечения структуры, выбора значимого сигнала и стабилизации ответа могут протекать быстро, имплицитно и быть ограниченно доступными явному отчёту. Поэтому временная логика теста, короткие окна предъявления и ответа, а также язык конструкта опираются на понимание автоматичности как многокомпонентного свойства, а не на представление о полной неосознаваемости процесса.

Границы допустимых выводов: Не каждое быстрое действие является релевантным индикатором конструкта: значение имеет только тот ответ, который возникает в рамках специально спроектированной задачи, качества входных данных и заранее заданной модели результата.

24. Активное и предиктивное восприятие (предиктивная обработка информации)

Статус связи: Вторичная интерпретационная рамка.

Что изучает: Предиктивная обработка описывает восприятие как активный процесс порождения предсказаний и обновления внутренней модели при рассогласовании с входящим сигналом. В более широких версиях эта рамка связывает восприятие, действие, внимание и обучение.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G предиктивный язык используется как способ описания отдельных аспектов процессуального слоя. Эта рамка помогает описывать скрытую структуру, почти совпадающие стимулы (near-miss), рассогласование, ошибку предсказания, неопределённость, перевешивание признаков, обновление рабочей схемы задачи и активное обследование входящего материала. Она особенно полезна для заданий, где ребёнок сталкивается с неполным, неоднозначным или конфликтным входом и должен перестроить способ обработки.

Границы допустимых выводов: Quantum G не реализует скоринг как формально заданную модель предиктивного кодирования, активного вывода или принципа свободной энергии: в системе не задаются математически специфицированные априорные ожидания, ошибки предсказания, веса точности или вариационная свободная энергия. Предиктивная рамка используется как дополнительный интерпретационный словарь, а не как единственная теория теста.

25. Обнаружение несоответствий и структурных аномалий

Статус связи: операциональная опора для заданий со структурно близкими ошибочными вариантами), аномалиями и структурными нарушениями.

Что изучает: Эта линия объединяет исследования того, как человек обнаруживает отклонения от ожидаемой или уже выявленной структуры:

нарушение регулярности, аномалию, структурно близкий ошибочный вариант (near-miss), конфликт признаков или несоответствие между поверхностной похожестью и внутренним правилом.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта линия учитывалась при проектировании заданий со структурно близкими контрпримерами (near-miss) и аномалиями: вариантов, которые внешне почти совпадают с правильным паттерном, но нарушают его скрытый принцип. В таких заданиях значим не сам факт реакции на яркое, новое или необычное, а способность распознать структурное нарушение: отклонение от регулярности, нарушение логики группировки, изменение инварианта или конфликт между поверхностной похожестью и внутренним правилом. В методологии теста этот слой связан с чувствительностью к рассогласованию, обнаружением аномалий и условиями, которые могут запускать пересмотр рабочей схемы задачи.

Границы допустимых выводов: Quantum G не регистрирует нейрофизиологические маркеры рассогласования и не требует использования электроэнцефалографии (ЭЭГ), вызванных потенциалов мозга (ERP), функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) или других методов прямого измерения мозговой активности для интерпретации этих заданий. В рамках теста речь идёт о поведенческих и процессуальных проявлениях того, как ребёнок работает с нарушением структуры. В методологии Quantum G почти совпадающий ошибочный стимул (near-miss) понимается как структурно близкий ошибочный вариант, который похож на правильный паттерн, но нарушает его организующий принцип. Речь идёт не о мотивационном эффекте «почти получилось» или эффекте ожидания вознаграждения (reward effect).

26. Циркадная и состояниезависимая вариативность

Статус связи: методологический контекст для трёхсессионного дизайна, контроля условий прохождения и анализа устойчивости профиля.

Что изучает: Эта линия объединяет исследования о том, что выполнение когнитивных задач может зависеть не только от устойчивых

индивидуальных особенностей, но и от текущего состояния ребёнка: уровня бодрствования, усталости, перегрузки, времени суток, стресса, мотивации и условий прохождения. Один и тот же ребёнок может демонстрировать разные скорость, устойчивость внимания, готовность к исследованию материала и точность ответа в зависимости от того, когда и в каком состоянии он проходит задание.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта рамка учитывалась прежде всего при проектировании трёхсессионного дизайна. Цель такого дизайна — снизить риск того, что итоговый профиль будет чрезмерно зависеть от случайного состояния ребёнка в одной конкретной сессии: усталости, неблагоприятного времени суток, временного снижения внимания, перегрузки или внешних условий прохождения. Поэтому состояние ребёнка рассматривается как фактор, который необходимо учитывать при организации процедуры, контроле качества данных и анализе устойчивости профиля между сессиями.

