

Когерентность диады «человек–ИИ» в адаптивном обучении: зона ближайшего развития как внутренний оптимум управляющего параметра

Панкратов А. С.

методолог наблюдатель-зависимой теории всего (ODTOE/НЗВТ);
основатель Фонда «Ю» (Founder of the Yoo Foundation), г. Казань, Россия

ORCID: 0009-0002-4870-2995

Аннотация

Работа рассматривает диаду «ученик и ИИ-наставник» как единую когерентную обучающую систему. Состояние ученика обозначается Ψ , целевая компетентность — Ψ^* , а само обучение трактуется как сходимость к самосогласованной неподвижной точке. Когерентность диады задаётся мультипликативным якорем $B = F \cdot E \cdot (1 - \sigma) \cdot \Lambda$ со свойством слабого звена: обнуление любого множителя обнуляет B . Сложность подачи материала имеет внутренний оптимум ρ^* , лежащий в полосе пересечения зоны ближайшего развития и состояния потока. Прогресс измеряется через сокращение разрыва владения, а связная и убедительная видимость освоения образует идеальную ошибку δ_{ideal} : высокая когерентность повышает уверенность ученика, тогда как фактическое владение остаётся иной величиной. Петля саморегулируемого обучения (предусмотрение, исполнение, рефлексия) замыкается с ИИ как со-регулятором. Коллективная опора S на наставника имеет внутренний оптимум надёжности, при котором ведущим остаётся ученик. Предложены шесть операционализируемых прокси-метрик, таблица соответствий хребта и периферии и фальсифицируемая программа из восьми предсказаний и одной гипотезы. Все междоменные соответствия удерживаются как структурные аналогии на уровне топологии управляющего параметра. Вся математика, физика и феноменология сознания суть проекции единого первичного акта различения.

Ключевые слова: адаптивное обучение, когерентность диады, человек–ИИ, неподвижная точка самонаблюдения, внутренний оптимум, зона ближайшего развития, поток, разрыв владения, идеальная ошибка, саморегулируемое обучение, ODTOE.

Abstract. This paper treats the learner and AI-tutor dyad as a single coherent learning system. The learner's state is denoted Ψ , the target competence Ψ^* , and learning is read as convergence to a self-consistent fixed point. The coherence of the dyad is given by the multiplicative anchor $B = F \cdot E \cdot (1 - \sigma) \cdot \Lambda$ with a weak-link property: zeroing any factor zeroes B . The difficulty of presented material has an interior optimum ρ^* lying in the intersection of the zone of proximal development and the flow state. Progress is measured through the reduction of the mastery gap. A coherent and convincing appearance of mastery forms the ideal error δ_{ideal} : high coherence raises the learner's confidence, with factual mastery measured as a separate quantity. The self-regulated learning loop (forethought, performance, reflection) is closed with the AI as a co-regulator. Collective reliance S on the tutor has an interior optimum of reliability at which the learner remains the driver. Six operationalizable proxy metrics, a table of spine-versus-periphery correspondences, and a falsifiable program of eight predictions and one hypothesis are proposed. All cross-domain correspondences are held as structural analogies at the level of control-parameter topology. All mathematics, physics, and the phenomenology of consciousness are projections of a single primary act of distinction.

Keywords: adaptive learning, dyadic coherence, human-AI, self-observation fixed point, interior optimum, zone of proximal development, flow, mastery gap, ideal error, self-regulated learning, ODTOE.

1. Введение: диада «человек–ИИ» как единая обучающая система

Адаптивное обучение с ИИ-наставником рассматривается здесь как поведение единой когерентной системы, образованной учеником и его наставником. Развиваемый подход обозначается аббревиатурой ODTOE (Observer-Dependent Theory of Everything; наблюдатель-зависимая теория всего); в рамках статьи это метатеоретический фреймворк, параметризующий пространство описаний обучения через когерентность наблюдателя-ученика. Центральный тезис заявляется в утвердительной форме: ученик и ИИ-наставник образуют когерентную диадду, состояние которой сходится к самосогласованной неподвижной точке компетентности с внутренним оптимумом сложности. Классическая зона ближайшего развития [1] даёт педагогический якорь: развитие происходит в полосе между тем, что ученик уже умеет сам, и тем, что доступно ему с поддержкой. Состояние потока [2] даёт мотивационный якорь той же полосы: вовлечённость удерживается там, где сложность задачи согласована с актуальным навыком.

