

УДК 140

doi:10.18720/SPBPU/2/id24-459

Войцехович Вячеслав Эмерикович,
профессор, д-р филос. наук, профессор

**СИСТЕМНО-СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД:
ОТ ДЕМОКРИТА ДО ПРИГОЖИНА**

Россия, Тверь, Тверской государственный университет,
synerman@gmail.com

Аннотация. В статье анализируется история структурно-системного подхода от античности до современности. Показано, что традиционное мышление «неизменными» понятиями сменяется в 21 столетии мышлением «движущимися» понятиями-образами. Возникает новый рационализм. В данном контексте прогнозируется дальнейшая эволюция физики, математики, философии. Используются методы индукции, дедукции, аналогии, анализа, синтеза, интерпретации, исторический метод.

Ключевые слова: система, структура, покой, движение, атом, математика, информация, знание, ИИ.

Vyacheslav E. Voytsekhovich,
Professor, Doctor of Philosophy

**THE SYSTEM-STRUCTURAL APPROACH:
FROM DEMOCRITUS TO PRIGOZHIN**

Tver State University, Tver, Russia, synerman@gmail.com

Abstract. The article analyzes the history of the structural and systemic approach from antiquity to the present. It is shown that traditional thinking with “unchangeable” concepts is replaced in the 21st century by thinking with “moving” concepts-images. A new nationalism

is emerging. In this context, the further evolution of physics, mathematics, and philosophy is predicted. The methods of induction, deduction, analogy, analysis, synthesis, interpretation, and historical method are used.

Keywords: system, structure, rest, motion, atom, mathematics, information, knowledge, AI.

Введение

Системно-структурный подход (СП) осознан как метод в 20-м столетии [1]. Он нашёл широчайшее применение во многих областях науки, управления, экономики, обороны [6]. Однако в неразвитой форме он применялся в мышлении, в познании, в конструировании ещё 2,5 тысячи лет назад, в Древней Греции. Сегодня в XXI-м веке в культуре и общечеловеческой цивилизации происходят принципиально новые изменения, радикальные скачки, ведущие к иному мышлению, познанию, управлению и конструированию. В связи с этим изменилось и понимание СП. Чтобы понять эти трансформации, последовательно рассмотрим его историю, его современное понимание и следующее из него будущее рационального мышления, науки, техники.

1. История СП

Системный подход (СП) – это такой тип мышления, исследования, управления и конструирования, который рассматривает любую часть реальности как множество отдельных, независимых объектов. Каждый объект понимается как совокупность: {элементы, структура (связи между элементами)}. Объект – это система как целостное единство элементов и структур.

СП в понимании реальности сформировался в А. А. Богдановым [2] (1913), Л. фон Бергаланфи [6] (1950) и признан научным сообществом во второй половине XX в.

1.1. Эволюция идеи СП

Исторически предшественники СП появились в Древней Греции с VI в. до РХ вследствие введения логоса Гераклитом. Логос – это «разумная мыслеформа». Первые мыслители искали «архэ» (древнее). Часть из них (Пифагор, Гераклит, Парменид, Анаксагор, Сократ) понимала архэ как «нус» (ноос), или всемирный разумный закон, или Логос, организующий всё остальное. При этом любая вещь есть малый носитель всемирного разума (логос).

Первое приближение к СП заложено Пифагором: «Всё есть число и гармония». Любая вещь есть соединение дискретного и континуального начал (как бы мужского и женского, разделяющего и соединяющего, или того, что через 2,5 тысячи лет станет называться элементами и структурой).

Логос открыт в западных цивилизациях, культуре которых присуще стремление к форме, к порядку и отрицание бесформенного, хаотичного. Востоку же (Индия, Китай) более органичен поиск вечного, абсолютного начала и понимание сущности как «пустоты», начала без формы. Человек,

думающий о пустоте, вносит в неё определённую антропную организацию и творит форму. Но любая форма – это временная, иллюзорная вещь, изучение которой не приближает к Высшему (Дао, Брахме, Немыслимому).

Другая часть античных мыслителей искала архэ не во внутреннем мире человека, а во внешнем – не в разуме, а в природе. Прямым античным предшественником СП стал атомизм Левкиппа и Демокрита. Согласно им все вещи состоят из мельчайших неделимых частиц (атомов). Связываясь друг с другом, атомы образуют все вещи – материальные, интеллектуальные, духовные. Даже мысль понималась как совокупность «огненных» атомов. В XX в. атомы будут истолкованы как элементы вещи, а связи между атомами как структура. В отличие от Демокрита неделимые стали понимать не в абсолютном, а относительном смысле, т. е. элементы считаются неделимыми лишь относительно определённого взаимодействия (на уровне – электромагнитного или сильного, слабого поля), но не глубже.

