

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

---

# ФЁДОРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ 2025

LV Всероссийская научно-практическая конференция  
с международным участием  
(с элементами научной школы для молодежи)

*Москва, 12 – 14 ноября 2025 г.*

Москва  
Издательство МЭИ  
2025

УДК 621.3  
ББК 31  
Ф 33

Ф 33 Фёдоровские чтения – 2025: LV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием (с элементами научной школы для молодежи) (Москва, 12–14 ноября 2025 г.) / под общ. ред. Ю.В. Матюниной. – М.: Издательство МЭИ, 2025. – 532 с.

ISBN 978-5-7046-3297-9

Публикуются материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (с элементами научной школы для молодежи) «Фёдоровские чтения – 2025», прошедшей в Национальном исследовательском университете «МЭИ» 12–14 ноября 2025 г.

Научная тематика конференции – энергосбережение и энергоэффективность технологий передачи, распределения и потребления электрической энергии. Публикации характеризуются охватом широкого круга проблем в области энергосбережения и энергоэффективности, электроснабжения и электрооборудования, электробезопасности и использования возобновляемых источников энергии.

Сборник предназначен для участников конференции и может быть полезен широкому кругу специалистов, занятых проектированием и эксплуатацией электрического хозяйства, преподавателям, научным сотрудникам, аспирантам и студентам.

**УДК 621.3**  
**ББК 31**

*Издано в авторской редакции*

ISBN 978-5-7046-3297-9

© Коллектив авторов, 2025

© Национальный исследовательский университет «МЭИ», 2025

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

### **Председатель:**

Цырук С.А. – профессор кафедры ЭППЭ НИУ «МЭИ»

### **Секретариат конференции:**

Михеев Д.В. – зав. кафедрой ЭППЭ НИУ «МЭИ»

Матюнина Ю.В. – зам. зав. кафедрой ЭППЭ НИУ «МЭИ»

Кивчун О.Р. – доцент высшей школы киберфизических систем

БФУ им. Канта

Кошарная Ю.В. – доцент кафедры ЭППЭ НИУ «МЭИ»

Вихров М.Е. – доцент кафедры ЭППЭ НИУ «МЭИ»,

Кожеченко А.С. – доцент кафедры ЭППЭ НИУ «МЭИ»

Булычева Е.А. – инженер кафедры ЭППЭ НИУ «МЭИ»

## ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

**Рыжкова Е.Н.** – д.т.н., доцент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
(г. Москва, Россия )

**Баширов М.Г.** – д.т.н., профессор

Уфимский государственный нефтяной технический университет  
(г.Салават, Россия)

**Вахнина В.В.** – д.т.н., профессор

Тольяттинский государственный университет (г.Тольятти,  
Россия)

**Гнатюк В.И.** – д.т.н., профессор

Балтийский федеральный университет (г. Калининград,  
Россия)

**Джагаров Н.Ф.** – д.т.н., профессор

Высшего военно-морского училища им. Николы Вапцарова  
(Варна, Болгария)

**Роженцова Н.В.** – к.т.н., доцент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

**Татевосян А.А.** – д.т.н., профессор

Омский государственный технический университет  
(г. Омск, Россия)

**Шарафеддин К. Ф.** – к.т.н., профессор

Ливанский университет ( г. Бейрут, Ливан)

# СОДЕРЖАНИЕ

## Секция 1

### ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

*Матренин П.В., Хамитов Р.Н.*

Прогнозирование электропотребления промышленных предприятий на основе нового метода градиентного бустинга с локальной регрессионной оптимизацией..... 12

*Исаев А.С. Ошурков М.Г.*

Консенсус-модели прогнозирования почасового графика нагрузки..... 18

*Измайлов Ю.А., Кошарная Ю.В.*

Возможности совершенствования учета механизма изменения режима потребления электроэнергии промышленным предприятием в рынке на сутки вперед..... 28

*Балаев П.А., Булатов Р.В., Чудин Ф.А.*

Вопросы нормативно-правового регулирования и стандартизации систем накопления электроэнергии..... 36

*Додхудоев М.Д.*

Особенности построения систем электроснабжения горных регионов..... 45

*Парра Портельес Х.Р., Цырук С.А.*

Правовые основы ведения внешнеэкономической деятельности частными предприятиями Кубы в электроэнергетическом секторе... 53

*Баширов М.Г., Хисамов Н.А.*

Применение нейронных сетей для диагностики технического состояния центробежного насосно-компрессорного оборудования с частотно-регулируемым электроприводом..... 58

<i>Ерошенко С.А., Бренчук Я.В., Хамитов Р.Н.</i> Метод построения маршрута движения наземного робототехнического комплекса для задач технической диагностики подстанционного оборудования.....	67
<i>Кирьянов Н.А.</i> Алгоритм расчета программных уставок в системе предиктивной диагностики.....	74
<i>Холмов М.А.</i> Перспективы диагностики электрооборудования ВЛЭП: проблемы, вызовы и решения.....	82
<i>Поляков Д.А.</i> Исследование разрушения изоляции силовых одножильных кабелей среднего напряжения под воздействием эксплуатационных факторов.....	90
<i>Баширов М.Г., Баширова Э.М., Ушаков А.С., Ковальчук Г.Н.</i> Программное обеспечение учебного лабораторного интеллектуального стенда по релейной защите и автоматике...	98
<i>Бабичев Ю.Е.</i> Подходы к оценке результатов обучения по отдельным дисциплинам для формирования компетенций будущих выпускников.....	105
<i>Ефимов А.Р., Тугушев Н.В., Хотин Д.Д.</i> Энергоэффективность в электросетевом комплексе: как мотивация персонала влияет на энергоёмкость (на примере ПАО «Россети Московский регион»).....	114
<i>Ефимов А.Р., Иванян А.Д., Шурыгин А.М.</i> Оценка и минимизация трансакционных издержек при покупке комплектующих для распределительных шкафов...	120

*Korjobova M.F., Jalilova D.A.*

Effectiveness of applying fuzzy logic-based intelligent control systems in industrial enterprises..... 126

Секция 2

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ  
МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ

*Кузнецов К.В., Коняев А.Ю.*

Повышение эффективности электродинамических сепараторов для обработки дробленого электронного лома.... 136

*Пендюр С.А., Фризен В.Э.*

Расчёт индукционного нагревателя для стальных цилиндрических заготовок с учётом изменения частоты тока в индукторе в среде COMSOL MULTIPHYSICS..... 144

*Шестаков Д.Н., Мошкин В.И.*

Повышение энергоэффективности линейного электромагнитного двигателя с устройством удержания якоря..... 150

*Швыркаев И.С., Мокеев И.А., Мурашов А.Д.*

К вопросу об индукционном нагреве газов..... 157

*Федин М.А., Чурсин А.Ю., Зотов М.Л., Булатенко М.А.,  
Петров П.В., Гуанхуа Ч.*

Рафинировочная установка с концентрированным источником нагрева для тугоплавких металлов..... 165

*Лепешкин А.Р., Федин М.А., Кувалдин А.Б., Данченко А.В.,  
Кондрашов С.С., Осипова М.С., Булатенко М.А.,  
Ильинская О.И., Гуанхуа Ч.*

Особенности нагрева вращающихся дисков в электромагнитном поле сильных постоянных магнитов..... 172

<i>Таслимов А.Д., Султанов А.Н.</i> Анализ факторов, влияющих на потери электрической энергии в распределительных электрических сетях.....	182
<i>Калинина М.В., Плотникова Л.В.</i> Энергоресурсосбережение в целлюлозно-бумажном производстве на основе использования систем утилизации....	190
<i>Володкин Р.И., Титова Г.Р.</i> Прогнозирование потребления электроэнергии центров обработки данных.....	196
<i>Кувалдин А.Б., Федин М.А., Шиндин Е.В., Булатенко М.А., Шумеев Ф.С.</i> Способы электрообогрева цистерн с целью обеспечения погодонезависимой приемки жидких углеводородных топлив на ТЭС.....	202
<i>Федин М.А., Булатенко М.А., Василенко А.И., Rogozin В.В., Пишиншев Э.З.</i> Оценка конвективной составляющей теплообмена в лабораторных печах сопротивления в зависимости от температуры.....	211
<i>Усов Д.М., Щербаков А.В.</i> Тепловизионный контроль в электронно-лучевых технологиях: принципы выбора оборудования и актуальные направления применения.....	219

