

УДК 004.5
Код ГРНТИ 20.01.07

doi 10.54708/19926502_2025_2931093

Прямые и обратные преобразования в построении информационных систем

А.П. Бельтюков*, С.Г. Маслов

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск, Удмуртская Республика, Россия

Аннотация. Рассматриваются проблемы повышения эффективности взаимодействия человека с абстрактной и физической средой в процессе обработки информации на основе прямых и обратных преобразований, реализуемых в информационных системах и процессах. Формируется управление информационными потоками при выборе представления и обработки информации. Делается анализ использования и перспектив решения прямых и обратных задач в построении информационных систем и процессов. Внимание уделено анализу свойств, параметров, структур и процессов с точки зрения форм представления знаний, синтеза, генерации, самоорганизации информационных систем и процессов. Систематизируются знания, анализируются когнитивные, конативные и конструктивные процессы, формирование понимания и эффективного использования знаний, управление качеством создаваемых систем. Приводятся примеры, иллюстрирующие различные преобразования. Результаты анализа используются в построении взаимодействия человека с искусственными и природными системами.

Ключевые слова: прямые преобразования, обратные преобразования, информационные потоки, систематизация процессов, формы представления, понимание описания, эффективный компьютеринг.

*belt.udsu@mail.ru

Введение

Массовое вовлечение людей в использование и построение информационных систем сталкивается с активным разделением функций и потребностью их непрерывного изменения и интеграции в условиях динамично меняющегося мира.

Можно выделить следующие научные, технологические и технические проблемы в создании информационных систем и процессов.

1. Повышение эффективности взаимодействия человека с абстрактной и физической средой в процессе обработки информации на основе решения прямых и обратных преобразований и задач, реализуемых в информационных системах и процессах. Фактически речь идет о процессах наблюдения информационных потоков, которые позволяют своевременно выявлять жизненно важные противоречия и проблемы. Для этих проблем необходимы соответствующие средства решения, понимание самих проблем и результатов их решения, а также не менее важно определить способ организации информационных потоков управления в определенной среде реализации, оценки и границах эффективного использования решений.

2. Сложность создаваемых систем, объем и высокий динамизм изменения потребностей приводят к поверхностному пониманию происходящих процессов.

3. Фрагментарность, технологические разрывы и преобладание финансового успеха над решением социальных проблем приводят к разрушению целостности жизненного пространства (системности), чрезмерному дублированию информационно-технологических решений и неразумному использованию ресурсов.

4. Стремление к полной автоматизации и замене человеческой деятельности искусственными интеллектуальными системами часто приводит к отстранению человека от творческой деятельности, а излишний комфорт – к всеохватывающей лени и деградации человека.

5. Дисбаланс прямых и обратных преобразований объектов и процессов при построении информационных систем приводит к потере альтернативных и более эффективных ре-

шений, а также – к потере непрерывности информационных и физических потоков. Посмотрите, например, процессы преобразований естественных и искусственных языков, когда происходит потеря контекста (переход от внешнего поиска к сохранению, а затем – уже к внутреннему поиску).

6. Колоссальные объемы данных и разнообразие средств обработки во многом формируются хаотично, часто – с неоправданным дублированием, что приводит к чрезмерному расходу ресурсов.

Необходимо системно-логическое переосмысление данной ситуации и формирование более эффективных подходов работы с информацией. Здесь анализируются проекции или точки зрения системно-логического анализа сложившейся ситуации на основе конкретизации и использования прямых и обратных преобразований в построении информационных систем и процессов.

Цель настоящей работы – создание методологии использования информации для поддержки жизненного процесса человека и более эффективного и разумного использования компьютерной среды как синтеза идеального и материального пространства.

Такая постановка требует системно-логического анализа возможностей человека и его взаимодействия с естественными и искусственными системами. Основное внимание в данной работе уделяется прямым и обратным преобразованиям информационных сред.

Хорошие идеи рождаются в соответствующей среде, которая учитывает «тонкие» внутренние и внешние связи при концентрации внимания и усилий конкретного человека, но часто бывает, что идеи возникают в разное время и у разных людей, чем усиливается ценность этих идей:

Идея – Знания, Понимание, Полезность – Результат.

