

# КОГЕРЕНТНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ НАБЛЮДАТЕЛЬ-ЗАВИСИМОЙ ТЕОРИИ ВСЕГО

Панкратов Антон Сергеевич

Независимый исследователь, г. Казань, Россия

E-mail: anton.s.pankratov@gmail.com

ORCID: 0009-0002-4870-2995

УДК 37.013 + 519.876 + 004.89

**Аннотация.** В статье разработана теория когерентного образования на основе математического аппарата наблюдатель-зависимой теории всего (ODTOE) [1]. Обучение формализуется как спиральный процесс роста мерности оператора наблюдения  $d$  и усложнения когнитивной когерентности  $B$ . Предложены четыре уровня организации обучающих систем: (1) индивидуальное когерентное обучение, где четырёхтактный когнитивный цикл (расширение-сжатие-расширение-сжатие) управляется компонентами  $B = F^{w_1} \cdot E^{w_2} \cdot (1 - \sigma)^{w_3} \cdot \Lambda^{w_4}$ ; (2) групповое когерентное обучение, где минимальная устойчивая группа из пяти участников реализует полный цикл странной петли  $\Phi = \iota \circ \hat{O}$ ; (3) персональные когерентные треки <<человек + ИИ>>, где ИИ выполняет функцию внешнего оператора, ускоряющего итерации при сохранении субъектности обучающегося; (4) групповые когерентные системы <<группа + ИИ>>, где ИИ действует как когерент-ассистент, повышающий системную когерентность  $S$ . Для каждого уровня выведены количественные критерии эффективности и пороговые условия устойчивости. Показано, что оптимальное соотношение фаз расширения и сжатия в когнитивном цикле определяется золотым сечением  $\varphi$ , а четырёхтактная структура цикла изоморфна <<колоколу устойчивости>> в первеанской электронной оптике [2, 16]. Разработаны методики построения когерентных обучающих систем, включающие диагностику  $B$ -профиля обучающегося, формирование когерентных учебных групп и интеграцию ИИ-ассистентов с сохранением принципа  $\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$  (рекурсивного самонаблюдения). Предложена SKW-матрица [7, 19] как элементарная единица когерентного образования, реализующая полный когнитивный цикл в компактной форме. Введены количественные параметры образовательной когерентности, согласованные с моделью резонансного управления [17], включая оптимальное соотношение управления и самоуправления  $Y/C = \varphi$ .

**Ключевые слова:** когерентное образование, когнитивная когерентность, наблюдатель, странная петля, SKW-матрица, первеанс, искусственный интеллект, персональные треки, золотое сечение, ODTOE.

**Abstract.** A theory of coherent education is developed using the mathematical apparatus of the Observer-Dependent Theory of Everything (ODTOE) [1]. Learning

is formalized as a spiral process of growth in the dimensionality  $d$  of the observation operator and increasing complexity of cognitive coherence  $B$ . Four levels of learning system organization are proposed: (1) individual coherent learning, where the four-stroke cognitive cycle (expansion-compression-expansion-compression) is governed by components  $B = F^{w_1} \cdot E^{w_2} \cdot (1 - \sigma)^{w_3} \cdot \Lambda^{w_4}$ ; (2) group coherent learning, where a minimal stable group of five participants realizes the full cycle of the strange loop  $\Phi = \iota \circ \hat{O}$ ; (3) personal coherent tracks “human + AI,” where AI serves as an external operator accelerating iterations while preserving learner subjectivity; (4) group coherent systems “group + AI,” where AI acts as a coherence assistant raising systemic coherence  $S$ . Quantitative efficiency criteria and threshold stability conditions are derived for each level. The optimal ratio of expansion and compression phases in the cognitive cycle is shown to be determined by the golden ratio  $\varphi$ , and the four-stroke cycle structure is isomorphic to the “stability bell” in perveance electron optics [2, 16]. Methodologies for constructing coherent learning systems are developed, including  $B$ -profile diagnostics, formation of coherent learning groups, and integration of AI assistants preserving the principle  $\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$  (recursive self-observation). The SKW matrix [7, 19] is proposed as the elementary unit of coherent education, implementing the full cognitive cycle in compact form.

**Keywords:** coherent education, cognitive coherence, observer, strange loop, SKW matrix, perveance, artificial intelligence, personal tracks, golden ratio, ODTOE.

# I. ВВЕДЕНИЕ

## I.1. Кризис фрагментарности

Современное образование переживает структурный кризис, корни которого лежат глубже, чем принято считать. Проблема не сводится к содержанию учебных программ, квалификации преподавателей или техническому оснащению. Фундаментальное затруднение состоит в отсутствии единой модели, описывающей обучение как целостный процесс на всех уровнях: от нейрофизиологических механизмов усвоения до коллективной динамики знаний в учебной группе и далее до институциональной организации образовательных систем.

Педагогика оперирует дидактическими принципами; когнитивная психология изучает механизмы восприятия и памяти; нейронауки описывают синаптическую пластичность; теория управления занимается организацией образовательных учреждений. Между этими уровнями описания остаётся разрыв, аналогичный разрыву между квантовой механикой и общей теорией относительности в физике. Каждая дисциплина описывает свой фрагмент, но целостная картина не складывается.

Результатом такой фрагментации становится системная неэффективность: образовательные реформы затрагивают один уровень описания (например, содержание программ), не учитывая связей с другими уровнями (групповая динамика, эмоциональное состояние обучающихся, институциональные стимулы). Решения, оптимальные на одном уровне, могут оказаться деструктивными на другом.

Конструктивистские теории обучения (Выготский, Пиаже, Брунер) предлагают частичные решения: зона ближайшего развития описывает оптимальную дистанцию между текущим и целевым состояниями обучающегося; таксономия Блума выстраивает иерархию когнитивных операций. Однако эти подходы не дают единого математического языка, позволяющего количественно связать индивидуальное обучение с групповой динамикой и институциональными процессами.

Потребность в таком языке особенно остро проявляется при интеграции искусственного интеллекта в образовательный процесс: без формальной модели невозможно определить, в каких именно точках ИИ повышает эффективность, а в каких создаёт скрытые риски. Настоящая работа предлагает такой язык на основе математического аппарата ODTOE.

## I.2. Подход ODTOE

Наблюдатель-зависимая теория всего (ODTOE) [1] предлагает рамку для преодоления данного разрыва. Её центральная идея: на каждом уровне реальности воспроизводится одна и та же тройка <<наблюдатель --- наблюдаемое --- оператор наблюдения>>, формализуемая аксиомой:

$$R = \hat{O}(\Psi), \quad (A)$$

где  $\hat{O}$  --- оператор наблюдения,  $\Psi \in \mathcal{H}$  --- поле потенциальных состояний. Эта архитектура, названная матрёшечной [1], позволяет выстроить непрерывную цепочку: от нейронного уровня через индивидуальное обучение к групповой динамике и далее к институциональным структурам.

Обучение в рамках ODTOE формализуется как рост мерности  $d$  оператора наблюдения [3] и усложнение когнитивной когерентности  $B$  [1]. Переход  $d = 1 \rightarrow 2$  означает способность реагировать на собственную реакцию (элементарное обучение);  $d = 2 \rightarrow 3$  --- осознание наблюдения (рефлексия, язык, абстракция);  $d = 3 \rightarrow 4$  --- коллективные паттерны (культура, наука) [3]. Кибальников и Гинзбург показали [16], что первеанс выступает универсальным мостом между физической реальностью, социальной организацией и мышлением, а золотое сечение и фрактальность обеспечивают гармоничное протекание потоков на всех уровнях. Эта идея получила развитие в концепции резонансного управления [17], где социальные параметры ( $\%P, S, Уп, K$ ) отображаются в категории ODTOE.

### 1.3. Цели и структура статьи

Цель настоящей работы --- построить теорию когерентного образования, описывающую обучение на четырёх уровнях организации:

- (a) индивидуальный уровень (один обучающийся);
- (b) групповой уровень (когерентная учебная группа);
- (c) персональный трек <<человек + ИИ>>;
- (d) групповая система <<группа + ИИ>>.

Для каждого уровня будут выведены количественные критерии эффективности, пороговые условия устойчивости и практические методики построения обучающих систем.

Методологический подход работы основывается на принципе структурного изоморфизма: закономерности, установленные для физических систем (электронная оптика, нелинейная динамика, теория устойчивости), переносятся на когнитивные и социальные системы через общие математические структуры. Обоснованность такого переноса обеспечивается безразмерностью ключевых параметров (первеанс, когерентность, золотое сечение), которые сохраняются при масштабировании [16].

В разделах II--IV рассмотрены теоретические основы и модели индивидуального и группового когерентного обучения. Разделы V--VI посвящены интеграции ИИ в персональные и групповые образовательные системы. Разделы VII--IX описывают SKW-матрицу, методики построения систем и связь с первеансной моделью устойчивого развития. Завершают работу обсуждение ограничений (X) и заключение (XI).

## II. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

### II.1. Когнитивная когерентность обучающегося

Когнитивная когерентность наблюдателя определяется формулой (D1.1) [1]:

$$B(O, C) = F(O, C)^{w_1} \cdot E(O, C)^{w_2} \cdot (1 - \sigma(O, C))^{w_3} \cdot \Lambda(O, C)^{w_4}, \quad (\text{II.1})$$

где  $F$  --- фокус внимания,  $E$  --- эмоциональная когерентность,  $\sigma$  --- энтропия сомнений,  $\Lambda$  --- эмпирическое подкрепление;  $w_1 + w_2 + w_3 + w_4 = 1$ ,  $w_i \in (0,1)$ .