### Секция 3

## РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ, ОРГАНИЗАЦИЙ И УЧРЕЖДЕНИЙ

<i>Скопин Г.А.</i> Анализ взаимодействия динамического компенсатора искажений напряжения с системами релейной защиты и автоматики.....	227
--	-----

<i>Кондакова С.А., Рыжкова Е.Н.</i> Возможности применения управляемого резистивного заземления нейтрали в России.....	237
<i>Журавлев С.М.</i> Выбор алгоритма искусственной нейронной сети для адаптации параметров устойчивости к состоянию электротехнической системы.....	244
<i>Яковлев С.Г.</i> Применение моделирования для определения уставок срабатывания устройств БАВР.....	251
<i>Баламетов А.Б., Мусаханова Г.С., Исаева Т.М., Якублу Т.Р.</i> Повышение эффективности работы энергосистемы применением устройств ФАКТS.....	260
<i>Феоктистов Е.А.</i> Энергетические характеристики асинхронного погружного электродвигателя в пусковых режимах.....	269
<i>Головин М.М., Портнягин Н.Н.</i> Эксперименты с заторможенным ротором асинхронного двигателя.....	278
<i>Дубачинский Д.М.</i> Анализ статистики несимметричных провалов напряжений на вводах нефтегазовых предприятий.....	286
<i>Сериков В.А., Сычев Ю.А., Бондаренко А.М.</i> Имитационное моделирование режимов работы системы электропитания АО «Невский завод».....	291

<i>Фадеев А.Д.</i> Влияние гармонических искажений и несимметрии напряжения на аналоговые и цифровые фильтры.....	301
<i>Котов А.С., Балаев П.А., Лизогуб Р.Д.</i> Анализ целесообразности применения сетей 20 кВ в мегаполисе...	311
<i>Зирнит Д.В., Захарова Н.В., Татевосян А.С., Татевосян А.А.</i> Решение задачи оптимизации параметров магнитной системы линейного магнитоэлектрического двигателя.....	316
<i>Федин М.А., Булатенко М.А., Качалина Е.В., Коробков С.А., Калинин А.А., Heraud Nicolas</i> Электромагнитный утробитель частоты на основе нелинейных трансформаторов.....	322
<i>Токмачёва И.С., Гаврилов В.А.</i> Исследование параметров температурных режимов кабельных линий систем электроснабжения напряжением 6–10 и 0,4 кВ....	328
<i>Журов В. В., Титова Г.Р.</i> Анализ применения тангенциальных вентиляторов для продления срока службы сухих трансформаторов.....	334
<i>Востоков А.В., Рашевская М.А.</i> Электроснабжение объектов, применяющих технологию «умный дом».....	342
<i>Брамм А.М.</i> Метод идентификации режимов работы ЛЭП 6–10 кВ по характеристикам спектрального разложения сигналов бесконтактных датчиков.....	351
<i>Дега С.В., Ефимов А.Р., Муллин М.Ш.</i> Стратегия позиционирования вакуумных выключателей 6–10 кВ в условиях конкуренции с элегазовыми аналогами...	355

Секция 4  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ  
ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.  
НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ  
ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

- Липужин И.А., Шалухо А.В., Филиппов М.Р., Еришова А.М.*  
Адаптивная система управления гибридными  
энергоустановками с топливными элементами  
на основе метода конечного автомата..... 363
- Нестеров М.Д., Веренцов Л.А., Бурмейстер М.В.,  
Бердышев И.И., Данилов В.Д.*  
Разработка эквивалентной модели электроэнергетической  
системы для исследования процессов изменения частоты..... 369
- Саидзода Х.С.*  
Оценка эффективности применения ветроэнергетических  
установок для электроснабжения автономных  
сельскохозяйственных потребителей Республики Таджикистан.... 377
- Сафонов А.В., Ковалев Д.А., Панченко В.А., Ковалев А.А.*  
Повышение эффективности выхода биомассы микроводорослей  
для производства биотоплива при совместном размещении  
микроводорослевых прудов и поля солнечных панелей..... 386
- Лепешкин А.Р., Федин М.А., Булатенко М.А., Василенко А.И.,  
Гуанхуа Чжен*  
Анализ новых плавучих ВЭС, ГЭС, СЭС и воздушных ВЭС  
для электроснабжения удаленных потребителей..... 391
- Rakhmonov I.U., Taslimov A.D., Atajiev Sh.M.*  
Dynamic analysis of factors affecting the reliability of inverters  
in large-scale solar power plants..... 400
- Rakhmonov I.U., Abduraxmonov I.A.*  
Analysis of the accuracy and efficiency of GIS-based forecasting  
models for multi-purpose hydropower complexes..... 407

*Niyozov N.N., Khoshimov F.A., Kurbonov N.N.*  
Mathematical modeling of dynamic characteristics of electric power  
grids integrated with large-scale renewable energy sources..... 415

Секция 5  
ОБЩАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ЦЕНОЛОГИЯ

*Гнатюк В.И.*  
Техноэволюция и технический прогресс..... 426

*Гнатюк В.И., Жукова М.С.*  
Моделирование видовой структуры номенклатуры средств  
вычислительной техники организационной системы  
на основе анализа потока отказов..... 441

*Кивчун О.Р., Ковалев А.А.*  
Формирование режимов ограничения электропотребления  
объектов регионального электротехнического комплекса  
в условиях ресурсных ограничений..... 453

*Огнев В.И.*  
I. Репрезентология: представление о представлениях.  
Технетика и эпоха ценозовладения..... 461

*Огнев В. И.*  
II. Репрезентология: представление о представлениях.  
Технетика и эпоха ценозовладения..... 471

*Гурина Р.В., Козлова В.Д., Мокеев И.А.*  
Микромир и мегамир в ценологической матрице мира..... 480

*Хорьков С.А., Маврикиди Ф.И.*  
К математике целостности систем и техноценозов..... 489

*Кузьминов А.Н.*  
Теоретические основы экономических ценозов  
в контексте современных экономических научных школ..... 514

*Моргоева А.Д., Клюев Р.В., Моргоев И.Д.*  
Методика среднесрочного прогнозирования  
электропотребления промышленного предприятия..... 524

С. А. Хорьков, *horkov\_07@mail.ru*, УдГУ, Ижевск,  
Ф.И. Маврикиди, *mavrikidi@mail.ru*, ИПНГ РАН, Москва,

## К МАТЕМАТИКЕ ЦЕЛОСТНОСТИ СИСТЕМ И ТЕХНОЦЕНОЗОВ

**Проблема математики целостности.** Целостность есть естественнонаучный феномен [1], который перманентно присутствует в проектировании, создании, управлении большими техногенными объектами. Он проявляется как инженерные, эвристические, практические решения задач, для которых не существует моделей в частных науках. Эта проблема имеет логически парадоксальный характер – требуется совместить в одном описании динамику целого с локальным поведением его частей. Эти оппозитивные сущности требуют различных формализмов, методов идентификации и измерений. Как следствие, математическое описание получается состоящим из дополнительных понятий и структур. Этот факт следует из известной теоремы К.Гёделя о неполноте, *в системном прочтении* – невозможно доказать непротиворечивость формальной системы как целого, опираясь на доказуемость его отдельных фактов. Поэтому как предмет математики целостность отличается от всего массива физико-математических теорий.

