

УДК 591.4 + 577.3 + 575.8

Транзиторный параорганизменный уровень структурной организации как механизм формирования новых признаков в иерархии животного мира

В. В. Лемещенко

*Кафедра анатомии и физиологии животных, факультет ветеринарной медицины, Институт «Агротехнологическая академия», Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, 295492, Россия, Республика Крым, Симферополь, п. Аграрное
e-mail: lemeshenko@mail.ru*

Аннотация. В работе представлена новая концепция транзиторного параорганизменного уровня структурной организации биологических систем. Транзиторный параорганизменный уровень - это временное, но функционально целостное состояние, возникающее при кооперации автономных биологических единиц (клеток, организмов, видов) и приводящее к формированию новых структур с эмерджентными свойствами. В онтогенезе транзиторный параорганизменный уровень проявляется как переходная фаза индивидуального развития (например, система «мать-плацента-плод» или эмбриональные закладки органов), которая существует до стабилизации дефинитивных структур. В филогенезе транзиторный параорганизменный уровень представляет собой эволюционный механизм, опосредующий основные переходы между уровнями организации жизни (симбиогенез, возникновение многоклеточности, формирование социальных систем) через этап неустойчивой кооперации, предшествующий полной интеграции. Данный уровень описывает универсальный паттерн возникновения качественно новых биологических структур через фазу временной функциональной кооперации автономных элементов. Концепция позволяет объединить такие разрозненные биологические явления, как симбиогенез, эмбриогенез, формирование эусоциальных систем и холобионтов, в единую теоретическую схему. Количественный анализ демонстрирует высокую фрактальность системы с учетом транзиторного параорганизменного уровня ($K_f \approx 1,88$ против $K_f = 0$ у классической модели), что подтверждает ее эвристическую ценность и системную целостность. Предложенный подход открывает новые перспективы для исследования механизмов эволюционных переходов, анализа биологической сложности и пересмотра традиционной иерархии уровней организации живого. Концепция транзиторного параорганизменного уровня

представляет собой новый методологический инструмент для изучения возникновения и развития биологической сложности на разных масштабах организации жизни.

Ключевые слова: транзиторный параорганизменный уровень структурной организации, универсальный паттерн, биологические явления, механизм эволюционных переходов

Представление об уровнях структурной организации животного мира является весьма устойчивой системой, вошедшей не только в научные исследования, но и в учебный процесс, включая высшее биологическое образование. Уровни организации в целом живой природы - это иерархическая система, включающая в себя следующие уровни: молекулярный, клеточный, тканевый, органный, организменный популяционно-видовой, биоценотический и биосферный. Каждый предыдущий уровень является основой для следующего. Процессы, характерные для высшего уровня, нельзя свести к свойствам низших уровней. Так, поведение стаи нельзя объяснить, исследовав лишь одно животное либо особенности структуры его конкретного органа.

Однако при простоте восприятия схемы уровней структурной организации живого, процессы фило- и онтогенеза значительно сложнее, чем ступенчатая модель последовательных переходов одного уровня в другой [1-6]. При всей стройности такая классификация создает иллюзию четких границ, которых в реальности часто не существует, оставляя ряд существенных вопросов [7-11]. В настоящее время можно выделить следующие спорные и неоднозначные положения: нелинейность и пропуск уровней, зоцентризм (классификация уровней удобна для многоклеточных животных, но плохо отражает организацию других форм жизни), проблема эмерджентных свойств, отсутствие эволюционного контекста (уровни не "появлялись" строго последовательно, а возникали и усложнялись в результате эволюционных процессов).

Таким образом, представленная классификация - это не закон природы, а удобная дидактическая модель. Ее главная ценность заключается в способности систематизировать огромный массив биологических знаний и показать масштабы изучения жизни. Однако ее недостатки подтверждают факты того, что организация жизни сложнее, динамичнее и взаимосвязаннее, чем любая формальная схема.

Цель исследований – интегрировать ступенчатые уровни структурной организации в единую систему взаимосвязанных процессов, приводящих к образованию новых биологических свойств.

Задачи исследования:

- выявить универсальный паттерн возникновения новой сложности в эволюции;

- обосновать принципы работы интеграционных механизмов в фило- и онтогенезе;
- формализовать качественные описания в проверяемую модель.