Границы допустимых выводов: Quantum G не измеряет физиологическое состояние ребёнка напрямую. Трёхсессионный дизайн используется не для оценки циркадных ритмов, а для снижения влияния временной вариативности состояния на итоговый профиль.

VI. Доменная архитектура Quantum G: эволюционные и когнитивные основания

27. Эволюционные рамки

Статус связи: широкий эволюционный и культурно-эволюционный концептуальный контекст для объяснения логики доменной модели Quantum G; не относится к системе скоринга и не является самостоятельным основанием для интерпретации индивидуального результата.

Что изучает: Этот блок объединяет несколько эволюционных и культурно-эволюционных направлений: подходы к конструированию ниши (niche construction) и преобразованию среды, исследования

орудийной деятельности, питания, приготовления пищи и добывания ресурсов, гипотеза социального мозга (social brain hypothesis), эволюция языка (language evolution), культурная эволюция (cultural evolution), кумулятивная культура (cumulative culture) и совместная интенциональность (shared intentionality).

В совокупности эти подходы показывают, что человеческое познание формировалось вокруг устойчивых задач действия и адаптации: ориентации в среде, работы с количеством и пространством, прогнозирования движения и причинности, обработки вещества и ресурсов, создания инструментов и конструкций, социальной координации, коммуникации и передачи накопленных способов действия.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эта рамка использовалась для общей логики доменной архитектуры: зоны теста рассматриваются как разные способы работы с устойчивыми классами задач. Поэтому математический, физико-динамический, материально-химический, микроинженерный, макроинженерный и социально-коммуникативный домены описываются как режимы обработки материала, действия, среды и социальной координации.

Границы допустимых выводов: Эволюционная правдоподобность доменной архитектуры не доказывает корректность индивидуального результата и не заменяет эмпирическую валидацию теста.

28. Когнитивные основания доменных режимов

Ключевые исследовательские линии: раннее математическое познание и развитие числовых представлений; пространственное и геометрическое мышление; интуитивная физика и причинно-динамическое рассуждение; восприятие материала, вещества и скрытых свойств объектов; техническое и механическое рассуждение; пространственно-системное и сценное мышление; социальное познание; прагматическая коммуникация; ранние языково-коммуникативные предпосылки; социальное обучение и передача норм.

Статус связи: теоретическая основа для построения доменов Quantum G; не является самостоятельной моделью оценки и не представляет собой исчерпывающее описание каждого домена.

Что изучает: Этот блок объединяет исследовательские линии, которые имеют убедительную опору в когнитивной науке, науке о развитии, исследованиях восприятия, действия, социального познания и ранних доменных способностей. К ним относятся исследования числа и величины, пространственного и геометрического мышления, интуитивной физики, восприятия материала и вещества, технического рассуждения, пространственно-структурного мышления, социального познания и прагматической коммуникации.

В совокупности эти подходы показывают, что разные типы материала и задач могут требовать разных режимов обработки: количества, порядка, инварианта, движения, причинности, вещества, превращения, инструмента, конструкции, сцены, действия, социальных ролей, намерений, норм и передачи смысла между людьми. Для ряда этих линий также существуют эмпирические данные о связи ранних показателей с последующим развитием доменных навыков, обучаемости или специализации.

Как это учитывалось в Quantum G: В Quantum G эти исследовательские линии учитывались при построении доменной архитектуры теста. Они помогли описать зоны как разные режимы работы с материалом: числовым, пространственным, физико-динамическим, материально-химическим, техническим, инженерно-структурным и социально-коммуникативным.

При этом ни один из подходов не является единственным объяснением соответствующей зоны. Математическая зона не сводится только к приблизительному чувству числа (approximate number sense), физико-динамическая — только к интуитивной физике (intuitive physics), материально-химическая — только к восприятию материала (material perception), инженерные зоны — только к техническому рассуждению (technical reasoning), а коммуникационная зона — только к социальному познанию (social cognition) или эволюции языка (language evolution). Эти исследовательские линии использовались как сходящиеся научные

основания (converging evidence) для того, чтобы строить домены Quantum G вокруг типов обработки материала, действия, структуры и социальной координации, но они не заменяют собственную модель результата Quantum G.