Система – это набор подсистем, событий, фактов, связанных некоторым смыслом, целью или результатом поведения, который находится в будущем. Это определение вводит в проблему пространство, в котором возможно опережающее отражение П.К. Анохина [2] и предвосхищение Р. Розена – будущего результата ещё нет, а его влияние действует [3].

Опережающее отражение/смысл/предвосхищение/цель связывает подобно принципу отбора разрозненные части в единую сеть, некую отдельность в окружающей среде. Этим набор частей/подсистем отличается от физических систем многих частиц, что наделяет его свойствами, присущими биологическим объектам – организмам, как эталонам феномена системности. Более известный, как телеонизм или целевая причинность, он в настоящее время рассматривается в качестве дополнительно-

сти к рационализму [4]. Это нефизическое влияние будущего на настоящее приняло форму нисходящей причинности (*downward, top-down causation* – англ.) – влияния целого на поведение частей [5] и эмерджентности – возникновения новых свойств из «материи» связей [6]. Оба этих явления присущи иерархическим структурам и являются маркерами сложности – математической *неупрощаемости*. Они составляют главную проблему познания причинности этих структур.

Сложность, парадоксальность, неразрешимость, неопределимость, двойственность есть синонимы системности. Они имеют общий корень в виде известных парадоксов Лжеца и Зенона, решение которых упирается в проблему Платона «Целое–Часть» – квинтэссенцию целостности. Как следствие своей парадоксальной природы, варианты определения системы, которое так и не удалось сформулировать математике, можно обнаружить далеко за её пределами – в психике (А.В. Брушлинский, Л.М. Веккер, Н.И. Чуприкова, С.Э. Поляков), социологии (П.А. Сорокин), нейрофизиологии (П. К. Анохин), языке (А.Ф. Лосев), междисциплинарной науке (Р. Розен, Н.Н. Моисеев).

Поэтому «научно наблюдаемые» физические движения системы есть всего лишь часть многообразия её движений. При сколько-нибудь богатом содержании, система представляет собой неповторимую/уникальную иерархическую, масштабно инвариантную сеть, которая является пространством, вытканым процессами слияния/соединения и разделения/различения, равнодействующая которых сегодня известна как фракталы. Сети отличаются от графов своим неизмеримо бóльшим числом вершин и связей. Они не так континуально плотны, как сплошные среды, но и не настолько дискретно разрежены как графы. Хорошо известно, что такие сети генерируют фрактальное распределение событий (законы типа Ципфа), текстов (ранговые распределения) и числовых параметров (степенные законы). Эта логическая двойственность сетей исключает применение стандартных методов математической физики, но целиком укладывается в двойственную природу фракталов. То есть они находятся между общими законами физики и индивидуальностью живых организмов.

Сегодня очевиден сдвиг научного интереса к нефизическим объектам – биологии, психике, социологии, языку, сознанию как космическому явлению. Будучи синтетическим направлением мысли, он противостоит прогрессирующей дифференциации наук. Как было показано Н.И. Чуприковой на большом историческом материале, эта «тоска по целостности» есть стадия действия всеобщего *дифференционно-интеграционного закона развития сложных систем, наступающая вслед за аналитическим развитием науки* [7]. В своем развитии система балансирует на грани *интеграции и факторизации, целостности и распада* [8]. В этом состоит биологическое содержание системной реальности – живая система развивается *на лезвии хаоса (on the edge of chaos –англ.)*, т.е. в условиях *самосозидания–саморазрушения* своей целостности [9].

Целостность подвижна, динамична. Это *устойчивость-в-движении*. Внутренняя структура опосредована внешними факторами, а внешняя среда проецируется внутренними стимулами. Поэтому опыт математики целостных объектов следует рассматривать в рамках этого универсального закона как движение дополнительных сторон природы систем.

Настоящая работа имеет целью очертить контуры интегративной математики целостности на основе идеи математической двойственности – числовой асимметрии, которую авторы в течение ряда лет используют в теории сложных систем. Требуется отобразить в модели упомянутый выше закон парадоксальности бытия систем – дифференционно-интеграционный, интеграции и факторизации, целостности и распада, самосозидания–саморазрушения, *устойчивость-как-тождество в движении*.

Числовая асимметрия представляет собой математическое содержание универсальности фрактальной топологии, которое наследует её двойственность и позволяет объединить в модели математическую физику и теоретическую информатику. Эти разделы аналитическая наука предоставляет в большом числе и достаточной степени разработанности. Но в противовес им математические основы феномена системности в настоящее время находятся в тени. Без их выявления и понимания надеяться на построение теории, даже

путем экспоненциального наращивания цифровых технологий рискованно. Системность не пустая абстракция, а то, обо что мы постоянно спотыкаемся [10]. Поэтому мы ограничимся изложением основ мультиматематики – теории целостности как единства разнообразия. Предварительное изложение темы представлено авторами [11].

**Логика.** Логика современной прикладной математики ориентирована на связность и последовательность материальных физических процессов. Формальной основой прогнозирования поведения в математической физике является требование определенности – алгоритмически-исчерпывающего описания поведения всех частей системы, т.е. тотального внешнего контроля. Оно выражается тройкой положений.

1. Тезис Чёрча-Тьюринга устанавливает тождество между линейными вычислительными процессами/программами и соответствующими физическими процессами – каждая программа реализуется физическим процессом.

2. Универсальная машина Тьюринга реализует симбиоз символьных алгоритмических вычислений, программ, доказательств, с физическими процессами. Физический процесс, т.е. движение ленты, сопровождается конкатенацией символов, т.е. программой. Программа есть предписание поведения процесса, неразрывно с ней связанного.

Первые два принципа выражает тезис – программы как доказательства.

3. Наконец, аксиома измеримости, она же аксиома исчерпания Архимеда имеет двойственную символьно-числовую природу и представляет собой двумерную семантику вычислимости материальных процессов и доказуемости теорий. Тезис Чёрча-Тьюринга и машина Тьюринга выводятся из неё выбором языка теории. Аксиома Архимеда есть догмат единственности стандартного натурального ряда для всех моделей физики. Причем шаг алгоритма, эталон измерения  $\varepsilon > 0$  в аксиоме Архимеда произволен, т.е. не определим, так же как неопределима единица натурального ряда. Поэтому эта тройка положений действует на всех

масштабах. Но их совмещение, как согласование взаимно-неопределимых определимостей, *взаимно-недоказуемых доказательств* в одном формализме, как раз и является спецификой проблемы математики целостности. Это согласование ставит проблему понимания *отрицания*, привлекающая сегодня внимание [12]. Из оператора отбрасывания стандартной логики он превращается в оператор связи – «Отрицание есть простейший вид связи» (Г. В. Ф. Гегель). Включение отрицания превращает логику из линейной, аналитической в дивергентную, синтетическую.

На сетях и фракталах в силу их двойственности действуют два – экстенсивный, по сложению, и интенсивный, по делению/членению, натуральных ряда, и эта тройка положений нуждается в пересмотре. Поэтому надеяться на стандартное физико-математическое описание сетевого поведения бесперспективно. Сети, в частности нейросети, сотканые из процессов *интеграции, соединения – дифференциации, различения* являются синтетическими, а не аналитическими объектами. И принятые в качестве их основ стандартные главы математики не учитывают этого факта в основаниях. Например, применяемые *арифметические* операции, по теореме Лиувилля из геометрии ограничивают динамику системы механикой деформируемого твердого тела. Все, что можно сделать при помощи функций, можно сделать и при помощи арифметики – в этом редко упоминаемый смысл теоремы о неполноте К. Гёделя, которая и ограничивает стандартные возможности сетей со стандартной математикой. Хорошо известно из численных методов математики, что арифметика в виде систем линейных алгебраических уравнений есть единственный способ получения численного решения.

Поэтому сегодня при большом энтузиазме, сопровождающем развитие нейросетей, проблема основ их моделей особенно актуальна. В противном случае их действия невозможно ни понять, ни проконтролировать, ни объяснить, ни выбрать область применения. Для ответственных задач социума, техники, медицины, экономики – это слишком рискованно. Приходится работать с *безответственным и бессовестным* «черным ящиком».