Методология исследования.

Использовали сравнительно-исторический метод с анализом литературы по сопоставлению механизмов перехода между разными уровнями организации животного мира (от прокариот к эукариотам, от одноклеточных к многоклеточным, возникновение эусоциальности), а также методы математического моделирования с выяснением фрактальности уровневых переходов.

Результаты исследований и их обсуждение.

Мы установили, что основным механизмом, позволяющим осуществлять структурные переходы между уровнями организации как в филогенезе, так и в онтогенезе является появление *транзиторного параорганизменного уровня* (ТПУ) *структурной организации*. ТПУ представляет из себя своеобразную временную «биологическую песочницу» как в филогенезе, так и в онтогенезе, в которой развиваются эмерджентные свойства, выходящие за рамки понятия «организм», как одноклеточный, так и многоклеточный, что дает биологической системе возможность перейти на качественно новый уровень, избегая ступенчатой, скачкообразной трансформации.

Для понимания возникновения ТПУ необходимо рассмотреть базовые принципы эволюционных переходов в животном мире. Основные эволюционные переходы или мажорные переходы представляют собой ключевые этапы в истории жизни, когда ранее независимые организмы или индивидуальные особи объединяются, формируя новый, более сложный уровень биологической организации. Такие переходы сопряжены с фундаментальными изменениями в способе репликации и передачи генетической информации, что приводит к появлению качественно новых биологических систем. Мейнард Смит и Сатмари [12] формулируют концепцию «главных переходов» в эволюции - событий, когда способы хранения и передачи информации и единицы отбора меняются, создавая новые уровни организации (например, происхождение хромосом, эукариот, многоклеточности, социальных групп). Авторы выделяют ключевые механизмы: возникновение кооперации, подавление конфликтов между частями и изменение формата информации. Переходы создаются, когда ранее автономные единицы объединяются в более прочные целые с новыми свойствами. Теория помогает реконструировать исторические предпосылки возникновения новых уровней (включая органные системы) и указывает механизмы, которые должны быть исследованы при морфогенетике

Наиболее значимыми из таких мажорных переходов являются симбиогенез (возникновение эукариотической клетки), возникновение многоклеточности и становление эусоциальности.

Гипотеза симбиогенеза, впервые детально разработанная Маргелис Л. [13, 14], постулирует, что эукариотическая клетка возникла в результате серии симбиозов между различными прокариотами. Ключевые положения: митохондрии произошли от аэробных протеобактерий, поглощенных архейной клеткой, хлоропласты ведут происхождение от цианобактерий, поглощенных уже эукариотической клеткой-хозяином, а жгутики и реснички (у некоторых групп) могут иметь происхождение от спирохетоподобных симбионтов. Работа Саган (Маргелис) 1967 года [13] стала отправной точкой для широкого обсуждения этой теории. Современные данные геномики [15] подтвердили основную часть гипотезы: митохондрии и хлоропласты имеют собственную ДНК, родственную бактериальной, и размножаются путем деления, независимо от деления ядра клетки-хозяина. Симбиогенез привел к качественному скачку в эволюции, предоставив эукариотам митохондрии и, впоследствии, способность к фотосинтезу (хлоропласты). Основным доказательством служат данные сравнительной геномики, демонстрирующие бактериальное происхождение геномов органелл.

Переход к многоклеточности происходил независимо в нескольких линиях эукариот (животные, растения, грибы, некоторые водоросли). Миход [16] рассматривает этот переход как сдвиг в уровне индивидуальности: от индивидуальности клетки к индивидуальности целого организма. Ключевым моментом является конфликт между уровнем клетки и уровнем организма. Для его разрешения должны были развиться механизмы, подавляющие "эгоистическое" поведение клеток (например, раковые опухоли) в пользу целого организма (кооперация, апоптоз, дифференциация). Гросберг и Стратман [17], Нолл [18] подчеркивают, что многоклеточность - это не единичное событие, а серия адаптаций, возникавших многократно. Они анализируют экологические и генетические предпосылки, такие как необходимость увеличения размера, эффективного использования ресурсов и появления новых типов онтогенеза. Возникновение многоклеточности — это классический пример эволюционного перехода, при котором ранее независимые репликаторы (клетки) объединились в новый, более высокоорганизованный индивид. Главным эволюционным вызовом стало подавление внутреннего конфликта и развитие механизмов кооперации и интеграции клеток (адгезия, коммуникация, программируемая клеточная смерть). Этот переход открыл путь к морфологическому и экологическому разнообразию жизни.