Границы допустимых выводов: Наличие исследовательской опоры для доменной архитектуры не доказывает индивидуальный результат Quantum G и не заменяет эмпирическую валидацию теста. Профиль конкретного ребёнка должен обосновываться данными самого теста и в дальнейшем проверяться на независимых данных, включая наблюдаемые траектории развития, образовательные данные, экспертные оценки и последующие достижения в релевантных доменах.

Приложение А. Сводная карта подходов

Таблица ниже служит быстрым навигатором по научным подходам, теориям и исследовательским направлениям, которые учитывались при разработке теста Quantum G.

Раздел / Подход	Тип вклада	Основные авторы и исследования	Роль в методологии Quantum G
I. Конструкт, логика анализа и границы допустимых выводов Assessment Theory and Psychometric Framework	Методологическая рамка	Messick, Kane, AERA/APA/NCME Standards, Cronbach	Формирует логику валидности, назначение использования (intended use), границы допустимых выводов и требования к доказательной базе результата.
I. Конструкт, логика анализа и границы допустимых выводов Process-Based Assessment and Response-Process Evidence	Методологическая и операциональная рамка	Embretson, Mislevy, Pellegrino, Leighton & Gierl	Обосновывает использование процессуальных данных (process-level) данных как дополнительного источника информации о способе решения задачи, а не только о конечном ответе.
II. Ранние когнитивные системы, нейроразвитие и индивидуальные различия Core Knowledge and Developmental-Cognitive Foundations	Доменная рамка для понимания ранних предпосылок развития (developmental foundation)	Spelke, Carey, Baillargeon, Wynn, Gelman	Используется как основание для проектирования заданий, опирающихся на ранние системы представления объектов, количества, пространства, причинности и агентности.
II. Ранние когнитивные системы, нейроразвитие и индивидуальные различия Developmental Predictors and Early Antecedents	Эмпирический прецедент	Moffitt, Caspi, Bornstein, Rose, Colombo	Поддерживает идею поиска ранних когнитивных предпосылок, потенциально связанных с последующими траекториями развития.

Раздел / Подход	Тип вклада	Основные авторы и исследования	Роль в методологии Quantum G
II. Ранние когнитивные системы, нейроразвитие и индивидуальные различия <i>Neural Reuse, Neuronal Recycling and Mixed Selectivity</i>	Нейрокогнитивный background	Anderson, Dehaene, Rigotti, Fusi	Используется как теоретическое объяснение того, почему сложные доменные способности могут строиться на переиспользовании более общих вычислительных механизмов.
II. Ранние когнитивные системы, нейроразвитие и индивидуальные различия <i>Developmental Neurobiology</i>	Нейроразвитийный контекст	Johnson, Knudsen, Hensch, Stiles	Поддерживает возрастную адаптацию заданий, учёт пластичности и ограничений интерпретации результатов на ранних этапах развития.
III. Сенсорное кодирование, перцептивная обработка и пространственно-действенная организация <i>Computational and Bayesian Theories of Visual Perception</i>	Научный контекст визуального дизайна	Marr, Knill, Kersten, Yuille, Friston	Поддерживает задания, где ребёнок не просто распознаёт стимул, а активно достраивает структуру, выделяет вероятную организацию материала и работает с неполным, неоднозначным или конфликтным входом.
III. Сенсорное кодирование, перцептивная обработка и пространственно-действенная организация <i>Psychophysics and Signal Detection Theory</i>	Прямая операциональная опора	Fechner, Stevens, Green & Swets, Macmillan & Creelman	Используется для контроля сложности стимулов, различимости сигналов, уровня шума и анализа чувствительности к релевантным признакам.
III. Сенсорное кодирование, перцептивная обработка и пространственно-действенная организация <i>Gabor-Like Patterns, Orientation and Spatial-Frequency Processing</i>	Операциональная нейровизуальная рамка	Hubel & Wiesel, Daugman, Field	Поддерживает задания на извлечение локальной структуры, ориентации, пространственной частоты и слабых визуальных закономерностей.
III. Сенсорное кодирование, перцептивная обработка и пространственно-действенная организация <i>Color Vision, Cone-Opponent Coding and Context-Sensitive Color Perception</i>	Операциональная опора	Young, Helmholtz, Land, Gegenfurtner	Используется при проектировании заданий, где цвет выступает как структурный признак, источник группировки, контекстный сигнал или приманка.
III. Сенсорное кодирование, перцептивная обработка и пространственно-действенная организация <i>Material Perception and Texture Statistics</i>	Операциональная опора для материально-химического слоя	Gibson, Adelson, Fleming, Motoyoshi	Поддерживает задания на распознавание материала, состояния поверхности, скрытых физических свойств и материальных аномалий.
III. Сенсорное кодирование, перцептивная обработка и пространственно-действенная организация <i>Auditory Processing, Harmony, Rhythm and Prosody</i>	Операциональная опора	Bregman, Patel, Trainor, Goswami	Используется при проектировании аудиальных и мультимодальных заданий, связанных с ритмом, сегментацией, просодией и нарушением ожиданий.
III. Сенсорное кодирование, перцептивная обработка и пространственно-действенная организация <i>Motion, 3D Structure and Spatial-for-Action Processing</i>	Операциональная и доменная опора	Gibson, Goodale & Milner, Warren, Cutting	Поддерживает задания на траектории, устойчивость, пространственные отношения, движение, сборку и анализ будущего состояния пространственной конфигурации.

