

НАБЛЮДАТЕЛЬ ОТ КВАРКА ДО СОЗНАНИЯ: ОДТОЕ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ЭПИСТЕМОЛОГИЯ

Эволюция мерности наблюдателя и проблема антропоцентризма
(Observer from Quark to Consciousness: ODTOE and Evolutionary
Epistemology)

Панкратов Антон Сергеевич

Pankratov Anton Sergeevich

Независимый исследователь, г. Казань, Россия

Independent researcher, Kazan, Russia

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

ORCID: 0009-0002-4870-2995

УДК 530.145 + 575 + 159.9 + 167.7

АННОТАЦИЯ

В рамках наблюдатель-зависимой теории всего (ODTOE) [1] рассмотрены три фундаментальных возражения: (1) антропоцентричность теории (наблюдатель = человек); (2) проблема донаблюдательного периода (конституирование конфигураций до возникновения органической жизни); (3) совместимость с законом необходимого разнообразия Эшби [9]. Показано, что по постулату P1 [1] наблюдатель — произвольный объект, параметризованный тройкой (B, A, H) , от кварка до галактического кластера. Эволюция формализуется как рост мерности d оператора \hat{O} и усложнение когнитивной когерентности B : кварки ($d < 0$), атомы ($d = 0$) [2], клетки ($d = 1$), многоклеточные ($d = 2$), Homo sapiens ($d = 3-4$). Период до возникновения жизни описывается как коллективное наблюдение $\sim 10^{80}$ атомарных наблюдателей по P5.1 [1]. Закон Эшби согласуется с Утверждением 3 [1] ($S = 1$ недостижимо): полное описание невозможно, но архитектура взаимодействия наблюдателя с полем \mathcal{H} описуема. Установлена связь между метауправлением оператором ($\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$ — рекурсивная перенастройка) и концепцией осознанного выбора контекста, обсуждаемой в контексте проблемы свободы воли [7, 8].

Ключевые слова: наблюдатель, эволюция, антропоцентризм, мерность, кварк, атом, осознанность, контекст, свобода воли, закон Эшби, ODTOE.

ABSTRACT

Within the Observer-Dependent Theory of Everything (ODTOE) [1], three fundamental objections are addressed: (1) anthropocentricity of the theory (observer = human); (2) the pre-observer period (constitution of configurations before organic life); (3) compatibility with Ashby's Law of Requisite Variety [9]. It is shown that under

postulate P1 [1], the observer is any object parameterized by the triple (B, A, H) , from quarks to galactic clusters. Evolution is formalized as growth of dimensionality d of the operator \hat{O} and increasing complexity of cognitive coherence B . The pre-life period is described as collective observation by $\sim 10^{80}$ atomic observers via P5.1 [1]. Ashby's law is consistent with Proposition 3 [1] ($S = 1$ is unattainable): complete description is impossible, but the architecture of interaction between observer and field \mathcal{H} is describable. A connection is established between operator meta-control ($\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$ — recursive reconfiguration) and the concept of conscious context selection discussed in the free will debate [7, 8].

Keywords: observer, evolution, anthropocentrism, dimensionality, quark, atom, consciousness, context, free will, Ashby's law, ODTOE.

I. ТРИ ВОЗРАЖЕНИЯ К ОДТОЕ

Любая теория, помещающая наблюдателя в центр формализма, подвергается трём стандартным критическим аргументам.

1.1. Возражение первое: антропоцентризм

Если наблюдатель отождествляется с человеком, теория повторяет ошибку геоцентризма: помещает конкретный биологический вид в центр онтологии. Генетическое расхождение между *Homo sapiens* и *Pan troglodytes* составляет $\sim 1,2\%$ [11]. Префронтальная кора — структура, обеспечивающая метакогницию — эволюционно молода (~ 2 млн лет из 3,8 млрд лет истории жизни). За всю историю естествознания теории, основанные на центральности человека, последовательно опровергались: геоцентризм \rightarrow гелиоцентризм \rightarrow отсутствие привилегированной системы отсчёта.

1.2. Возражение второе: донаблюдательный период

Земля существовала ~ 5 млрд лет без органической жизни. Вселенная — ~ 10 млрд лет без планеты Земля. Если наблюдатель определяется как живое существо, то формализм не описывает конституирование конфигураций до возникновения жизни: звёзды формировались, галактики вращались, химические элементы синтезировались — без наблюдателя в биологическом смысле.