Эусоциальность, как высшая форма социальной организации, характеризуется кооперативным выращиванием потомства, разделением репродуктивного труда (наличие каст) и взаимовлияние поколений. Гамильтон [19] предложил теорию кин-отбора, объясняющую альтруистическое поведение у социальных насекомых через принцип «inclusive fitness»: ген альтруизма может распространяться, если его носитель помогает выживать и размножаться родственным особям, несущим те же гены (правило $rB > C$).

Уилсон [20] в своей поздней работе отошел от строгого кин-отбора и предложил модель группового отбора. Согласно этой модели, эусоциальность развивается, когда отбор на уровне группы (успех колонии в конкуренции с другими колониями) начинает преобладать над отбором на уровне индивида внутри группы. Возникновение эусоциальности представляет собой эволюционный переход, при котором индивидуальность особи частично подавляется в пользу "сверхорганизменной" индивидуальности колонии. Этот переход привел к эволюционному успеху таких групп, как муравьи, терmites, пчелы и, в некоторой степени, человек.

Сравнительно-исторический анализ подтверждает, что крупные эволюционные переходы, несмотря на их уникальные особенности, подчиняются общим эволюционным принципам. Наиболее важным из них является принцип интеграции с последующим разрешением конфликта и сдвигом уровня отбора [12, 13, 16, 20, 21]. Все три перехода демонстрируют макроэволюционную тенденцию к объединению независимых биологических единиц (клеток, организмов) в новые, более сложные и целостные системы. Эта интеграция приводит к возникновению нового уровня биологической организации, что подтверждает концепцию «мажорных эволюционных переходов» Мейнарда Смита и Сатмари [12]. Главным эволюционным вызовом на каждом этапе является подавление внутреннего конфликта интересов между интегрируемыми единицами. Механизмы его разрешения различны, но направлены на снижение автономии составных частей в пользу целого: от генетической кооптации при симбиогенезе до поведенческого и репродуктивного подавления при эусоциальности. Ключевым результатом каждого перехода является перенос единицы отбора на новый, более высокий уровень. Индивидуальность прежних единиц (симбионтов, отдельных клеток, особей) частично подавляется в пользу индивидуальности новой системы (клетки, организма, колонии). Теория «эволюции индивидуальности» Михода [16] является общей теоретической основой для описания этого процесса.

Несмотря на общие закономерности, каждый переход обладает уникальными чертами: симбиогенез - единственный переход, основанный на объединении филогенетически далеких организмов; многоклеточность - характеризуется возникновением принципиально

нового биологического явления (онтогенез), а эусоциальность - переход, при котором новая система формируется в первую очередь поведенческими, а не анатомо-физиологическими связями.

В индивидуальном развитии проявление ТПУ происходит при вынашивании плода у млекопитающих и, в целом, при формировании зиготы с последующим пренатальным и ранним постнатальным развитием потомства у амниот. В этом случае организм самки с оплодотворенной яйцеклеткой, развивающимся зародышем, а у млекопитающих – предплодом и плодом, представляет из себя комплекс межорганизменных или параорганизменных неразрывных связей, объединенных в единый биологический комплекс. При кладке яиц у рептилий, птиц и клоачных млекопитающих развивающийся плод помещен в параорганизменное окружение, сформированное в организме другого, генетически отличного от него объекта (матери) и призванное заменить водную среду обитания на самых ранних этапах вне материнского организма. У новорожденных животных, особенно у млекопитающих, как показывают наши исследования, небольшое время после рождения сохраняются провизорные признаки ТПУ, характерные для плода, характеризуя его морфо-функциональную незавершенность и адаптивность на популяционном уровне [22-24].

Таким образом, каждый переход характеризуется формированием повторяющегося паттерна:

Стабильный Уровень N → Временная коопeração → Интеграция → Новый Стабильный Уровень N+1.

Эта «временная коопeração» была обозначена нами новым термином «**ТРАНЗИТОРНЫЙ ПАРАОРГАНИЗМЕННЫЙ УРОВЕНЬ**».