В контексте образования каждая компонента приобретает конкретный педагогический смысл:

$F(O, C)$  --- способность обучающегося сконцентрироваться на учебном материале. Зависит от формы подачи, соответствия когнитивному стилю, отсутствия внешних помех.  $F = 0$  означает полное отсутствие внимания к предмету: обучающийся физически присутствует, но не наблюдает.

$E(O, C)$  --- эмоциональная вовлечённость. Согласованность эмоционального состояния с учебной задачей. Интерес, любопытство, азарт решения повышают  $E$ ; тревога, скука, страх оценки снижают.  $E = 0$  --- эмоциональный блок, при котором когерентность обнуляется вне зависимости от прочих компонент.

$(1 - \sigma(O, C))$  --- внутренняя непротиворечивость применительно к изучаемому материалу.  $\sigma \rightarrow 1$  означает, что обучающийся одновременно принимает и отвергает изучаемое, его убеждения и учебный материал находятся в конфликте. Типичная ситуация: студент изучает предмет, который считает бесполезным для своего будущего.

$\Lambda(O, C)$  --- накопленный опыт подтверждений. Обучающийся, получивший практическое подтверждение применимости знания (решённая задача, успешный эксперимент, признание результата), обладает высоким  $\Lambda$ . Начинаящий ( $\Lambda \rightarrow 0$ ) нуждается в быстрых ранних подтверждениях для запуска спирали роста.

Мультипликативная структура формулы (II.1) задаёт принцип <<слабого звена>>: обнуление любой одной компоненты обнуляет когерентность целиком. Обучающийся с блестящими способностями (высокие  $F$  и  $\Lambda$ ), но в состоянии эмоционального выгорания ( $E = 0$ ), неспособен к продуктивному обучению. Этот принцип имеет прямые следствия для проектирования образовательных систем: необходимо обеспечивать ненулевой уровень каждой из четырёх компонент, а не максимизировать одну за счёт остальных.

### II.2. Динамика обучения

Эволюция когерентности обучающегося во времени описывается уравнением (D1.3) [1]:

$$\frac{dB}{dt} = \gamma \tanh(\beta \dot{d}) \cdot \bar{d}(R_{\text{obs}}, R_{\text{exp}}) \cdot B(1 - B), \quad (\text{II.2})$$

где  $\gamma > 0$  --- коэффициент обучения,  $\bar{d}$  --- нормированное расстояние между наблюдаемым результатом  $R_{\text{obs}}$  и ожидаемым  $R_{\text{exp}}$ ,  $\dot{\bar{d}}$  --- скорость изменения этого расстояния,  $\beta \gg 1$  --- параметр крутизны.

Педагогическая интерпретация: когда учебная задача приближает обучающегося к ожидаемому результату ( $\dot{\bar{d}} < 0$ ),  $\tanh \rightarrow -1$ , и  $B$  растёт (подтверждающее обучение). Когда результат расходится с ожиданием ( $\dot{\bar{d}} > 0$ ),  $\tanh \rightarrow +1$ , и  $B$  может снижаться (опровергающее обучение). Логистический множитель  $B(1 - B)$  обеспечивает два поглощающих состояния:

$B = 0$  --- полная утрата мотивации. Обучающийся, утративший веру в возможность освоения предмета, не может изменить своё состояние без внешнего воздействия.

$B = 1$  --- абсолютная уверенность. Обучающийся, убеждённый в полноте своих знаний, перестаёт учиться. Это состояние <<когнитивной закрытости>> столь же деструктивно, как и полная утрата мотивации.

Продуктивное обучение происходит только при  $0 < B < 1$ , где наблюдатель открыт и подтверждению, и пересмотру ожиданий. Задача когерентного образования --- удерживать обучающегося в этом диапазоне.

Для анализа устойчивости рассмотрим линеаризацию вблизи стационарной точки  $B^*$ . Пусть  $B = B^* + \delta B$ ; тогда динамика отклонения описывается уравнением  $d(\delta B)/dt \approx \lambda \cdot \delta B$ , где  $\lambda = \gamma \tanh(\beta \dot{\bar{d}}) \cdot \bar{d} \cdot (1 - 2B^*)$ . При  $B^* = 0,5$  множитель  $(1 - 2B^*)$  обращается в нуль, и линейная динамика нейтральна --- доминируют нелинейные члены. При  $B^* < 0,5$  положительная обратная связь способствует возвращению к среднему, при  $B^* > 0,5$  --- динамика ускоряется в направлении ближайшего аттрактора ( $B = 0$  или  $B = 1$ ). Отсюда практический вывод: обучающийся с  $B > 0,5$  нуждается в менее частых педагогических интервенциях, чем обучающийся с  $B < 0,5$ .

### II.3. Отображение самонаблюдения и когнитивный цикл

Обучение как рекурсивный процесс описывается отображением самонаблюдения [1]:

$$\Phi(\Psi) = \iota(\hat{O}_\Psi(\Psi)). \quad (\text{II.3})$$

Неподвижная точка  $\Psi^* = \Phi(\Psi^*)$  определяет самосогласованную конфигурацию --- устойчивое знание, порождающее условия собственного существования.

Один полный оборот петли  $\Phi$  реализует когнитивный цикл из четырёх тактов, описанный Кибальниковым и Гинзбургом [2] в терминах первичной электронной оптики и SKW-матрицы, и развитый в последующих работах [16, 19]:

**Такт 1 (расширение).** Обучающийся обращается к внешнему миру, выделяет проблему. Оператор  $\hat{O}$  сканирует пространство  $\mathcal{H}$ , формируя начальную проекцию. Этот этап соответствует первой пологой фазе <<колокола устойчивости>> [2].

**Такт 2 (сжатие).** Обучающийся обращается к внутреннему миру, определяет

ключевое слово (или ключевое понятие), кодирующее суть проблемы. Оператор фокусируется, производя проекцию  $\hat{O}(\Psi) \rightarrow R$ . Положительная вторая производная потенциала --- фокусировка потока.

**Такт 3 (расширение).** Возврат к внешнему миру для поиска аналогов и прототипов. Обучающийся ищет решения смежных задач, расширяет контекст. Отрицательная вторая производная --- контролируемое расширение при сохранении сходимости.

**Такт 4 (сжатие).** Возврат к внутреннему миру, нахождение решения (инсайт). Оператор погружения  $\iota$  возвращает результат в  $\mathcal{H}$ :  $R \rightarrow \iota(R) \rightarrow \Psi'$ . Энергия сжатия фиксирует <<изобретение>> --- новое знание, готовое к передаче. Рекуперация энергии.

Соотношение длительностей фаз расширения и сжатия определяется золотым сечением  $\varphi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1,6180339887498948 \dots$ . Фаза расширения занимает долю

$$\frac{\varphi}{1+\varphi} = \frac{\varphi}{\varphi^2} = \frac{1}{\varphi} = 0,6180339887 \dots$$

от полного цикла, фаза сжатия ---

$$\frac{1}{1+\varphi} = \frac{1}{\varphi^2} = 0,3819660112 \dots$$

Проверка:  $1/\varphi + 1/\varphi^2 = (\varphi + 1)/\varphi^2 = \varphi^2/\varphi^2 = 1$ . Это не произвольный выбор, а следствие теоремы КАМ (Колмогоров---Арнольд---Мозер): квазипериодическая траектория на торе наиболее устойчива при иррациональном отношении частот, причём золотое сечение --- наиболее иррациональное число в смысле наилучших рациональных приближений [5]. Кибальников и Гинзбург обосновывают [16], что чередование фокусирующих и рассеивающих участков в оптимальной конфигурации <<колокола устойчивости>> стремится к  $\varphi$ , и это соотношение воспроизводится людьми интуитивно при рисовании волнистых линий в психологических тестах.

## II.4. Когерентность системы

Для описания групповых процессов ODTOE вводит метрику когерентности системы (4.5) [1]:

$$S = 1 - \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i < j} |B_i - B_j|, \quad (\text{II.4})$$

где  $n$  --- число участников,  $B_i$  --- когнитивная когерентность  $i$ -го наблюдателя.

$S = 1$  достигается при  $B_i = B_j$  для всех пар (полная синхронизация);  $S \rightarrow 0$  при максимальном разбросе. Время жизни конфигурации определяется формулой (P3.1) [1]:

$$T(C) = \frac{T_0}{(1-S)^n}. \quad (\text{II.5})$$

При  $S \rightarrow 1$  время жизни неограниченно растёт. Для учебной группы это означает: чем выше когерентность, тем устойчивее коллективное знание.