Раздел / Подход	Тип вклада	Основные авторы и исследования	Роль в методологии Quantum G
III. Сенсорное кодирование, перцептивная обработка и пространственно-действенная организация Internal Models and Forward Simulation	Проектная и теоретическая рамка	Shepard, Kosslyn, Wolpert, Battaglia, Hegarty	Используется в заданиях, требующих прогнозирования изменений системы, достраивания структуры, оценки устойчивости и моделирования возможного состояния объекта или сцены.
III. Сенсорное кодирование, перцептивная обработка и пространственно-действенная организация Affordance Theory and Functional Action	Операциональная и доменная рамка	Gibson, Norman, Cisek, Tucker & Ellis	Поддерживает задания, где необходимо определить функциональную роль объекта, возможное действие, критический элемент системы или ограничение сцены.
IV. Перцептивная организация, внимание и извлечение скрытой структуры Gestalt Principles, Perceptual Organization and Part-Whole Completion	Прямая операциональная опора	Wertheimer, Köhler, Koffka, Palmer	Используется при проектировании заданий на группировку, организацию целого, фигуру-фон и структурное достраивание паттернов.
IV. Перцептивная организация, внимание и извлечение скрытой структуры Amodal Completion and Pattern Completion	Прямая операциональная опора	Kanizsa, Kellman, Shipley	Поддерживает задания, где необходимо восстановить скрытую, перекрытую или частично отсутствующую структуру.
IV. Перцептивная организация, внимание и извлечение скрытой структуры Hidden Structure Extraction and Statistical / Structural Learning	Прямая операциональная опора	Saffran, Aslin, Newport, Fiser, Turk-Browne	Используется для задания со скрытым правилом и задач, где правило должно быть извлечено из структуры стимулов без прямой инструкции.
IV. Перцептивная организация, внимание и извлечение скрытой структуры Perceptual Learning, Unitization and Differentiation	Методологический мост	Gibson, Goldstone, Kellman	Поддерживает представление о постепенном формировании чувствительности к структурным различиям и скрытым признакам материала.
IV. Перцептивная организация, внимание и извлечение скрытой структуры Insight, Frame Release and Representational Change	Дополнительный теоретический контекст	Duncker, Ohlsson, Knoblich, Schooler	Используется как теоретический контекст для понимания смены репрезентации задачи.
IV. Перцептивная организация, внимание и извлечение скрытой структуры Attention as Selection, Feature Binding and Biased Competition	Операциональная рамка	Treisman, Desimone, Duncan, Kastner	Поддерживает задания, где необходимо выделить релевантные признаки, подавить конкурирующие сигналы и удержать структуру задачи.
IV. Перцептивная организация, внимание и извлечение скрытой структуры Chunking, Temporal Segmentation and Sequence-Based Design	Операциональная рамка	Miller, Gobet, Simon, Zacks	Используется при проектировании микропоследовательностей, временной структуры предъявления и скрытых зависимостей между событиями.