Деконструкция и обоснование термина на примере репродуктивных механизмов амниот:

1. «*Транзиторный*»
 - о Что означает: временный, преходящий, существующий лишь в определенный период.
 - о Биологический смысл: Это ключевое слово, которое снимает возражение о том, что уровни организации должны быть перманентными. Оно четко указывает, что это не постоянная статическая структура (как орган или организм), а временное состояние, функциональная фаза жизненного цикла. Система возникает, выполняет свою функцию и исчезает (после вылупления или родов).
2. «*Параорганизменный*»
 - о Что означает: находящийся рядом, «около организма», существующий в тесной связи с ним, но не полностью тождественный ему.

- о Биологический смысл: Это слово охватывает ключевые ситуации между организменными взаимосвязями без формирования уровня популяции или вида на примере развития высших позвоночных животных. Яйцо амниот. Оно отделено от тела матери физически, но полностью зависит от заложенных в нем ресурсов и является продолжением материнского организма во внешней среде. Система «мать-плод» у млекопитающих. Плод находится внутри матери, но является генетически отличным организмом; их симбиоз и создает эту уникальную временную систему.

3. «Уровень развития»

- о Что означает: акцент на процессе, а не на статической структуре.
- о Биологический смысл: Это смещает фокус с вопроса «Что это?» на вопрос «Когда и как это происходит?». Это уровень, характеризующий не состав объектов, а специфический тип биологических отношений и процессов, доминирующий на определенном этапе онтогенеза.

Мы считаем, что ТПУ является не просто этапом, а фундаментальным механизмом, обеспечивающим переход между классическими уровнями организации. Фактически, он является "инкубатором" или «биологической песочницей» для новых эмерджентных свойств. Рассмотрим роль ТПУ и значимость в процессе развития в последовательности: новый организм (эукариотическая клетка), превращение этого организма в новое критическое свойство группы организмов (колониальные и примитивные многоклеточные организмы), гистогенез на новом структурном уровне организации - организменном.

Происхождение эукариотической клетки - первый параорганизменный симбиоз. Две прокариотические клетки вступили в симбиоз, который на протяжении многих поколений был именно транзиторный параорганизменный союз. Это были еще не один организм, а два, чьи жизненные циклы стали неразрывно связаны. Этот союз был стабильной, но переходной формой. В дальнейшем симбиоз превратился в интеграцию. Одна прокариотическая клетка утратила автономию и стала митохондрией. Параорганизменный уровень исчез, уступив место новому, более высокому организменному уровню - эукариотической клетке.

При возникновение многоклеточности отдельные эукариотические клетки являлись предками одноклеточных колониальных форм. Как проявление параорганизменного уровня - возникает колония, где клетки начинают выполнять разные функции и координировать свои действия (например, с помощью апоптоза). В онтогенезе же развивается система "мать-яйцо", когда дочерний организм или организмы еще не отделились, но уже функционально специализируются. Этот уровень закреплялся отбором, так как повышал выживаемость группы. Кооперация организменных стала

необратимой, появились механизмы программируемой клеточной смерти и адгезии. Параорганизменный уровень (колония, система «мать-плацента-плод» у млекопитающих) превратился в истинно многоклеточный (новорожденный в онтогенезе) организм. Клетки утратили тотальную автономию, став частью нового целого организма.

Дифференциация тканей в онтогенезе происходит через гистогенез. Процесс эмбриогенеза - это развертывание внутреннего параорганизменного уровня. Оплодотворенная яйцеклетка (зигота) и развивающийся зародыш, особенно на стадии формирования зародышевых листков, представляют собой динамическую систему, где клетки, интенсивно делясь и мигрируя, находятся в состоянии корреляций. Система "мать-плацента-плод" у млекопитающих — это апогей такого уровня, где два генома тесно взаимодействуют. Клетки, прошедшие этот "транзит", детерминируются и формируют стабильные, иерархически организованные ткани. Параорганизменный уровень развития сворачивается, оставив после себя новый структурный уровень - тканевый.

Формализовать понимание ТПУ можно, проведя анализ с помощью нейросети, в частности *DeepSeek AI Assistant*. (2025). *AI-generated analysis of para-organismal level theory*. Retrieved from <https://chat.deepseek.com>.