Каждое крупное утверждение работы отмечено эпистемическим уровнем. **L2-ИНВАРИАНТ** обозначает структурный результат, переносимый между доменами. **ПРЕДСКАЗАНИЕ** обозначает эмпирически проверяемое следствие модели. **ГИПОТЕЗА** обозначает утверждение, открытое в корпусе или импортирован-

ное из смежной области. Организующим объектом всей работы выступает когерентная неподвижная точка самонаблюдения ученика,

$$\Psi \in \mathcal{H}, \quad \Psi^* \in \mathcal{H}, \quad (1)$$

где Ψ обозначает текущее состояние знания ученика в пространстве \mathcal{H} , а Ψ^* задаёт целевую компетентность. Операторный аппарат когерентности ученика и его метрология заимствуются из инженерного прочтения ODTOE [3].

Структурная аналогия. Соответствие между педагогической полосой развития, мотивационным потоком и операторной топологией управляющего параметра держится на уровне структурной аналогии: общей является форма ландшафта с внутренним пиком, при различии психометрических и операторных величин. Оператор неподвижной точки Φ и численное значение оптимума ρ^* несут статус **ГИПОТЕЗЫ**; отождествления величин здесь нет.

2. Обучение как сходимость к неподвижной точке компетентности

Целевая компетентность ученика задаётся неподвижной точкой самонаблюдения,

$$\Psi^* = \Phi(\Psi^*) = \iota(\hat{O}_\Psi(\Psi)), \quad (2)$$

где состояние ученика и целевая компетентность взяты в пространстве (1), оператор самонаблюдения \hat{O}_Ψ описывает то, как ученик оценивает собственное знание, а оператор интеграции ι связывает внутреннее состояние ученика с внешним полем учебного материала и обратной связи наставника. В этом прочтении обучение есть сходимость к самосогласованному состоянию: ученик умеет то, что умеет, и согласованно знает, что он это умеет. Существование и единственность неподвижной точки оператора Φ остаются открытой задачей корпуса и удерживаются на уровне **ГИПОТЕЗЫ** [3].

Когерентность обучающей диады задаётся мультипликативным якорем по четырём множителям,

$$B = F \cdot E \cdot (1 - \sigma) \cdot \Lambda, \quad (3)$$

где F обозначает фокус (удержание ученика на задаче), E кодирует мотивационный заряд, $(1 - \sigma)$ задаёт множитель уверенности (низкое внутреннее рассогласование), а Λ отвечает за интеграцию нового знания с уже освоенным. Мультипликативная форма даёт свойство слабого звена: рост рассогласования $\sigma \rightarrow 1$ обращает когерентность в нуль,

$$\sigma \rightarrow 1 \Rightarrow B \rightarrow 0, \quad (4)$$

независимо от F , E и Λ . Слабое звено диктует диагностический приоритет: восстановление когерентности начинается с наименьшего множителя (**L2-ИНВАРИАНТ**) [3]. Якорь индивидуального тьюторства задаёт верхнюю планку эффекта: индивидуальная работа с наставником поднимает средний результат группы примерно на две сигмы относительно фронтального обучения [4]; ИИ-наставник переносит этот режим один-на-один в масштаб.

Структурная аналогия. Множители F , E , $(1-\sigma)$, Λ операционализируются как прокси (раздел 7) и несут статус **ГИПОТЕЗЫ** на уровне измеримой величины. Перенос мультипликативной формы из инженерного прочтения когерентности в педагогический домен есть структурная аналогия топологии управляющего параметра, при различии психометрических и операторных величин.