Раздел / Подход	Тип вклада	Основные авторы и исследования	Роль в методологии Quantum G
V. Режимы обработки, ресурсы и состояние когнитивной системы Automaticity and Decompositional Automaticity	Методологическая опора	Schneider & Shiffrin, Logan, Moors	Даёт язык описания быстрых, низкокзатратных и частично автоматизированных компонентов обработки, используемых в ряде заданий Quantum G.
V. Режимы обработки, ресурсы и состояние когнитивной системы Active and Predictive Perception / Predictive Processing	Вторичная интерпретационная рамка	Helmholtz, Rao & Ballard, Friston, Clark	Используется как общий язык описания предсказания, неопределённости, обновления гипотез и работы с рассогласованием.
V. Режимы обработки, ресурсы и состояние когнитивной системы Mismatch and Structural Anomaly Detection	Операциональная опора	Näätänen, Winkler, Chao, Summerfield	Поддерживает задания на обнаружение структурных нарушений, структурно близких контрпримеров (near-miss variants), конфликтов признаков и скрытых аномалий.
V. Режимы обработки, ресурсы и состояние когнитивной системы Circadian and State-Dependent Variability	Методологический контекст процедуры	Schmidt, Monk, Carskadon, Dahl	Используется для контроля влияния состояния ребёнка, времени суток, усталости и ситуативной вариативности на результаты тестирования.
VI. Доменная архитектура Quantum G: эволюционные и когнитивные основания Эволюционные рамки	Эволюционный и культурно-эволюционный background	Tooby & Cosmides, Boyd & Richerson, Henrich, Tomasello	Используются при формировании доменной архитектуры как системы устойчивых классов задач, с которыми сталкивался человек в ходе эволюции и культурного развития.
VI. Доменная архитектура Quantum G: эволюционные и когнитивные основания Когнитивные основания доменных режимов	Доменный background и сходящиеся научные основания	Dehaene, Carey, Spelke, Baillargeon, Gelman, Tomasello	Объединяют данные о числе, пространстве, физике, материале, техническом рассуждении, социальном познании и коммуникации как основу доменной структуры Quantum G.

Приложение В. Основные источники по блокам

I. Assessment, psychometrics and response-process evidence

American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council on Measurement in Education. (2014). Standards for educational and psychological testing. American Educational Research Association.

Embretson, S. E. (1983). Construct validity: Construct representation versus nomothetic span. *Psychological Bulletin*, 93(1), 179–197.

Kane, M. T. (2013). Validating the interpretations and uses of test scores. *Journal of Educational Measurement*, 50(1), 1–73.

Leighton, J. P., & Gierl, M. J. (Eds.). (2007). *Cognitive diagnostic assessment for education: Theory and applications*. Cambridge University Press.

Messick, S. (1995). Validity of psychological assessment: Validation of inferences from persons' responses and performances as scientific inquiry into score meaning. *American Psychologist*, 50(9), 741–749.

Mislevy, R. J., Steinberg, L. S., & Almond, R. G. (2003). On the structure of educational assessments. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 1(1), 3–62.

National Research Council. (2001). *Knowing what students know: The science and design of educational assessment* (J. W. Pellegrino, N. Chudowsky, & R. Glaser, Eds.). National Academy Press.

II. Core knowledge, developmental foundations and early predictors

Baillargeon, R. (2004). Infants' physical world. *Current Directions in Psychological Science*, 13(3), 89–94.

Carey, S. (2009). *The origin of concepts*. Oxford University Press.

Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. S. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(7), 307–314.

Spelke, E. S., & Kinzler, K. D. (2007). Core knowledge. *Developmental Science*, 10(1), 89–96.

Starr, A., Libertus, M. E., & Brannon, E. M. (2013). Number sense in infancy predicts mathematical abilities in childhood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(45), 18116–18120.

Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 358, 749–750.

III. Neural reuse, neuronal recycling and developmental neurobiology

Anderson, M. L. (2010). Neural reuse: A fundamental organizational principle of the brain. *Behavioral and Brain Sciences*, 33(4), 245–266.

Dehaene, S., & Cohen, L. (2007). Cultural recycling of cortical maps. *Neuron*, 56(2), 384–398.

Fusi, S., Miller, E. K., & Rigotti, M. (2016). Why neurons mix: High dimensionality for higher cognition. *Current Opinion in Neurobiology*, 37, 66–74.

Hensch, T. K. (2005). Critical period plasticity in local cortical circuits. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 877–888.

Johnson, M. H. (2001). Functional brain development in humans. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 475–483.

Knudsen, E. I. (2004). Sensitive periods in the development of the brain and behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(8), 1412–1425.

Rigotti, M., Barak, O., Warden, M. R., Wang, X.-J., Daw, N. D., Miller, E. K., & Fusi, S. (2013). The importance of mixed selectivity in complex cognitive tasks. *Nature*, 497, 585–590.