В то же время сетевые структуры есть общая проблема неупорядоченных сред и больших систем в инженерных науках, которая постоянно возникает в разнообразных практических задачах. Их чертой является *неаналитичность* – использование карт, атласов, развитых схем, 3D моделей и организационных структур. Таковы задачи географии, геологии, медицины, экологии, сельского хозяйства, эколого-экономических и энергетических структур.

Попытка формального описания биологических организмов и производственных, биотехнических по сути, систем, сразу упирается в многомасштабность и неатомистичность – маркеры присутствия двух натуральных рядов. Это приводит к проблемам с *определимостью* – наследием биологической основы систем [13]. В этом случае модель быстро разбухает и теряет обзорность. Это послужило причиной неуспеха различных сложных систем автоматизации (т.е. *атомизации* как основы математизации) производств. По опыту решения инженерных задач системного характера, где во главу угла ставится не математическая строгость, а смысл, т.е. предметный результат, такое ускользание определмости, ведет к энтропии смысла и девальвации инженерного труда.

***Новая онтология в математике систем.*** Современный этап развития математического познания сложных систем характеризуется расширением классических моделей математической физики методами теоретической информатики. Её методы дополняют общее физики с уникальностью структуры и геометрии конкретных объектов. Описание обычно ограничивается областью существования системы *как целого* – таковы все нейросети. При большом разнообразии их техники, нейросети лишены своего теоретического базиса – формализации синтеза физики с информатикой.

Такие модели строятся как *многомасштабные* и *мультифизичные*. Спецификой многомасштабного анализа является необходимо синтетический характер его формального воплощения. Процессы, составляющие его содержание, принадлежат разным научным дисциплинам и формальным методам. Причем, все они

на практике *самой системой* согласуются и объединяются каким-то языком, который невозможно найти среди языков существующих дисциплин. Так, например, действует таблица Менделеева в живом организме – элементы, разнесенные наукой по её клеткам, каким-то образом действуют как один. В итоге целостный объект из желаемого аналитического предстает как *мульти-аналитический, мульти-математический, in vivo* производящий синтез несводимых формальных методов. В основе такой математики лежит, очевидно, необходимость синтеза аксиом физики и информатики. Он сводится к сопряжению аксиомы фундирования, т.е. материальности, атомизма, *AF*, с аксиомой антифундирования, т.е. биологической аксиомой анатомии *AFA*, которая, представленная канторовым множеством, также лежит в основе теоретической информатики и фрактальной геометрии. Это и есть узел синтеза.

Нужное сочетание методов физики, теоретической информатики обеспечивается переносом теории во фрактальное пространство. Оно общо как структуре, несущей геометрии задачи, так и веществам, составляющим её содержание. Фракталы расширяют физическое пространство координатой (подпространством) делимости вещества, размеров частиц, которое высвобождает его термодинамические трансформации. Эта дополнительная координата при движении вещества по ней действует подобно фазовым переходам. Поэтому теория многомасштабного описания целостности существенно обогащается – на этой координате физика и информатика действуют согласованно.

Особенно важно то, что фракталы являются общим не только для материи, но и для символических структур/объектов. То есть они объединяют материю с её теориями и делают возможным их взаимодействие и трансформацию. Этот феномен известен как «материальный эквивалент функции» и как вопрос «существует ли математика во внешнем мире, или только в голове математиков?». Такие модели сегодня известны как физически и символически мотивированные нейронные сети. Их теоретическая особенность в том, что они *сами формируют свою теорию* – теория движения сложной системы есть её собственная эволюция.

Поэтому, предварительно, извне, *in vitro, до её движения*, с позиции экспериментатора, «третьего лица» *математически определить невозможно*.

Динамика этих моделей в разнообразии своих факторов и стимулов по большому счёту аналогична поведению животных и человека. Здесь можно усмотреть вопрос о необходимости включения в теорию данных этологии и разработки её *математического* раздела как теории целостного поведения сложных систем. Этология сочетает в себе как внутренние, генетические причины поведения – управление и технологии системы, так и факторы внешней среды – экономическая, географическая и социальная обстановки. Этот круг вопросов ставит задачу *диагностики* систем взамен механистического прогнозирования.

**Числовая асимметрия** есть формальный аналог функциональной асимметрии Природы, соединяющий произведение вещественных  $R$  и 2-адических чисел  $Z_2$ ; несколько иначе – она есть формализация синтеза физики, материи с информатикой, символом. В её пространстве действуют *общее* физики и *уникальное* теоретической информатики. За изложением можно следить, сопоставляя его с общеизвестными фактами применения компьютеров. Например, все уникальные и неповторимые портреты, пейзажи на экране компьютера реализуются физическими процессами, организованными символическими объектами – программами.

Компьютер есть фрактальное или 2-адическое пространство, ограниченное разрядной сеткой. Исток синтеза – многовариантность смысла двоичной, точнее 2-адической строки, которая воплощена в цифровых технологиях. В частности, наука о Больших Данных (Big Data Science – англ.) есть наука «большого объема 2-адических строк» разной природы и смыслов (см. ниже *голограмму-Н*). Обзор «универсальности природы и смыслов» фракталов показывает, что это есть данные об особой природе реальности, интерфейс реальности с человеческой практикой. Этим интерфейсом является компьютер. Он является дополнением законов природы физики в числовой асимметрии.

Все варианты сетей, будучи большими и плотными графами, имеют второй образ, который получается техникой декорирования графов [14]. Эта техника бесконечным перечислением – конкатенацией вершин воссоздает  $p$ -адическое дерево. Её аналог в теории дискретной оптимизации – проклятие размерности при решении комбинаторных задач методом полного перебора. Поэтому всякому множеству и графу, т.е. сети, в физическом мире соответствует его прообраз в информационном, компьютерном пространстве, дополняя его до числовой асимметрии. Оно есть второе лицо фракталов. Цифровой идеей эта двойственность упускается из виду.

Здесь скрыт подводный камень глобалистских устремлений цифровой революции, подобно тем, с которыми столкнулась «новая физика» кибернетики прошлого века и все физико-математические улучшения жизни и мышления людей. Фрактальная топология как теоретико-множественная ткань реальности алгоритмически *неразрешима*, т.е. однозначная определенность как существование и единственность решения задач отсутствует. Она двойственна и объединяет в себе материю и символ. Материальное, компьютерное усечение фракталов блокирует символическую реальность и, тем самым, биологию, психику, социальную материю. В частности, мышление «цифрового» человека становится машиной Тьюринга, что затем переносится на понимание биологии в широком смысле. Но в материальной реальности компьютеры действительно универсальны и многое могут. Всестороннее рассмотрение этих вопросов представлено в [15].

Все смыслы материальной реальности несёт в себе 2-адическая числовая система  $Z_2$  и её фрактальный изоморф – итеративная система функций (*iterated functions system, IFS* – англ.). Так же, как и фракталы, 2-адические строки можно обнаружить во всех разделах естествознания – материи, психике, языке. Все математические теории как символические объекты кодируются в  $Z_2$ . Для физики соответствие проходит по идее Вселенной А. Уиллера – «*It from bit*». Она выражает известный из теории фракталов факт – «все метрические пространства (т.е. материальные объекты, - *It*) являются проекциями канторова совершенного множества (т.е. изоморфа ИСФ и  $Z_2 - Bit$ )».