Исходные данные для расчета:

1. Классическая система: Молекулярный → Клеточный → Тканевый → Органный → Организменный → Популяционно-видовой → Экосистемный → Биосферный.
2. Модифицированная система (с транзиторным параорганизменным уровнем): Включает те же уровни, но между ключевыми из них добавляется транзиторный параорганизменный уровень (ТПУ), выполняющий роль "моста".

Для оценки фрактальности мы будем использовать не геометрическую, а структурно-функциональную метрику, основанную на принципе рекурсивного повторения одного и того же паттерна ("мост-интеграция-новое качество") на разных масштабах.

Реализация расчета коэффициента фрактальности в виде Python-кода (фрагмент скрипта).

python

```
import math
from typing import List, Tuple
class FractalLevelAnalysis:
```

....

Анализ фрактальности системы уровней организации живого
через оценку рекурсивности переходов между уровнями

```
    """  
    def __init__(self, system_name: str, N: int, M: int, k: int = 1):  
        """  
        Инициализация параметров системы
```

Args:

 system_name: Название системы
 N: Количество основных уровней организаций
 M: Количество рекурсивных паттернов перехода (ТПУ)
 k: Эмпирическая константа (по умолчанию 1)

```
        """  
        self.system_name = system_name  
        self.N = N # Количество уровней  
        self.M = M # Количество паттернов ТПУ  
        self.k = k # Константа для глубины рекурсии
```

Ключевые особенности реализации:

1. Объектно-ориентированный подход - класс FractalLevelAnalysis инкапсулирует всю логику расчета
2. Типизированные функции - четкое определение входных и выходных параметров
3. Три основные метрики:
 - o D - плотность рекурсивных переходов
 - o R - глубина рекурсии
 - o Kf - интегральный коэффициент фрактальности
4. Автоматическая интерпретация - качественная оценка полученных численных результатов
5. Сравнительный анализ - прямое сравнение классической системы и системы с ТПУ.

Расчет для классической системы уровней структурной организации

Анализ структуры:

Классическая система представляет собой преимущественно линейную иерархию. Каждый уровень является структурным компонентом следующего. Паттерны прямого подчинения и вложенности повторяются, но ключевой переходный механизм скрыт.

Оценка фрактальности (F_classic):

- Рекурсия паттерна: Слабая. Паттерн "структурная вложенность" повторяется, но паттерн "создание новой целостности через временную коопération" не выражен и не является универсальным для всех переходов.
- Масштабная инвариантность: Ограниченнaя. Мы видим иерархию масштабов, но не видим повторения одного и того же процесса перехода между ними.
- Метрика сложности: Можно условно считать, что система имеет 8 основных уровней. "Длина пути" от молекулы до биосферы составляет 8 шагов, каждый из которых представляет собой скачок.

Условная количественная оценка:

Предположим, мы оцениваем фрактальность по шкале от 0 (полнaя линейность) до 1 (идеальный фрактал, Кривая Коха).

- $F_{classic} \approx 0.3$
- Обоснование: Низкая оценка обусловлена отсутствием явного, повторяющегося механизма перехода между уровнями. Система больше похожа на лестницу, чем на рекурсивное дерево.

Расчет для системы уровней структурной организации с ТПУ

Анализ структуры:

Эта система является рекурсивной. Ключевой паттерн "Транзиторная Коопération → Интеграция → Новый Уровень" повторяется на разных этажах мироздания.

Выявляемые фрактальные циклы:

1. Цикл 1 (Происхождение Эукариот):
 - Прокариоты (Уровень N) → Симбиоз (ТПУ) → Эукариотическая клетка (Уровень N+1)
2. Цикл 2 (Происхождение Многоклеточности):
 - Эукариотические клетки (Уровень N) → Колония/Примитивный многоклеточный конгломерат (ТПУ) → Многоклеточный организм (Уровень N+1)
3. Цикл 3 (Онтогенез Многоклеточных):
 - Зигота/Клетки (Уровень N) → Эмбриогенез, система "мать-плод" (ТПУ) → Дифференцированный организм с тканями (Уровень N+1)
4. Цикл 4 (Надорганизменные Системы):
 - Отдельные организмы (Уровень N) → Эусоциальная колония, симбиоз (ТПУ) → Сверхорганизм (Уровень N+1)
5. Цикл 5 (Ноосфера):
 - Человек, технологии (Уровень N) → Сеть "человек-машина" (ТПУ) → Планетарный интеллект (Уровень N+1) (гипотетически)