Stiles, J., & Jernigan, T. L. (2010). The basics of brain development. *Neuropsychology Review*, 20, 327–348.

IV. Active perception, computational vision and Bayesian perception

Helmholtz, H. von. (1925). *Treatise on physiological optics* (J. P. C. Southall, Trans.). Optical Society of America. (Original work published 1867)

Kersten, D., Mamassian, P., & Yuille, A. (2004). Object perception as Bayesian inference. *Annual Review of Psychology*, 55, 271–304.

Knill, D. C., & Richards, W. (Eds.). (1996). *Perception as Bayesian inference*. Cambridge University Press.

Marr, D. (1982). *Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information*. W. H. Freeman.

V. Psychophysics, signal detection and low-level visual coding

Daugman, J. G. (1985). Uncertainty relation for resolution in space, spatial frequency, and orientation optimized by two-dimensional visual cortical filters. *Journal of the Optical Society of America A*, 2(7), 1160–1169.

Fechner, G. T. (1860). *Elemente der Psychophysik*. Breitkopf und Härtel.

Field, D. J. (1987). Relations between the statistics of natural images and the response properties of cortical cells. *Journal of the Optical Society of America A*, 4(12), 2379–2394.

Green, D. M., & Swets, J. A. (1966). *Signal detection theory and psychophysics*. Wiley.

Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1962). Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. *The Journal of Physiology*, 160(1), 106–154.

Jones, J. P., & Palmer, L. A. (1987). An evaluation of the two-dimensional Gabor filter model of simple receptive fields in cat striate cortex. *Journal of Neurophysiology*, 58(6), 1233–1258.

Macmillan, N. A., & Creelman, C. D. (2005). *Detection theory: A user's guide* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Stevens, S. S. (1957). On the psychophysical law. *Psychological Review*, 64(3), 153–181.

VI. Color, material perception and texture statistics

Adelson, E. H. (2001). On seeing stuff: The perception of materials by humans and machines. *Proceedings of SPIE*, 4299, 1–12.

Anderson, B. L. (2011). Visual perception of materials and surfaces. *Current Biology*, 21(24), R978–R983.

Fleming, R. W. (2014). Visual perception of materials and their properties. *Vision Research*, 94, 62–75.

Gegenfurtner, K. R., & Kiper, D. C. (2003). Color vision. *Annual Review of Neuroscience*, 26, 181–206.

Land, E. H. (1977). The retinex theory of color vision. *Scientific American*, 237(6), 108–128.

Motoyoshi, I., Nishida, S., Sharan, L., & Adelson, E. H. (2007). Image statistics and the perception of surface qualities. *Nature*, 447, 206–209.

VII. Auditory processing, rhythm and prosody

Bregman, A. S. (1990). *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*. MIT Press.

Goswami, U. (2011). A temporal sampling framework for developmental dyslexia. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(1), 3–10.

Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: Cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 831–843.

Patel, A. D. (2008). *Music, language, and the brain*. Oxford University Press.

Peretz, I., & Zatorre, R. J. (2005). Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology*, 56, 89–114.

VIII. Motion, affordances, internal models and forward simulation

Battaglia, P. W., Hamrick, J. B., & Tenenbaum, J. B. (2013). Simulation as an engine of physical scene understanding. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(45), 18327–18332.

Cisek, P. (2007). Cortical mechanisms of action selection: The affordance competition hypothesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1485), 1585–1599.

Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Houghton Mifflin.

Goodale, M. A., & Milner, A. D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 15(1), 20–25.

Hegarty, M. (2004). Mechanical reasoning by mental simulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(6), 280–285.

Kosslyn, S. M., Ganis, G., & Thompson, W. L. (2001). Neural foundations of imagery. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 635–642.

Norman, D. A. (1988). *The design of everyday things*. Basic Books.

Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171(3972), 701–703.

Tucker, M., & Ellis, R. (1998). On the relations between seen objects and components of potential actions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(3), 830–846.

Wolpert, D. M., Ghahramani, Z., & Jordan, M. I. (1995). An internal model for sensorimotor integration. *Science*, 269(5232), 1880–1882.

IX. Perceptual organization, completion and structural learning

Fiser, J., & Aslin, R. N. (2001). Unsupervised statistical learning of higher-order spatial structures from visual scenes. *Psychological Science*, 12(6), 499–504.