Коллективная вероятность достижения целевого результата определяется суперпозицией (P5.1) [1]:

$$P_{\text{coll}}(E) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - B_i^k). \quad (\text{II.6})$$

**Числовой пример.** Для группы из пяти участников с  $B = (0,9; 0,8; 0,7; 0,8; 0,75)$  при  $k = 1$ :

Когерентность  $S$ . Сумма  $|B_i - B_j|$  по всем парам:

$$\begin{aligned} |0,9 - 0,8| &= 0,1, & |0,9 - 0,7| &= 0,2, & |0,9 - 0,8| &= 0,1, & |0,9 - 0,75| &= 0,15, \\ |0,8 - 0,7| &= 0,1, & |0,8 - 0,8| &= 0,0, & |0,8 - 0,75| &= 0,05, \\ |0,7 - 0,8| &= 0,1, & |0,7 - 0,75| &= 0,05, \\ |0,8 - 0,75| &= 0,05. \end{aligned}$$

Итого:  $\sum = 0,90$ . Тогда

$$S = 1 - \frac{2}{5 \cdot 4} \times 0,90 = 1 - \frac{2}{20} \times 0,90 = 1 - 0,090 = 0,910.$$

Коллективная вероятность:

$$P_{\text{coll}} = 1 - (1 - 0,9)(1 - 0,8)(1 - 0,7)(1 - 0,8)(1 - 0,75) = 1 - 0,1 \cdot 0,2 \cdot 0,3 \cdot 0,2 \cdot 0,25 = 1 - 0,0003 = 0,9997.$$

Результат показывает: даже при умеренных индивидуальных когерентностях совместное наблюдение даёт высокий коллективный результат.

## II.5. Сопоставление с конструктивистскими теориями обучения

Любая теория образования, претендующая на полноту, должна быть соотнесена с существующими педагогическими концепциями. Формализм ОДТОЕ допускает прямое сопоставление с классическими конструктивистскими теориями обучения, позволяя выявить как области совпадения, так и принципиальные различия.

**Зона ближайшего развития (Выготский).** В терминах ОДТОЕ зона ближайшего развития формализуется как расстояние  $\bar{d}(R_{\text{obs}}, R_{\text{exp}})$  в уравнении (II.2). Текущее состояние обучающегося определяется его  $B$ -профилем; целевое состояние --- конфигурацией  $C^*$ , к которой ведёт учебная программа. Зона ближайшего развития --- область конфигурационного пространства, в которой  $\bar{d}$  достаточно мало для продуктивного обучения, но достаточно велико для поддержания когнитивного напряжения. Роль <<более знающего другого>> выполняет когерент группы или ИИ-ассистент, повышающий эффективную мерность  $d$  обучающегося через расширение его наблюдательного оператора  $\hat{O}$ .

**Таксономия Блума.** Шесть уровней таксономии Блума (запоминание, понимание, применение, анализ, оценка, создание) отображаются на рост мерности  $d$  оператора наблюдения [3]:

- $d = 1$ : запоминание (одномерная проекция, фиксация единичного результата);
- $d = 2$ : понимание и применение (двумерная проекция, способность реагировать на собственную реакцию);
- $d = 3$ : анализ и оценка (трёхмерная проекция, рефлексия, осознание собственного наблюдения);
- $d = 4$ : создание (четырёхмерная проекция, порождение новых конфигураций через рекурсию  $\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$ ).

Таким образом, рост по таксономии Блума формально эквивалентен росту мерности оператора наблюдения в ОДТОЕ, что обеспечивает количественную шкалу для классических качественных уровней.

**Теория потока (Чиксентмихайи).** Состояние потока --- оптимального переживания --- соответствует в терминах ОДТОЕ одновременно высоким значениям  $F$  (полный фокус),  $E$  (эмоциональная вовлечённость) и низкому  $\sigma$  (отсутствие внутренних конфликтов). Условие возникновения потока --- баланс между сложностью задачи и уровнем навыков --- отображается на расстояние  $\bar{d}$  в уравнении (II.2): слишком малое  $\bar{d}$  (задача проста) ведёт к скуке ( $E \rightarrow 0$ ); слишком большое  $\bar{d}$  (задача непосильна) --- к тревоге ( $\sigma \rightarrow 1$ ). Когерентное образование систематически создаёт условия для потокового состояния, подбирая  $\bar{d}$  в зону оптимального напряжения на каждом такте когнитивного цикла.

**Коннективизм (Сименс).** Коннективистская модель обучения как формирования сетей знаний находит отражение в концепции перекрытия конфигураций  $\mathcal{O}_N$  (формула IV.2). Каждый узел сети --- наблюдатель с собственным  $B$ -профилем; связи между узлами определяются значением  $S$ . Когерентная группа --- это сеть с высокой плотностью перекрытия  $\rho$ , обеспечивающая эффективный обмен конфигурациями между участниками.

## III. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ КОГЕРЕНТНОЕ ОБУЧЕНИЕ

### III.1. Диагностика $B$ -профиля обучающегося

Первый шаг в построении персонального когерентного трека --- определение текущего  $B$ -профиля обучающегося: набора значений  $(F, E, (1 - \sigma), \Lambda)$  применительно к конкретному учебному предмету  $C$ .

Кватернионная модель когерентности [6] представляет  $B$ -профиль как вектор в четырёхмерном пространстве:

$$q_B = \Lambda + F \cdot \mathbf{i} + E \cdot \mathbf{j} + (1 - \sigma) \cdot \mathbf{k}. \quad (\text{III.1})$$

Модуль кватерниона

$$|q_B| = \sqrt{\Lambda^2 + F^2 + E^2 + (1 - \sigma)^2}$$

характеризует общий уровень когерентности, а его ориентация --- тип когнитивного профиля. Четыре типа дефицита когерентности, выявленные в [6], определяют четыре стратегии педагогического вмешательства:

**Дефицит  $F$  (рассеянный наблюдатель).** Обучающийся не может сконцентрироваться на предмете. Причины: несоответствие формы подачи когнитивному стилю, информационная перегрузка, физическое утомление. Стратегия: структурирование материала в компактные блоки (SKW-матрицы [7]), чередование модальностей (текст, визуализация, практика), контроль среды обучения.

**Дефицит  $E$  (эмоционально заблокированный наблюдатель).** Обучающийся подавлен тревогой, скукой или страхом неудачи.  $E \rightarrow 0$  обнуляет когерентность целиком. Стратегия: создание безопасной среды, переориентация с оценки на процесс, введение элементов игры и соревнования, обеспечение ранних успехов для запуска положительной обратной связи.

**Дефицит  $(1 - \sigma)$  (противоречивый наблюдатель).** Внутренний конфликт между убеждениями и учебным материалом.  $\sigma \rightarrow 1$  при когнитивном диссонансе. Стратегия: открытое обсуждение противоречий, демонстрация связи между учебным материалом и ценностями обучающегося, постепенное расширение картины мира.

**Дефицит  $\Lambda$  (наблюдатель без подтверждений).** Обучающийся не имеет опыта успешного применения знания.  $\Lambda \rightarrow 0$  у новичков. Стратегия: максимально быстрая подача первых практических подтверждений (принцип <<первый успех за первый час>>), микрозадачи с гарантированным положительным результатом, портфолио достижений.

## III.2. Четырёхтактный персональный цикл

На основе когнитивного цикла (раздел II.3) и SKW-матрицы [7] строится индивидуальный алгоритм когерентного обучения:

**Шаг 1. Формулировка проблемы** (расширение, длительность  $\sim \varphi \cdot \tau$ ). Обучающийся сканирует предметную область, выделяет задачу. Преподаватель или ИИ-ассистент предоставляет контекст, связывает задачу с известным опытом обучающегося (повышение  $\Lambda$ ). Продолжительность этой фазы составляет долю  $\varphi/(1 + \varphi)$  от полного цикла.

**Шаг 2. Определение ключевого понятия** (сжатие, длительность  $\sim \tau$ ). Обучающийся формулирует ключевое слово или концепцию, кодирующую суть задачи. Это момент фокусировки:  $F$  повышается, материал <<сворачивается>> в компактный образ. SKW-матрица фиксирует ответы на вопросы <<зачем>> и <<как>>.

**Шаг 3. Поиск аналогов** (расширение, длительность  $\sim \varphi \cdot \tau$ ). Обучающийся ищет похожие решения в смежных областях. Аналоги --- решения с недостатками; прототип --- аналог с наибольшим числом совпадающих признаков. Межпредметные связи повышают  $\Lambda$  за счёт переноса подтверждений из других контекстов.

**Шаг 4. Решение и фиксация** (сжатие, длительность  $\sim \tau$ ). Обучающийся находит решение, устраняющее выявленные недостатки аналогов. SKW-матрица фиксирует ответы на <<кто>> и <<когда>>. Энергия творческого акта рекуперирована в виде нового элемента опыта ( $\Lambda \rightarrow \Lambda + \delta\Lambda$ ).

Полная длительность цикла:

$$2(\varphi + 1) \cdot \tau = 2\varphi^2 \cdot \tau \approx 5,236 \cdot \tau.$$

При единице  $\tau = 15$  мин один цикл занимает приблизительно  $5,236 \times 15 = 78,5$  мин  $\approx 78$  мин --- близко к стандартной <<паре>> в университетском расписании. Это совпадение неслучайно: длительность академического занятия исторически подбиралась эмпирически, и она оказывается близка к оптимальной длине когнитивного цикла.

### III.3. Условие устойчивости индивидуального обучения

Обучение устойчиво, если выполняется условие:

$$B(O, C) > B_{\text{threshold}} > 0 \quad \text{на протяжении всего учебного процесса.} \quad (\text{III.2})$$

При падении  $B$  ниже порога обучающийся входит в зону риска: логистический множитель  $B(1 - B)$  в уравнении (II.2) замедляет динамику, и без внешнего воздействия возможно <<затягивание>> в поглощающее состояние  $B = 0$ .