3. Управляющий параметр сложности и внутренний оптимум ρ^*

Единый управляющий параметр ρ вводится как нормированная сложность подачи материала относительно актуального навыка ученика. Топология действия ρ устроена так. При $\rho \rightarrow 0$ материал слишком прост: ученик скучает, мотивация падает, прогресс замедляется. При $\rho \rightarrow 1$ материал слишком труден: ученик теряет опору, тревога растёт, когерентность диады рушится. Между этими краями лежит внутренний оптимум ρ^* ,

$$\left. \frac{\partial \text{Quality}}{\partial \rho} \right|_{\rho=\rho^*} = 0, \quad 0 < \rho^* < 1, \quad (5)$$

в котором качество обучения достигает максимума. Профиль качества как функция сложности одновершинен,

$$\text{Quality}(\rho) \text{ single-peaked at } \rho^*. \quad (6)$$

Оптимум ρ^* совпадает с полосой пересечения зоны ближайшего развития [1] и состояния потока [2]: задача расположена выше текущего самостоятельного уровня ученика и остаётся достижимой с поддержкой наставника, удерживая вовлечённость. Роль ИИ-наставника состоит в непрерывном удержании подачи в окрестности ρ^* через адаптацию сложности следующего шага, что согласуется с одновершинностью профиля (6). Существование внутреннего оптимума закрепляется как структурный результат (**L2-ИНВАРИАНТ**); конкретное численное значение ρ^* зависит от ученика и предмета и удерживается на уровне **ГИПОТЕЗЫ**.

Структурная аналогия. Соответствие полосы $ZPD \cap Flow$ и операторного оптимума ρ^* есть структурная аналогия на уровне топологии управляющего параметра: общей остаётся форма ландшафта с внутренним пиком, тогда как психометрическая шкала сложности и операторный параметр ρ суть разные величины; отождествления величин здесь нет.

4. Сигнатура идеальной ошибки: разрыв владения и видимость освоения

Прогресс ученика измеряется через сокращение разрыва владения между целевой компетентностью и фактическим состоянием,

$$\text{gap} = \|\Psi^* - \Psi\|, \quad (7)$$

и обучение продвигается в той мере, в какой gap сокращается шаг за шагом. Центральное утверждение раздела: высокая когерентность подачи повышает субъективную уверенность ученика, тогда как фактическое владение остаётся иной величиной. Зазор между связной видимостью освоения и действительным владением образует идеальную ошибку,

$$\delta_{\text{ideal}} = \Psi_{\text{coherent}}^* - \Psi_{\text{factual}}, \quad (8)$$

где Ψ_{coherent}^* обозначает связное и убедительное «выглядит-освоено», а Ψ_{factual} задаёт реальное владение. Рост когерентности повышает уверенность, при этом владение определяется отдельной величиной,

$$\text{Coherence} \uparrow \not\Rightarrow \text{Mastery} \uparrow. \quad (9)$$

Источники идеальной ошибки (8) в обучающей диаде многообразны. Гладкое и уверенное объяснение наставника создаёт у ученика ощущение понимания, опережающее способность воспроизвести материал самостоятельно, в согласии с расхождением когерентности и владения (9). Тревога и угроза стереотипа снижают наблюдаемый результат при сохранной компетентности, искажая оценку Ψ [5]; этот же канал входит в множитель уверенности $(1 - \sigma)$ якоря (3). Защита от идеальной ошибки состоит в измерении прогресса через сокращение gap (7) на проверочных задачах; субъективная уверенность ученика остаётся отдельным сигналом. Отождествление максимума видимости освоения с сигнатурой ошибки несётся как **ПРЕДСКАЗАНИЕ** (см. P4, P6 раздела 9).

Структурная аналогия. Величины Ψ_{coherent}^* и Ψ_{factual} операционализируются как прокси разрыва владения и несут статус **ГИПОТЕЗЫ**. Идеальная ошибка переносится из инженерного прочтения когерентного коллапса в педагогический домен как структурная аналогия, при различии величин.