Сопряжение физики и информатики представляется как произведение двух базовых числовых систем. Вещественные числа  $R$  – физика, материя, 2-адические  $Z_2$  – информатика, символ, связаны отрицанием, инволюцией  $-inv = neg$ . Отрицание понимается как общематематическое преобразование Фурье без аналитических тенет – двойственность Стоуна, соответствия Галуа, инверсия в геометрии, делимость–протяженность, сжатие–расширение и т.п.

$$U = R \times Z_2, \quad R = inv Z_2 = -Z_2, \quad Z_2 = inv^{-1} R \quad (1)$$

Варианты смысла  $Z_2$  возникают как множество интерпретаций его присутствия во всех разделах математики, образуя парадоксальную пару  $U = R \times Z_2$  «вариантов инварианта». В аналитической математике и её моделях эта пара не имеет смысла (теряет  $Z_2$ ), в то время как в синтетической она составляет содержание мультиматематики. Мы приведём лишь её основной результат в виде цепочки изоморфизмов – голограммы  $H$ :

$$H \equiv \{Z_2 \equiv \exp(Z_2) \equiv [IFS \equiv \{0,1\}^N] \equiv [Z_2 \rightarrow Z_2] \equiv H \equiv AP \equiv 2^{Z_2}\} \equiv Z_2^{Stone} \quad (2)$$

Здесь объект-система представляется как (слева направо после обозначения голограммы  $H$ ): 1) как число, кодирующее целый объект; 2) комбинации его частей; 3) как формальный язык, теория; 4) как множество непрерывных функций; 5) гильбертово пространство (нано- и квантовой науки); 6) арифметика Пресбургера  $AP$ , т.е. древесный, всеерный вариант булевой алгебры (множественная определимость); 7) множество истинности арифметики Пресбургера (истинность разнообразия). Голограмма есть развернутое представление двойственности Стоуна «материя – символ». Она есть генетический ДНК – элемент системного пространства – каждая «точка» есть сжатое целое. В IT-технологиях это пространство Больших Данных.

Число в этом пространстве имеет вид:

$$u = x \cdot \xi, \quad x \in R, \xi \in Z_2 \quad (3)$$

тогда наблюдаемые и измеряемые величины могут быть выражены через произведение метрик:

$$\|u\| = |x|_{\infty} \cdot |\xi|_2 \neq 0 \quad (3^*)$$

которые формируют степенные законы и ранговые распределения. Из них следует обязательность двойного числового моделирования реальности. Поэтому все числовые параметры систем имеют двойное выражение – в вещественных и  $p$ -адических числах:

$$x \in R \leftarrow u \rightarrow \xi \in Z_2 \quad (4)$$

Отсюда причинность, как последовательность состояний, имеет два противоположных направления. Они соответствуют двум основным направлениям времени – физическому, материальной восходящей причинности – от частей к целому, и биологическому – целевой, нисходящей причинности, от целого к частям. Символически

$$T = t \cdot \tau, \quad \tau = c_T \cdot t^{-1} \quad (4^*)$$

В частности, *физически ненаблюдаемым* явлениям, необязательно отвечает отсутствие реальности:

$$0 = \|0\| = |0|_{\infty} \cdot |\xi|_2, \quad \xi \neq 0 \quad (5)$$

Такие явления находятся далеко за пределами разрешающей «квантовой» способности чувств и генетической материи биологии. Но, как будет показано ниже, невидимая реальность остается действующей. Это следует из структуры рефлексивного круга энергетики систем.

Таковы, например, очевидно-существующие, но физически ненаблюдаемые и недоказуемые явления, такие как язык, психика, человек. Они есть «темная материя», которая присутствует как в гуманитарных науках, так и в физике [16]. В биологии это целевая причинность и витализм. В техногенных системах это управление, организация, компетентность. Наиболее известна эта материя как мир идей Платона, символический универсум Э. Кассирера. Всего насчитывается более 60 её синонимов.

*Мультифизичность* включается самоподобием фракталов, т.е. рефлексивностью  $\theta$ -мерных множеств  $p$ -адических чисел [17], которые дополняют евклидово пространство осью размеров, иерархией масштабов. И все переменные, заданные, как физические, дополняются своими фрактальными прообразами, т.е. их числовыми  $Z_2$  изоморфами.

$$R \supset V_* \leftarrow \wedge V \xrightarrow{\vee} V^* \subset Z_2 \quad (6)$$

В частности, все нейросети  $(NN \cong V_*) \subset R$  имеют свой цифровой  $(NN^* \cong V^*) \subset Z_2$  прообраз [18]. Обратное также верно –  $p$ -адическое дерево сворачивается в нейросеть [19]. Иными словами, двойственность нейросетей есть неустранимая вещь. Факт, упускаемый из виду теорией искусственного интеллекта. Это включает интегративную функцию математики, (но не физики!), нейросетей:

$$\forall n \in N, \quad Z_2 \cong Z_2 \times Z_2 \times \dots \times Z_2 = Z_2^n \quad (6^*)$$

Его смысл в том, что пространство содержит в себе подобно независимым измерениям/координатам подпространства различных качеств и языков. Подставляя (6) в (2), включим в модель все варианты универсальности фракталов, т.н. голографическую Вселенную. Математически (опять же, но не физически!) этот факт известен как неделимость ультраметрических пространств, т.е.  $Z_2$ .

То же соотношение верно и для вещественных чисел. В итоге получаем системную реальность как:

$$U = (R \times Z_2) \times (R \times Z_2) \times \dots \times (R \times Z_2) = (R \times Z_2)^n \quad (7)$$

Такая парадоксально-числовая идея представления систем дает возможность говорить об её интегративном свойстве не как об обычной сумме частей, а как о «растворе» качеств/свойств, подобно тому, как в химии понимается сумма веществ. Аналог в физике – в одной точке сосуществуют все поля: гравитационное, электромагнитное, тепловое, поля скоростей и т.п. Вне физики – лингвистическое, биологическое (морфогенетическое), информационное, энергетическое. Соотношения (6) и (7) можно интерпретировать по И.В. Гете как *«каждому фактору соответствует своя теория»*. В них ни один из сомножителей не является изолированным. Например, перепишем (6\*) как:

$$Z_2^i = Z_2 \times \prod_{k \neq i} Z_2^k \quad (8)$$

Заметим, что все теории расположены внутри числового дерева – второй множитель в выражении пространства. Это значит, что у них при таком расположении появляется общий смысл – вершина дерева, которая связывает два вида причинности. Системное пространство возникает тогда, когда возникает смысл материального [20].

В голографическом пространстве любая система содержит копию целого, и, значит, саму себя, и любая область включает в себя будущее системы. Это самоподобие описывается метапозицией. Метапозиция есть перемещение системы в своем символическом  $Z_2$  пространстве. Из настоящего система может переместиться в будущее в  $Z_2$ , предвосхищая или антиципируя свою цель/смысл/результат, оставаясь в настоящем  $R$ . Действие смысла как внеположной цели, как интенции, как опережающего предвосхищения результата развития системы реализуется проекцией

– потоком причинности из невидимого подпространства в физическое. Его выражение дается формулой А.Роберта [21]. Мы приведём в качестве иллюстрации лишь основную формулу.

$$\varphi_{v,b} : Z_p \mapsto R \quad \sum_{i \geq 0} a_i \cdot p^i \mapsto \theta \cdot \sum_{i \geq 0} \frac{v(a_i)}{b^{i+1}} \quad b \geq p \quad (9)$$

Выражение (9) связывает иерархию, топологию и степенные распределения и детализирует итеративную систему функций в направлении создания евклидовых образов. Несколько иначе, в (9)  $p$ -адическое выражение  $\sum_{i \geq 0} a_i \cdot p^i$  трансформируется во фрактал с масштабным множителем  $\theta$ , задающим диаметр самоподобного выражения  $\sum_{i \geq 0} \frac{v(a_i)}{b^{i+1}}$ .

Основу причинной проекции составляет поток функций вида  $\{e^{-\alpha i \cdot \ln p}\}_{i=1}^{\infty}$  [22]. Это есть поток последовательных актов формирования различий, деталей образа. Каждому прообразу отдельной системы соответствует определенное выражение для этого потока. Этот поток геометрически есть  $p$ -адическое (2-адическое) дерево. Конкретные его особенности воспроизводятся векторизованными цифрами  $v(a_i)$ , которые задают физический облик системы.

