

Теория саморегулируемых систем: метод, основания и вывод структуры

УДК 101.1

ББК 87.2

Смокотина О. Ф.

Независимый исследователь, Красноярск, Российская Федерация

ORCID: 0009-0006-4236-9270

Аннотация

Теория саморегулируемых систем утверждает: всякая система, сохраняющая целостность без внешнего управления, имеет трёхэтапную структуру — обнаружение, различение, ответ. Структура не зависит от субстрата и едина для живого, технического, социального и познавательного.

Три этапа выводятся из двух оснований: процессуальности и требования самосохранения. Процесс имеет форму «до — в процессе — после». Требование самосохранения заполняет этапы содержанием. Триада необходима, а не произвольна.

Каждый этап закрепляется в подсистеме. Специализация порождает сложность. Теория фиксирует структурное состояние системной действительности — то, чем саморегулируемая система не может не быть по своей структуре.

Работа носит междисциплинарный характер. Теория применима в биологии — иммунологии, экологии, нейронауке. Встраивает существующие подходы как частные случаи.

Теория структурная, а не эмпирическая: она не обобщает данные, а предшествует им — задаёт, что искать.

Часть I. Философское рассуждение

Метод работы

Эта работа излагает теорию не как готовую, а как выводимую. Структура выводится из двух оснований — процессуальности и требования самосохранения. Не «система имеет три компонента», а «саморегуляция как процесс самосохранения имеет трёхэтапную форму — и это выводится». Это определяет способ письма.

Применён метод философского рассуждения. Понятия и определения вводятся хронологически, по шагам. Каждое определение опирается на предыдущее. Порядок соответствует шагам философского рассуждения.

Доказательство не отдельно от изложения, а в нём. Каждое определение выполняет

двойную функцию: вводит понятие и обосновывает необходимость его введения, как доказательной базы. Изложение строится так, что читатель не принимает утверждения голословно, прослеживает их смысл и необходимость. На каждом шаге философского рассуждения видно, что построение логично, внутренне согласовано и доказательно по своей сути.

Этот способ имеет предшественников в философии. Спиноза в «Этике» строит дедуктивную систему, где определения — не начало, а уже движение мысли [4]. Гегель разработал метод восхождения от абстрактного к конкретному, где исходное понятие содержит противоречие, разворачивающееся в систему [2]. Кант понимал организм как самоорганизующееся целое, в котором целое главенствует над частями [3].

Особое место здесь принадлежит Аристотелю. Во «Второй аналитике» он различает два типа знания: знание через вывод, из посылок к следствиям, и усмотрение первых начал — того, что не может быть иначе [1]. Первое доказывается, второе не доказывается: оно усматривается как необходимое условие всякого доказательства. Эта работа опирается на второй тип: три этапа не выведены из экспериментов, а усмотрены как необходимая форма процесса.

Эта работа продолжает линию, но делает то, что не сделано: выводит структуру саморегуляции из двух оснований — процессуальности и требования самосохранения. Не описывает поведение, а выводит его необходимую структуру.

Основания

Элемент и связь

Определение. Элемент — минимальная сущность, не имеющая внутри частей.

Определение. Связь — отношение между элементами, не являющееся ни элементом, ни системой.

Система

Определение. Система — сущность, состоящая как минимум из двух элементов и связей между ними, причём связи образуют единое целое. Это свойство назовём целостностью.

Определение. Саморегулируемая система — система, которая сохраняет целостность без внешнего управления.

Нарушение целостности

Определение. Нарушение целостности — изменение, при котором система сохраняет существование, но функционирует в изменённом режиме.

Определение. Распад — утрата целостности, при которой система перестаёт функционировать.

Изменение

Система может изменяться со временем.

Без изменения нет динамики. Без изменения нет саморегуляции. Изменение не противоречит целостности.

Определение. Изменение — смена состояния.

Определение. Обратимое изменение — изменение, после которого система способна вернуться к исходному состоянию без внешнего управления.

Определение. Частично обратимое изменение — изменение, при котором возврат возможен лишь частично; полный возврат требует внешнего вмешательства или невозможен.

