

УДК 004.056 + 530.1 + 115.4

ОБЩЕНАУЧНЫЕ ИТОГИ СОЗДАНИЯ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛИ ЗАЩИЩЕННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Дубровин А.С., Скрыпников А.В., Лютова Т.В., Глазкова Е.В., Чернышова Е.В.

*ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
Воронеж, e-mail: asd_kiziltash@mail.ru*

Решение проблемы создания эталонной модели защищенной автоматизированной системы (ЭМЗАС) дало нам идеализированную модель автоматизированной системы обработки данных критического применения с неуязвимыми информационными процессами. Для этого был разработан проблемно-ориентированный теоретико-графовый аппарат ЭМЗАС-сетей, позволяющий моделировать неуязвимые информационные процессы с гибкими защитными механизмами, обеспечивая формализацию и исследование политики безопасности ЭМЗАС. Он использует детализацию не только процессов передачи, но и обработки данных в рамках предложенной иерархической структуризации ресурсов ЭМЗАС, обеспечивающей единство рассмотрения глобальной и локальной политики безопасности ЭМЗАС, для унифицированного моделирования динамического и статического доступа к информации на основе интеграции E-сетевого и дискреционного формализмов. Мы считаем, что в качестве ориентиров в физике нужно к красоте математики добавить силу информатики, базирующуюся на развиваемых нами идеях иерархической структуризации (гипотеза пространственно-временного гиперконтинуума), эффективность которых апробирована при создании ЭМЗАС. На этом пути мы считаем возможным построение общей теории пространства-времени с распространением вырабатываемых при этом системно-математических моделей и методов на математическое моделирование в ряде других предметных областей.

Ключевые слова: эталонная модель защищенной автоматизированной системы (ЭМЗАС), пространство, время

GENERAL SCIENTIFIC RESULTS OF PROTECTED SYSTEM STANDARD MODEL CREATION

Dubrovin A.S., Skrypnikov A.V., Lyutova T.V., Glazkova E.V., Chernyshova E.V.

Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, e-mail: asd_kiziltash@mail.ru

The solution of the protected system standard model (PSSM) creation problem gave us idealized model of the critical application automated data processing system with impregnable information processes. To do this, we have developed problem-oriented graph-theoretic mathematical formalism. This formalism we named PSSM-networks. This formalism allows to model impregnable information processes with pliant protective tools, providing formalization and research of PSSM security policy. It uses detailing not only communication processes, but also data processing within the limits of the offered PSSM resources hierarchical structurization providing unity of global and local PSSM security policy reviewing, for unified modeling of dynamic and static access to the information on the basis of integration of E-network and discretionary formalisms. Finite semi-Markov processes associate with PSSM-networks. For these processes description, semi-Markov matrixes formalism is used. This formalism integrates finite Markov chain matrix formalism and stochastic processes operational formalism by continuous time and discrete states uniform reviewing. We consider that as reference points in the physics it is necessary to add the computer science force, which bases on ideas developed by us of hierarchical structurization (space-time hypercontinuum hypothesis) which efficiency approves at PSSM creation to mathematics beauty. On this way, we consider possible the general space-time theory creation with propagation of system-mathematical models and methods worked out thus on mathematical modeling in a number of other subject area. Such approach directed on resolution of a superproblem of scientific paradigms – impossibility together to connect a continuity and a discreteness, dynamism and static character, and also globality and locality.

Keywords: protected system standard model (PSSM), space, time

Естествознание развивается неравномерно, основные скачки такого развития представляют собой смену естественнонаучной парадигмы. Определяющим фактором при этом является развитие методов математического моделирования, а наиболее знаковым результатом возникновения новой естественнонаучной парадигмы обычно считается формирование новых представлений о движении, пространстве и времени. От эпохи И. Ньютона до настоящего времени можно выделить всего четыре парадигмы, последовательно сменявшие друг друга: классико-механисти-

ческую, классико-полевую, релятивистскую и квантовую.