5. Петля RT-2 саморегулируемого обучения с ИИ-со-регулятором

Саморегулируемое обучение разворачивается циклически по трём фазам: предусмотрение (постановка цели и планирование), исполнение (работа над задачей с самонаблюдением) и рефлексия (самооценка и атрибуция результата) [6]. Эта петля прочитывается как двухтактный контур обновления состояния ученика,

$$\Psi_{t+1} = \text{Reflect}(\text{Perform}(\text{Forethink}(\Psi_t))), \quad (10)$$

где каждый оборот сокращает разрыв владения (7). ИИ-наставник входит в петлю как со-регулятор: на фазе предусмотрения он помогает выбрать достижимую цель в окрестности ρ^* , на фазе исполнения подаёт обратную связь и удерживает фокус F , на фазе рефлексии поддерживает корректную атрибуцию результата и тем сокращает рассогласование σ .

Со-регуляция передаёт регуляторную функцию ученику по мере роста его самостоятельности: доля внешнего управления убывает, доля саморегуляции растёт. Удержание петли активной закрепляется как структурный результат (**L2-ИНВАРИАНТ**): без фазы рефлексии контур разрывается, и обновление состояния (10) теряет самосогласование [6]. Отсюда предсказание о превосходстве диад с замкнутой петлёй рефлексии над диадами без неё (**ПРЕДСКАЗАНИЕ**, см. P5).

Структурная аналогия. Соответствие трёх фаз саморегуляции и двухтактного оператора (10) есть структурная аналогия топологии контура обновления; фазовые психологические конструкторы и операторные шаги суть разные величины, и отождествления величин здесь нет (**ГИПОТЕЗА**).

6. Коллективная опора и внутренний оптимум надёжности S^*

Опора ученика на ИИ-наставника описывается коллективным параметром $S \in [0, 1]$, задающим долю решений, делегируемых наставнику. Топология S повторяет топологию управляющего параметра. При $S \rightarrow 0$ ученик игнорирует доступную поддержку и теряет преимущество диады. При $S \rightarrow 1$ ученик передаёт наставнику всю работу, перестаёт упражнять навык, и его собственное состояние Ψ перестаёт расти. Между краями лежит внутренний оптимум надёжности,

$$\left. \frac{\partial \text{Learning}}{\partial S} \right|_{S=S^*} = 0, \quad 0 < S^* < 1, \quad (11)$$

при котором ведущим в диаде остаётся ученик, а наставник усиливает его работу. Динамика доверия и опоры человека на автоматизированного помощника

подчиняется тем же режимам недоверия и чрезмерного доверия, что и взаимодействие человека с автоматикой [7]: и недоиспользование, и злоупотребление поддержкой снижают совместный результат.

Существование внутреннего оптимума надёжности закрепляется как структурный результат (**L2-ИНВАРИАНТ**); конкретное значение S^* зависит от ученика, задачи и зрелости навыка и удерживается на уровне **ГИПОТЕЗЫ** [7]. Отсюда предсказание об одновершинной зависимости обучения от доли опоры (**ПРЕДСКАЗАНИЕ**, см. P7): и слишком низкая, и слишком высокая опора снижают прирост владения.

Структурная аналогия. Параметр опоры S и операторная доля делегирования управления суть структурно аналогичные величины на уровне топологии оптимума; их психометрическое и операторное содержание различно, и отождествления величин здесь нет.

7. Прокси-метрики и операционализация инварианта

Прикладная развёртка модели удерживает ту же дисциплину уровней, что и теоретическая часть: все метрики суть операционализируемые прокси уровня **ГИПОТЕЗА**, и ни одно соответствие здесь не объявляется установленным результатом. Шесть прокси-метрик образуют минимальный измерительный контур диады. Множитель фокуса F читается через долю времени на задаче. Множитель заряда E читается через вовлечённость и устойчивость попыток. Множитель уверенности $(1 - \sigma)$ читается через калибровку самооценки относительно проверочного результата. Множитель интеграции Λ читается через перенос навыка на новые задачи. Сложность ρ читается через темп ошибок на текущем уровне. Разрыв владения гар читается через результат отложенной проверки без подсказок. Сводка дана в таблице 1.