Определение. Необратимое изменение — изменение, после которого возврат невозможен.

Определение. Горизонт — граница необратимости.

Определение. Мягкий горизонт — граница частичной обратимости.

Определение. Жёсткий горизонт — граница необратимости.

Параметры

Определение. Параметр — характеристика системы, значение которой может изменяться.

Определение. Состояние системы — совокупность значений её параметров в данный момент.

Определение. Траектория — последовательность состояний системы во времени.

Сложность

Саморегулируемая система обладает сложностью.

Определение. Сложность — свойство систем с высокоуровневой организацией внутренних связей.

Определение. Внутренние связи — отношения между компонентами системы.

Определение. Высокоуровневая организация — иерархическая структура связей, при которой система образует уровни.

Сущности

Системы в своей основе разделяются по присущим им сущностям.

Определение. Вещественная сущность — материальный субстрат.

Определение. Нематериальная сущность — идеальный субстрат.

Человек — материальная саморегулируемая система и нематериальная саморегулируемая система.

Среда

Система находится в среде.

Определение. Внутренняя среда — компоненты и связи внутри границы системы.

Определение. Внешняя среда — объекты и процессы вне границы, с которыми система взаимодействует.

Определение. Граница — различие между системой и средой.

Каждая среда имеет границы.

Граница внутренней среды может совпадать с границей системы.

Воздействие

Система находится под воздействием внутренней и внешней среды. Воздействие необходимо: система не может существовать вне воздействия среды.

Определение. Воздействие — влияние среды на систему.

Структура

Определение. Структура — организация элементов и связей в системе.

Самосохранение

Определение. Самосохранение — сохранение системы во времени.

Вывод триады

Саморегуляция — процесс самосохранения системы без внешнего управления.

Процесс по определению есть смена состояний. Смена имеет до, в процессе, после. Это ввод, обработка, вывод. Менее трёх этапов невозможно: без «до» и «после» нет смены состояний; без «в процессе» нет самого процесса. Три — минимально и достаточно.

Но саморегуляция — не любой процесс. Это процесс самосохранения системы.

Воздействие необходимо (определение выше). Сохранение целостности требует

процесса: ответ на воздействие есть изменение. Требование самосохранения заполняет этапы содержанием:

- Ввод — обнаружение воздействия. Без него система не узнает об изменении.
- Обработка — различение. Без него ответ будет слеп.
- Вывод — ответ. Без него самосохранение не состоится.

Форма и требование вместе дают триаду. Убрать форму — нет процесса. Убрать требование — нет саморегуляции. Убрать любой из трёх этапов — нет ни того, ни другого.

Триада:

Первый этап. Обнаружение.

Чистая регистрация. Сигнал обнаружен. Никакой оценки. Не различает внутреннее и внешнее. Не оценивает значимость. Только: что-то есть.

Второй этап. Различение.

Всё между обнаружением и ответом. Отличение, оценка, проверка.

Третий этап. Ответ.

Действие. Система отвечает на воздействие.

Вывод подсистем

Три этапа процесса — не три подсистемы. Этап — момент процесса. Подсистема — часть структуры.

Переход требует шага: почему этапы закрепляются в специализированных частях?

Саморегуляция требует различения функций. Если одна часть выполняет и обнаружение, и различение, и ответ — она не различает, что делает. Различение теряется. Саморегуляция исчезает. Простых систем с саморегуляцией нет: саморегуляция уже есть разделение.

Следствие. Три этапа процесса закрепляются в трёх подсистемах:

- подсистема обнаружения воздействия;
- подсистема различения (обработки);
- подсистема ответа.

Три подсистемы, связанные в структуру, — сложная система.

Следствие о сложности

Сложность — и свойство, и следствие.

Свойство системы с высокоуровневой организацией внутренних связей.

Следствие специализации частей под три этапа процесса.

Сложность появляется не произвольно: самосохранение требует процесса; процесс требует трёх этапов; этапы требуют разных частей; разные части требуют связи; связь частей — их организация; организация — сложность.