Развитие математического анализа привело к формированию первой парадигмы – классико-механистической, в рамках которой была создана классическая механика, непосредственно определяющая представления о движении в евклидовом пространстве с течением абсолютного времени. Это было время простых и ясных научных представлений о движении, пространстве и времени, лишенных явных противоречий. В дальнейших естественнонаучных парадигмах эти представления становились не

только все более сложными, но и все более туманными, так как каждая новая парадигма вскрывала наличие новых фундаментальных противоречий, не разрешая радикальным образом уже известные.

Первой такой парадигмой стала классико-полевая, к формированию которой привело развитие теории дифференциальных уравнений вместе со смежными теориями, такими как теория функций комплексной переменной. Эта парадигма вскрыла фундаментальное противоречие между непрерывностью и дискретностью, так как оказалось, что уравнения движения непрерывной субстанции (типа волнового уравнения), даже будучи изначально составленными в рамках классико-механистических представлений о пространстве и времени, оказываются инвариантными не к преобразованиям Галилея подобно уравнениям движения материальной точки, а уже к преобразованиям Лоренца (релятивистская инвариантность) [2].

Развитие методов алгебры и геометрии, прежде всего связанных с теорией групп, привело к формированию релятивистской парадигмы, в рамках которой была создана общая теория относительности, непосредственно определившая представления о движении в едином пространстве-времени с римановой геометрией. Эта парадигма вскрыла новое фундаментальное противоречие – между динамичностью и статичностью, так как ускоренное движение стало описываться в искривленном римановом пространстве-времени с присущими ему принципиальными теоретическими трудностями в определении динамических инвариантов [11], в то время как инерциальное движение легко описывается в лишенном таких трудностей плоском пространстве-времени с псевдоевклидовой геометрией. Введение в рассмотрение единого пространства-времени было попыткой преодоления старого противоречия между непрерывностью и дискретностью классико-полевой парадигмы за счет универсализации требования релятивистской инвариантности. Однако преодоление не было радикальным, что проявилось в теоретических трудностях при введении в микромир требования релятивистской инвариантности (возникшего в рамках непрерывного рассмотрения) на основе принципиально дискретного по своей природе вторичного квантования. Так противоречие между непрерывностью и дискретностью обнажилось больше, чем в классико-полевой парадигме.

Развитие функционального анализа привело к формированию квантовой естественнонаучной парадигмы, в рамках которой была создана квантовая теория поля (теорией ее

можно назвать уже с большой натяжкой ввиду органически присущих ей неоднозначности, нестрогости и противоречивости). Как обычно, при этом вскрылось новое фундаментальное противоречие – на этот раз между глобальностью и локальностью. Для описания принципиально локальных процессов пришлось использовать математический аппарат распределений (обобщенных функций). Этот аппарат удобен и в более традиционных областях, например в теории электрических цепей, но в отличие от этой теории, где сингулярности являются просто удобными математическими идеализациями реальных регулярных физических процессов, в квантовой теории поля физический смысл сингулярностей по своей сути совершенно остается «за кадром», что приводит к хорошо известной проблеме перенормировки, которую удается решать только чисто формальными эвристическими математическими приемами [3]. Как «последнее прибежище», «попытка отделить смысл от бессмыслицы» развивалась аксиоматическая теория квантованных полей [1], но в отличие от обычной аксиоматизации классической математики и математической физики, где аксиоматизация завершала уже вполне выстроенное здание, в данном случае мы имеем дело с несуществующим фундаментом здания, которое, может быть, никогда не будет построено [10].

