

# К БИЦЕНТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СОЦИОТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ

**Ю.С. Затуливетер**

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН*  
Россия, 117997, Москва, Профсоюзная ул., 65  
E-mail: zvt@ipu.ru

**Е.А. Фищенко**

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН*  
Россия, 117997, Москва, Профсоюзная ул., 65  
E-mail: elena.fish@mail.ru

**Ключевые слова:** глобальная компьютерная среда, социотехногенная среда, глобальная информационная связность, информационная универсальность, разнородность компьютерных сред, универсальная модель распределенных вычислений.

**Аннотация.** Исследуются общесистемные закономерности развития глобальной компьютерной среды на основе универсальной модели бесшовно программируемых и кибербезопасных распределенных вычислений в математически однородном алгоритмическом пространстве компьютерных сетей. Предлагаемый подход направлен на выявление фундаментальных факторов совместного информационного влияния человеческой и компьютерной сред на процессы цифровой трансформации распределенных социотехногенных систем. Предложена обобщенная бицентрическая модель социотехногенной среды, направленная на исследование возможностей согласованного функционирования и устойчивого развития социотехногенной среды в условиях глобальной информационной связности.

## 1. Введение

Социотехногенная среда в ходе функционирования и развития производит растущие потоки и объемы информации, которые необходимо своевременно перерабатывать в целях управления ее устойчивым развитием. В докомпьютерные эпохи информационные действия, сопутствующие таким процессам, воплощались в рамках моделей управления с антропогенными системами управления, которые будем называть антропоцентрическими. Такие системы основываются на способности человеческого разума к универсальному восприятию, абстрагированию и переработке информации.

С появлением массовых компьютеров и глобальной компьютерной среды (ГКС), а также формированием глобального пространства цифровой информации, человек в значительной части утрачивает монополию на универсальную переработку информации в целях управления. Однако на путях к полномасштабной, системно сбалансированной (поэтому безопасной) цифровой трансформации в крайне разнородной ГКС возникают внутрисистемные барьеры, которые непреодолимы в рамках существующих принципов организации сетевых ресурсов. По причине разнородности ГКС ее неограниченно растущий совокупный вычислительный/системообразующий потенциал до сих пор может использоваться

только в незначительной своей части. Отсюда одна из главных причин нарастания глобальных кризисных явлений в развитии социосистем и мировой социосистемы в целом. При этом кибернетика [1] как наука об общих закономерностях процессов управления и передачи информации в машинах, живых организмах и обществе до сих пор не рассматривает ГКС как системно целостный глобально распределенный сильносвязный многокомпонентный кибернетический объект, подчиняющийся объективным закономерностям развития.

В работе предлагается подход, направленный на выявление внутрисистемных закономерностей развития ГКС и их глобального влияния на социосистемы и мировую социосистему в целом.

## **2. Глобальная компьютерная среда как новейший компонент социотехногенной среды и фактор глобального воздействия на социосистемы**

Системообразующее ядро ГКС составлено на основе эвристических методов системной интеграции двух независимых системообразующих парадигм универсальности:

- классическая модель универсальных машинных вычислений Дж. фон Неймана;
- универсальные сетевые протоколы TCP/IP.

Модель Дж. фон Неймана на инженерном уровне постулирует самые простые практически значимые правила выполнения универсально программируемых машинных вычислений. Поэтому именно эта модель легла в основу различных архитектур микропроцессоров – главного продукта компьютерной индустрии, ставшего драйвером компьютерной революции и массового компьютерного рынка. Микропроцессоры отличаются архитектурами, которые в массовых тиражах закрепляют разнородные (изначально несовместимые) способы инженерно-технологического воплощения канонизированных в модели правил счета. Узлы ГКС – это компьютеры с микропроцессорными архитектурами.

Первичные причины разнородности ГКС скрыты в математически неформализованном логическом основании ее системообразующего ядра. Модель фон Неймана является источником непрерывного воспроизводства разнородности аппаратных и программных платформ сетевых вычислительных узлов, а протоколы TCP/IP, легализуя гетерогенность сетей в своей математически неформализованной логике, закрепляют ее в массовых обменах данными.

Программируемая информационно-алгоритмическая универсальность требует особой – системно целостной и функциональной полной – системы правил взаимодействия всех трех видов фундаментальных действий с информацией – хранение, передача и преобразование.

Нарастающие внутрисистемные дисбалансы развития ГКС проявляются в отсутствие универсальной системно-целостной и функционально полной модели сетевой глобализации всех трех видов действий с информацией. Это означает, что свойство универсальной программируемости модели фон Неймана, локализованное (замкнутое) во внутрикюмпьютерных ресурсах, которым обладает каждый узел ГКС, изначально не распространено на ГКС в целом.