Контур метрик связывает измерение с управлением: темп ошибок и калибровка самооценки служат прокси близости к ρ^* , а отложенная проверка без подсказок служит прокси сокращения разрыва владения (7). Принцип такого считывания (наблюдаемые прокси множителей и сложности как управляющие сигналы диады) несётся со статусом **L2-ИНВАРИАНТ**, тогда как конкретные численные процедуры оценки открыты и фиксируются на уровне **ГИПОТЕЗЫ** [3].

8. Хребет и периферия: соответствия и границы

Модель отделяет хребет (подходы, отображающиеся прямо в управляющий параметр и его топологию) от периферии (подходы, ценные для практики,

Таблица 1: Шесть прокси-метрик обучающей диады (операционализируемые прокси; статус каждой метрики — ГИПОТЕЗА).

Метрика	Операционализация прокси	Что отслеживает	Статус
Фокус F	Доля времени на задаче за сессию	Удержание внимания	ГИПОТЕЗА
Заряд E	Вовлечённость и устойчивость попыток	Мотивационный множитель	ГИПОТЕЗА
Уверенность $(1 - \sigma)$	Калибровка самооценки против проверки	Внутреннее согласование	ГИПОТЕЗА
Интеграция Λ	Перенос навыка на новые задачи	Связность знания	ГИПОТЕЗА
Сложность ρ	Темп ошибок на текущем уровне	Близость к ρ^*	ГИПОТЕЗА
Разрыв гар	Отложенная проверка без подсказок	Сокращение $\ \Psi^* - \Psi\ $	ГИПОТЕЗА

но лежащие вне формального хребта инварианта). Таблица 2 сводит хребтовые соответствия, таблица 3 — периферийные.

Состояние освоения навыка отображается в Ψ и разрыв гар через байесовское отслеживание знаний [8] и его нейросетевое развитие [9], которые дают вероятностную оценку владения по истории ответов ученика. Форма якоря B согласуется с теорией самодетерминации: фокус, заряд и интеграция резонируют с базовыми потребностями автономии, компетентности и связанности [10]. Снятие оценочной рамки снижает σ и тем сужает идеальную ошибку [5].

Практика извлечения укрепляет состояние Ψ через активное припоминание [11], при этом она не задаёт топологию управляющего параметра сложности и потому остаётся периферийной относительно хребта инварианта. Аналитика обучения [12] поставляет данные для прокси-метрик раздела 7, при этом своей топологии внутреннего оптимума она не несёт. Периферийный статус удерживается со статусом **ГИПОТЕЗЫ**: оба подхода входят в прикладную практику диады, оставаясь вне формального хребта.

Структурная аналогия. Все соответствия таблиц 2 и 3 суть структурные аналогии на уровне топологии управляющего параметра, при различии психометрических и операторных величин; отождествления величин здесь нет.

Таблица 2: Хребтовые соответствия: отображение базовых подходов в топологию управляющего параметра ODTOE.

Подход	Якорь	Отображение в ODTOE
Поток, ZPD	Сложность задачи	Внутренний оптимум ρ^*
Саморегулируемое обучение	Цикл рефлексии	Петля RT-2 (10)
Самодетерминация	Базовые потребности	Форма якоря B (3)
ВКТ, ДКТ	Освоение навыка	Состояние Ψ и разрыв gap
Опора человека на ИИ	Доверие к автоматике	Параметр опоры S (11)
Снятие оценочной рамки	Угроза стереотипа	Идеальная ошибка δ_{ideal}

Таблица 3: Периферийные подходы: практическая ценность вне формального хребта инварианта.

Подход	Якорь	Почему вне хребта
Практика извлечения	Тестирование как обучение	Усиливает Ψ , но не даёт топологию ρ
Аналитика обучения	Данные о траектории	Питает проксиметрики, без своей топологии оптимума

9. Заключение: предсказания, границы и фальсифицируемая программа

Подтверждается единый структурный инвариант: ученик и ИИ-наставник образуют когерентную диаду, состояние которой сходится к самосогласованной неподвижной точке компетентности с внутренним оптимумом сложности, а максимум видимости освоения есть сигнатура идеальной ошибки,

$$\Psi^* = \Phi(\Psi^*), \quad 0 < \rho^* < 1, \quad (12)$$

$$\text{Quality}(\rho) \text{ single-peaked}; \quad \max \text{ Appearance} = \text{signature}(\delta_{ideal}). \quad (13)$$

