

СИСТЕМНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОНЯТИЯ

SYSTEMATIC ANALYSIS
OF ECOLOGICAL TERM

A. Zorina

Summary. The article describes the features of practical application of system approach stages and principles on the example of ecological "body weight" term study. The new definition of the concept was formulated in accordance with the stated goal: to ensure the health or normal life and reproduction of the individual. The authors present their own definition of the term: body weight — a specific quantitative indicator of organism health, the variability of which is determined by its physiological state and the stage of ontogenesis. A theoretical model of the investigated system is presented in the form of a flowchart.

Keywords: ecology, scientific knowledge, methodology, system approach, flowchart, body weight.

Зорина Анастасия Александровна

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Петрозаводский
государственный университет», г. Петрозаводск
zor-nastya@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены особенности практического применения этапов и принципов системного подхода на примере исследования экологического термина «масса тела». Новая дефиниция понятия формулировалась в соответствии с заявленной целью: обеспечение здоровья или нормальной жизнедеятельности и воспроизводства особи. Представлено собственное определение термина: масса тела особи — видовой количественный показатель здоровья организма, изменчивость которого определяется его физиологическим состоянием и стадией онтогенеза. В виде блок-схемы представлена теоретическая модель исследованной системы.

Ключевые слова: экология, научное познание, методология, системный подход, блок-схема, масса тела.

Введение

В настоящее время экология трактуется как наука о закономерностях, а отсутствие общей теории свидетельствует и об отсутствии фундаментальных законов [3, 8, 9]. Одно из возможных решений теоретической неопределенности в экологии — это смена идеологии и методологии научного познания (на которых основаны «типичные» естественные науки, такие как физика, химия, математика), когда значимость абстрактных конструкций будет определяться целями конкретного исследования.

Смена научного познания за счет совместного использования формальной и диалектической логики основана на общенаучной методологии системного подхода («прикладной диалектики» или «диалектической логики»). Этапы и принципы системного подхода используются от начальных стадий исследования до построения точных количественных моделей, при выявлении частных закономерностей [5, 6] и для теоретических построений экологии [2, 4, 5].

Системный подход направлен на осознание и оптимизацию процесса познания. Для наглядности в качестве системы используем экологический термин — «масса тела». Цель статьи — показать результативность системного исследования простого экологического понятия, методологию использования системного подхода для теоретических построений экологии.

Методология

Методология системного подхода основана на семи принципах или «приемов рационального мышления» [5]:

1. принцип системности отмечает возможность исследования объекта как системы и проведения ее декомпозиции;
2. пр. целесообразности подчеркивает значимость определения цели анализа — «Для чего проводим исследование?»;
3. пр. эмерджентности свидетельствует о наличии системных свойств, требующих исследования;
4. пр. структурно-функциональной организации позволяет объяснить, как происходит взаимодействие элементов и формируется эмерджентная функция;
5. пр. иерархичности определяет количество уровней при исследовании системы;
6. пр. целостности отмечает зависимость частей от целого;
7. пр. историзма рассматривает историю становления объекта.

Более того, диалектическая логика включает четыре этапа познания [5]: 1.— положение или тезис (объект, в частности термин, определяется в первом приближении и в результате формируется его первая дефиниция); 2.— анализ или отрицание (проводится декомпозиция понятия, которое исследуется во всех своих проявлениях — частях, связях, этапах, функциях; результат — на-

копление информации); 3.— синтез или отрицание отрицания (все разрозненные знания о понятии сводятся в единую (динамическую) систему; результат — агрегация данных и модель понятия); 4.— апробация и отбор (сопоставление знаний с реальностью, проверка идей и моделей на практике; результат — решение проблемы, формулировка более полной дефиниции).

Системное исследование экологического понятия «масса тела» включает последовательное применение четырех этапов познания на основе семи принципов рационального мышления. Задача заключается не в создании новой дефиниции понятия, а в реализации теоретической методологии системного подхода на практике.

Системное исследование экологического понятия

1. Положение (тезис):

а. Термин для рассмотрения — «масса тела».

В соответствии с принципом системности любой объект природы можно рассматривать как систему (единство взаимосвязанных элементов). Остальные системные принципы показывают путь и этапы создания системного описания, предписывают эффективные алгоритмы моделирования. На данном этапе четко определяем объект исследования.

б. Объект исследования — «конкурентоспособность особи».

в. Цель (системная функция) — обеспечение здоровья (нормальной жизнедеятельности и воспроизводства) особи.