Kanizsa, G. (1979). *Organization in vision: Essays on Gestalt perception*. Praeger.

Kellman, P. J., & Shipley, T. F. (1991). A theory of visual interpolation in object perception. *Cognitive Psychology*, 23(2), 141–221.

Palmer, S. E. (1999). *Vision science: Photons to phenomenology*. MIT Press.

Saffran, J. R., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1996). Statistical learning by 8-month-old infants. *Science*, 274(5294), 1926–1928.

Schapiro, A. C., Rogers, T. T., Cordova, N. I., Turk-Browne, N. B., & Botvinick, M. M. (2013). Neural representations of events arise from temporal community structure. *Nature Neuroscience*, 16, 486–492.

Turk-Browne, N. B., Jungé, J. A., & Scholl, B. J. (2005). The automaticity of visual statistical learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134(4), 552–564.

Wagemans, J., Feldman, J., Gepshtein, S., Kimchi, R., Pomerantz, J. R., van der Helm, P. A., & van Leeuwen, C. (2012). A century of Gestalt psychology in visual perception: I. Perceptual grouping and figure-ground organization. *Psychological Bulletin*, 138(6), 1172–1217.

X. Perceptual learning, attention, binding and temporal structure

Ahissar, M., & Hochstein, S. (2004). The reverse hierarchy theory of visual perceptual learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(10), 457–464.

Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual Review of Neuroscience*, 18, 193–222.

Gibson, E. J. (1969). *Principles of perceptual learning and development*. Appleton-Century-Crofts.

Gobet, F., Lane, P. C. R., Croker, S., Cheng, P. C.-H., Jones, G., Oliver, I., & Pine, J. M. (2001). Chunking mechanisms in human learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(6), 236–243.

Goldstone, R. L. (1998). Perceptual learning. *Annual Review of Psychology*, 49, 585–612.

Kastner, S., & Ungerleider, L. G. (2000). Mechanisms of visual attention in the human cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 315–341.

Kellman, P. J., & Garrigan, P. (2009). Perceptual learning and human expertise. *Physics of Life Reviews*, 6(2), 53–84.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81–97.

Nobre, A. C., & van Ede, F. (2018). Anticipated moments: Temporal structure in attention. *Nature Reviews Neuroscience*, 19, 34–48.

Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12(1), 97–136.

Zacks, J. M., Speer, N. K., Swallow, K. M., Braver, T. S., & Reynolds, J. R. (2007). Event perception: A mind-brain perspective. *Psychological Bulletin*, 133(2), 273–293.

XI. Automaticity, predictive processing and mismatch

Bastos, A. M., Usrey, W. M., Adams, R. A., Mangun, G. R., Fries, P., & Friston, K. J. (2012). Canonical microcircuits for predictive coding. *Neuron*, 76(4), 695–711.

Clark, A. (2013). Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 36(3), 181–204.

Friston, K. (2010). The free-energy principle: A unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 127–138.

Keller, G. B., & Mscis-Flogel, T. D. (2018). Predictive processing: A canonical cortical computation. *Neuron*, 100(2), 424–435.

Logan, G. D. (1988). Toward an instance theory of automatization. *Psychological Review*, 95(4), 492–527.

Moors, A. (2016). Automaticity: Componential, causal, and mechanistic explanations. *Annual Review of Psychology*, 67, 263–287.

Moors, A., & De Houwer, J. (2006). Automaticity: A theoretical and conceptual analysis. *Psychological Bulletin*, 132(2), 297–326.

Näätänen, R., Paavilainen, P., Rinne, T., & Alho, K. (2007). The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: A review. *Clinical Neurophysiology*, 118(12), 2544–2590.

Rao, R. P. N., & Ballard, D. H. (1999). Predictive coding in the visual cortex: A functional interpretation of some extra-classical receptive-field effects. *Nature Neuroscience*, 2(1), 79–87.

Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84(1), 1–66.

Summerfield, C., & de Lange, F. P. (2014). Expectation in perceptual decision making: Neural and computational mechanisms. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(11), 745–756.

XII. Circadian and state-dependent variability

Carskadon, M. A. (2011). Sleep in adolescents: The perfect storm. *Pediatric Clinics of North America*, 58(3), 637–647.

Dahl, R. E. (1996). The impact of inadequate sleep on children's daytime cognitive function. *Seminars in Pediatric Neurology*, 3(1), 44–50.