Заключение части I

Теория выводит структуру саморегуляции из двух оснований: процессуальности и требования самосохранения.

Сделано:

- Введено различие элемента и связи.
- Определена саморегулируемая система как сохраняющая целостность.
- Показано, что саморегуляция — процесс самосохранения.
- Выведена триада: обнаружение, различие, ответ.
- Показано, что три этапа закрепляются в трёх подсистемах.
- Показано, что специализация подсистем порождает сложность.

Вывод, изложенный здесь в форме философского рассуждения, может быть представлен в строгой форме. Часть II содержит аксиоматику: тот же вывод, но через аксиомы, теорему и следствия.

Часть II. Аксиоматика

Переход

Вывод, изложенный в Части I как философское рассуждение, представлен здесь в аксиоматической форме. Аксиомы фиксируют начала. Теорема выводит триаду. Следствия выводят подсистемы и сложность.

Аксиоматика — не замена рассуждения, а его строгая форма. Рассуждение ведёт к началам, показывая их необходимость. Аксиоматика принимает начала как данные и выводит из них следствия. Обе формы дают один результат.

Аксиомы

A1 (элемент). Существует минимальная сущность, не имеющая внутри частей. Назовём её элементом.

A2 (связь). Элементы могут находиться в отношении друг к другу. Отношение не является ни элементом, ни системой. Назовём его связью.

A3 (система и целостность). Существует сущность, состоящая как минимум из двух элементов и связей между ними, причём связи образуют единое целое. Это свойство назовём целостностью. Сущность назовём системой.

A4 (среда). Система существует в среде. Среда — объекты и процессы вне границы системы. Граница — различие между системой и средой.

A5 (изменение и воздействие). Система изменяется во времени. Изменение — смена состояния. Состояние — совокупность значений параметров. Изменение, вызванное средой, называется воздействием. Воздействие необходимо: система не может существовать вне воздействия среды.

A6 (самосохранение). Система может сохранять себя во времени. Назовём это самосохранением.

A7 (саморегуляция). Система, которая сохраняет целостность без внешнего управления, называется саморегулируемой.

A8 (процесс). Изменение системы есть процесс.

A9 (форма процесса). Процесс по определению имеет форму: до — в процессе — после.

A10 (связь подсистем). Подсистемы саморегулируемой системы связаны: без связи этапы процесса не образуют целого.

Теорема (триада)

Всякая саморегулируемая система имеет трёхэтапную структуру: обнаружение, различение, ответ.

Доказательство.

1. Саморегулируемая система сохраняет целостность без внешнего управления (A7).
2. Воздействие необходимо (A5). Сохранение целостности требует процесса: ответ на

воздействие есть изменение.

3. Изменение есть процесс (A8).

4. Процесс имеет форму «до — в процессе — после» (A9). Менее трёх этапов невозможно: без «до» и «после» нет смены; без «в процессе» нет процесса. Три — минимально.

5. Процесс сохранения целостности необходимо требует:

- до — обнаружение. Иначе система не узнает об изменении.

- в процессе — различение. Иначе ответ будет слеп.

- после — ответ. Иначе целостность не сохранится.

6. Следовательно, всякая саморегулируемая система имеет три этапа: обнаружение, различение, ответ.

Следствие 1 (подсистемы)

Три этапа закрепляются в трёх специализированных подсистемах.

Доказательство.

1. Три этапа — разные задачи: обнаружение, различение, ответ.

2. Каждая задача имеет своё условие выполнения: обнаружение требует открытости, различение — обработки, ответ — действия.

3. Эти условия несовместимы в одном состоянии: пока часть открыта — она не обрабатывает и не действует; пока обрабатывает — не открыта и не действует; пока действует — не открыта и не обрабатывает.

4. Если одна часть выполняет все три задачи, она не может выполнять их одновременно: каждая задача исключает две другие.

5. Исключение задачи ведёт к утрате этапа.

6. Утрата этапа ведёт к утрате саморегуляции (A7).