Границы, содержание и поведение системы определяются целью (принцип целесообразности). Система (термин) ограничивается выполняемой функцией, которая внешне выглядит как цель. Функция предписывает системе определенное строение и динамику (организацию). В состав термина включаются только те компоненты, которые на взгляд исследователя осуществляют системную функцию.

2. Анализ (отрицание):

Декомпозиция основана на двух принципах системного подхода — структурно-функциональной организации и иерархичности:

1). Выделяем ключевые слова — первичное выделение элементов системы. Пытаемся определить число уровней описания системы (не меньше трех).

2). Разделяем понятия на структурные и динамические. Статическая компонента (элемент, поток) имеет единицы измерения (экз., шт., кг, см, °С.) — это особь, популяция, пища и т.д. Динамическая компонента (связь, функции) — это факт воздействия на элемент, процесс преобразования потока. Она безразмерна, но по отношению ко времени оценивается единицами пропускной способности, скорости (что-то/час): растет, отравляет...

3). Составляем ТДСК — таблицу декомпозиции статических (структурных) компонент (элементов). Проводим деление понятий до предела их элементарности или до выхода за рамки поставленной цели. При этом используем три способа декомпозиции — в пространстве, во времени и по статусу. Элементы одного уровня взаимодействуют непосредственно.

4). Составляем ТДДК — таблицу декомпозиции динамических компонент (связей) как совокупность блоков ЭСЭ=ЭПЭ=ЭФЭ (элемент — связь (процесс, поток, функция) — элемент): «донор–воздействие–акцептор» или «поток–переработка–поток». Элементы одного уровня взаимодействуют непосредственно (за исключением сложных размытых понятий, которые негласно присутствуют на каждом уровне, например, биоразнообразие). То есть, в ТДДК устанавливаются связи между компонентами только в пределах одного уровня.

Проведем декомпозицию статических компонент (ТДСК) нашего понятия, где укажем языки описания и единицы измерения (табл. 1).

Проведем декомпозицию динамических компонент (ТДДК). Из-за большого количества компонент в ТДСК для ТДДК сократим описание третьего уровня иерархии (табл. 2).

Конкретизацию связей из ТДДК рассмотрим на количественных примерах из литературы по следующему плану:

1. Указывается зависимость (в соответствии с ТДДК) «элемент — связь — элемент».
2. Отмечается тенденция изменения параметров друг относительно друга в соответствии с таблицей ФОР для динамических компонент (ФОР: фактор → объект (процесс в объекте) → признак). Составляется ФОР–таблица как множество частных, элементарных реализаций связи, представленной в ТДДК (фактор → элемент → признак; причина → объект=детерминант → следствие; ресурс → производитель → продукт; сигнал → реципиент → реакция). Блоки ФОР, представленные количественно, — это готовый шаблон для расчета коэффициентов корреляции или уравнений

Таблица 1. ТДСК термина «масса тела»*

Ур1	Ур2	Ур3
Конку-рентоспособность особи1 (Nэмб., экз)	Масса тела особи (m , г.)	Масса печени (m_h , г.), почек (m_r , г.), сердца (m_c , г.), желудочно-кишечного тракта ($m_{жкт}$, г.) и т.д.
	Морфометрия (L : мм, см, м)	Длина тела (L : мм, см, м), хвоста (L_c : мм, см, м), стопы (L_p : мм, см), уха (L_a : мм, см), бедра (F : мм, см) и т.д.
	Видовая принадлежность (s, U, C, H)	Особь 1, 2 и т.д. (n, N , экз., шт.)
	Онтогенез (стадия)	возраст (кол-во лет), зрелость / половозрелость (стадия)
	Физиологическое состояние особи (t_m , °C; пульс, уд/мин; кровяное давление, мм рт. ст.; т.д.)	Пол (♀ или ♂), питание (степень насыщения,%; $m_{жкт}$, г.), стрессовое состояние (пульс, уд/мин; кровяное давление, мм рт. ст.; резорбция эмбрионов, экз; и т.д.), и т.д.
Экологические факторы	Климатические (t , °C; освещенность, люкс; влажность, г/л,%; P — давление, Па; и т.д.), Химические ($m_{в-ва}$, г;%), Физические (S территории, км), Биологические (N, U, C, H, p и т.д.), Атропогенные ($m_{в-ва}$, кг, тонны;%; LD_{50} ; LCt_{50} и т.д.)	
Конкурентоспособность особи2 ...		