1.3. Возражение третье: закон Эшби

Закон необходимого разнообразия (Эшби, 1956 [9]): регулятор должен обладать разнообразием не меньшим, чем регулируемая система. Следствие: система, являющаяся частью Вселенной, не способна полностью описать

Вселенную. Возникает вопрос: совместима ли претензия на «теорию всего» с этим ограничением?

1.4. Позиция оппонента

Альтернативная парадигма, требующая ответа: свобода воли отсутствует (Сапольски [7]); организмы — машины для выживания генов (Докинз [8]). Однако осознанный выбор контекста (поведенческие ритуалы, управление вниманием, формирование привычек) эмпирически изменяет нейрхимические параметры и, как следствие, поведенческие исходы. Вопрос: каков формальный механизм этого процесса?

II. НЕОБХОДИМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ФОРМАЛИЗМА ОДТОЕ

Для самодостаточности изложения воспроизведём ключевые конструкции [1].

Аксиома (А). $R = \hat{O}(\Psi)$: наблюдатель конституирует наблюдаемое [1].

Постулат P1. Любой объект может выступать наблюдателем. Количество реальностей растёт с числом наблюдателей: $|M| = K^N$ [1].

Определение D1.1. Контекстуальная вера: $B = F^{w_1} E^{w_2} (1-\sigma)^{w_3} \Lambda^{w_4}$, где F — фокус, E — эмоциональная вовлечённость, σ — внутренний разброс, Λ — накопленный опыт.

Вера (P4). $P(E | B) = B^k, k \geq 1$ (P4.1)

Скорость переконфигурации (P2). $v = \alpha / (I(C) + \varepsilon)$ (P2.1)

Время жизни конфигурации (P3). $T(C) = T_0 / (1 - S)^n$ (P3.1)

Коллективная вероятность (P5). $P_{\text{coll}}(E) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - B_i^k)$ (P5.1)

Когерентность [1, формула 4.5]. $S = 1 - \frac{1}{\binom{n}{2}} \sum_{i < j} |B_i - B_j|$

Отображение самонаблюдения. $\Phi = \iota \circ \hat{O} : \mathcal{H} \rightarrow \mathcal{H}$. Неподвижная точка $\Psi^* = \Phi(\Psi^*)$ — самосогласованная конфигурация (Утверждение 4 [1]).

Утверждение 3 [1]. ОДТОЕ принадлежит множеству теорий \mathbb{T} , мощность которого она определяет: $T_{\text{ОДТОЕ}} \in \mathbb{T}$ и $T_{\text{ОДТОЕ}} \vdash |\mathbb{T}|$. Следствие: $S = 1$ недостижимо; полная когерентность — регулятивный идеал, не конечное состояние.

Динамика переконфигурации [1, формула 4.6a]:

$$\frac{dC}{dt} = -\frac{\alpha}{I(C) + \varepsilon} \nabla U(C) + \eta(t), \quad D(\eta) = D_0(1 - S) \quad (\text{II.1})$$

III. НАБЛЮДАТЕЛЬ \neq ЧЕЛОВЕК

3.1. Постулат P1 и универсальность наблюдения

По постулату P1 [1]: наблюдатель $O_i = (B_i, A_i, H_i)$ — вектор состояния, не ограниченный биологическим субстратом. Электрон, атом, бактерия, дерево, муравьиная колония, человек — реализации одной архитектуры $R = \hat{O}(\Psi)$ при различных значениях мерности d и сложности B . Атом — элементарная странная петля $\Psi^* = \Phi(\Psi^*)$ с тройственной архитектурой: протон (наблюдаемое R), нейтрон (наблюдатель O), электрон (оператор \hat{O}) [2].