Исторически беспрецедентный феномен глобальной информационной сильносвязности сформировался в пространстве WWW. Его суть выражает формула «Все влияет на все и сразу» [2]. Выделим три фактора, которые способствовали становлению этого феномена.

Первый связан с использованием универсального сетевого протокола TCP/IP, который, благодаря кроссплатформенной масштабируемости и высокой надежности передачи данных, обеспечил сверхбыстрый рост количества узлов и масштабов применения ГКС. Второй – появление пространства WWW с гипертекстовым интерфейсом доступа к распределенным информационным ресурсам ГКС. Третий – стремление человека и общества в целом к максимальным проявлениям информационной активности.

Глобальная сильносвязность в отсутствие универсальной модели распределенных вычислений стала причиной экспоненциального роста объемов слабо формализованной информации. Внутрисистемные диспропорции развития ГКС де-факто становятся главными кибернетическими причинами растущей неустойчивости социотехногенных систем.

### **3. Примеры реакции мировой социосистемы на воздействие глобальной компьютерной среды**

Неконтролируемое разрастание масштабов влияния глобальной информационной сильносвязности резко усложняет социоэкономические проблемы управления устойчивым развитием. Об этом свидетельствует непрерывная череда финансово-экономических кризисов, начавшаяся в 1999-2000 гг. с финансового «пузыря доткомов». Этот первый глобальный кризис эпохи ГКС охватил Web-индустрию, устремившуюся в конце 1990-х к переносу бизнес-процессов в пространство WWW и обернулся многоопытному сообществу инвесторов потерями в \$3-5трлн [3].

Дальнейшие события показали, что первого урока было недостаточно. В 2008 г. под флагом «ипотечного кризиса» лопнул другой финансовый пузырь. Его «размер» вырос на порядок (\$50-70 трлн.). Глобализация масштабов кризисных проявлений приблизились к предельным возможностям существующих рыночных финансово-экономических механизмов стабилизации социоэкономических систем.

В том же 2008 г. мир узнал про Bitcoin [4] – первый вариант нового вида исключительно цифровых финансовых инструментов, которые способны автономно (без пошагового банковского сопровождения) функционировать в ресурсах ГКС.

При этом более чем десятилетний последующий период развития стихийного роста количества криптовалют показал их непригодность для полноценной замены фиатных денежных систем в качестве нового финансового инструментария управления устойчивым развитием [5].

В отсутствие системно-сбалансированных решений глобально сильносвязного управления устойчивым развитием вместо рыночных антропоцентрических механизмов самоорганизации приходит хаос, торгово-финансовые и информационные войны всех со всеми, активизация силового противостояния.

Рост разнообразия и масштабов кризисных проявлений показывают неспособность антропоцентрических моделей государственного и рыночного регулирования противодействовать растущим рискам утраты стабильности мировой социосистемы. На этом фоне возрастает необходимость математически обоснованных кибернетических моделей устойчивого развития социотехногенной среды. Они должны быть ориентированы на массовое воплощение в совокупных ресурсах ГКС, а также способны обеспечить путем обоснованной и сбалансированной цифровой трансформации эволюционный переход от природной монополии антропоцентрических моделей к бицентрическим, учитывающим и сочетающим преимущества природной универсальности человеческой среды и цифровой универсальности компьютерной среды.

## 4. К бицентрической модели цифровой трансформации

В условиях глобальной информационной связности человеческая среда не справляется с переработкой экспоненциального роста информации, а компьютерная еще не достигла того уровня системно-функциональной «зрелости», который необходим для полномасштабной переработки этой экспоненты.

Рис. 1а показывает процесс спонтанного слияния ( $S \leftrightarrow C$ ) социальной ( $S$ ) и компьютерной ( $C$ ) сред в сильносвязную социокibernетическую систему. Этот рисунок отражает первую фазу переходного периода к качественно новому динамическому состоянию устойчивого развития социосистем в бицентрической архитектуре (рис. 1б).

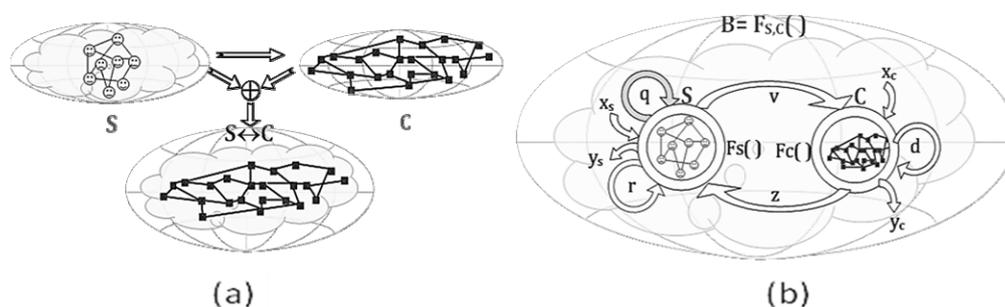


Рис. 1. Трансформация антропоцентрических архитектур к бицентрической.