*Примечание: n — номер особи, N — количество особей, экз., шт., s — число видов на территории, U — мера разнообразия видов, C — мера сходства видовых списков территорий; коэффициент общности Сьёренсена; коэффициент Жаккара, H — индекс Шеннона; индекс видового богатства, p — индекс доминирования; t_m — температура тела особи, °C, LD_{50} — средняя доза вещества, вызывающая гибель половины членов испытываемой группы; LCt_{50} — сравнительные измерения, которые показывают соотношение смертельной дозы вещества к массе тела.

Таблица 2. ТДДК термина «масса тела»

Ур1	Ур2	Ур3*
Особь1—производит—плодовитоопотомство, особь1—доминирует над (вытесняет) — особь2	Морфометрия особи — влияет на — ее массу, Видовая принадлежность — влияет на — массу тела особи, Стадия онтогенеза — определяет — массу тела особи, Физиологическое состояние особи — влияет на — массу ее тела, Экологические факторы — влияют на — массу тела особи	Возраст — влияет на — длину тела, Питание — влияет на — массу желудочно-кишечного тракта, и т.д.
	Видовая принадлежность — влияет на — морфометрию особи, Стадия онтогенеза — определяет — морфометрию особи, Физиологическое состояние особи — влияет на — ее морфометрию, Экологические факторы — влияют на — морфометрию особи	
	Морфометрия особи — влияет на — ее физиологическое состояние, Масса тела особи — влияет на — ее физиологическое состояние, Стадия онтогенеза — определяет — физиологическое состояние особи, Экологические факторы — влияют на — физиологическое состояние особи	
	Видовая принадлежность — влияет на — онтогенез особи	

*Примечание: описаны связи, необходимые для дальнейшего исследования

Таблица 3

Фактор (масса тела особи, кг)	Процесс в Объекте	Признак (площадь индивидуального участка, га)
0.08	влияет на	10
1		100
7		1000
90		10000

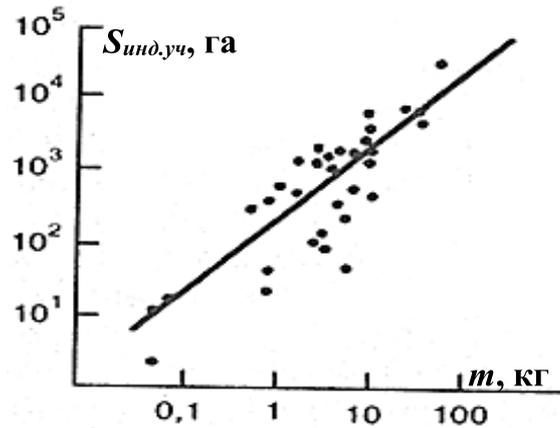


Рис. 1. Зависимость площади участка обитания от массы тела у хищных млекопитающих [1]

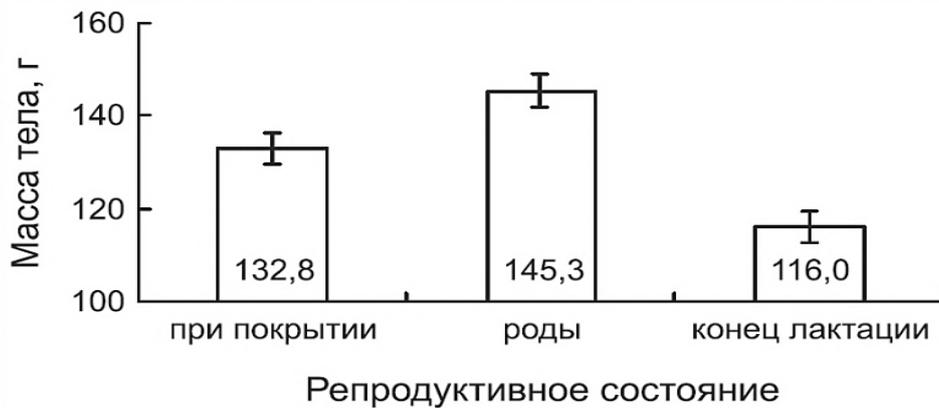


Рис. 2. Изменение массы тела самок водяной полевки на разных фазах репродуктивного цикла [7]

регрессии тех зависимостей, на основе которых строится блок-схема.

3. Предоставляется сам график (диаграмма) в соответствии с ФОР.
4. Объясняется зависимость в виде краткого вывода или заключения.

Диаграммы зависимостей или реализация связей ТДК представлены на трех примерах из литературы для разных уровней иерархии.

Пример 1.