С переходом к современной квантовой естественнонаучной парадигме представления о движении, пространстве и времени окончательно запутались. К старым представлениям о римановом пространстве-времени добавились представления об амплитуде состояний, в частности физическом вакууме и действующих на них операторных полевых функциях. Но все эти амплитуды состояний строятся инвариантными относительно группы движения метрики псевдоевклидова пространства-времени Минковского, а не риманова пространства-времени с ненулевой кривизной. Масштаб вскрывшихся фундаментальных противоречий, разрастаясь с каждой очередной парадигмой, достиг своего логического предела. От первоначальной простоты и ясности подобных представлений в классико-механистической естественнонаучной парадигме не осталось и следа. Идеи локального вторичного квантования квантовой теории поля совершенно не стыкуются с идеями глобальной геометризации общей теории относительности. Риманово пространство с кривизной оказалось неподходящим для квантования гравитации [4]. Гильбертово пространство, так хорошо подходившее для первичного квантования [12], уже плохо подходит для вторичного, а заменить его нечем [5].

Развитие теоретической физики зашло, по сути дела, в тупик. Давние надежды на создание единой теории поля не оправдываются, что и не удивительно ввиду отсутствия подходящего совершенного математического фундамента. Развитие математики постепенно изолировалось от развития теоретической физики, с которой раньше она всегда была неразделима, что привело к концу двадцатого века к глубокому общему кризису физико-математического сообщества [13]. Центр научно-технического прогресса слишком сместился с фундаментальной науки на технологии. Но если фундаментальная наука входит в застой, то это неизбежно должно привести и к истощению потенциала технологического развития.

Все существовавшие до нашего времени естественнонаучные парадигмы можно называть аналитическими и объединять их в группу аналитических естественнонаучных парадигм. Ее характерной чертой является всеобъемлющее стремление к структурному разделению одновременно с функциональной интеграцией при математическом моделировании. На представлениях о движении, пространстве и времени это отражается в том, что пространство и время отделены от движения в них, вследствие чего движение «рассыпается» по отдельным точкам пространства, моментам времени и событиям пространства-времени.

Центральной проблемой проблем (сверхпроблемой) группы аналитических естественнонаучных парадигм является невозможность одновременно соединить в их рамках непрерывность и дискретность, динамичность и статичность, а также глобальность и локальность. Дальнейшее долгосрочное развитие науки возможно лишь на пути перехода к новой естественнонаучной парадигме, которую можно называть системной. Она должна позволять осуществление в математическом моделировании не только структурного разделения одновременно с функциональной интеграцией, но и параллельно функционального разделения одновременно со структурной интеграцией. Это должно привести и к новым представлениям о движении, пространстве и времени (созданию некой общей теории пространства-времени), которые позволят, в частности, соединить воедино глобальные геометрические и локальные квантовые представления. В итоге круг смены естественнонаучных парадигм должен замкнуться с возвращением к первоначальной ясности представлений, присущей классико-механической парадигме, но уже на совершенно другом, гораздо более высоком уровне сложности с использованием гораздо более совершенного математического аппарата.

Предпосылки формирования системной естественнонаучной парадигмы складываются уже давно, все последние годы наблюдается ажиотажный интерес к разного рода системным научным исследованиям. Однако, несмотря на заметные успехи в данном направлении, общепризнанная общая теория систем так и не создана, и во всех ее потенциальных приложениях наблюдается острый дефицит даже концептуальных идей. Много говорится о системном подходе к научным исследованиям, но к реальной смене парадигм это не приводит по одной простой причине – сверхпроблема группы аналитических естественнонаучных парадигм остается неприступной. Чтобы увидеть глубинную суть Природы, нужно при моделировании найти точку зрения, с которой одновременно конструктивно соединяются непрерывность и дискретность, динамичность и статичность, а также глобальность и локальность.

Как решить эту сверхпроблему? По мнению великого математика Д. Гильберта, главное в научных исследованиях – из множества нерешенных задач найти самую простую и притом такую, решив которую, можно найти метод, который можно будет распространить на решение более сложных задач. Следуя этому совету Д. Гильберта, мы искали подходящую «простейшую» научную проблему, решение которой даст ключ к решению сверхпроблемы группы аналитических естественнонаучных парадигм и тем самым ориентиры в создании общей теории пространства-времени с выходом на формирование системной парадигмы.