Здесь следует отметить ограниченность идеологии цифровизации. Как следует из (9), материальные компьютерные 2-адические числа представляют собой усеченное разрядной сеткой пространство  $Z_2$ . А значит, в нём отсутствуют циклы и вся картина причинности-энергетики (см. ниже причинно-рефлексивный круг). В этом заключается принципиальная ограниченность биологической амбиции цифры – она не действует в биологическом пространстве.

**Многомасштабность.** Теория многомасштабности должна пониматься как теория множественной определенности, или теория неединственности или многообразия истинности. Её логико-топологическая основа – соотношения (2), (6)–(9). Однако они требуют уточнения.

Для случая многих масштабов используется ригидность (константность)  $Z_2: \forall m_1, m_2, \dots, m_l: Z_2 \equiv m_l Z_2$ , которая при подстановке в (6) – (8) дает связь пространств разных масштабов:

$$\forall n \in N, Z_2 \equiv m_1 Z_2 \times m_2 Z_2 \times \dots \times m_l Z_2 \quad (6^*)$$

Соответственно для выражения чисел (3)–(3\*) мы получаем шкалу  $S(U)$ :

$$S(U) = \{ m_1 x_1 \xi_1, m_2 x_2 \xi_2, \dots, m_l x_l \xi_l \} \quad (10)$$

Эта шкала является сопряжением числовой шкалы масштабов размеров частиц и символической шкалы теорий наук, которые соответствуют этим масштабам.

Чтобы сделать сопряжение материи и символа более ясным, представим числовую асимметрию как отрицание-инволюцию пространств (1) и (2), т.е. как самодвойственное пространство

$$\begin{aligned} U &= IFS(R) \times IFS(Z_2) = inv Z_2 \times Z_2 = \neg Z_2 \times Z_2, \\ \neg U &= U \Leftrightarrow \neg H = H \end{aligned} \quad (11)$$

Сегодня уже существует достаточно много вариантов размерной иерархии масштабов материи. Наиболее разработанной, насколько известно авторам, является масштабная шкала, М-ось С. И. Сухоноса [23]. На этой шкале материя разнесена автором по 12 интервалам размеров от мегагалактик до максимумов. Точный вид такой шкалы будет свой, для каждой системы, раздела естествознания. Для нас важно то, что эта шкала демонстрирует необходимое сопряжение материи и символа, т.е. размеров частиц и теории.

Такую координатную пару можно выстроить для каждой отдельной области, опираясь на *уже* достигнутое знание. В частности, это можно сделать на основе разработок по базам данных и знаний. Связь материи – размеров частиц, и символа – уравнений

теории, дается общим представлением пространства как отрицание (1)–(5). База данных теории может быть сформирована подобно системе Wolfram Mathematica, подходящей организацией её  $Z_2$ , т.е. 2-адического прообраза, дополненного наукой данного раздела.

**Новизной предлагаемого подхода** является формирование пространственной базы данных на основе изоморфов 2-адических чисел, как обратной задачи для (9). Эта база данных посредством алгоритмической техники дерева квадрантов/октантов (*quadtrees, octrees* – англ.) строит пространственно-геометрический образ данного уникального объекта. Эта техника разработана в теории фракталов для анализа и сжатия изображений [24], работы с массивами данных, табличных и матричных вычислений. Она хорошо развита в информатике под видом иерархической структуры данных. Введение её в контекст числовой асимметрии представляет отдельную техническую проблему. Неявно здесь стоит проблема теории измерений данной области, которая свяжет формальные методы с практикой.

Использование пространственно-геометрической техники *числового* дерева квадрантов  $Z_2$  позволяет получить уникальную структуру и геометрию объекта уже не в виде наглядного изображения, но в виде числового поля. Целостность системы как образ, синтезирующий разнообразие во всех деталях, например, как 3D модель, становится доступным числовому математическому моделированию.

Но в отличие от стандартного представления, в числовой асимметрии на основе голографического соотношения (2) становится возможным сопряжение логико-семантических сетей и числовых функциональных возможностей системы.

Описанная логическая схема позволяет представить многомасштабность как множественную определенность и сопрячь символическое пространство теорий с эффектом размера частиц материи. Мультифизичность представляется мультиматематичностью.

**Обратная связь – циклическая причинность.** Взаимодействие подпространств числовой асимметрии развивается в двумерном пространстве. Одна ось – вещественные числа и архимедов модуль  $(R, |x|_\infty)$  с аддитивной симметрией и мерой Лебега. Вторая ось – 2-адические числа и неархимедов модуль  $(Z_2, |\xi|_2)$  с мультипликативной симметрией и мерой Хаара. Формально  $\|U\| = R^+ \times R^\times = \mu_L \times \mu_H$ , и эти оси визуально неотличимы. Причем мультипликативная ось свернута и ненаблюдаема и в силу (6) (7) является бесконечномерным подпространством. С учетом этого можно вводить числовое представление взаимодействия. Можно показать, исходя из гиперболической связи чисел (3), что пространство систем является энергоинформационным полем:

$$U = (e_1 \cdot e_2 \cdot e_3 \cdot e_4) \cdot R \times Z_2 = E_4 \cdot R \times Z_2 \equiv E_4 \cdot H \quad (12)$$

Но в отличие от евклидова пространства независимых точек, здесь пространство соткано в сеть пересекающимися циклами энергий/движений, т.е. *временными* причинно-рефлексивными кругами. Ребра сетей моделируют парные отношения, связи или функциональные зависимости между соседними вершинами. Это локальная идея. Но очевидно, что сети могут быть представлены и пересечением кругов разного диаметра – они известны как циклы графов. В этом случае локальные взаимосвязи вершин дополняются глобальными, дальнедействующими зависимостями вершин-частей от всего поля целостности. Тогда в этом пространстве голограмма (2) является *сложно-неделимой* сущностью, сложным атомом. Все её части неизменны и изоморфны между собой и всему целому. Иерархия пространства складывается из бесконечной иерархии вложенных кругов. В естествознании они известны как разнообразные природные циклы. Как части больших кругов, проходящих через данную целостность, внутренние круги оказываются вовлеченными во внешние обстоятельства – внутреннее пространство системы опосредуется внешней средой. Локальное существование системы вовлечено в глобальную динамику.

Причинно-рефлексивный круг, формирующий сеть обратных связей, определяется четырьмя энергиями, как функциями между подпространствами числовой асимметрии [25]:

$$\begin{array}{ccc}
 Z_2 & \xrightarrow{e_4} & Z_2 \\
 E_4: & e_3 \uparrow & \downarrow e_2 \\
 R & \xleftarrow{e_1} & R
 \end{array} \quad (13)$$

Здесь  $e_1$  – физическая,  $e_2$  – нисходящая,  $e_3$  – восходящая,  $e_4$  – информационная причинности-энергии. Они определяют 4 типа времени  $T = T_4(\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4)$  соответственно.

Таким образом, пространство получается, как энергетическое представление нейросетей. Оно же – задает внутреннюю динамику целостности от микро- и нано- частиц до макро- и мега-образований. Точнее, наличные, существующие в физическом пространстве сети расширяются своими нульмерными прообразами и видимый объект-система – своим 2-адическим цифровым двойником.