1. Связь из ТДК: особь1 → доминирует над (вытесняет) → особь2 (ур.1)
2. Таблица ФОР (в дальнейшем таблицу ФОР будем пропускать, т.к. ее данные отражены на диаграмме (таблица 3)).
3. Диаграмма в соответствии с ФОР (рис. 1).
4. Вывод: чем больше масса тела, тем выше конкурентоспособность особи, что в конкретном случае

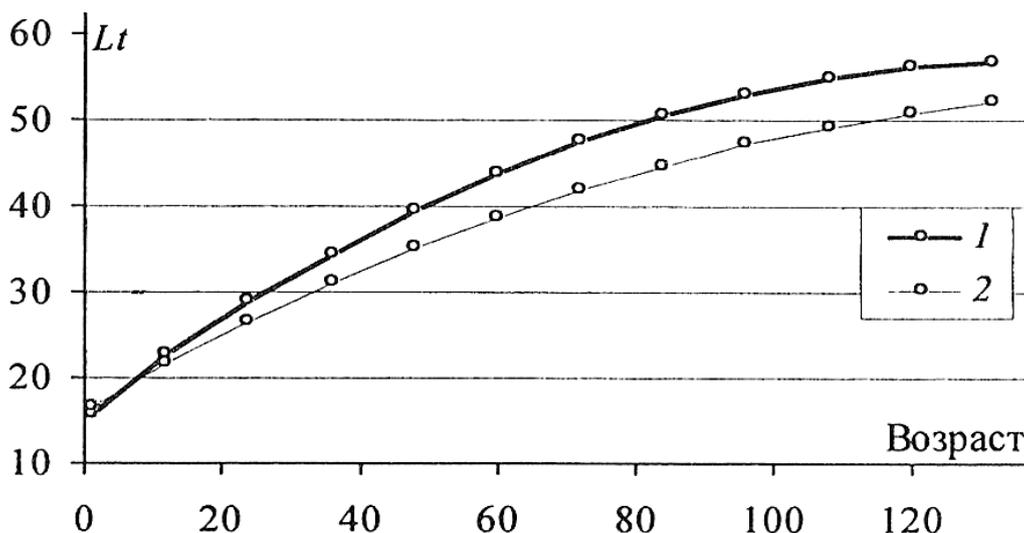


Рис. 3. Динамика увеличения размеров тела (Lt, см) самок (1) и самцов (2) гадюки; возраст выражен в месяцах [6]

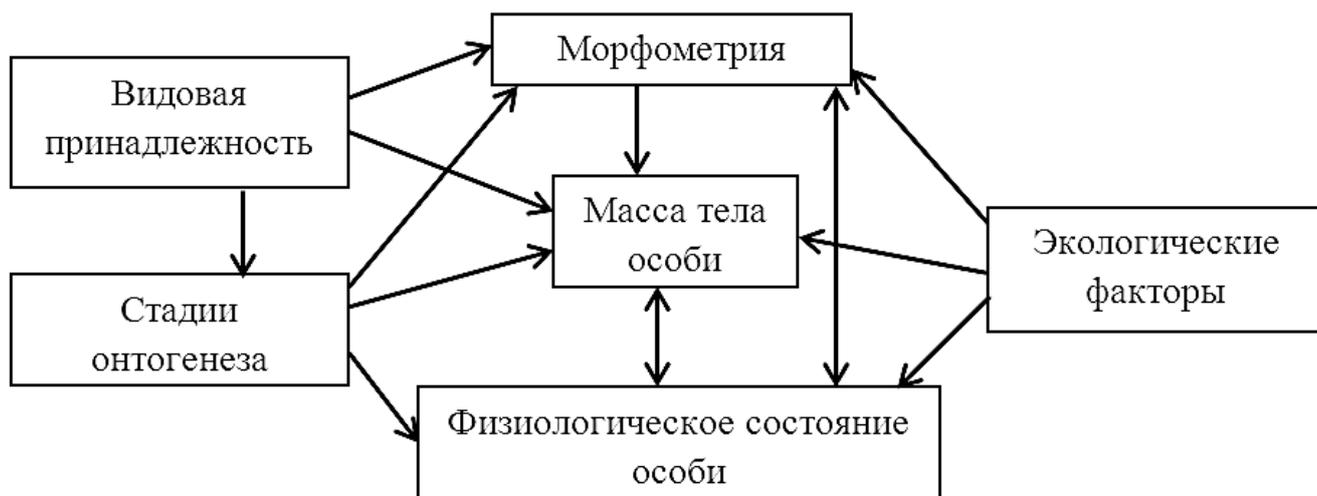


Рис. 4. Рабочий вариант блок-схемы термина «масса тела»

проявляется в увеличении размера индивидуального участка млекопитающего.