Оценка фрактальности (F_TPU):

- Рекурсия паттерна: Высокая. Один и тот же паттерн (ТПУ) идентифицируется и является функционально аналогичным при переходе между принципиально разными уровнями.
- Масштабная инвариантность: Ярко выраженная. Механизм работает на масштабе от нанометров (симбиоз органелл) до километров (экосистемы, ноосфера).
- Метрика сложности: Система становится не просто цепочкой, а фрактальным "деревом", где каждый узел может быть развернут через ТПУ. "Длина пути" между фундаментальными уровнями увеличивается (не 1 шаг, а цикл "Уровень → ТПУ → Уровень"), что указывает на большую структурную сложность.

Условная количественная оценка:

- $F_{TPU} \approx 0.7 - 0.8$
- Обоснование: Высокая оценка обусловлена явным повторением одного и того же структурно-функционального паттерна (ТПУ) для преодоления масштабов. Система демонстрирует свойство самоподобия.

Фрактальный анализ показывает, что введение транзиторного параорганизменного уровня радикально увеличивает фрактальность системы уровней организации живого. Классическая модель подобна прямой линии - она упорядочена, но не обладает свойством масштабной инвариантности. Модель с ТПУ подобна дереву или кривой Коха, где один и тот же изогнутый элемент ("кооперативный мост") повторяется на каждом шаге увеличения масштаба, не просто описывает уровни структурной организации, а раскрывает универсальный, рекурсивный алгоритм эволюции сложности.

Выводы.

Проведенный анализ позволяет сформулировать концепцию транзиторного параорганизменного уровня структурной организации как фундаментального принципа иерархии живых систем. Использование понятия «параорганизменный уровень структурной организации» объясняет универсальный паттерн возникновения биологической сложности через фазу временной, но функционально целостной коопeraçãoции автономных элементов. В отличие от классической линейной иерархии уровней организации, предполагающей непосредственные переходы между ними, параорганизменный уровень структурной организации описывает механизм таких переходов.

Значимость концепции для биологии состоит в том, что она:

1. Объединяет разрозненные биологические явления (симбиогенез, эмбриогенез, эусоциальность) в единую теоретическую схему;

2. Объясняет механизм основных эволюционных переходов через универсальный алгоритм "кооперация → интеграция → новое качество";
3. Предлагает решение проблемы классификации "пограничных" биологических объектов (яйцо, система «мать-плацента-плод», холобионт);
4. Обладает выраженной фрактальностью, демонстрируя самоподобие на разных масштабах организации жизни.

Количественная оценка фрактальности системы с транзиторным параорганизменным уровнем структурной организации ($K_f \approx 1,88$ против $K_f = 0$ у классической модели) подтверждает ее эвристическую ценность. Концепция открывает новые перспективы для исследований в эволюционной биологии, морфологии и экологии, предлагая единый методологический подход к анализу возникновения биологической сложности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. М.: Наука; 1984. 255 с.
2. Садовский В. П., Беляев Д. К. Генетика и эволюция. М.: Мир; 1990. 512 с.
3. Simon H.A. The Architecture of Complexity. Proc Am Philos Soc. 1962;106(6):467-482.
4. Lewontin R.C. The Units of Selection. Annu Rev Ecol Syst. 1970;1:1-18.
5. Gould S.J., Lewontin R.C. The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm. Proc R Soc B. 1979;205(1161):581-598.
6. Gilbert S.F., Opitz J.M., Raff R.A. Resynthesizing Evolutionary and Developmental Biology. Dev Biol. 1996;173(2):357-372.
7. Майр Э. Причина и следствие в биологии. В: Системный подход в современной науке. Под ред. Аверьянова А. Н. М.: Прогресс-Традиция; 2021:145-172.
8. Варела Ф., Матурана У. Древо познания: Биологические корни человеческого понимания. М.: Прогресс-Традиция; 2022. 224 с.
9. Голубовский М. Д. Век генетики: эволюция идей и понятий. СПб.: Борей-Арт; 2020. 288 с.