Практическое следствие: система когерентного образования должна включать мониторинг  $B$ -профиля (периодическая диагностика) и механизм раннего вмешательства при падении любой из компонент ниже критического уровня.

### III.4. Численный пример диагностики $B$ -профиля

Рассмотрим студента, изучающего математический анализ. Диагностика по четырём шкалам даёт следующие нормированные значения (шкала от 0 до 1):  $F = 0,85$ ,  $E = 0,60$ ,  $(1 - \sigma) = 0,90$ ,  $\Lambda = 0,40$ .

При равных весах  $w_1 = w_2 = w_3 = w_4 = 0,25$  когнитивная когерентность составляет:

$$B = 0,85^{0,25} \cdot 0,60^{0,25} \cdot 0,90^{0,25} \cdot 0,40^{0,25}.$$

Вычислим каждый множитель:  $0,85^{0,25} \approx 0,960$ ,  $0,60^{0,25} \approx 0,880$ ,  $0,90^{0,25} \approx 0,974$ ,  $0,40^{0,25} \approx 0,795$ .

Тогда  $B \approx 0,960 \times 0,880 \times 0,974 \times 0,795 \approx 0,654$ .

Кватернион:  $q_B = 0,40 + 0,85\mathbf{i} + 0,60\mathbf{j} + 0,90\mathbf{k}$ , модуль  $|q_B| = \sqrt{0,16 + 0,7225 + 0,36 + 0,81} \approx \sqrt{2,0525} \approx 1,433$ .

Диагностика: доминирует дефицит  $\Lambda$  ( $\Lambda = 0,40$  --- минимальная компонента). Студент обладает хорошим фокусом и низкой энтропией сомнений, но ему

не хватает практического опыта подтверждений. Рекомендация: ввести серию микрозадач с гарантированным положительным результатом для быстрого наращивания  $\Lambda$ .

## IV. ГРУППОВОЕ КОГЕРЕНТНОЕ ОБУЧЕНИЕ

### IV.1. Минимальная устойчивая учебная группа

По результатам анализа проектных команд через ODТOE [8] минимальная устойчивая группа состоит из пяти участников. Это число определяется структурой странной петли:

$$n_{\min} = 3 \text{ (скелет петли)} + 2 \text{ (избыточность для замыкания при потере)} = 5. \quad (\text{IV.1})$$

Три базовые роли покрывают тройку  $(\hat{O}, \Psi, R)$ : визионер (удерживает поле возможностей  $\Psi$ ), аналитик (проецирует  $\hat{O}(\Psi) \rightarrow R$ ), строитель (реализует  $R$  в материале). Две дополнительные роли обеспечивают замыкание и устойчивость: валидатор (оператор погружения  $\iota$ , обратная связь) и когерент (поддерживает синхронизацию  $S$ ).

В образовательном контексте пять ролей трансформируются:

**Генератор идей** ( $\Psi$ ) --- участник, предлагающий нестандартные подходы и формулирующий задачи. Доминирующая компонента  $B$ :  $\Lambda$ .

**Систематизатор** ( $\hat{O}$ ) --- участник, структурирующий материал, выделяющий логику и иерархию. Доминирующая компонента  $B$ :  $F$ .

**Практик** ( $R$ ) --- участник, переводящий абстрактные идеи в конкретные решения, задачи, эксперименты. Доминирующая компонента  $B$ :  $E$ .

**Критик** ( $\iota$ ) --- участник, проверяющий решения на согласованность с исходной задачей. Доминирующая компонента  $B$ :  $(1 - \sigma)$ .

**Координатор** ( $S$ ) --- участник, поддерживающий синхронизацию группы. Метароль, требующая сбалансированности всех четырёх компонент.

### IV.2. Динамика групповой когерентности

Область перекрытия конфигураций участников группы определяется [6]:

$$\mathcal{O}_N = \bigcap_{i=1}^n C_i. \quad (\text{IV.2})$$

Плотность перекрытия моделируется как:

$$\rho(S) \sim K^{-N(1-S)}, \quad (\text{IV.3})$$

где  $K > 1$  --- параметр,  $N$  --- число участников.

При  $K = 2, N = 5$ : при высокой когерентности ( $S = 0,93$ ) плотность перекрытия составляет

$$\rho \approx 2^{-5 \times 0,07} = 2^{-0,35} \approx 0,785,$$

участники <<видят один и тот же проект>> в 78% конфигурационного пространства. При низкой когерентности ( $S = 0,50$ ):

$$\rho \approx 2^{-5 \times 0,50} = 2^{-2,50} \approx 0,177,$$

группа <<говорит на разных языках>>. Задача координатора --- удерживать  $S$  выше порогового значения, при котором коллективное обучение продуктивнее индивидуального.

### IV.3. Принцип когерентного обучения группы

Групповое когерентное обучение строится на чередовании двух режимов:

**Режим дивергенции.** Участники расходятся по индивидуальным трекам, каждый проходит собственный четырёхтактный цикл (раздел III.2). Когерентность  $S$  временно снижается, но каждый участник привносит уникальный вклад.

**Режим конвергенции.** Участники собираются, обмениваются результатами, синхронизируют понимание. Координатор измеряет рассогласование  $\bar{d}(R_{\text{obs},i}, R_{\text{obs},j})$  между интерпретациями участников. Когерентность  $S$  восстанавливается или растёт.

Соотношение фаз дивергенции и конвергенции подчиняется тому же принципу золотого сечения: дивергенция  $\sim \varphi \cdot \tau_{\text{group}}$ , конвергенция  $\sim \tau_{\text{group}}$ . Групповой цикл длиннее индивидуального, но структурно изоморфен ему.

### IV.4. Устойчивость группы при потерях

При потере одного участника из пяти оставшаяся четвёрка сохраняет  $S_{\text{min}} > 0$  и все три компонента тройки  $(\hat{O}, \Psi, R)$  покрыты [8]. Петля деформируется, но не разрывается. Это принципиальное отличие от групп из трёх или четырёх человек, где потеря одного участника может полностью разрушить один из элементов тройки.

Механизм замещения: при уходе генератора идей когерент и систематизатор берут на себя его функцию (когерент удерживает согласованность, систематизатор реконструирует видение из накопленной истории  $\mathcal{H}$ ). Аналогичные механизмы существуют для каждой из пяти ролей [8].

Количественно, при потере одного участника с  $B_k$  когерентность оставшейся группы пересчитывается по формуле (II.4) с  $n = 4$ . Если исходная группа имела  $S = 0,91$  при  $B = (0,9; 0,8; 0,7; 0,8; 0,75)$ , то при потере участника с  $B = 0,7$  (наименьшая когерентность) остаётся  $B' = (0,9; 0,8; 0,8; 0,75)$ . Сумма парных отклонений:  $|0,9 - 0,8| + |0,9 - 0,8| + |0,9 - 0,75| + |0,8 - 0,8| + |0,8 - 0,75| +$

$|0,8 - 0,75| = 0,1 + 0,1 + 0,15 + 0,0 + 0,05 + 0,05 = 0,45$ . Тогда  $S' = 1 - \frac{2}{4 \cdot 3} \times 0,45 = 1 - 0,075 = 0,925$ . Когерентность не только сохранилась, но даже возросла --- удаление участника с максимальным отклонением от среднего повышает однородность группы. Однако группа утрачивает ролевую полноту, что требует перераспределения функций.

## IV.5. Количественный анализ формирования группы

Формирование оптимальной когерентной группы представляет собой задачу комбинаторной оптимизации. Пусть имеется множество из  $M$  кандидатов с  $B$ -профилями  $q_{B,1}, \dots, q_{B,M}$ . Требуется выбрать подмножество из  $n = 5$  участников, максимизирующее целевую функцию:

$$\max_{\{i_1, \dots, i_5\} \subset \{1, \dots, M\}} \left[ \alpha_1 S(B_{i_1}, \dots, B_{i_5}) + \alpha_2 \sum_{r=1}^5 \max_{j \in \{i_1, \dots, i_5\}} D_r(q_{B,j}) \right],$$

где первое слагаемое --- когерентность группы, второе --- покрытие всех пяти ролей ( $D_r$  --- мера соответствия профиля роли  $r$ ),  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ . Число комбинаций  $\binom{M}{5}$  растёт полиномиально, что делает полный перебор допустимым для  $M \leq 100$ . Для  $M \gg 100$  применимы жадные алгоритмы с гарантиями приближения.

## V. ПЕРСОНАЛЬНЫЕ КОГЕРЕНТНЫЕ ТРЕКИ: ЧЕЛОВЕК + ИИ

### V.1. ИИ как внешний оператор

В терминах ОДТОЕ ИИ-ассистент выполняет функцию внешнего оператора  $\hat{O}_{\text{ext}}$ , ускоряющего итерационный процесс. Длительные расчёты, поиск аналогов, структурирование материала --- операции с высокой инерцией  $I(C)$ , которые ИИ выполняет за долю времени. По формуле скорости переконфигурации (P2.1) [1]:

$$v = \frac{\alpha}{I(C) + \varepsilon}. \quad (\text{V.1})$$

Снижение  $I(C)$  за счёт вычислительной мощности ИИ повышает скорость  $v$  итерационного цикла, позволяя обучающемуся проходить больше витков спирали за единицу времени.