Анализ конструктивного пространства для решения проблем

Следует отметить, что глубокая специализация и разделение объектов и процессов на отдельные информационные и физические потоки часто приводят к изоляции и потере целостности систем, а также появлению «паразитных» структур, которые порождают дезинформацию и вредные иллюзии успешности не всегда эффективных решений.

Объектами взаимодействия здесь являются человек, абстрактная и физическая среда.

Организация информационного потока основана на анализе действий человека и используемых им доступных и адекватных инструментов, а также материалов, задействованных в создании и оценке новых объектов и процессов.

С точки зрения человека важно отметить, что он может получать информацию из разных источников и в различной форме, а самое главное, он должен понимать складывающуюся ситуацию, обрабатывая информацию и получая необходимые знания. Поскольку информация появляется в разных формах, возникает проблема выбора форм, подходящих для ее представления, обработки и обмена ею. В этих формах представления фиксируются объекты, процессы, их свойства, виды взаимодействия и возможности их изменения (степени свободы). Физическая среда выступает в роли носителя для воплощения идеальных представлений: программных средств, возможностей компьютера и т. п. В более общем виде следует рассмотреть виды описаний и виды системных представлений, а также преобразования и построения степеней свобод (либернетические), размерностей (димензиальные) и измерений – например, LT-системы и технологии [1–11] (см. Рис. 1–6).