7. Следовательно, три задачи необходимо закрепляются в трёх специализированных подсистемах.

Следствие 1.1. Три подсистемы, связанные в структуру, образуют сложную систему.

Следствие 2 (сложность)

Специализация подсистем порождает сложность.

Доказательство.

1. Сохранение целостности требует процесса (A5, A7).

2. Процесс требует трёх этапов (теорема).

3. Этапы требуют разных частей (следствие 1).

4. Разные части требуют связи (A10).
5. Связь частей — их организация.
6. Организация — сложность.
7. Следовательно, специализация подсистем порождает сложность.

Заключение части II

Аксиоматика представляет тот же вывод, что и рассуждение, в строгой форме. Триада (обнаружение, различение, ответ) выведена из аксиом как теорема. Подсистемы и сложность выведены как следствия.

Обе части дают один результат. Рассуждение ведёт к началам. Аксиоматика выводит из начал. Вместе они образуют полную теорию саморегулируемых систем.

Интерпретация результатов

1. Структурное состояние системной действительности

Полученный вывод имеет статус, который следует определить точно.

Теория обобщает эмпирические наблюдения, но не сводится к обобщению. Она применима в любой области, где есть саморегуляция, включая биологию, и фиксирует структурное состояние системной действительности — то, чем саморегулируемая система не может не быть по своей структуре. Вывод структуры — не итог наблюдений, а их основание.

Это не «модель», не «схема», не «подход». Это структура, которая:

- предшествует эмпирическому описанию — задаёт, что описывать;
- предшествует моделированию — задаёт, что моделировать;
- предшествует измерению — задаёт, что измерять.

Описательная модель отвечает на вопрос «как устроена система?». Теория отвечает на вопрос «чем система не может не быть по своей структуре, если она саморегулируется?». Первое — эмпирично. Второе — структурно.

Различие принципиально. Эмпирическое знание накапливается и уточняется. Структурное знание устанавливается и далее либо держится, либо опровергается — но не накапливается, как эмпирическое. Третьего для данного утверждения нет.

2. Триада как минимальная полная структура

Три этапа — обнаружение, различение, ответ — не «три компонента», которые можно пересчитать. Это минимальная полная структура саморегуляции.

Минимальная — потому что менее трёх этапов невозможно: без «до» и «после» нет смены состояний; без «в процессе» нет самого процесса. Два этапа — не процесс. Четыре — избыточны: любое четвертое место либо внутри одного из трёх (тогда оно не отдельный этап), либо вне процесса (тогда это другой процесс).

Полная — потому что трёх достаточно: обнаружение даёт вход, различение даёт обработку, ответ даёт выход. Ничего не пропущено: любой саморегулирующийся процесс укладывается в эту структуру.

Минимальность и полнота вместе дают необходимость. Не «в наблюдаемых системах три этапа», а «саморегулируемая система не может иметь менее трёх и не нуждается в более чем трёх». Это — структурный закон, не эмпирическое обобщение.

3. Место теории в системе знания

Теория занимает верхний уровень обобщения в понимании саморегуляции. Это проявляется в том, как она соотносится с существующими подходами.

Кибернетика описывает механизм — обратную связь, регулятор, отклонение. Это описание внутри различения. Кибернетика работает с обнаружением и ответом, но не выделяет их как необходимые этапы и не выводит их необходимость [5, с. 6–7]. Она фиксирует, как система обрабатывает отклонение, но не почему обработка — необходимый этап.

Общая теория систем описывает свойство — целостность, открытость, обмен со средой [6]. Берталанфи постулирует целостность, но не выводит её. Его аппарат описывает системы, но не доказывает необходимость их структуры. Он не показывает, почему целостность требует именно трёх этапов.

Синергетика описывает переход между состояниями — бифуркацию, флуктуацию, новый режим [7, с. 373]. В этом переходе можно различить различение (выбор нового режима) и ответ (смена режима), но синергетика не выделяет их как отдельные этапы. Флуктуация — это регистрация отклонения, то есть обнаружение, но оно не выделено. Синергетика не выводит, почему переход требует обнаружения как отдельного этапа.