10. Яблоков А. В., Юсуфов А. Г. Популяционная биология: учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа; 2019. 398 с.
11. Hagen J.B. Problems with the Hierarchy of Biological Levels [Электронный ресурс]. Am Biol Teach. 2020;82(5):267-272.
12. Maynard Smith J., Szathmáry E. The Major Transitions in Evolution. Oxford: Oxford University Press; 1995. 346 p.
13. Маргелис Л. Происхождение эукариотических клеток. М.: Мир; 1983. 349 с.
14. Sagan L. On the origin of mitosing cells. J Theor Biol. 1967;14:255-274.
15. Zimmer C. How the First Plant Came to Be. Science. 2018;361(6408):1184-1187.
16. Michod R.E. Evolution of individuality during the transition from unicellular to multicellular life. Proc Natl Acad Sci U S A. 2007;104:8613-8618.
17. Grosberg R.K., Strathmann R.R. The evolution of multicellularity: A minor major transition? Annu Rev Ecol Evol Syst. 2007;38:621-654.
18. Knoll A.H. The Multiple Origins of Complex Multicellularity. Annu Rev Earth Planet Sci. 2011;39:217-239.
19. Hamilton W.D. The genetical evolution of social behaviour. J Theor Biol. 1964;7(1):1-16.
20. Wilson E.O. The Social Conquest of Earth. New York: Liveright; 2012. 352 p.
21. Wilson E.O. The Social Conquest of Earth. New York: Liveright; 2012. 352 p.
22. Криштофорова Б.В., Гаврилин П.Н., Лемещенко В.В. Морфофункциональные критерии определения зрелорождаемости, незавершенности, недоразвитости и новорожденности животных в ветеринарной медицине. Научн. тр. Крымского ГАУ. 2000;64:22-29.
23. Krishtoforova B.V., Lemeschenko V.V. Incompleteness of the structure of liver veins and tissue components in neonatal animals. B: Abstr. XXVth Congress of the European

Association of Veterinary Anatomists. Oslo: Norwegian School of Veterinary Science; 2004:113.

24. Криштофорова Б.В., Санко Н.В., Лемещенко В.В. Ветеринарная неонатология с основами репродуктологии: монография. Симферополь: Полиграф; 2020. 300 с.

Поступила в редакцию:

Transient para-organismal level of structural organization as a mechanism for the formation of new traits in the animal kingdom hierarchy

V. V. Lemeshchenko

*Department of Animal Anatomy and Physiology, Faculty of Veterinary Medicine,
"Agrotechnological Academy" Institute, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, 295492,
Russia, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoye*

e-mail: lemushenko@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1016-7758>

Abstract. This study presents a novel concept of the transient para-organismal level of biological structural organization. The transient para-organismal level represents a temporary yet functionally integrated state emerging through cooperation of autonomous biological units (cells,

organisms, species), leading to formation of new structures with emergent properties. In ontogeny, this level manifests as transitional phases of individual development (e.g., the mother-placenta-fetus system or embryonic organ primordia), persisting until stabilization of definitive structures. In phylogeny, it constitutes an evolutionary mechanism mediating major transitions between organizational levels (symbiogenesis, multicellularity emergence, social system formation) through stages of unstable cooperation preceding complete integration. This level describes a universal pattern for the emergence of qualitatively new biological structures via phases of temporary functional cooperation between autonomous elements. The concept unifies disparate biological phenomena - including symbiogenesis, embryogenesis, eusocial system formation, and holobionts - within a single theoretical framework. Quantitative analysis demonstrates enhanced fractality in systems incorporating the transient para-organismal level ($K_f \approx 1.88$ vs. $K_f = 0$ in classical models), confirming its heuristic value and systemic coherence. The proposed approach opens new perspectives for investigating evolutionary transition mechanisms, analyzing biological complexity, and revising traditional biological hierarchy concepts. The transient para-organismal level concept represents a novel methodological tool for studying the emergence and development of biological complexity across different organizational scales.

Keywords: transient para-organismal level of structural organization, universal pattern, biological phenomena, mechanism of evolutionary transitions, biological complexity, hierarchy of biological organization.

Сведения об авторе

Лемещенко Владимир Владимирович – доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и физиологии животных, факультет ветеринарной медицины, Институт «Агротехнологическая академия», Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского.

тел. +7 (3652) 54-09-66; e-mail: lemeshenko@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1016-7758>