3.2. Эволюция как рост мерности d

Биологическая эволюция формализуется как монотонный (в среднем) рост мерности d оператора наблюдения и усложнение структуры когерентности B :

Эпоха	Наблюдатель	d	Компоненты B
13,8 млрд л.н.	Кварки, частицы	< 0	F (взаимод.), Λ (стабильность)
10 млрд л.н.	Атомы, молекулы	0–1	F, Λ , зачатки E
3,8 млрд л.н.	Прокариоты	1	F, E (отклик), Λ (ДНК)
1,5 млрд л.н.	Эукариоты	1–2	Все четыре; $(1-\sigma)$ — коорд.
600 млн л.н.	Многоклеточные	2	$(1-\sigma)$ — межкл. коорд.
500 млн л.н.	Нервная система	2–3	F — направл. внимание
300 тыс. л.н.	Homo sapiens	3–4	Полный абстракции B ;

Оговорка: значения d в таблице — качественные оценки порядка, характеризующие доминирующий режим наблюдения. Строгое определение d для каждого уровня биологической организации составляет открытую задачу.

3.3. Префронтальная кора как расширение d

Префронтальная кора не «изобретает» наблюдение — наблюдение присутствует с первого атома [2]. Префронтальная кора расширяет мерность d оператора, обеспечивая $\hat{O}(\hat{O})$: самонаблюдение, рефлексю, метакогницию. Амёба наблюдает ($d \approx 1$): различает химический градиент и движется к пище — это $\hat{O}(\Psi) = R$ без нейронов и коры. Человек осуществляет ту же операцию при $d = 3-4$: различает абстрактные градиенты (ценности, цели) и действует по ним. Различие — в мерности, не в наличии/отсутствии наблюдения.

3.4. Отсутствие антропоцентризма

Антропоцентризм утверждает: «человек — уникальный центральный наблюдатель». ОДТОЕ утверждает: «человек — одна точка на непрерывном спектре мерностей, начинающемся с кварков». Аналогия: температура 36,6 °C не «уникальна» и не «центральна» на шкале от абсолютного нуля до миллиардов градусов, но при этой температуре работает конкретная биохимия. Так и $d = 3-4$: мерность, при которой возможно $\hat{O}(\hat{O})$, но не «центр Вселенной».

IV. ДОНАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД: НАБЛЮДЕНИЕ АТОМОВ

4.1. Атом как элементарная странная петля

По [2]: атом — минимальная самосогласованная конфигурация $\Psi^* = \Phi(\Psi^*)$. Тройственная архитектура верифицирована по 9 независимым параметрам [2]: стабильность протона, нестабильность свободного нейтрона, стабильность нейтрона в ядре, электрическая нейтральность атома, делокализованность электрона, соотношение масс компонентов, кварковая структура, дискретный спектр, антинейтрино.

Компонент	Субатомная частица	Роль в ОДТОЕ
Наблюдаемое	Протон	(+1, $R \in \mathcal{C}$ — конфигурация стабильный)
Наблюдатель	Нейтрон	(0, $O = (B, A, H)$ нестабильный)
Оператор	Электрон	(-1, $\hat{O} : \mathcal{H} \rightarrow \mathcal{C}$ делокализ.)

4.2. Коллективное наблюдение до жизни

Период ~ 10 млрд лет до возникновения жизни — не «мёртвый мир без наблюдателя», а система из $\sim 10^{80}$ атомарных наблюдателей, конституирующих конфигурации. Их мерность $d = 0$, их индивидуальная когерентность B_i минимальна, но их число колоссально.

По P5.1 [1]:

$$P_{\text{coll}}(E) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - B_i^k) \quad (4.1)$$

При $n \sim 10^{80}$ даже при малых B_i коллективная вероятность устойчивых конфигураций стремится к 1. Звёзды, галактики, химические элементы — конфигурации, со-конституируемые атомарными наблюдателями.

4.3. Происхождение градиентов

Градиент $\nabla U(C)$ в уравнении переконфигурации (II.1) определяется структурой поля \mathcal{H} , а не внешним агентом. Как гравитационный градиент определяется распределением масс, так $\nabla U(C)$ определяется топологией \mathcal{H} . Градиенты эмерджентны: они возникают из коллективного наблюдения $\sim 10^{80}$ атомарных наблюдателей, чья когерентность формирует устойчивые конфигурации. Механизм — самоорганизация, а не внешний замысел.