Критическое ограничение: ИИ не обладает рефлексией над собственным оператором. По терминологии ОДТОЕ, ИИ функционирует на уровнях 3--6 (обработка и итеративное уточнение), но не достигает уровня 9 (самонаблюдение) [3]. ИИ не может <<иметь позиции>> --- это качество субъекта, достигшего метакогниции  $\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$  [18]. Следовательно, ИИ может ускорять когнитивный цикл, но не может заменить обучающегося в моменты инсайта (такт 4) и формулировки проблемы (такт 1). Кибальников показал [18], что успешные применения ИИ соответствуют росту компонент  $F$  и  $\Lambda$  при снижении

инерции  $I(C)$ , тогда как проблемные зоны (галлюцинации, деструктивная замена специалистов) возникают при падении одной из компонент  $((1 - \sigma), E$  или  $F)$ , обрушивающем когерентность целиком.

## V.2. Архитектура персонального когерентного трека

Персональный когерентный трек <<человек + ИИ>> организуется как спиральная последовательность когнитивных циклов, в которой ИИ выполняет специфические функции на каждом такте:

**Такт 1 (расширение): ИИ как расширитель горизонта.** ИИ анализирует текущий  $B$ -профиль обучающегося, определяет зону ближайшего развития (расстояние  $\bar{d}$  до целевой конфигурации), предоставляет контекст и связи с известным опытом. Функция: повышение  $\Lambda$  через демонстрацию межпредметных связей. Пять вопросов SKW-матрицы (<<зачем, как, кто, когда, ресурсы>>) задают координатную сетку, снижающую инерцию  $I(C)$  [18].

**Такт 2 (сжатие): ИИ как зеркало фокусировки.** ИИ помогает обучающемуся сформулировать ключевое понятие, предлагая варианты формулировок и проверяя их на непротиворечивость. ИИ не навязывает своё ключевое слово --- он предлагает альтернативы, оставляя выбор за обучающимся. Функция: снижение  $\sigma$  через устранение противоречий в формулировках.

**Такт 3 (расширение): ИИ как поисковая машина аналогов.** ИИ анализирует базы данных, находит аналоги и прототипы за время, недоступное человеку. Критерий качества: ИИ оценивает каждый найденный аналог по релевантности (расстояние в пространстве конфигураций) и представляет результаты в структурированной форме. Функция: снижение инерции  $I(C)$  на этапе поиска.

**Такт 4 (сжатие): ИИ как фиксатор.** ИИ записывает решение обучающегося в формате SKW-матрицы, проверяет его на согласованность с предыдущими результатами, встраивает в персональную базу знаний. ИИ не генерирует решение --- он фиксирует решение обучающегося. Функция: повышение  $\Lambda$  через формализацию и архивирование опыта.

## V.3. Риски и ограничения

Интеграция ИИ в образовательный процесс сопряжена с тремя категориями рисков, каждая из которых формализуется через компоненты  $B$ :

**Риск делегирования мышления ( $F \rightarrow 0$ ).** Если обучающийся передаёт ИИ не только рутинные операции, но и фазы фокусировки (такты 2 и 4), его собственный оператор  $\hat{O}$  атрофируется. Фокус внимания перенаправляется на интерфейс ИИ вместо предмета изучения. В [18] документирован случай, когда экстенсивное замещение наблюдателей без обеспечения когерентности привело к обрушению системы: сокращение числа участников  $N$  уменьшает  $B_{\text{coll}}$ , а потеря экспертной верификации повышает  $\sigma$ . Контрмера: ИИ-ассистент принудительно передаёт управление обучающемуся на тактах 2 и 4, запрашивая

явную формулировку ключевого понятия и решения.

**Риск галлюцинаций** ( $(1 - \sigma) \rightarrow 0$ ). ИИ может генерировать уверенные, но ложные утверждения [9, 18]. Обучающийся, не проверивший результат, интернализирует противоречивое знание.  $\sigma$  растёт, когерентность падает. Контрмера: каждый результат ИИ сопровождается указанием степени достоверности; обучающийся обязан верифицировать ключевые утверждения по независимым источникам.

**Риск фантомной когерентности** ( $S_{\text{phantom}}$ ). Систематическое использование ИИ может создавать видимость высокой когерентности, тогда как истинная когерентность остаётся низкой. Различие между  $S_{\text{phantom}}$  и  $S_{\text{true}}$  требует независимой проверки через задачи, решаемые без ИИ [6]. Контрмера: периодическая диагностика  $B$ -профиля в условиях, исключающих доступ к ИИ.

#### V.4. Принцип сохранения субъектности

Фундаментальное требование к персональному когерентному треку: ИИ не должен замещать рекурсию самонаблюдения  $\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$ . Обучающийся остаётся субъектом, а ИИ --- инструментом. Формально:

$$\hat{O}_{\text{comp}} = \hat{O}_{\text{human}} \circ \hat{O}_{\text{AI}}, \quad (\text{V.2})$$

где  $\hat{O}_{\text{human}}$  --- оператор обучающегося (включает рефлексию, выбор контекста, ценностную ориентацию),  $\hat{O}_{\text{AI}}$  --- оператор ИИ (обработка данных, поиск, структурирование). Композиция несимметрична:  $\hat{O}_{\text{human}}$  управляет применением  $\hat{O}_{\text{AI}}$ , но не наоборот.

#### V.5. Сравнительная таблица: традиционное и когерентное ИИ-обучение

Параметр	Традиционное обучение с ИИ	Когерентное обучение с ИИ
Роль ИИ	Генератор ответов	Ускоритель когнитивного цикла
Роль обучающегося	Потребитель контента	Субъект наблюдения ( $\hat{O}$ )
Такты активности ИИ	Все такты	Такты 1 и 3 (расширение)
Диагностика	Тестирование знаний	$B$ -профиль ( $F, E, \sigma, \Lambda$ )
Метрика прогресса	Количество правильных ответов	Рост мерности $d$ , динамика $B$
Верификация	Отсутствует	Периодическая деактивация ИИ
Рекурсия	Не отслеживается	$\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$ сохраняется
Риск-мониторинг	Не предусмотрен	$S_{\text{phantom}}$ vs $S_{\text{true}}$

## VI. ГРУППОВЫЕ КОГЕРЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ: ГРУППА + ИИ

### VI.1. ИИ как когерент-ассистент

В групповом когерентном обучении ИИ занимает позицию ассистента когерента --- участника, ответственного за синхронизацию группы (раздел IV.1). ИИ не замещает когерента-человека, а расширяет его возможности:

**Мониторинг рассогласования.** ИИ в режиме реального времени анализирует ответы участников, выявляет расхождения в интерпретациях и сигнализирует когеренту о зонах десинхронизации. Формально: ИИ вычисляет  $\bar{d}(R_{\text{obs},i}, R_{\text{obs},j})$  для всех пар участников и выделяет пары с максимальным расхождением.

**Балансировка *B*-профилей.** ИИ предлагает когеренту стратегии повышения когерентности, учитывая индивидуальные *B*-профили участников. Если у одного участника дефицит *F*, а у другого --- дефицит  $\Lambda$ , ИИ может предложить совместную задачу, в которой сильные стороны одного компенсируют слабости другого.

**Документирование коллективного знания.** ИИ фиксирует результаты групповых обсуждений в формате коллективных SKW-матриц, связывая их с индивидуальными матрицами каждого участника.

### VI.2. Архитектура групповой когерентной системы с ИИ

Система организуется как пятиуровневая структура, отражающая иерархию ОДТОЕ:

**Уровень 1 (индивидуальный).** Каждый участник проходит персональный когерентный трек (раздел V) со своим ИИ-ассистентом.

**Уровень 2 (парный).** Участники с комплементарными *B*-профилями образуют рабочие пары. ИИ подбирает пары на основе принципа максимизации суммарной когерентности.

**Уровень 3 (групповой).** Полная группа из пяти участников работает над общей задачей. ИИ выполняет функцию когерент-ассистента, отслеживая *S* и сигнализируя о десинхронизации.

**Уровень 4 (межгрупповой).** Несколько групп работают над связанными задачами. ИИ координирует обмен результатами между группами. При территориально распределённом обучении координация может быть реализована через неогеографические платформы [20].

**Уровень 5 (институциональный).** ИИ агрегирует данные о когерентности на уровне учебного заведения, выявляя системные закономерности. Как показал Кибальников [18], свободное распространение мощных ИИ-моделей увеличивает число сонаблюдателей *N*, расширяя зону когерентности и повышая коллективную когерентность  $B_{\text{coll}}$ .

## VI.3. Количественные критерии эффективности

Эффективность групповой когерентной системы с ИИ оценивается по трём метрикам:

**Метрика 1: Скорость роста мерности.**

$$\frac{\Delta d}{\Delta t} \quad (\text{VI.1})$$

--- средний прирост мерности оператора наблюдения  $d$  участников за единицу времени.

**Метрика 2: Устойчивость когерентности.**

$$\min_t S(t) > S_{\text{threshold}}. \quad (\text{VI.2})$$

**Метрика 3: Коллективная вероятность.**

$$P_{\text{coll}}(E) > P_{\text{threshold}}. \quad (\text{VI.3})$$

Для когерентной группы из пяти участников с умеренными  $B_i \sim 0,7-0,9$  достигается  $P_{\text{coll}} > 0,99$ .