Эти поиски привели нас к лежащей в области информатики проблематике математического моделирования обеспечения надежности и безопасности информационных процессов в системах обработки данных критического применения. Здесь нужно отметить, что все больше неизбежно изолируется от теоретической физики (что было для нее разрушительно), математика в последние десятилетия все больше тяготела некоторой своей частью к информатике (что создавало предпосылки ее возрождения). Дело в том, что по своей природе информатика глубоко системна и ее влияние на математику характеризуется приданием ей импульса к системности. Особенно системна по своей природе область информатики, изучающая процессы высоконадежной обработки информации, влияющие на защиту информации. Причина этого состоит в том, что наиболее надежны и безопасны те информационные процессы, которые наиболее отвечают неким фундаментальным общесистемным принципам. Поэтому поиск наилучших методов обеспечения надежности и безопасности

информационных процессов ведет к выявлению этих фундаментальных общесистемных принципов.

Проведенный нами анализ данной предметной области показал, что перспективный подход к обеспечению надежности информационных процессов и защите их от несанкционированного доступа должен основываться на новой трактовке понятия «надежность информационного процесса», под которой следует понимать отсутствие уязвимостей информационного процесса, по причине наличия которых возможна реализация различных угроз непреднамеренного и преднамеренного характера. Это позволяет устранить ряд противоречий в определении противостояния средств защиты и нападения. При этом надежность информационного процесса должна характеризоваться его соответствием некоторым подлежащим стандартизации эталонным моделям безопасной (неуязвимой) циркуляции (обработки и передачи) информации. В связи с этим существует практическая проблема, состоящая в том, что подобное положение вещей лишь частично реализуется на практике и не находит прямого отражения в соответствующих стандартах на унифицированные архитектурные решения, удовлетворяющие общепринятым эталонным моделям.

Причина лежит в принципиальных теоретических трудностях моделирования технологий обеспечения надежности и защиты информационных процессов в системах обработки данных критического применения, возникающих при попытке соединить перспективный подход к обеспечению надежности и защиты информационных процессов от несанкционированного доступа с гибкостью защитных механизмов. Природа этих трудностей в самом общем виде сводится к проблемной ситуации при моделировании процессов высоконадежной обработки информации, влияющих на защиту информации, которая может быть определена как противоречие между динамическим, локальным и дискретным рассмотрением при моделировании неуязвимости и статическим, глобальным и непрерывным – при моделировании гибкости защитных механизмов. Разрешение проблемной ситуации означает обеспечение на уровне моделей как недопущения уязвимостей информации в процессе ее обработки, так и применение гибких защитных механизмов. Эта проблемная ситуация точно отражает сверхпроблему группы аналитических естественнонаучных парадигм в данной проблемной области. Поэтому эта ситуация неразрешима в рамках группы аналитических естественнонаучных парадигм. Подходя с позиций системного подхода, мы предусмотрели для

этого постановку и решение научной проблемы создания эталонной модели защищенной автоматизированной системы (ЭМЗАС), заключающейся в интеграции математических моделей обработки и защиты информации, соединяющей неуязвимость и гибкость по каждому из трех аспектов защищенности (конфиденциальность, доступность и целостность) информации на основе конструктивной унификации моделей в направлении разрешения указанных противоречий.

Несмотря на сложность проблемы создания ЭМЗАС, она проще проблемы создания общей теории пространства-времени. Мы считаем ее наиболее подходящей на роль искомой «простейшей» научной проблемы для выхода на системную парадигму. В отличие от объективной физической реальности частиц и полей, возможности экспериментального исследования которой ограничены, автоматизированные системы строятся исключительно по усмотрению разработчиков. Находя наиболее «правильные» общесистемные принципы построения таких систем, можно рассчитывать встретить что-то подобное и в устройстве Природы.