4.4. Хронология наблюдения

Время	Событие	Наблюдатели
13,8 млрд л.н.	Большой взрыв	$\Psi^* = \Phi(\Psi^*)$ на масштабе Вселенной
13,8–13,5 млрд	Первичный нуклеосинтез	$\sim 10^{80}$ атомов H, He; $d = 0$
10 млрд л.н.	Звёзды	Кластеры с $S > S_{\text{threshold}}$
5 млрд л.н.	Солнечная система	Молекулы; $d = 0-1$
4,5 млрд л.н.	Земля	Планетарный кластер [4]
3,8 млрд л.н.	Первая клетка	$d : 0 \rightarrow 1$; скачок мерности
600 млн л.н.	Многоклеточность	$d : 1 \rightarrow 2$; координация
300 тыс. л.н.	Homo sapiens	$d = 3-4$; $\hat{O}(\hat{O})$

Каждый переход ($d : n \rightarrow n + 1$) соответствует качественному усложнению оператора наблюдения: новый уровень d открывает новый класс конфигураций, недоступных при прежнем d (ограничение D-Prot [1]).

V. ЗАКОН ЭШБИ И ПРЕДЕЛЫ ОПИСАНИЯ

5.1. Формулировка закона

Закон необходимого разнообразия (Эшби, 1956 [9]): число возможных состояний регулятора должно быть не меньше числа возможных состояний регулируемой системы. Следствие: система, являющаяся частью Вселенной, не способна полностью описать Вселенную.

5.2. Согласованность ОДТОЕ с законом Эшби

Утверждение 3 [1]: ОДТОЕ принадлежит множеству теорий \mathbb{T} , мощность которого определяет: $T_{\text{ОДТОЕ}} \in \mathbb{T}$ и $T_{\text{ОДТОЕ}} \vdash |\mathbb{T}|$. Это самореферентная структура (странная петля в смысле Хофштадтера [10]) — не противоречие, а структурная неполнота. Следствие: $S = 1$ недостижимо. Полная когерентность — регулятивный идеал, не конечное состояние.

По Эшби: полное описание системы изнутри невозможно. По ОДТОЕ: $S = 1$ недостижимо, полное описание невозможно. Два утверждения формально эквивалентны.

5.3. Описуемая архитектура

ОДТОЕ не описывает конкретные физические константы, конкретные конфигурации (какой именно R), конкретных наблюдателей (кто именно O_i) и содержание за пределами описания. ОДТОЕ описывает архитектуру наблюдения ($R = \hat{O}(\Psi)$), механизм когерентности (S, B, P_{coll}), иерархию мерностей ($d = 0, 1, 2, \dots$) и пределы описания (Утверждение 3). ОДТОЕ — метатеория: описывает, как описание работает, а не что описывается.

5.4. Эволюционные градиенты

Эволюционные градиенты — $\nabla U(C)$: направления, в которых когерентность растёт, конфигурации усложняются, мерность d увеличивается. Теория описывает взаимодействие наблюдателя с полем потенциальных состояний, а не «великий замысел»: градиентный подъём в ландшафте возможностей — аналог градиентного спуска в оптимизации, но в пространстве конфигураций C .

VI. ОСОЗНАННЫЙ ВЫБОР КОНТЕКСТА

6.1. Детерминизм и рекурсия

Сапольски (2023 [7]): свободы воли как *causa sui* не существует; каждое решение — результат генов, гормонов, среды, опыта. Докинз (1976 [8]): организмы — машины для выживания генов.

ОДТОЕ не противоречит этим позициям: \hat{O} определяется (B, A, H) — когерентностью, архетипом, историей. Акт наблюдения — результат всей истории наблюдателя, не «свободный выбор из ниоткуда». Однако ОДТОЕ вводит рекурсию: $\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$ — наблюдатель, направивший оператор на самого себя, изменяет собственный оператор. Перенастройка — не *causa sui* и не спонтанность, а результат самонаблюдения, имеющего нейрофизиологические корреляты (префронтальная кора), эволюционную историю (рост d) и измеримые последствия (изменение B).

Оговорка: запись $\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$ представляет собой нотационное сокращение для рекурсивного применения оператора наблюдения к собственной структуре. Строгая формализация этой операции в рамках аксиоматики [1] остаётся открытой задачей.

6.2. Механизм метауправления

Осознанный выбор контекста (формирование привычек, управление вниманием, поведенческие ритуалы) повышает компоненты B , что увеличивает $P(E|B) = B^k$ по P4.1.