## VII. SKW-МАТРИЦА КАК ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЕДИНИЦА КОГЕРЕНТНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

### VII.1. Структура SKW-матрицы

SKW-матрица (Smart Key Word) [7, 19] представляет собой компактную форму фиксации одного когнитивного цикла. Она отвечает на четыре вопроса, изоморфные четырём тактам цикла:

Такт	Вопрос	Фаза	Компонента $B$
1	Зачем? (цель)	Расширение	$\Lambda$
2	Как? (метод)	Сжатие	$F$
3	Кто? (аналоги, прототипы)	Расширение	$E$
4	Когда? (результат, сроки)	Сжатие	$(1 - \sigma)$

SKW-матрица обладает свойством фрактальной самоподобности: каждый элемент матрицы может быть развёрнут в самостоятельную SKW-матрицу следующего уровня. Три уровня вложенности (3 --- элементарная идея, 6 -- проект, 9 --- система проектов) реализуют архитектуру 3-6-9, описанную в ОДТОЕ [4].

## VII.2. SKW-матрица и первеанс

Связь между SKW-матрицей и первеансной электронной оптикой [2] устанавливается через <<колокол устойчивости>> --- осевое распределение потенциала (ОРП), обеспечивающее максимальный КПД обобщённой машины [16, 21]. Четыре такта когнитивного цикла в SKW-матрице изоморфны четырём линзам электростатического формирования пучка в титроне:

**Линза 1 (фокусирующая)** ↔ Такт 2 (определение ключевого понятия,  $F$  повышается).

**Линза 2 (рассеивающая)** ↔ Такт 3 (поиск аналогов, контролируемое расширение).

**Линза 3 (фокусирующая, рекуперация)** ↔ Такт 4 (нахождение решения, возврат энергии).

**Коллектор** ↔ Фиксация результата в SKW-матрице с повышенным первеансом (первеанс коллектора = 30, по данным [2]).

Оптимальный первеанс для устойчивого потока составляет  $P \sim 0,5$ , что определяет <<силу расталкивания>> --- интенсивность взаимодействия элементов потока. В когнитивном контексте первеанс --- мера плотности мыслительного потока: слишком низкий первеанс (вялое мышление) не создаёт энергии для инсайта; слишком высокий (хаотический перебор) ведёт к <<виртуальному катоду>> --- внезапному расхождению и потере структуры [2].

## VII.3. SKW-матрица как артефакт когерентности

В терминах ODTOE [10] заполненная SKW-матрица является артефактом когерентности --- материальным или информационным объектом, кодирующим спиральный зазор  $\delta\Psi$  создателя так, чтобы он резонировал с петлями последующих наблюдателей. SKW-матрица, созданная одним обучающимся, может повышать  $B$  у другого обучающегося, если  $S$  между ними превышает пороговое значение  $S_{\text{threshold}}$ .

Время жизни артефакта определяется качеством кодирования: устная формулировка ( $T \sim$  часы), записанная SKW-матрица ( $T \sim$  годы), формализованная и опубликованная SKW-матрица ( $T \sim$  десятилетия и более) [10].

Механизм передачи когерентности через артефакт формализуется следующим образом. Пусть обучающийся 1 создал SKW-матрицу  $M_1$  с параметрами  $(B_1, q_{B,1})$ . Обучающийся 2 с параметрами  $(B_2, q_{B,2})$  воспринимает  $M_1$ . Если когерентность между ними  $S_{12}$  превышает порог, то компоненты  $B_2$  изменяются в направлении  $q_{B,1}$ :  $\Lambda_2$  растёт за счёт чужого опыта,  $F_2$  повышается благодаря структурированности SKW-формы,  $\sigma_2$  снижается при резонансе интерпретаций. Эффект сильнее при многократном обмене артефактами --- каждая итерация сближает  $B$ -профили участников и повышает  $S$  группы.

## VIII. МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ КОГЕРЕНТНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ

### VIII.1. Методика диагностики *B*-профиля

Диагностика *B*-профиля обучающегося проводится по четырём шкалам, каждая из которых операционализована через наблюдаемые поведенческие индикаторы:

**Шкала *F* (фокус).** Оценивается через: время непрерывной работы над задачей до отвлечения; точность воспроизведения ключевых элементов после краткого изложения; способность выделить главное в тексте. Инструменты: тест Струпа, задачи на селективное внимание, аппаратные методы (ай-трекинг).

**Шкала *E* (эмоциональная когерентность).** Оценивается через: вариабельность сердечного ритма (BCP) как маркер вегетативного баланса [11]; самооценка эмоционального состояния (шкала SAM); поведенческие индикаторы вовлечённости. Инструменты: пульсометр, опросники, наблюдение.

**Шкала  $\sigma$  (энтропия сомнений).** Оценивается через: степень согласия с ключевыми положениями учебного материала (шкала Лайкерта); наличие внутренних конфликтов (семантический дифференциал); согласованность явных и неявных установок. Инструменты: опросники, интервью.

**Шкала  $\Lambda$  (эмпирическое подкрепление).** Оценивается через: количество успешно решённых задач в данной предметной области; наличие практического опыта применения знаний; портфолио достижений. Инструменты: тестирование, анализ портфолио, экспертная оценка.

### VIII.2. Методика формирования когерентных учебных групп

Формирование когерентной учебной группы проходит в три этапа:

**Этап 1: Диагностика.** Каждый потенциальный участник проходит оценку *B*-профиля по всем четырём шкалам применительно к предметной области обучения.

**Этап 2: Ролевое соотношение.** На основе *B*-профиля определяется доминирующая роль каждого участника (генератор, систематизатор, практик, критик, координатор). Принцип комплементарности: группа формируется так, чтобы каждая роль была покрыта участником с соответствующей доминирующей компонентой *B*.

**Этап 3: Проверка когерентности.** Вычисляется начальное значение  $S$  группы по формуле (II.4). Если  $S < S_{\text{threshold}}$ , состав корректируется. Целевое значение  $S_0 > 0,7$  при формировании группы.

### VIII.3. Методика интеграции ИИ-ассистента

Интеграция ИИ в когерентную обучающую систему подчиняется пяти правилам:

**Правило 1 (разделение тактов).** ИИ активен на тактах 1 и 3 (расширение), пассивен на тактах 2 и 4 (сжатие). На тактах сжатия ИИ переходит в режим фиксации.

**Правило 2 (прозрачность ограничений).** ИИ сопровождает каждый ответ индикатором достоверности. Утверждения, сгенерированные без опоры на верифицированные источники, маркируются явно.

**Правило 3 (периодическая деактивация).** Через каждые  $n$  циклов (рекомендуемое  $n = 3-5$ ) обучающийся проходит один цикл без ИИ для верификации истинной когерентности  $B_{true}$ .

**Правило 4 (запрет на подмену рекурсии).** ИИ не выполняет операцию  $\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$  за обучающегося. Рефлексия, ценностный выбор, определение направления внимания --- исключительно функции человека.

**Правило 5 (адаптивность).** ИИ корректирует сложность и объём материала на основе текущего  $B$ -профиля обучающегося. При падении любой компоненты ниже порога ИИ переключается в режим поддержки соответствующей компоненты.

### VIII.4. Методика построения коллективных SKW-матриц

Коллективная SKW-матрица строится как суперпозиция индивидуальных матриц участников группы:

**Шаг 1.** Каждый участник самостоятельно заполняет индивидуальную SKW-матрицу по заданной теме (такты 1--4).

**Шаг 2.** ИИ-ассистент анализирует индивидуальные матрицы, выявляет зоны согласия и расхождения. Вычисляется  $S$  по формуле (II.4) для компонент матриц.

**Шаг 3.** Группа обсуждает расхождения. Координатор модерировать дискуссию. Цель --- не навязать единую точку зрения, а повысить  $S$  за счёт прояснения позиций и устранения непонимания.

**Шаг 4.** Формируется коллективная SKW-матрица, фиксирующая общее решение и отмечающая точки расхождения. Матрица становится артефактом когерентности группы.

### VIII.5. Календарный план внедрения и этапность

Внедрение когерентной обучающей системы на институциональном уровне целесообразно разбить на четыре фазы:

**Фаза 1 (подготовительная, 1--2 месяца).** Разработка инструментария диагностики  $B$ -профиля; обучение преподавателей методике четырёхтактного

цикла; настройка ИИ-ассистента.

**Фаза 2 (пилотная, 3--4 месяца).** Запуск когерентного обучения в одной--двух учебных группах. Мониторинг  $S, B, P_{coll}$ . Сбор обратной связи, калибровка параметров.

**Фаза 3 (масштабирование, 6--12 месяцев).** Расширение на уровни 4-5 архитектуры (межгрупповое и институциональное взаимодействие). Интеграция с существующими информационными системами учебного заведения.

**Фаза 4 (стабильное функционирование).** Переход в режим непрерывного мониторинга и корректировки. Публикация результатов, обмен с другими учебными заведениями.