Проблему создания ЭМЗАС удалось решить А.С. Дубровину, получившему идеализированную модель автоматизированной системы обработки данных критического применения с неуязвимыми информационными процессами [7]. Для этого им был разработан проблемно-ориентированный теоретико-графовый аппарат ЭМЗАС-сетей, позволяющий моделировать неуязвимые информационные процессы с гибкими защитными механизмами, обеспечивая формализацию и исследование политики безопасности ЭМЗАС. Он использует детализацию не только процессов передачи, но и обработки данных в рамках предложенной иерархической структуризации ресурсов ЭМЗАС, обеспечивающей единство рассмотрения глобальной и локальной политики безопасности ЭМЗАС, для унифицированного моделирования динамического и статического доступа к информации на основе интеграции E-сетевого и дискреционного формализмов. С ЭМЗАС-сетями ассоциируются конечные полумарковские процессы, для описания которых используется формализм полумарковских матриц, интегрирующий матричный формализм конечных целей Маркова и операторный формализм случайных процессов при едином рассмотрении непрерывного времени и дискретных состояний.

Решение проблемы создания ЭМЗАС полностью оправдало надежды, возлагаемые нами на нее как на кандидата на роль искомой «простейшей» научной проблемы

для выхода на системную научную парадигму. Мы считаем, что ЭМЗАС вполне пригодна для широких теоретических обобщений. Физик П. Дирак называл математическую красоту единственным критерием для выбора пути движения вперед в теоретической физике. Но математик М. Атья, осознавая риск быть убавляемым элегантно, базирующейся на зыбкой почве, предупреждал, что подчинение физики математике таит в себе опасность, поскольку может завести нас в область измышлений, воплощающих математическое совершенство, но слишком далеких от физической реальности или даже не имеющих с ней ничего общего. Мы же считаем [9], что в качестве ориентиров верного пути в физике нужно к красоте математики добавить силу информатики, базирующуюся на развиваемых нами идеях иерархической структуризации [6–9], эффективность которых уже апробирована в рамках информатики при создании ЭМЗАС и аппарата ЭМЗАС-сетей [7]. Следуя таким ориентирам, можно вводить в физику столь недостающий ей принцип иерархичности, который должен существенно ограничить действие принципа геометризации [8, 9]. Подтверждение гипотезы Дубровина А.С. об иерархической гиперконтинуальной структуре пространства-времени откроет принципиально новые перспективы науки и техники, ранее казавшиеся недостижимыми, снимая ограничения отдельного континуума на предельную скорость движения (скорость света в вакууме) [6]. На этом пути мы считаем возможным построение общей теории пространства-времени с распространением вырабатываемых при этом системно-математических моделей и методов на математическое моделирование в ряде других предметных областей.

Список литературы

1. Боголюбов Н.Н., Логунов А.А., Тодоров И.Т. Основы аксиоматического подхода в квантовой теории поля. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1969. – 424 с.
2. Босс В. Уравнения математической физики. – М.: ЛИБРОКОМ, 2009. – 224 с.
3. Бремерман Г. Распределения, комплексные переменные и преобразования Фурье; пер. с англ. В.П. Павлова и Б.М. Степанова; под ред. В.С. Владимиров. – М.: Мир, 1968. – 276 с.
4. Горелик Г.Е. Матвей Бронштейн и квантовая гравитация. К 70-летию нерешенной проблемы // Успехи физических наук. – 2005. – № 10. – Т. 175. – С. 1093–1108.
5. Дирак П.А.М. Лекции по квантовой теории поля; пер. с англ. Б.А. Лысова; под ред. А.А. Соколова. – М.: Мир, 1971. – 244 с.
6. Дубровин А.С. Алгебраические свойства функций одномерных синусоидальных волн и пространство-время // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Физика. Математика. – 2013. – № 1. – С. 5–19.
7. Дубровин А.С. Модели и методы комплексного обеспечения надежности информационных процессов в системах критического применения: дис. ... д-ра техн. наук. – Воронеж, 2011. – 433 с.