Демокрит заложил атомистические (в дальнейшем элементарно-структурно-системные) основания физики, химии, биологии, социологии, даже дифференциального и интегрального исчисления. Идея СП соединяет в себе две картины реальности – пифагорейскую и демокритовскую, внутренний или внешний взгляд на реальность, подход от разума (духа) или от тела (природы). Образцами системности в античной цивилизации стали аксиоматическая геометрия Евклида, теория категорий, учение о форме и материи и логика Аристотеля, геоцентрическая система мира Птолемея.

Внешний (от природы) взгляд на мир закономерно сменяется противоположным – внутренним (от духа), поскольку человек мыслит в двухзначной логике. В средние века (IV–XVI вв.) господствовало религиозное мировоззрение. Атомизм был отвергнут, а пифагореизм трактовался мистически. Но рационализм приспособился и к религии, продолжал развиваться в форме логики. Образцы средневековой системности – это теология Фомы Аквинского и различные «теории», упорядочивающие реальность в виде таблиц (двухмерных матриц), в клетках которых по вертикали вещи упорядочены по степени духовности (от Бога до человека и дьявола), а по горизонтали – по различным случайным признакам (например, географическому расположению). Например, Л. Б. Альберти классифицировал все вещи, представил реальность как матрицу, в клетках которой расположены ангелы, бесы, драконы, сказочные существа, человек, растения и животные. Бездоказательность подобных «теорий» подорвала веру в теологический способ познания.

Теологическая, духовная, внутренняя парадигма развития закономерно сменяется на противоположную, на внешнее познание. Возрождение повторяет античность.

В индустриально-технологической цивилизации (XVII–XXI вв.) вновь главными стали материальные ценности. Механистический рацио-

нализм объявлен главным способом познания. Согласно Р. Декарту любая вещь есть «сумма» частей (элементов). Познав каждую из частей и просуммировав эти частичные знания, получим знание о вещи как целом. И. Ньютон возрождает атомизм. Г. Лейбниц в своей монадологии синтезирует атомизм с пифагореизмом и платонизмом.

И. Кант развивает систему «неподвижных» категорий Аристотеля и предлагает собственную. Радикально новый подход открывает Г. Гегель. Он заставляет систему категорий двигаться и развиваться. Системно-диалектический подход был принят тогда лишь в философии и социально-гуманитарных науках. Но не математике и естествознании.

П. Лаплас рассматривает мир как систему = «атомы + законы». После «Системы мира» Лапласа (1795) осталось сделать один шаг, и СП будет сформулирован. В XIX в. научными образцами СП стали система химических элементов (Д. И. Менделеев), теория элементарных частиц), теория множеств (Г. Кантор) и другие фундаментальные теории, вводящие системный порядок во всю известную реальность.

Все эти открытия усилили уверенность научного сообщества в правильности «системно-структурного рационализма».

С конца 1950 годов научное сообщество признало СП главной методологической концепцией современной научной картины мира (НКМ) и в особенности кибернетической НКМ. В ходе дискуссий открываются преимущества и пределы применимости СП. Основной недостаток классической теории систем (КТС) – ориентация на «статичность» и простоту объектов: элементы и отношения между ними должны быть неизменными, а число элементов и отношений относительно малым. Игнорируется роль наблюдателя, недооценивается сложность системы. Это пережитки механицистского рационализма, в котором движение линейно, а качественные скачки отсутствуют совсем. За границами СП остаются нелинейность движения, развитие, возникновение и исчезновение объектов, случайность, сложность, хаос, наблюдатель и антропность.

1.2. Современное понимание СП

Во второй половине XX в. открывается теория самоорганизации (Б. П. Белоусов, И. Пригожин, Г. Хакен, С. П. Курдюмов) и начинается новый стиль мышления [4]. Согласно Д. С. Чернавскому синергетика соединяет диалектику и математику. Синергетику обобщает СП: линейное движение до нелинейного, моделирует сложность и хаос, не сводя их к простоте и порядку. На базе синергетики возникает постнеклассический рационализм (Стёпин В. С.), который опирается на принципы эволюционности, фрактальности, антропности, виртуальности, сложности.

Предшествующие общенаучные парадигмы продолжают работать и сегодня. Из методологии неклассической науки начала XX в. используются принципы: вероятности, случайности, нелинейности.

Итак, СП – это поиск и реализация во внутренней и внешней реальности структур антропного типа, т. е. открытие и конструирование человекоподобных систем. Он возникает вследствие волевого стремления homo sapiens к сохранению и развитию собственной формулы жизни (генома).