Соответственно уравнение сохранения массы  $CE(x, t; \xi, \tau) = 0$  (*Continuity Equation* – англ.) для выражения массы в слабой форме  $m = \int_V u \cdot dv = \int_V x \cdot \xi \cdot dv$  и переменным объёмом  $V$ , оказывается состоящим из четырех формально тождественных уравнений. Три из них  $e_1, e_2, e_3$  выражают различное распределение материи. Четвертое  $e_4$  – есть символическая динамика, энергетика информационных процессов. В более развитой теории сюда должен включаться системный химизм, т.е. изменение качеств. Предположительно здесь располагается источник эволюционных изменений не только в биологии [26]. Эти вопросы новы для математики и требуют отдельной работы.

$$\begin{aligned}
 & CE_4: \\
 & CE_{R \rightarrow R}(\rho, x, \tau_1) + CE_{Z_2 \rightarrow R}(\phi, \xi, \tau_2) + CE_{Z_2 \rightarrow Z_2}(\phi, \xi; \psi, \eta, \tau_4) + \\
 & + CE_{R \rightarrow Z_2}(\rho, x, \phi, \xi; \tau_3) + CE_U(V(x, \rho; \xi, \phi; \tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4)) = 0
 \end{aligned} \quad (13*)$$

В выражении (13\*) роль причинности/энергетики/времени выполняют проекции. Они получаются обобщением формулы (9). Её интерпретация «в малом» [22] дополняется проекцией «в большом» [27]. Сжимающие, конвергентные свойства стандартной процедуры дополняются дивергентными, расширяющими процессами – реверсивной итеративной системой функций (*reverse IFS* – англ.). Получающееся двустороннее дерево изоморфно числовой асимметрии.

Формально это можно видеть, если подставить выражение для числа (3), (3\*) в (9). В ней параметр  $\theta$  задает диаметр проекции, т.е. диаметр целого объекта/системы. В нашей схеме он задается автоматически построенным деревом октантов/квадрантов:

$$\varphi_{v,u}^* : Z_p \mapsto R \quad \sum_{i \geq 0} a_i \cdot p^i \mapsto \sum_{i > 0} v(a_i) \cdot \|u_i\| = \sum_{i > 0} v(a_i) \cdot |x_i|_\infty \cdot |\xi_i|_2 \quad (14)$$

Здесь  $\{|\xi_i|\}$  – есть нисходящая, а  $\{|x_i|\}$  – восходящая причинности, соответствующие энергиям  $e_2$  и  $e_3$  и временам  $\tau_2$  и  $\tau_3$ . Энергии  $e_1$  и  $e_4$  и времена  $\tau_1$  и  $\tau_4$  составляют апорию Зенона Ахиллес и черепаха. Все четыре причины вместе формируют бутылку Клейна.

Причинности-энергии и соответствующие времена всегда действуют, т.е.  $e_1 \cdot e_2 \cdot e_3 \cdot e_4 \leftrightarrow \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \neq 0$ . Тогда уравнение сохранения масс является альтернирующим, члены которого связаны уравнением осциллирующих систем. Поскольку подпространства числовой асимметрии связаны преобразованием Лежандра, как координаты и импульсы в физическом времени  $t \propto \tau_1$ , то обозначив  $|x|_\infty = q$ ,  $|\xi|_2 = d_t q$ , получим:

$$\frac{d^2 q}{dt^2} + d_t c \cdot \frac{dq}{dt} - c \cdot (d_t q)^3 = 0 \quad (15)$$

Здесь вынуждающая сила является внутренней, что соответствует идее самодвижения целостного образования.

Рассмотрим два масштаба, например, внутреннего пространства  $l_n$  и  $l_{n+1}$ . Второй получается из первого диспергированием материи, то есть процессом (под)разделения. Возникает известная пара: (*целое* =  $l_n$ ) – (*часть* =  $l_{n+1}$ ). Нетрудно видеть, что последовательность масштабов на оси размеров попарно связана мнимыми единицами – для каждой пары своя мнимость. Тогда эта пара  $(l_n, l_{n+1})$  есть изоморф плоскости  $(|\bullet|_1, |\bullet|_2)$ . Следовательно,  $l_{n+1} = i \cdot l_n$ . Для целого берётся его ультраметрический, нульмерный прообраз и пишутся  $n$  уравнений/моделей поведения его геометрии, по одной на каждый масштаб. Получается, таким образом, «антиномичная» система уравнений/моделей.

Весь набор масштабов иерархии  $S$  получается как связанная сумма  $\oplus$  причинных кругов  $E_4$  последовательных масштабов:

$$S = \oplus_{i=0}^N E_4(i, i+1) = \oplus_{i=0}^N E_4(H_i, H_{i+1}) \quad (16)$$

В структуре причинного цикла  $E_4$  (13) энергии  $e_2, e_3, e_4$  образуют систему реакции-диффузии (*reaction-diffusion system* – англ.). Она связывает материальные масштабы от самых мелких до самых крупных объектов.

Геометрия иерархии/дерева квадрантов/октантов преобразует уравнения сохранения массы в диффузионные. Коэффициенты диффузии порождаются геометрией *рассеяния-агрегации*. Сюда включаются в принципе и химические преобразования. В системах управления в неё входит психика как характеристика лица принимающего решения (ЛПР). Она является носителем упомянутого выше общего закона *самосозидания в условиях саморазрушения* системы. Отметим, что, хотя уравнения сохранения массы являются общими для уравнений математической физики, полученная схема свободна от аналитических ограничений математического анализа.

Восходящая и нисходящая причинности (14)–(15) включают сопряжённую символическую координату в иерархии теорий.

Распределению масс сопутствует распределение теорий в символическом пространстве. Это движение есть исток самоорганизации и синергии. Полная картина этих явлений должна включать химизм, который, к сожалению, пока недоступен математике.

**Вычислительные вопросы.** Такая схема ведёт к множественной *вычислительной дополнителности* – каждой модели физики процесса выбранного масштаба соответствует свой вычислительный модуль (компьютер) и своё время.

Изложенная феноменология имеет прозрачный смысл. При моделировании *целого* используется прием «отображения процесса на структуру вычислительной системы». Такое отображение можно построить, если в континуальном уравнении (13\*) вместо евклидова объема  $CE(V)$  подставить его сетевой, т.е. графовый, прообраз  $CE(V^*)$ , построенный по дереву октантов. Этот ограниченный объем представляется матрицей смежности его вершин, которая есть произведение евклидовой  $M(x)$  и кронееровой  $M(\xi)$  матриц:

$$M(V^*, u) = M(x) \circ M(\xi) \quad (17)$$

Тогда (13\*) принимает матричную форму. Отличием (17) от стандартного математического описания физического объекта является то, что в него входит под видом матрицы смежности структура объема  $V^*$ . Тогда процессы преобразования материи становятся зависимыми и от структуры системы. Этот круг вопросов требует отдельной работы. Здесь мы только укажем на эту проблематику.

В таком виде теория системы совпадает с её имитацией, то есть математика целостности есть математика *in vivo*. Сегодня это технология СБИС (VLSI, *very large scale integration* – англ.). В нашей модели пространственные базы данных строятся по алгоритмам деревьев квадрантов и октантов. Они формируют многомасштабную геометрию. Связи причин в круге отображаются аналого-цифровыми и цифро-аналоговыми преобразованиями.

Это технология моделирования синтетических объектов в дополнение к аналитическим теориям. Изложенная феноменология целостности (12)–(15) может рассматриваться как её формальное содержание.

Но здесь остаются нерешенные вопросы. Если энергии  $e_1$ ,  $e_2$  и  $e_3$  достаточно хорошо обеспечены теориями физики, то  $e_4$  требует математики психических процессов; в случае техногенных систем – принятия организационных и управленческих решений. Вопрос открыт и для случая постановки общебиологических задач. Отдельно следует сказать о химии – теория химических превращений пока также находится в зачаточном состоянии. Поэтому мультиматематика, без химии превращений, пока отделена от практики.

Представление пространства систем циклами создает математическую проблематику более экологического, нежели физического и технического плана. В систему вводятся разнообразные обратные связи, как близкие, так и отложенные по времени. В связи с этим все клоны второго закона механики утрачивают статус фундаментальности, и проблема движения системы/объекта приобретает вид сетевого планирования, связанного с обеспечением безопасного жизненного цикла и анализом рисков. Эта тема в значительной степени разработана в информационных технологиях, но её общенаучное понимание пока отсутствует.