Критерии перехода между фазами формулируются количественно:

- Переход из фазы 1 в фазу 2: инструменты диагностики  $B$ -профиля прошли пилотную апробацию на выборке  $\geq 30$  обучающихся; межэкспертная согласованность оценок по шкалам  $F, E, \sigma, \Lambda$  достигает  $r > 0,7$ .
- Переход из фазы 2 в фазу 3: средняя когерентность пилотных групп  $\bar{S} > 0,7$ ; прирост мерности  $\Delta d/\Delta t$  статистически значимо превышает контрольную группу.
- Переход из фазы 3 в фазу 4: система охватывает  $\geq 50\%$  учебных групп учреждения; медианное значение  $P_{coll} > 0,90$  для охваченных групп.

Оценка экономической эффективности внедрения проводится путём сопоставления затрат на инструментарий, обучение преподавателей и ИИ-инфраструктуру с выигрышем в учебных результатах (снижение отсева, рост академической успеваемости, сокращение времени на повторное освоение материала).

Особое внимание при внедрении уделяется подготовке преподавателей. Преподаватель в когерентной системе выполняет функцию когерента --- его  $B$ -профиль должен быть сбалансирован по всем четырём компонентам. Программа подготовки включает: освоение четырёхтактного когнитивного цикла на собственном опыте (серия практических SKW-сессий); обучение диагностике  $B$ -профиля обучающихся; овладение навыками работы с ИИ-ассистентом в режиме пяти правил (раздел VIII.3). Продолжительность программы --- не менее 40 академических часов.

Готовность преподавателя оценивается по той же методике  $B$ -профиля применительно к педагогической деятельности: сбалансированный профиль ( $\min(F, E, (1 - \sigma), \Lambda) > 0,5$ ) является необходимым условием эффективного функционирования в роли когерента учебной группы.

# IX. СВЯЗЬ С ПЕРВЕАНСКОЙ МОДЕЛЬЮ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

## IX.1. Социальный первеанс образовательной системы

Концепция социального первеанса [2] применима к образовательным системам. Первеанс  $P$  характеризует интенсивность взаимодействия <<одноимённо заряженных субстанций>> --- в образовательном контексте это обучающиеся с одинаковым уровнем подготовки, конкурирующие за внимание преподавателя, ресурсы или позиции. В ЛТ-системе Бартини---Кузнецова [13, 22] первеанс имеет размерность  $[L^0T^0]$ , то есть является безразмерным критерием подобия, инвариантом, сохраняющимся при масштабировании [16]. Это позволяет переносить закономерности, установленные для электронных потоков, на потоки обучающихся с сохранением количественных соотношений.

Оптимальный образовательный первеанс --- состояние, при котором конкуренция между обучающимися достаточна для поддержания мотивации ( $E$ ), но не столь интенсивна, чтобы вызывать деструктивный стресс ( $\sigma \rightarrow 1$ ). По аналогии с электронной оптикой, оптимальный первеанс  $P \sim 0,5$  обеспечивает максимальный КПД <<когнитивной машины>> [2].

## IX.2. Социальная обобщённая машина образования

Образовательная система формализуется как социальная обобщённая машина (СОМ) [2] с четырёхпроцессным циклом:

$$\text{познание} \rightarrow \text{обучение} \rightarrow \text{управление} \rightarrow \text{производство.} \quad (\text{IX.1})$$

Каждый процесс отображается на соответствующий такт когнитивного цикла и соответствующую компоненту  $B$ . КПД образовательной СОМ максимален при выполнении условий: (а) первеанс потока обучающихся близок к оптимальному ( $P \sim 0,5$ ); (б) <<колокол устойчивости>> ОРП образовательной траектории обеспечивает полный четырёхтактный цикл; (с) реализована рекуперация энергии --- возврат <<отработанного>> знания (опыт выпускников) в образовательную систему через наставничество, обратную связь и обновление программ.

В контексте резонансного управления [17] образовательная система характеризуется параметрами:  $\%P$  --- доля обучающихся, реально вовлечённых в учебный процесс;  $S$  --- степень совершенства системы стимулирования (когерентность);  $Уп = \%P \cdot S$  --- интегральная управляемость;  $K$  --- доля самоуправления в общей управляемости. Оптимальное соотношение управления и самоуправления определяется золотым сечением [17]:

$$\frac{У}{С} = \varphi \Rightarrow K = \frac{1}{\varphi^2} \approx 0,382, \quad \frac{\text{управляемое}}{\text{общее}} = \frac{1}{\varphi} \approx 0,618.$$

Применительно к образованию это означает, что доля самоуправления обучающихся (самостоятельная работа, проектная деятельность, взаимное

обучение) должна составлять  $K \approx 0,382$  от общего объёма учебного процесса, а доля управляемого обучения (лекции, семинары, контроль) ---  $\approx 0,618$ . Это соотношение структурно совпадает с пропорциями фаз расширения и сжатия в когнитивном цикле (раздел II.3), что указывает на фрактальную связь между микроуровнем (один учебный цикл) и макроуровнем (организация образовательной системы) [16].

## Х. ОБСУЖДЕНИЕ И ОГРАНИЧЕНИЯ

Предложенная теория когерентного образования основана на формализме ODTOE и связывает фрагментированные аспекты образовательного процесса в единую модель. Тем не менее ряд вопросов требует дальнейшей разработки.

**Операционализация компонент  $B$ .** Компоненты  $F$ ,  $E$ ,  $\sigma$ ,  $\Lambda$  не имеют общепринятых шкал измерения. Для практического применения необходимы валидированные инструменты количественной оценки. До разработки такого инструментария формула (II.1) остаётся концептуальной моделью с качественной диагностической ценностью.

**Направление каузальности.** Связь между когерентностью и учебными результатами продемонстрирована на уровне корреляций. Строгое установление каузальных связей требует лонгитюдных и интервенционных исследований с контрольными группами.

**Масштабирование.** Формула когерентности  $S$  (II.4) определяется через парные сравнения и имеет вычислительную сложность  $O(n^2)$ . Для больших образовательных систем ( $n \gg 100$ ) потребуются аппроксимации, например кластерная декомпозиция [1].

**Культурная специфика.** Теория разработана на основе определённой культурной традиции. Переносимость рекомендаций на образовательные системы иных культур требует отдельной верификации.

**Границы аналогии с электронной оптикой.** Изоморфизм между когнитивным циклом и «колоколом устойчивости» является структурной аналогией. Она указывает на общие организационные принципы, но не предполагает тождества физических механизмов.

**Связь с нейрофизиологическими данными.** Компонента  $E$  (эмоциональная когерентность) имеет прямой нейрофизиологический коррелят --- вариабельность сердечного ритма (BCP) [11]. Компонента  $F$  (фокус) коррелирует с активностью префронтальной коры, измеряемой методами ЭЭГ и фМРТ. Однако прямое отображение компонент  $B$  на нейрофизиологические маркеры пока не установлено экспериментально. Разработка такого отображения составляет одну из приоритетных задач дальнейших исследований.

**Вычислительная реализуемость.** Формулы, предложенные в настоящей работе, допускают прямую программную реализацию. Вычисление  $S$  по формуле (II.4) требует  $O(n^2)$  операций; вычисление  $P_{\text{coll}}$  по формуле (II.6) ---  $O(n)$  операций. Интеграция уравнения (II.2) может быть выполнена стандартными

методами (Эйлера, Рунге---Кутты). Создание прототипа цифровой платформы когерентного образования технически реализуемо на базе существующих технологий и не требует специализированного оборудования.

**Конкретные предсказания и критерии фальсифицируемости.** Теория когерентного образования порождает ряд проверяемых предсказаний: (1) группы из пяти участников с полным ролевым покрытием покажут более высокие учебные результаты, чем группы из трёх---четырёх участников (при прочих равных условиях); (2) обучающиеся, проходящие четырёхтактный цикл с пропорциями, близкими к  $\varphi$ , продемонстрируют более устойчивое усвоение материала, чем обучающиеся с произвольным распределением фаз; (3) периодическая деактивация ИИ (правило 3, раздел VIII.3) приведёт к более высоким значениям  $B_{\text{true}}$  по сравнению с непрерывным использованием ИИ. Опровержение любого из этих предсказаний потребует пересмотра соответствующих элементов теории.

## XI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Когерентное образование --- подход к организации обучения, основанный на математическом аппарате ODTOE и первеансной электронной оптики. Его ключевые положения:

Обучение формализуется как рост мерности  $d$  оператора наблюдения и усложнение когнитивной когерентности  $B$ . Когнитивный цикл из четырёх тактов (расширение-сжатие-расширение-сжатие) является элементарной единицей обучения, а его оптимальные пропорции определяются золотым сечением  $\varphi$ .

SKW-матрица фиксирует один когнитивный цикл в компактной форме и обладает свойством фрактальной самоподобности, допуская организацию знаний по архитектуре 3-6-9.

Минимальная устойчивая учебная группа состоит из пяти участников, покрывающих полный цикл странной петли  $\Phi$ . При потере одного участника группа сохраняет  $S_{\text{min}} > 0$  и способность к регенерации.

ИИ-ассистент ускоряет когнитивный цикл, снижая инерцию  $I(C)$  на тактах расширения, но не замещает рекурсию самонаблюдения  $\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$  на тактах сжатия. Принцип сохранения субъектности обучающегося является фундаментальным ограничением на интеграцию ИИ.