Второй вектор изменений СП – сдвиг рационализма от парадигмы Парменида к парадигме Гераклита. Познание в духе мышления неподвижными понятиями, следования закону тождества в классической логике трансформируется в мышление «движущимися понятиями». Первые шаги к пониманию фундаментальности движения сделал Гераклит в VI столетии до РХ. Парменид утверждал: «Всё в сущности Единое, неподвижное». Гераклит: «Всё в сущности движется». Парадигма Парменида стала главной на 2,5 тысячи лет – в религии, науке, логике, этике, политике. Парадигма движения закрепилась лишь в философии (как диалектика) и искусстве (как непрерывный поиск нового).

Открытие синергетики сдвинуло СП от мышления неподвижными элементами и законами к рационализму движения. Это ясно выразил один из создателей синергетики И. Пригожин: «Наука движется от Парменида к Гераклиту». Еще в XIX в. Гегель открыл диалектику, Ч. Дарвин и А. Уоллес – эволюцию всего живого. Идеи развития, качественных скачков, эволюции реальности определили характер науки конца XX – начала XXI вв. Теория систем трансформировалась в теорию эволюционирующих сложных антропных систем.

Значительная часть научного сообщества еще не осознала этого сдвига. Инерция мышления Парменида очень велика. Тем не менее рационализм и наука становятся познанием движущимися понятиями, хотя 99 % населения и 80 % учёных, мыслящие (по их убеждению, «рационально»), продолжают оперировать неподвижными понятиями и образами.

Каково же будущее системного подхода, рационализма и науки в контексте идей Гераклита, Гегеля, Богданова, Пригожина? Какие изменения в науке прогнозируются в ближайшем и в отдалённом будущем?

2. Будущая наука

Тенденции современного развития науки, техники, цивилизации выдвинули на первый план информатику и генетику. Даже физику стали трактовать не как науку о том, что «на самом деле», а как информационно-знаниевый образ бытия – всего, что существует. Причём бытия не как мироздания (как недавно понимали), а как «мирореки» (памятуя Гераклита), т. е. образа движущейся реальности. Изменяющийся образ можно понимать как «мирофильм», в котором появляются отдельные кадры – идущие друг за другом картины мира, соответствующие следующим друг за другом историческим эпохам (кадры «мирореки» – это античная картина мира, средневековая, индустриально-технологическая, картина следующей цивилизации и т. д.).

Рассмотрим в контексте теории эволюционирующих систем физику, математику, философию.

2.1. Физика

Наиболее глубокая проблема современной науки, особенно физики – как связать энергию и информацию?

«Теория всего», в частности, теория общего поля и должны, вероятно, связать E и I . Более столетия назад удалось соотнести материю и энергию формулой $E^2 = p^2c^2 + c^4m^2$ или упрощённо $E = mc^2$. Оказалось, что масса и энергия – одно и то же. В сущности, есть только энергия. Отсюда энергетическая картина мирореки.

Информация I остаётся в глубине неясной. Для философов понятна лишь метафора «Информация – это мера различия, уменьшающая степень неопределённости при решении задачи». К. Шеннону удалось связать энтропию и информацию известной формулой $H(x) = -\sum p_i \log_2(p_i)$. Здесь H – степень энтропии источника данных, p – вероятность появления символа из исходного алфавита. Однако продвинуться дальше не удалось.

Если будут связаны энергия и информация, то энергия сведётся к информации. В этом случае наука о природе на 99 % станет математикой. Именно эту гипотезу развивает Wolfram S. Признаки данной трансформации науки есть уже сегодня: это запутанные частицы. Связь между ними информационная. Ряд учёных полагает, что удастся связать энергию и информацию через квантовую теорию.

Исследование вакуума приоткрыло возможность энергетики и транспорта будущего. Теоретически (пока) установлено, что потенциальная энергия вакуума примерно на 50 порядков больше, чем энергия, выделяемая в процессе аннигиляции античастиц (10^{45} и 10^{95} эрг на $см^3$). В то же время развитие антропного принципа привело физиков к гипотезе о возможности существования 10^{500} разных физических вселенных (метagalактик).

Эффект Казимира (притяжение проводящих пластин в вакууме) открывает возможность движения за счёт энергии вакуума. Уже запатентован и построен двигатель, работающий на этом эффекте. Вероятно, путешествовать по Галактике будем за счёт энергии вакуума.

2.2. Математика

Системный подход в математике проявляется во всех её областях. Наиболее ясно это в связи с открытием наиболее общего основания этой науки – теории математических категорий. Сама идея категорий взята авторами у Аристотеля и Канта. Сущность теории ясно выразил один из её создателей С. Маклейн: «Это теория всех возможных форм», или любых абстрактных структур [3].

Поэтому математика занимает промежуточное положение между эмпирическими науками и философией. Эмпирические науки базируются на наблюдениях, математике, логике, на рациональном мышлении. Математике

достаточно одного лишь рационального мышления. Философия – уже более, чем наука, это мировоззрение. Рациональное мышление на данном всеобщем уровне уже частный случай, оно не универсально. Математические утверждения предельно абстрактны и носят аксиоматический характер. Они не опровержимы опытным путём (в отличие от естественных наук).