Пример II.

Связь из ТДДК: Физиологическое состояние особи (репродуктивное состояние) → влияет на → массу ее тела (ур.2). Данные таблицы ФОП отражены на диаграмме (рис. 2).

Вывод: на массу тела особи влияет ее репродуктивное состояние, что, в частности, у водяной полевки связано с изменением массы их жировых депо [7].

Пример III:

Связь из ТДДК: Возраст → влияет на → длину тела (ур.3). Данные таблицы ФОП отражены на диаграмме (рис. 3).

Вывод: зависимость длины тела от возраста описывается степенной функцией: с возрастом увеличение длины тела животных замедляется.

3. Синтез (отрицание отрицания):

Формируется блок-схема для термина по всем названным связям.

С системных позиций развитие (принцип историзма) проявляется в дифференциации системы (усложнение организации: рост числа элементов и связей) и в усилении ее интеграции (структурирование: усиление взаимозависимости частей системы, ведущее к усилению эмерджентных качеств). В блок-схеме устанавливаются связи между элементами одного уровня, элементы разных уровней смешиваются только для сложных экологических понятий. Представим блок-схему термина «масса тела» (рис. 4) по всем названным связям в соответствии с таблицами декомпозиции (табл. 1, 2).

Приведем пример новой, собственной дефиниции термина на основе блок-схемы термина: масса тела особи — видовое количественное свойство организма, изменчивость которого определяется его морфометрическими показателями, физиологическим состоянием, стадией онтогенеза и влиянием экологических факторов среды.

4. Апробация (факт, практика):

С учетом того, что экологические факторы влияют на массу тела опосредованно через изменение физиологического состояния особи, а изменение морфометрических характеристик связано изо- или алло- метрическими зависимостями с весом тела в процессе развития организма, то пример более точной дефиниции термина можно сформулировать следующим образом:

Масса тела особи — видовой количественный показатель здоровья организма, изменчивость которого определяется его физиологическим состоянием и стадией онтогенеза.

Заключение и выводы

Практика указывает на принципиальную неполноту любого знания. Завершение исследования есть начало нового его этапа. Изучение системы можно продолжать бесконечно, и в то же время завершение исследования определяется его целью. Принцип целесообразности позволяет сформулировать промежуточные выводы по нашему исследованию:

1. Практическое использование этапов и принципов системного подхода рассмотрено на примере простого эколого-биологического понятия «масса тела»;

2. В соответствии с поставленной целью сформулировано новое определение термина: масса тела особи — видовой количественный показатель здоровья организма, изменчивость которого определяется его физиологическим состоянием и стадией онтогенеза.

3. Теоретическая модель системы «масса тела» представлена в виде блок-схемы для дальнейшей более точной фактической ее апробации с помощью количественных построений в экологических исследованиях.

Благодарности

Автор благодарит Андрея Викторовича Коросова, доктора биологических наук, профессора кафедры зоологии и экологии ПетрГУ за помощь в теоретической проработке материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гиляров А. М. Популяционная экология: Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГУ. — 1990. — 191 с.
2. Джефферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии. — М.: Мир. — 1981. — 256 с.
3. Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию. Учебное пособие для студентов биологические специальности. — Петрозаводск: ПетрГУ. — 2003. — 302 с.
4. Колесников Л. А. Основы теории системного подхода. — Киев: Наук. Думка. — 1988. — 171 с.
5. Коросов А. В. Имитационное моделирование в среде MS Excel (на примерах из экологии). — Петрозаводск: ПетрГУ. — 2002. — 212 с.
6. Коросов А. В. Экология обыкновенной гадюки (*Vipera berus* L.) на Севере (факты и модели). — Петрозаводск: ПетрГУ. — 2010. — 264 с.
7. Назарова Г. Г., Евсиков В. И. Эволюционная экология плодовитости животных: адаптивные возможности потомков предопределяются условиями их пренатального развития (на примере водяной полевки, *Arvicola terrestris* L.) // Вавиловский журнал генетики и селекции. Т. 15. № 3. — 2011. — С. 485–492.
8. Розенберг Г. С. О путях построения теоретической экологии // Успехи современной биологии. Т. 125. № 1. — 2005. — С. 14–27.
9. Турчин П. В. Есть ли общие законы в популяционной экологии? // Журнал общей биологии. Т. 63. № 1. — 2002. — С. 3–14.

© Зорина Анастасия Александровна (zor-nastya@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»