**Заключение.** Целостность есть естественнонаучный феномен, который перманентно присутствует в проектировании, создании, управлении большими техногенными объектами. Она проявляется при решении разнообразных задач, для которых не существует моделей в частных науках. Эта проблема имеет логически парадоксальный характер – требуется совместить в одном описании динамику целого с локальным поведением его частей.

Контур интегративной математики целостности следует очертить на основе идеи математической двойственности – числовой асимметрии, которую авторы в течение ряда лет используют в теории сложных систем.

Современный этап развития математического познания сложных систем характеризуется расширением классических моделей математической физики методами теоретической информатики. Её методы дополняют общее физики с уникальностью структуры и геометрии конкретных объектов. Описание обычно ограничивается областью существования системы как целого – таковы все нейросети. При большом разнообразии их техники, нейросети лишены своего теоретического базиса – формализации синтеза физики с информатикой.

Числовая асимметрия есть формальный аналог функциональной асимметрии Природы, она соединяет произведение вещественных и  $p$ -адических чисел. В её пространстве действуют общее физики и уникальное теоретической информатики.

Модели системы как целого должны быть построены как многомасштабные и мультифизичные.

Мультифизичность включается самоподобием фракталов, т.е. рефлексивностью  $0$ -мерных множеств  $p$ -адических чисел, которые дополняют евклидово пространство осью размеров, иерархией масштабов.

Теория многомасштабности должна пониматься как теория множественной определимости или теория неединственности, или многообразия истинности.

Новизной предлагаемого подхода является формирование пространственной базы данных на основе изоморфов 2-адических чисел. По имеющейся базе данных, посредством алгоритмической техники дерева квадрантов/октантов, строят пространственно-геометрический образ данного уникального объекта. Эта техника разработана в теории фракталов для анализа и сжатия изображений, работы с массивами данных. Она хорошо развита в информатике под видом иерархической структуры данных. Введение её в контекст числовой асимметрии представляет отдельную техническую проблему. Неявно здесь стоит проблема теории измерений данной области, которая свяжет формальные методы с практикой.

Взаимодействие подпространств дерева числовой асимметрии развивается в двумерном пространстве. Причинно-рефлексивный круг, формирующий сеть обратных связей, определяется четырьмя

связями-причинами-энергиями, как функциями между подпространствами числовой асимметрии. Ими являются: физическая, нисходящая, восходящая, информационная связи-причинности. Эти 4 связи-энергии определяют 4 типа времени.

Таким образом, пространство числовой асимметрии, в рассматриваемом контексте, представляет собой энергетический образ нейросетей.

## Литература

1. **Блауберг, И.В.** Проблема целостности и системный подход / И.В. Блауберг. – М.: Эдиториал УРСС, 1997. – 448 с.

2. **Анохин, П.К.** Философские аспекты теории функциональной системы / П.К. Анохин. – М.: Наука, 1978. – 400 с.

3. **Rosen, R.** Anticipatory Systems / R. Rosen. – Springer, 2012. – 472 p.

4. Причинность и телеономизм в современной естественнонаучной парадигме / Отв. ред. Мамчур Е.А., Сачков Ю.В. – М.: Наука, 2002. – 288 с.

5. **Paoletti, M.P.** Philosophical and Scientific Perspectives on Downward Causation / M.P. Paoletti, F. Orilia. – Routledge, 2017. – 340 p.

6. **Ellis, G.F.R.** Top-down causation and emergence: some comments on mechanisms / G.F.R. Ellis // Interface Focus. – 2012. – № 2. – P. 126–140.

7. **Чуприкова, Н.И.** Психика и психические процессы: система понятий общей психологии / Н.И. Чуприкова; Ин-т психологии РАО. – М.: ЯСК, 2015. – 606 с.

8. Системный анализ и принятие решений: словарь-справ.: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров и магистров «Систем. анализ и упр.» / под общ. ред. В. Н. Волковой и В. Н. Козлова. – М.: Высш. шк., 2004. – 613 с.

9. **Тринчер, К.С.** Биология и информация: Элементы биол. Термодинамики / К.С. Тринчер / Акад. наук СССР. Ин-т биол. физики. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1965. – 119 с.

10. **Скотт, Дж.** Благими намерениями государства. Почему и как проваливались проекты улучшения условий человеческой жизни: Пер. с англ. Э.Н. Гусинского, Ю.И. Турчаниновой / Дж. Скотт. – М.: Университетская книга, 2005. – 576 с.

11. **Хорьков, С.А.** Целостность техноценозов / С. А. Хорьков, Ф. И. Маврикиди // Фёдоровские чтения – 2024: LIV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (с элементами науч. шк. для молодежи) (Москва, 12–15 нояб. 2024 г.). – М.: Издательство МЭИ, 2024. – С. 375–389.

12. Negation. A Notion in Focus / Wansing, H. (ed.). WdeG, 1996. – 270 p.

13. **Кремянский, В.И.** Структурные уровни живой материи: Теорет. и методол. проблемы / В.И. Кремянский. АН СССР. Ин-т философии. – М.: Наука, 1969. – 295 с.

14. **Aczel, P.** Non-WellFounded sets / P. Aczel. – CSLI Lect. Notes 14, 1988. – 137 p.

15. **Calude, C.** To Halt or Not to Halt? That is the Question / C. Calude. WS, 2024. – 250 p.

16. **Поляков, С.Э.** Темная материя социальных наук / С. Э. Поляков. – СПб: Питер, 2024.– 691 с.

17. **Schikhoff, W.H.** Ultrametric Calculus / W. H. Schikhoff. – CUP, 1984. – 318 p.

18. **Aczel, P.** Non-WellFounded Sets / P. Aczel. – CSLI, 1988. – 137 p.

19. **Stark, J.** Iterated Function Systems as Neural Network / J. Stark // Neural network. – 1991. – Vol. 4. – P. 679–690.

20. **Сорокин, П.А.** Социальная и культурная динамика: исследование изменений в больших системах искусства, истины, этики, права и общественных отношений / П.А. Сорокин; пер. с англ. В. В. Сапова. – СПб: Изд-во Рус. Христиан. гуманитар. ин-та, 2000. – 1054 с.

21. **Robert, A.A.** Course in p-Adic Analysis / A.A. Robert. – Springer, 2000. – P. 12–17.

22. **Bedford, T.** On the Magnification of Cantor Sets and Their Limit Structures / T. Bedford, A. M. Fisher // Monatsh. Math. – 1996. – 121.– P. 11–40.

23. **Сухонос, С.И.** Масштабная гармония Вселенной / С.И. Сухонос, Издание 3-е, испр. – М.: Народное образование, 2020. – 308 с.

24. **Nikiel, S.** Iterated Function Systems for Real Time Image Synthesis / S. Nikiel. – Springer, 2007. – 152 p.

25. **Хорьков, С.А.** Причинность ценозов и систем / С.А. Хорьков, Ф.И. Маврикиди // Федоровские чтения – 2023: ЛП Всероссий. науч.-практич. конф. с междунар. участием (с элементами науч. шк. для молодежи) (Москва, 15–17 нояб. 2023 г.). – М.: Издательство МЭИ, 2023. – С. 442–450.

26. **Бескова, И.А.** Эволюция и сознание (когнитивно-символический анализ) / И.А. Бескова. – М.: ИФРАН, 2001. – 268 с.

27. **Strichartz, R. S.** Fractals in the Large / **R. S. Strichartz** // Can. J. Math. – Vol. 50(1). – P. 638–657.

---

Подписано в печать	30.11.25.	Печать ризография	Формат 60x90 1/16
Печ. л. 33,25	Тираж 23 экз.	Изд. № 25н-134	Заказ №

---

Оригинал-макет подготовлен в РИО НИУ «МЭИ».  
111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14.  
Отпечатано в типографии НИУ «МЭИ».  
111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 13.