Schmidt, C., Collette, F., Cajochen, C., & Peigneux, P. (2007). A time to think: Circadian rhythms in human cognition. *Cognitive Neuropsychology*, 24(7), 755–789.

XIII. Insight and representational change

Duncker, K. (1945). On problem-solving. *Psychological Monographs*, 58(5), i–113.

Jung-Beeman, M., Bowden, E. M., Haberman, J., Frymiare, J. L., Arambel-Liu, S., Greenblatt, R., Reber, P. J., & Kounios, J. (2004). Neural activity when people solve verbal problems with insight. *PLoS Biology*, 2(4), e97.

Knoblich, G., Ohlsson, S., Haider, H., & Rhenius, D. (1999). Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25(6), 1534–1555.

Köhler, W. (1925). *The mentality of apes* (E. Winter, Trans.). Harcourt, Brace & Company.

Kounios, J., & Beeman, M. (2009). The Aha! moment: The cognitive neuroscience of insight. *Current Directions in Psychological Science*, 18(4), 210–216.

Ohlsson, S. (1992). Information-processing explanations of insight and related phenomena. In M. T. Keane & K. J. Gilhooly (Eds.), *Advances in the psychology of thinking* (pp. 1–44). Harvester Wheatsheaf.

XIV. Evolutionary and cultural-evolutionary background

Aiello, L. C., & Wheeler, P. (1995). The expensive-tissue hypothesis: The brain and the digestive system in human and primate evolution. *Current Anthropology*, 36(2), 199–221.

Boyd, R., & Richerson, P. J. (1985). *Culture and the evolutionary process*. University of Chicago Press.

Dawkins, R. (1982). *The extended phenotype: The gene as the unit of selection*. Oxford University Press.

Dunbar, R. I. M. (1998). The social brain hypothesis. *Evolutionary Anthropology*, 6(5), 178–190.

Henrich, J. (2015). *The secret of our success: How culture is driving human evolution, domesticating our species, and making us smarter*. Princeton University Press.

Laland, K. N., Odling-Smee, J., & Feldman, M. W. (2000). Niche construction, biological evolution, and cultural change. *Behavioral and Brain Sciences*, 23(1), 131–146.

Odling-Smee, F. J., Laland, K. N., & Feldman, M. W. (2003). *Niche construction: The neglected process in evolution*. Princeton University Press.

Tomasello, M. (1999). *The cultural origins of human cognition*. Harvard University Press.

Wrangham, R. (2009). *Catching fire: How cooking made us human*. Basic Books.

XV. Domain anchors: number, space, physical reasoning, tool use and social cognition

Number, magnitude, and early quantitative cognition

Dehaene, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics* (Rev. ed.). Oxford University Press.

Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20(3–6), 487–506.

Walsh, V. (2003). A theory of magnitude: Common cortical metrics of time, space and quantity. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(11), 483–488.

Space, spatial representation, and spatial ability

O'Keefe, J., & Nadel, L. (1978). *The hippocampus as a cognitive map*. Clarendon Press.

Newcombe, N. S., & Huttenlocher, J. (2000). *Making space: The development of spatial representation and reasoning*. MIT Press.

Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352–402.

Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817–835.

Physical reasoning, intuitive physics, and object-based understanding

Spelke, E. S., Breinlinger, K., Macomber, J., & Jacobson, K. (1992). Origins of knowledge. *Psychological Review*, 99(4), 605–632.

Ullman, T. D., Spelke, E. S., Battaglia, P., & Tenenbaum, J. B. (2017). Mind games: Game engines as an architecture for intuitive physics. *Trends in Cognitive Sciences*, 21(9), 649–665.

Tool use, affordances, and technical reasoning

Osiurak, F., & Badets, A. (2016). Tool use and affordance: Manipulation-based versus reasoning-based approaches. *Psychological Review*, 123(5), 534–568.

Vaesen, K. (2012). The cognitive bases of human tool use. *Behavioral and Brain Sciences*, 35(4), 203–218.

Social cognition, shared intentionality, and communication

Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. MIT Press.

Frith, C. D., & Frith, U. (2006). The neural basis of mentalizing. *Neuron*, 50(4), 531–534.

Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1(4), 515–526.

Tomasello, M. (2008). *Origins of human communication*. MIT Press.

Tomasello, M. (2014). *A natural history of human thinking*. Harvard University Press.

Tomasello, M., Carpenter, M., Call, J., Behne, T., & Moll, H. (2005). Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 28(5), 675–691.