Когерентность системы  $S$ , вычисляемая по формуле (II.4), является измеримым критерием эффективности групповых образовательных систем. Её мониторинг и поддержание --- задача когерента (или когерент-ассистента на базе ИИ).

Образовательная система в целом формализуется как социальная обобщённая машина с оптимальным первеансом  $P \sim 0,5$ , четырёхтактным <<колоколом устойчивости>> и механизмом рекуперации знаний.

Дальнейшая работа предполагает экспериментальную верификацию

предложенных метрик на выборках обучающихся, разработку валидированных инструментов диагностики *B*-профиля и создание прототипа цифровой платформы когерентного образования.

Практическая значимость работы определяется тем, что предложенный формализм позволяет перейти от интуитивных педагогических решений к количественно обоснованным: диагностика *B*-профиля указывает на конкретную компоненту, требующую вмешательства; метрика *S* позволяет оценить качество групповой работы в реальном времени; формула  $P_{coll}$  даёт прогноз коллективного результата до завершения учебного процесса. Интеграция ИИ в рамках пяти правил (раздел VIII.3) обеспечивает ускорение когнитивного цикла при сохранении субъектности обучающегося --- фундаментального условия подлинного образования.

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено без привлечения внешнего финансирования.

## БЛАГОДАРНОСТИ

При разработке теории ODТOE и подготовке статей использовались инструменты искусственного интеллекта: Claude (Anthropic). ИИ-системы применялись как ассистенты для поиска, структурирования и оформления материала. Все содержательные решения, гипотезы, интерпретации и ответственность за них принадлежат автору.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Панкратов А. С. Теория всего: наблюдатель-зависимая (ODТOE). Исследовательская статья. 2025.
- [2] Гинзбург В. Е., Кибальников С. В. Взгляд на технологические проблемы устойчивого развития человеческой цивилизации с позиции первичной электронной оптики // Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление. 2011. Т. 7, № 4(13). Ст. 3.
- [3] Панкратов А. С. Мерность наблюдателя как фундаментальный параметр актуализации конфигураций в ODТOE. 2025.

- [4] Панкратов А. С. Число  $\pi$  как структурный инвариант самосогласованного наблюдения в ОДТОЕ. 2025.
- [5] Арнольд В. И. Математические методы классической механики. М.: Наука, 1974.
- [6] Панкратов А. С. Когерентность наблюдателя как фактор устойчивости бизнеса: психоэмоциональное здоровье работника в контексте ОДТОЕ. 2025.
- [7] Кибальников С. В. SKW матрица --- <<эффект караоке>> в образовании и высокотехнологичном производстве [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kibalnikov.com/wordpress/?p=57>
- [8] Панкратов А. С. Минимальная устойчивая проектная команда: пять ролей странной петли. 2025.
- [9] Bender E. M., Gebre T., McMillan-Major A., Shmitchell S. On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big? // Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency. 2021. P. 610--623. doi:10.1145/3442188.3445922
- [10] Панкратов А. С. Любовь как оператор когерентности: рекурсивная формула вечного бытия. 2025.
- [11] McCraty R., Zayas M. A. Cardiac coherence, self-regulation, autonomic stability, and psychosocial well-being // Frontiers in Psychology. 2014. Vol. 5. Art. 1090. doi:10.3389/fpsyg.2014.01090
- [12] Крон Г. Тензорный анализ сетей. М., 1980.
- [13] Большаков Б. Е., Кузнецов О. Л. Развитие натурфилософских идей М. В. Ломоносова в Научной школе устойчивого развития // Вестник РАЕН. 2011. Т. 11, № 3.
- [14] Панкратов А. С. Тороидальная топология реальности:  $\pi$ -вращение и  $\varphi$ -скачки на вложенных торах. 2025.
- [15] Панкратов А. С. Эволюционный наблюдатель: от кварка до сознания. 2025.
- [16] Кибальников С. В., Гинзбург В. Е. Первеанс как мост между физикой, обществом и мышлением: от электронных потоков к SKW-матрице через золотое сечение и фрактальность. Аналитическое эссе. 2025.
- [17] Кибальников С. В. Разработка и экспериментальное обоснование модели резонансного управления социально-экономическими системами на основе ОДТОЕ, принципов Дао-среды и количественных параметров общественной когерентности. Заявка на грант. 2025.
- [18] Кибальников С. В. Когерентность ИИ-систем: анализ промышленных, медийных и креативных применений искусственного интеллекта через метрику когнитивной когерентности В. Аналитическая записка. 2025.

- [19] Кибальников С.В. Структуризация знаний как элементов интеллектуальной собственности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ikio.msu.ru/articles.php?lng=ru&pg=110>
- [20] Кибальников С.В. Неогеографический фундамент нового экономического устройства мира // Материалы конференции Десятого юбилейного международного форума <<Высокие технологии XXI века>> (21--24 апреля 2009 г.). М.: ЗАО НПКФ <<МаВР>>, 2009.
- [21] Гинзбург В.Е. Теория, проектирование, создание и особенности применения пролётных ЭВП-Титронов: докторская диссертация. М.: ВЭИ, 1987.
- [22] Кузнецов О.Л., Кузнецов П.Г., Большаков Б.Е. Система природа---общество---человек: устойчивое развитие. М.---Дубна: Ноосфера, 2000.
- [23] Гинзбург В.Е. Электронно-оптический расчёт и проектирование коллекторов СВЧ приборов О-типа: кандидатская диссертация. М.: НПП <<Торий>>, 1967.

## ПРИЛОЖЕНИЕ. СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ФОРМУЛ

Номер	Формула	Обозначения
	$B = F^{w_1} \cdot E^{w_2} \cdot (1 - \sigma)^{w_3} \cdot \Lambda^{w_4}$	$F$ --- фокус, $E$ --- эмоц. когерентность, $\sigma$ --- энтропия сомнений, $\Lambda$ --- эмпирич. подкрепление
	$\frac{dB}{dt} = \gamma \tanh(\beta \dot{d}) \cdot \bar{d} \cdot B(1 - B)$	$\gamma$ --- коэфф. обучения, $\bar{d}$ --- расстояние, $\beta$ --- крутизна
	$\Phi(\Psi) = \iota(\hat{O}_\Psi(\Psi))$	$\iota$ --- оператор погружения, $\hat{O}$ --- оператор наблюдения
	$S = 1 - \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i < j}  B_i - B_j $	$n$ --- число участников
	$T(C) = \frac{T_0}{(1 - S)^n}$	$T_0$ --- базовое время жизни
	$P_{\text{coll}} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - B_i^k)$	$k$ --- параметр нелинейности
	$q_B = \Lambda + F \mathbf{i} + E \mathbf{j} + (1 - \sigma) \mathbf{k}$	Кватернион $B$ -профиля
	$n_{\text{min}} = 3 + 2 = 5$	Мин. размер группы
	$\rho(S) \sim K^{-N(1-S)}$	Плотность перекрытия
	$v = \frac{\alpha}{I(C) + \varepsilon}$	Скорость переконфигурации
	$\hat{O}_{\text{comp}} = \hat{O}_{\text{human}} \circ \hat{O}_{\text{AI}}$	Композитный оператор
	$\Delta d / \Delta t$	Скорость роста мерности
	$\min_t S(t) > S_{\text{threshold}}$	Устойчивость когерентности
	$P_{\text{coll}}(E) > P_{\text{threshold}}$	Коллективная вероятность
	познание → обучение → управление → производство	Четырёхпроцессный цикл СОМ
---	$Y/C = \varphi, K = 1/\varphi^2 \approx 0,382$	Оптимальное соотношение управления и самоуправления
---	$2\varphi^2\tau \approx 5,236\tau$	Полная длительность когнитивного цикла

### Основные обозначения.

Символ	Определение
$B(O, C)$	Когнитивная когерентность наблюдателя $O$ в конфигурации $C$

$F(O, C)$	Фокус внимания наблюдателя
$E(O, C)$	Эмоциональная когерентность
$\sigma(O, C)$	Энтропия сомнений
$\Lambda(O, C)$	Эмпирическое подкрепление
$w_i$	Весовые коэффициенты компонент $B$ , $\sum w_i = 1$
$d$	Мерность оператора наблюдения
$\hat{O}$	Оператор наблюдения
$\Psi$	Поле потенциальных состояний, $\Psi \in \mathcal{H}$
$R$	Результат наблюдения, $R = \hat{O}(\Psi)$
$\iota$	Оператор погружения, $\iota : \mathcal{C} \rightarrow \mathcal{H}$
$\Phi$	Отображение самонаблюдения, $\Phi = \iota \circ \hat{O}$
$S$	Когерентность системы (группы)
$n$	Число участников группы
$T(C)$	Время жизни конфигурации
$P_{\text{coll}}$	Коллективная вероятность достижения результата
$\varphi$	Золотое сечение, $\varphi = (1 + \sqrt{5})/2 \approx 1,618$
$\tau$	Единица времени когнитивного цикла
$\gamma$	Коэффициент обучения
$\beta$	Параметр крутизны
$\bar{d}$	Нормированное расстояние между $R_{\text{obs}}$ и $R_{\text{exp}}$
$I(C)$	Инерция конфигурации
$v$	Скорость переконфигурации
$q_B$	Кватернион $B$ -профиля
$P$	Первеанс
$K$	Доля самоуправления
$\rho(S)$	Плотность перекрытия конфигураций

---