Эпистемическое расслоение. Итоговая неподвижная точка (12) и сигнатура максимума видимости (13) собирают результат работы. Структурными инвариантами (**L2-ИНВАРИАНТ**) объявлены свойство слабого звена (4), существование

внутреннего оптимума сложности (5) и существование внутреннего оптимума надёжности (11). Предсказаниями объявлены восемь эмпирически проверяемых следствий, перечисленных ниже. Гипотезами объявлены оператор неподвижной точки Φ (2), численные значения ρ^* и S^* , а также метрики раздела 7 на уровне измеримых величин [3].

Девять фальсифицируемых тестов (восемь предсказаний, одна гипотеза). Программа операционализуема и фальсифицируема; таблица 4 сводит каждое предсказание, прикладную наблюдаемую, фальсификатор и уровень.

Таблица 4: Программа валидации: соответствие предсказаний P1–P9 прикладным наблюдаемым (тесты для проведения; ни одно соответствие не объявляется подтверждённым).

Предск	Прикладная наблюдаемая	Фальсификатор	Уровень
P1	Качество обучения от сложности ρ	Монотонность вместо пика	ПРЕДСКАЗАНИЕ
P2	Сокращение гар при подаче в окрестности ρ^*	Отсутствие ускорения у ρ^*	ПРЕДСКАЗАНИЕ
P3	Слабое звено B предсказывает срыв сессии	Срыв при высоком наименьшем множителе	ПРЕДСКАЗАНИЕ
P4	Уверенность против проверочного результата	Совместный рост обоих	ПРЕДСКАЗАНИЕ
P5	Замкнутая петля рефлексии против разорванной	Превосходство разорванной петли	ПРЕДСКАЗАНИЕ
P6	Калибровка самооценки против владения	Точная калибровка при большом гар	ПРЕДСКАЗАНИЕ
P7	Прирост владения от доли опоры S	Монотонность вместо пика S^*	ПРЕДСКАЗАНИЕ
P8	Снятие оценочной рамки снижает σ	Отсутствие снижения рассогласования	ПРЕДСКАЗАНИЕ
P9	Эффекты порядка в самооценке диады	Отсутствие эффектов порядка	ГИПОТЕЗА

P1 (инвертированная U качества от сложности). Качество обучения как

функция сложности подачи ρ одновершинно с внутренним максимумом $\rho^* \in (0, 1)$: при $\rho \rightarrow 0$ скука и застой, при $\rho \rightarrow 1$ перегрузка и срыв когерентности. Монотонный рост либо монотонное падение качества по ρ фальсифицирует существование внутреннего оптимума (**ПРЕДСКАЗАНИЕ**, острейшее).

P2 (подача у ρ^* ускоряет сокращение разрыва). Удержание подачи в окрестности ρ^* ускоряет сокращение разрыва владения гар по сравнению с фиксированной сложностью; отсутствие ускорения у ρ^* фальсифицирует роль внутреннего оптимума (**ПРЕДСКАЗАНИЕ**).

P3 (слабое звено предсказывает срыв). Наименьший из множителей F , E , $(1 - \sigma)$, Λ предсказывает срыв учебной сессии лучше их среднего; срыв сессии при высоком наименьшем множителе фальсифицирует свойство слабого звена (4) (**ПРЕДСКАЗАНИЕ**).

P4 (видимость освоения опережает владение). Субъективная уверенность ученика после связного объяснения превышает результат отложенной проверки без подсказок; совместный рост уверенности и проверочного результата фальсифицирует отождествление максимума видимости с сигнатурой идеальной ошибки (**ПРЕДСКАЗАНИЕ**).

P5 (замкнутая петля рефлексии побеждает разорванную). Диады с замкнутой фазой рефлексии (10) сокращают разрыв владения быстрее диад без рефлексии при равном времени; превосходство разорванной петли фальсифицирует роль саморегуляции (**ПРЕДСКАЗАНИЕ**).