Действие	Комп. B	Нейрофизиол. механизм	ОДТОЕ
Фокус внимания	$F \uparrow$	Дорсальная сеть внимания	Оператор направлен
Физ. активация	$E \uparrow$	Норадреналин, HRV	Эмоц. мобилизация
Согласованность	$(1-\sigma) \uparrow$	Префронт. модуляция	Внутр. когерентность
Контекст опыта	$\Lambda \uparrow$	Дофаминовая система	Накопление Λ
Итого	$B \uparrow$	Нейрохимический баланс	$P(E B) \uparrow$

Оговорка: соответствия между компонентами B и нейрофизиологическими механизмами носят гипотетический характер. Связь между фокусом внимания и дорсальной сетью внимания установлена в нейронауках [13], однако отождествление конкретных нейрохимических систем с компонентами B в формуле D1.1 требует экспериментальной проверки.

Цепочка полностью каузальна: $B \uparrow \rightarrow P(E|B) = B^k \uparrow \rightarrow$ более точный фокус, более высокая вовлечённость, более низкий разброс, более высокий контекст опыта \rightarrow изменение реального поведения \rightarrow изменение результатов. Механизм реализуется через поведение, а не через «квантовый коллапс при медитации».

6.3. Свобода воли: переосмысление

Вопрос	Позиция Сапольски [7]	Позиция ОДТОЕ
Свобода воли?	Нет; детерминизм	Вопрос поставлен некорректно
Что вместо? Управление?	Иллюзия выбора Через биологию	$\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$: рекурсия Через контекст (F, E, σ, Λ)

ОДТОЕ не утверждает существование свободы воли. ОДТОЕ утверждает: наблюдатель, осознавший свою структуру, может рекурсивно перенастроить оператор — через осознание ограничений, а не «из ниоткуда». Сапольски верен: *causa sui* не существует. Но рекурсия $\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$ не является *causa sui*: она обусловлена предшествующей историей (A, H) и текущим состоянием B .

VII. ЧЕГО ОДТОЕ НЕ УТВЕРЖДАЕТ

Для полноты изложения ($\sigma \rightarrow 0$) перечислены ограничения интерпретации.

ОДТОЕ не утверждает	Основание
Человек — центр/вершина Вселенной	P1: наблюдатель — любой объект
Мысль создаёт реальность	B — вероятность, не гарантия
Квантовый коллапс при медитации	Механизм — через B , поведение
Полное описание возможно	Утверждение 3; $S = 1$ недостижимо
Свобода воли как <i>causa sui</i>	\hat{O} определяется (B, A, H)
Наблюдение = сознание	$R = \hat{O}(\Psi)$; атом наблюдает [2]

VIII. ОБСУЖДЕНИЕ И ОГРАНИЧЕНИЯ

8.1. Объяснительная сила

Интерпретация устраняет три исходных возражения: антропоцентризм снимается P1 (наблюдатель — любой объект); донаблюдательный период описывается коллективным наблюдением атомов по P5.1; закон Эшби согласуется с Утверждением 3 ($S = 1$ недостижимо). Формализм $\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$ устанавливает связь между нейронаучной парадигмой (детерминизм без свободы воли) и ОДТОЕ (рекурсивная перенастройка оператора).

8.2. Ограничения

(а) Значения мерности d для различных уровней биологической организации — качественные оценки, а не вычисленные величины. Строгое определение d для бактерии, многоклеточного организма и *Homo sapiens* не формализовано.

(б) Запись $\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$ представляет собой нотационное сокращение. Строгая формализация рекурсивного применения оператора к собственной структуре (определение домена, кодомена и условий корректности) составляет открытую задачу.

(в) Соответствия между компонентами B (формула D1.1) и конкретными нейрофизиологическими механизмами (дорсальная сеть внимания, дофаминовая система) носят гипотетический характер и требуют экспериментальной проверки.

(г) Утверждение о наблюдении кварками ($d < 0$) является экстраполяцией модели за пределы области, для которой она верифицирована (атомы, $d = 0$ [2]). Физическая интерпретация отрицательной мерности не определена.

(е) Аргумент о коллективном наблюдении ($n \sim 10^{80}$ при малых B_i) использует формулу P5.1 в режиме, для которого она строго обоснована (малые B_i , статистическая независимость). При высоких S межнаблюдательные корреляции существенны; обобщённая формула $P_{\text{coll}}(E, S)$ не построена [1].