В математике выделяют 3 фундаментальных структуры – порядковую (арифметика), топологическую (геометрия) и алгебраическую (Н. Бурбаки). Многое в них переводимо с одного языка на любой другой математический язык. Например, с алгебраического на геометрический.

В то же время всю математику можно рассматривать как теорию форм – и непрерывных, и дискретных. В разные эпохи в фокусе внимания математиков оказывались то непрерывные формы (геометрия, топология), то дискретные (порядковая и алгебраическая структуры). В фокусе внимания цивилизации оказывались то дискретность, то непрерывность.

Например, в Древней Греции почти вся математика понималась как геометрия. Возможно, это определялось не только практическими нуждами, но и любовью греков к красоте и гармонии. В то же время в XX–XXI-м столетиях бурно развивается дискретная математика (алгебра, теория алгоритмов). Вероятно, это детерминировалось «действующим» характером индустриально-технологической цивилизации. Буржуазная культура нацелена на действие – скачкообразное движение субъекта к цели по заданному алгоритму. Отсюда гипотеза: в XXI столетии будет развиваться главным образом дискретная математика.

Однако по Гераклиту «всё течёт». Цивилизация XVII–XXI вв., нацеленная на достижение материального успеха, завершается. А с нею и старая, механистическая наука.

Предсказывают приход как бы «противоположной» капитализму – духовной цивилизации (по Н. А. Бердяеву это «Новое средневековье»). В ней сохранится наука, которую уже называли «транснаукой». Её метафорическая формула:

ТРАНСНАУКА = НАУКА + ДУХОВНОСТЬ.

Транснаука потребует развития непрерывной математики (топологии). Маятник эволюции *homo sapiens* качнётся в противоположную сторону. Тогда и теория информации также сменит характер с дискретного (алгоритмического) на непрерывный (топологический).

Прогнозируемые качественные скачки общечеловеческой цивилизации, рационального мышления и науки соответствуют процессу всеобщей информатизации общества и познания. В будущем (XXII–XXIII вв.) вследствие широкого развития ИТ значительная часть научного познания, вероятно, станет делом сильного ИИ, поскольку СИИ сможет лучше, чем человек:

- 1) вести наблюдения и эксперименты,
- 2) рационально «мыслить» – по крайней мере в логическом и вычислительном отношении, в переработке необъятного массива информации и простого знания и самообучении.

Принципиальная слабость ИИ в том, что он лишён свободы и творчества, поэтому за человеком останется то, что недоступно ИИ, фантазия, интуитивное прозрение, оперирование высшими духовными ценностями (истина, добро, красота, любовь, вера в Высшее). Этим наука будущего станет похожей на искусство. За человеком же останется творческая роль «фантазёра», выдвигающего «безумные» догадки и строящего все возможные миры (как об этом мечтал Г. Лейбниц).

2.3. Философия

Современная философия в глубоком тупике. «Философия – дочь своей эпохи» (Г. Гегель). Буржуазная цивилизация завершается. Философия этой эпохи также. Идёт переход от материально-ориентированной цивилизации к духовной. «Дочь эпохи» на перепутье и в растерянности.

Первая проблема – поиск ценностей («во что верить»), поэтому будет развиваться теория ценностей (аксиология), т. к. в «промежуточные времена» понимание идеалов и ценностей, управление ими – самое важное для нашего сохранения и развития как биовида.

Вторая важнейшая проблема в современной философии и психологии – сознание. В связи с развитием ИИ и антропного принципа, переходом от объектного мышления к субъектному (даже в науках о природе). Благодаря продвижению в понимании сознания произойдёт синтез физики и психологии, как это предсказывал К. Маркс (внешнего и внутреннего познания).

Заключение

Системный поход, трансформировавшись от мышления неподвижными понятиями к мышлению эволюционирующими понятиями-образами, обеспечит и в дальнейшем успешное развитие нашего биовида.

Список литературы

1. Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г. Системный подход в современной науке // Проблемы методологии системных исследований. – М.: Мысль, 1970. – С. 7–48.
2. Богданов А. А. Тектология. Всеобщая организационная наука. – М.: Экономика, 1989. – Кн. 1 – 304 с., Кн. 2 – 351 с.
3. Маклейн С. Категории для работающего математика. – М.: Физматлит, 2004. – 352 с.
4. Малинецкий Г. Г. Синергетика – новый стиль мышления. – М.: ЛЕНАНД, 2022. – 288 с.
5. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник / Под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – М.: Высшая школа, 2004. – 616 с.
6. Bertalanffy L. von. The theory of open systems in physics and biology // Science. – 1950. – Vol. 111 (January 13). – Pp. 23–29.