8. Дубровин А.С. Пространство-время и теоретическая физика: от идеи симметрии в геометрии к идеям иерархичности в информатике // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5. – Часть 5. – С. 949–953.
9. Дубровин А.С., Хабибулина С.Ю. Пространство-время и информатика: от критики континуума до критики принципа геометризации // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6. – Часть 4. – С. 714–718.
10. Йост Р. Общая теория квантованных полей; при участии Клауса Хеппа; пер. с англ. О.И. Завьялова и Б.В. Медведева; под ред. В.С. Владимиров. – М.: Мир, 1967. – 236 с.
11. Логунов А.А. Лекции по теории относительности и гравитации: Современный анализ проблемы. М.: Наука, 1987. 272 с.
12. Нейман И. Математические основы квантовой механики; перевод с нем. М.К. Поливанова и Б.М. Степанова; под ред. акад. Н.Н. Боголюбова. – М.: Наука, 1964. – 368 с.
13. Новиков С.П. Вторая половина XX века и ее итог: кризис физико-математического сообщества в России и на Западе // Вестник ДВО РАН. – 2006. – Вып. 4. – С. 3–22.

References

1. Bogolyubov N.N., Logunov A.A., Todorov I.T. *Osnovy aksiomaticheskogo podhoda v kvantovoy teorii polya* [Elements of the axiomatic approach in the quantum field theory]. Moscow: Nauka, 1969. 424 p.
2. Boss V. *Uravneniya matematicheskoy fiziki* [Mathematical physics equations]. Moscow: LIBROKOM, 2009. 224 p.
3. Bremermann, Hans. *Distributions, Complex Variables, and Fourier Transforms*. Reading, MA: Addison-Wesley Pub., 1965.
4. Gorelik G.E. *Physics – Uspekhi*, 2005, no. 10, part 175, pp. 1093–1108.
5. Dirac, Paul A.M. *Lectures on quantum field theory*. New York: Yeshiva University, Belfer Graduate School of Science Pub., 1967.
6. Dubrovina A.S. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Physics. Mathematics*, 2013, no. 1, pp. 5–19.
7. Dubrovina A.S. *Modeli i metody kompleksnogo obespecheniya nadezhnosti informatsionnyh protsessov v sistemah kriticheskogo primeneniya* (Models and methods of information processes reliability complex maintenance in critical application systems). Voronezh, VSU Publ., 2011. 433 p.
8. Dubrovina A.S. *The Fundamental Researches*, 2014, no. 5, part 5, pp. 949–953.
9. Dubrovina A.S., Khabibulina S.Y. *The Fundamental Researches*, 2014, no. 6, part 4, pp. 714–718.
10. Jost, Res. *The general theory of quantized fields*. Rhode Island: American mathematical society providence, 1965.
11. Logunov A.A. *Lektsii po teorii otositel'nosti i gravitatsii: Sovremennyy analiz problemy* [Lectures on the theory of relativity and gravitation: a modern analysis of the problem]. Moscow: Nauka, 1987. 272 p.
12. Neumann, Johann V. *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*. Berlin: Verlag von Julius Springer, 1932.
13. Novikov S.P. *Bulletin FEB RAS*, 2006, Issue 4, pp. 3–22.

Рецензенты:

Зольников В.К., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой вычислительной техники и информационных систем, Воронежская государственная лесотехническая академия, г. Воронеж;
Ланкин О.В., д.т.н., доцент, начальник кафедры общепрофессиональных дисциплин, Воронежский институт правительственной связи (филиал) Академии ФСО России, г. Воронеж.

Работа поступила в редакцию 10.04.2015.