Аутопоэзис описывает процесс самовоспроизводства [8]. Он фиксирует рекурсивный характер воспроизводства — самоприменение, — но не различает этапы внутри рекурсии. Аутопоэзис говорит «система воспроизводит себя», но не показывает, из чего состоит это воспроизводство и какие этапы оно включает.

Опасность-модель описывает сигнал — что именно обнаруживается [9; 10]. Это описание внутри обнаружения. Опасность-модель не выводит, почему обнаружение — необходимый этап.

Теория регуляторных Т-клеток описывает компонент — супрессию [11; 12]. Это описание внутри ответа. Теория Treg не выводит, почему супрессия — необходимая часть, а не дополнительный механизм. Трёхконтурная модель отказа, развивающая этот подход, представлена в отдельной работе автора [13].

Все эти подходы фиксируют аспекты структуры. Ни один не выводит структуру целиком. Теория саморегулируемых систем показывает, где каждый из них стоит в структуре и почему он не может претендовать на целое.

4. Методологическое следствие

Из структурного статуса теории следует методологический принцип.

Для любой саморегулируемой системы можно и нужно искать три подсистемы — обнаружения, различения, ответа. Если одна из них не найдена, это не значит, что система устроена иначе. Это значит, что её ещё не нашли или неверно определили.

Принцип работает как эвристика: он направляет исследование. Вместо «опишем, что наблюдаем» — «найдем все три этапа». Вместо «система ведёт себя так-то» — «какая подсистема отвечает за какой этап».

Принцип не заменяет эмпирику. Он предшествует ей: задаёт, что искать. Это структурное предписание, не эмпирическая гипотеза.

5. Что теория даёт

Теория даёт структурное знание, которое:

- объясняет, почему саморегуляция устроена так, а не иначе;
- показывает, где стоят известные модели;
- фиксирует структурное состояние системной действительности — то, чем саморегулируемая система не может не быть по своей структуре.

Это не модель и не описание. Это структура, из которой и модель, и описание следуют в любой области, где есть саморегуляция.

Литература

1. Аристотель. Сочинения: в 4 т. Т. 2 / ред. З.Н. Микеладзе. М.: Мысль, 1978. 687 с. (Философское наследие).
2. Гегель Г.В.Ф. Наука логики / пер. Б.Г. Столпнера; под ред. М.Б. Митина. М.: Соцэкгиз, 1937. 715 с. (Сочинения. Т. 5).
3. Кант И. Критика способности суждения / пер. Н.М. Соколова. М.: Искусство, 1994. 365, [2] с.
4. Спиноза Б. Этика, доказанная в геометрическом порядке и разделённая на пять частей / пер. Н.А. Иванцова. М.; Л.: Соцэкгиз, 1932. 222 с.
5. Ashby W.R. An Introduction to Cybernetics. London: Chapman & Hall, 1956. 295 p.
6. Bertalanffy L. von. General System Theory: Foundations, Development, Applications. New York: George Braziller, 1968. 289 p.
7. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / пер. Ю.А. Данилова. М.: Прогресс, 1986. 431 с.

8. Maturana H.R., Varela F.J. Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living. Dordrecht: Reidel, 1980.
9. Matzinger P. Tolerance, danger, and the extended family // Annual Review of Immunology. 1994. Vol. 12. P. 991–1045.
10. Matzinger P. The danger model: a renewed sense of self // Science. 2002. Vol. 296. P. 301–305.
11. Hori S., Nomura T., Sakaguchi S. Control of regulatory T-cell development by the transcription factor FOXP3 // Science. 2003. Vol. 299. P. 1057–1061.
12. Ramsdell F. Foxp3 and natural regulatory T cells: key to a cell lineage? // Immunity. 2003. Vol. 19. P. 165–168.
13. Смокотина О. Ф. Аутоиммунитет как информационная патология: системный анализ сбоев иммунного распознавания // PREPRINTS.RU. 2026. DOI: 10.24108/preprints-3116390.