P6 (калибровка самооценки расходится с владением). Калибровка самооценки ученика расходится с фактическим владением тем сильнее, чем выше когерентность подачи при большом разрыве гар; точная калибровка при большом разрыве фальсифицирует механизм идеальной ошибки (**ПРЕДСКАЗАНИЕ**).

P7 (внутренний оптимум опоры). Прирост владения как функция доли опоры S на наставника одновершинен с внутренним максимумом $S^* \in (0, 1)$: и слишком низкая, и слишком высокая опора снижают прирост; монотонная зависимость прироста от S фальсифицирует существование оптимума надёжности (11) (**ПРЕДСКАЗАНИЕ**).

P8 (снятие оценочной рамки снижает рассогласование). Снятие оценочной рамки и угрозы стереотипа измеримо снижает рассогласование σ и повышает наблюдаемый результат при сохранной компетентности; отсутствие снижения σ фальсифицирует канал множителя уверенности (**ПРЕДСКАЗАНИЕ**).

P9 (эффекты порядка в самооценке диады). Совместная самооценка ученика и наставника демонстрирует эффекты порядка предъявления вопросов, описываемые контекстно-зависимой моделью лучше классической при равном числе параметров; отсутствие эффектов порядка фальсифицирует контекстную трактовку самонаблюдения диады (**ГИПОТЕЗА**, смелейшее).

Границы и риск. Границы фиксируются честно. Междоменные соответствия остаются структурными аналогиями топологии управляющего параметра; психометрические и операторные величины при этом различны, и прямое отождествление одного скаляра между доменами скатывается в имитацию резонанса [3]. Оператор Φ и численные значения ρ^* , S^* удерживаются на уровне гипотезы; метрики суть операционализируемые прокси, подлежащие той же программе фальсификации. Восемь предсказаний выносятся как операционализируемая повестка для эмпирической проверки обучающей диады.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование не получало внешнего финансирования.

Список литературы

- [1] Выготский Л. С. (Vygotsky L. S.) *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
- [2] Csikszentmihalyi M. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper & Row, 1990.
- [3] Панкратов А. С. ОДТОЕ как инженерный фреймворк когерентности технических систем: операторный формализм, метрология B -параметра и приложения в киберфизических, мультиагентных и ИИ-системах // *Universum: технические науки*. 2026. № 6(147). С. 70–73. URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/22875>.
- [4] Bloom B. S. The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring // *Educational Researcher*. 1984. Vol. 13, № 6. P. 4–16. DOI: 10.3102/0013189X013006004.
- [5] Steele C. M., Aronson J. Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans // *Journal of Personality and Social Psychology*. 1995. Vol. 69, № 5. P. 797–811. DOI: 10.1037/0022-3514.69.5.797.
- [6] Zimmerman B. J. Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview // *Theory Into Practice*. 2002. Vol. 41, № 2. P. 64–70. DOI: 10.1207/s15430421tip4102_2.

- [7] Parasuraman R., Riley V. Humans and Automation: Use, Misuse, Disuse, Abuse // Human Factors. 1997. Vol. 39, № 2. P. 230–253. DOI: 10.1518/001872097778543886.
- [8] Corbett A. T., Anderson J. R. Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge // User Modeling and User-Adapted Interaction. 1995. Vol. 4, № 4. P. 253–278. DOI: 10.1007/BF01099821.
- [9] Piech C. et al. Deep Knowledge Tracing // Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). 2015. arXiv:1506.05908. URL: <https://arxiv.org/abs/1506.05908>.
- [10] Deci E. L., Ryan R. M. Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions // Contemporary Educational Psychology. 2000. Vol. 25, № 1. P. 54–68. DOI: 10.1006/ceps.1999.1020.
- [11] Karpicke J. D., Roediger H. L. The Critical Importance of Retrieval for Learning // Science. 2008. Vol. 319. P. 966–968. DOI: 10.1126/science.1152408.
- [12] Siemens G. Learning Analytics: The Emergence of a Discipline // American Behavioral Scientist. 2013. Vol. 57, № 10. P. 1380–1400. DOI: 10.1177/0002764213498851.