(ф) Связь между законом Эшби и Утверждением 3 ODTOE — содержательная аналогия. Строгое доказательство формальной эквивалентности требует формализации обоих утверждений в единой логической системе.

IX. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наблюдатель — не человек, а произвольный объект с параметрами (B, A, H) и мерностью d , от кварка до галактического кластера. Эволюция — рост d и усложнение B : кварки \rightarrow атомы \rightarrow клетки \rightarrow организмы \rightarrow общества. До возникновения жизни $\sim 10^{80}$ атомарных наблюдателей конституировали конфигурации по P5.1. Закон Эшби согласуется с Утверждением 3: $S = 1$ недостижимо; полное описание невозможно, но архитектура взаимодействия наблюдателя с \mathcal{H} описуема.

Рекурсия $\hat{O}(\hat{O}) = \hat{O}'$ — формализм метауправления оператором через осознание собственной структуры. Механизм реализуется через поведение, а не через «квантовую магию». Человечность в терминах ODTOE — способность $\hat{O}(\hat{O})$: наблюдение собственного наблюдения. Это эволюционный градиент, не бинарный скачок.

$$d_{-1} \rightarrow d_0 \rightarrow d_1 \rightarrow d_2 \rightarrow d_3 \rightarrow d_4 \rightarrow ? \quad (9.1)$$

На каждом уровне — та же архитектура (\hat{O}, Ψ, R) , та же петля (Φ) , та же неподвижная точка (Ψ^*) . Куда ведёт градиент далее — открытый вопрос. По Эшби — ответ недоступен полностью. По ODTOE — возможно движение по градиенту через осознанное повышение B .

БЛАГОДАРНОСТИ

При разработке теории ODTOE и подготовке статей использовались инструменты искусственного интеллекта: Claude (Anthropic), ChatGPT (OpenAI), Gemini (Google DeepMind). ИИ-системы применялись как ассистенты. Все содержательные решения, гипотезы, интерпретации и ответственность за них принадлежат автору.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование выполнено без привлечения внешнего финансирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панкратов А.С. Теория всего: наблюдатель-зависимая (Observer-Dependent Theory of Everything) // Препринт. — 2025. — 47 с.
2. Панкратов А.С. Атом как элементарная странная петля в ОДТОЕ // Препринт. — 2025.
3. Панкратов А.С. Природа времени в ОДТОЕ: от цезия-133 к биению сердца // Препринт. — 2025.
4. Панкратов А.С. Земля как кластер наблюдателей: согласование вселенных в ОДТОЕ // Препринт. — 2025.
5. Панкратов А.С. Кинематограф реальности: информация, память и воспроизведение в ОДТОЕ // Препринт. — 2025.
6. Панкратов А.С. Современные физические теории как конфигурации внутри ОДТОЕ // Препринт. — 2025.
7. Sapolsky R.M. *Determined: A Science of Life Without Free Will*. — New York: Penguin Press, 2023. — 528 p.
8. Dawkins R. *The Selfish Gene*. 30th Anniversary Edition. — Oxford: Oxford University Press, 2006. — 360 p.
9. Ashby W.R. *An Introduction to Cybernetics*. — London: Chapman & Hall, 1956. — 295 p.
10. Hofstadter D.R. *I Am a Strange Loop*. — New York: Basic Books, 2007. — 412 p.
11. The Chimpanzee Sequencing and Analysis Consortium. Initial Sequence of the Chimpanzee Genome and Comparison with the Human Genome // *Nature*. — 2005. — Vol. 437, No. 7055. — P. 69–87. DOI: 10.1038/nature04072.
12. Corbetta M., Shulman G.L. Control of Goal-Directed and Stimulus-Driven Attention in the Brain // *Nature Reviews Neuroscience*. — 2002. — Vol. 3, No. 3. — P. 201–215. DOI: 10.1038/nrn755.
13. Berridge K.C., Robinson T.E. What Is the Role of Dopamine in Reward: Hedonic Impact, Reward Learning, or Incentive Saliency? // *Brain Research Reviews*. — 1998. — Vol. 28, No. 3. — P. 309–369. DOI: 10.1016/S0165-0173(98)00019-8.