Первая фаза – это период "двоевластия", который неизбежно возникает при смене ключевых парадигм развития. Антропоцентрическая архитектура близка к исчерпанию своего системообразующего потенциала. Парадигма бицентрических моделей и архитектур их воплощения, в которых компьютерная среда фигурирует «соизмеримо» с социальной, еще не сформировалась как научно обоснованная цель цифровой трансформации. Резкое снижение эффективности антропоцентрических моделей в условиях глобальной связности при отсутствии новых моделей является одной из существенных причин дестабилизации социосистем и мировой социосистемы в целом.

На рис. 1б представлена бицентрическая архитектура  $B = F_{S,C}()$  кибернетического обустройства мировой социосистемы, которая должна прийти на смену уходящей монополии антропоцентрических моделей. Новая архитектура обеспечивает системно-функциональную интеграцию социальной ( $S$  – круг слева) и компьютерной ( $C$  – круг справа) сред в системно целостную глобально распределенную формацию, обеспечивающую переработку потоков информации высокой структурно-динамической сложности (обозначены широкими стрелками), сопровождающих функционирование и развитие систем с бицентрической архитектурой.

Функционирование бицентрической архитектуры может быть задано системой балансных уравнений (1) обработки потоков информации (в дискретном времени):

$$(1) \quad \begin{cases} t_0 = 0; q[t_0]=q_0, r[t_0]=r_0, d[t_0]=d_0, v[t_0]=v_0, z[t_0]=z_0; \\ (y_S[t_i], v[t_i], q[t_i], r[t_i]) = F_S(q[t_{i-1}], r[t_{i-1}], z[t_{i-1}], x_S[t_i]); \\ (y_C[t_i], z[t_i], d[t_i]) = F_C(d[t_{i-1}], v[t_{i-1}], x_C[t_i]); \\ i = 1, 2, \dots; \end{cases}$$

где  $t_i$  – разномасштабное структурированное время;  $x_S[t_i], y_S[t_i]$  и  $y_C[t_i], x_C[t_i]$  – внешние входные-выходные информационные потоки в  $S$  и  $C$  (взаимодействие с

внешней средой);  $q[t_i], r[t_i]$  – внутрисистемные потоки  $S \rightarrow S$  (циркулирующие в  $S$ ), здесь  $q[t_i]$  и  $r[t_i]$  – потоки слабо формализованной и сильно формализованной (рутинной) информации;  $d[t_i]$  – внутрисистемные потоки данных  $C \rightarrow C$  (циркулирующие в  $C$ );  $v[t_i]$  – обменные потоки ( $S \rightarrow C$ ) (передача информации из  $S$  в  $C$ );  $z[t_i]$  – обменные потоки ( $C \rightarrow S$ ) (передача информации из  $C$  в  $S$ );  $F_S()$  – метафункция социальной среды  $S$  (совокупность формализованных и неформализованных интерфейсов интерактивных взаимодействий в  $S$ );  $F_C()$  – метафункция компьютерной среды  $C$  (совокупный функционал ГКС, представленный всем разнообразием компьютерных программ, СУБД и формализованных баз знаний, задействованных в  $C$ ).

## 5. Заключение

Предлагаемый подход открывает пути к полномасштабному воплощению в универсальном математически замкнутом алгоритмическом пространстве, воплощаемом в ГКС, растущего разнообразия математически формализованных кибернетических моделей устойчивого развития.

Дальнейшее развитие предложенного подхода направлено на разработку математических принципов и методов конструктивной декомпозиции системы балансных уравнений бицентрических моделей (1) применительно к задачам управления устойчивым развитием сколь угодно больших распределенных систем, функционирующих в ГКС в условиях глобальной информационной связности.

## Список литературы

1. Винер Н. Кибернетика. М.: Советское радио, 1968. 328 с.
2. Затуливетер Ю.С., Фищенко Е.А. К компьютерно-сетевым архитектурам для цифровой трансформации больших систем // Программные системы: теория и приложения. 2020. Т. 11, № 3(46). С. 85–131.
3. <https://internetboss.ru/krisis-dotkomov/?ysclid=lq8ds0u4zc207757753> (дата обращения 16.12.2023).
4. Крылов Г.О. Международные проблемы безопасности распространения технологии блокчейн и криптовалюты. М.: ООО «Издательство Прометей», 2022. 198 с.
5. Borio C. On money, debt, trust and central banking, BIS Working Paper №763, 2019, January. URL: <https://www.bis.org/publ/work763.htm> (дата обращения 16.12.2023).