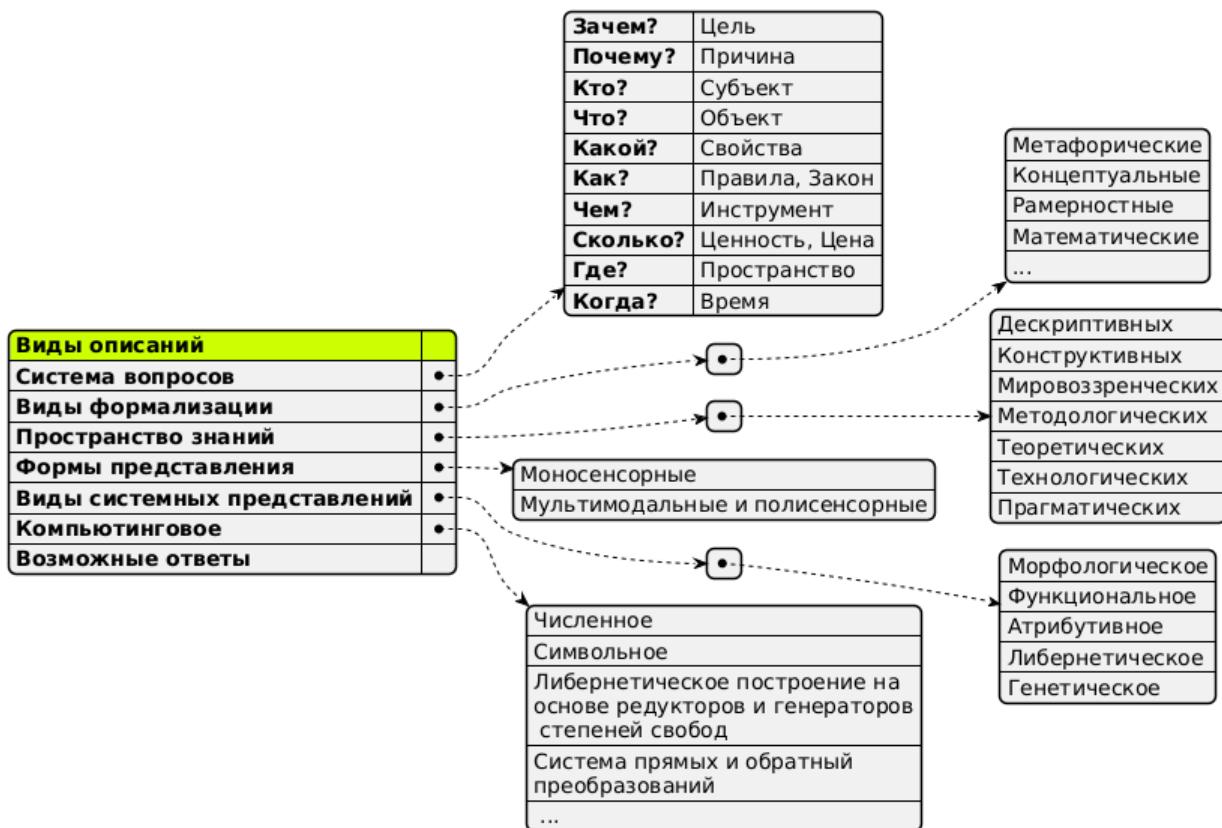


Рисунок 1. Виды описаний основных объектов среды.



Рисунок 2. Уточнение видов системных представлений.

Во избежание путаницы уточним понятия «либернетика» и «кибернетика». Процитируем фрагмент из работы В.В. Смолянинова [11]:

«Кибернетика – наука об управлении и связи в животном и машине, были известны сами по себе, но соединение их в одно определение произвело научную революцию...»

Либернетика – наука о свободах системной организации машин, организмов и сообществ.

Проблема организации управления не исчерпывается редукционистским аспектом. Когда конструктор разрабатывает машину, он заранее предусматривает необходимые степени свободы, исходя из необходимого разнообразия реализаций форм работы машины.

Живые системы тем и отличаются от неживых, что сами формируют свои степени свободы (например, в онтогенезе посредством программ генома) и сами потом их преодолевают (например, в двигательных актах посредством “программ” нервной системы)».

Либернетический подход основан на оперировании степенями свобод (независимыми изменениями). Выделяются *реакции* (если для решения достаточно степеней свобод, то происходит активация связей) и *акции* (если необходимы дополнительные степени свободы, то происходит их порождение). В этом случае принцип декомпозиции в системном анализе формулируется следующим образом: декомпозиция сложной системы определяет части, которые обладают необходимыми степенями свобод для решения возникающих проблем.

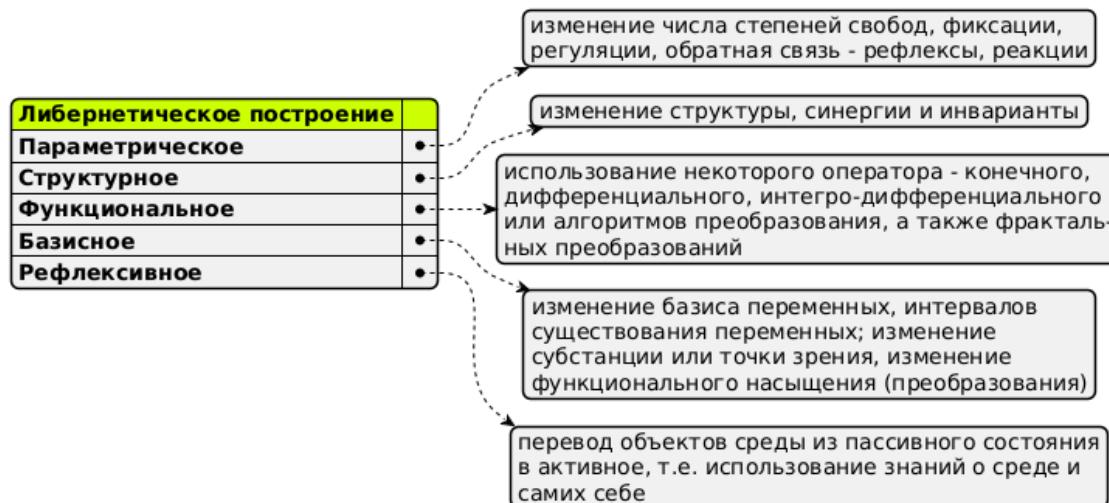


Рисунок 3. Один из вариантов конструктивного процесса.

В этой ситуации главное – не объем накапливаемой информации, а возможность актуализировать пертинентную информацию и выявлять новую, которая обеспечивает устойчивое развитие жизненного пространства.

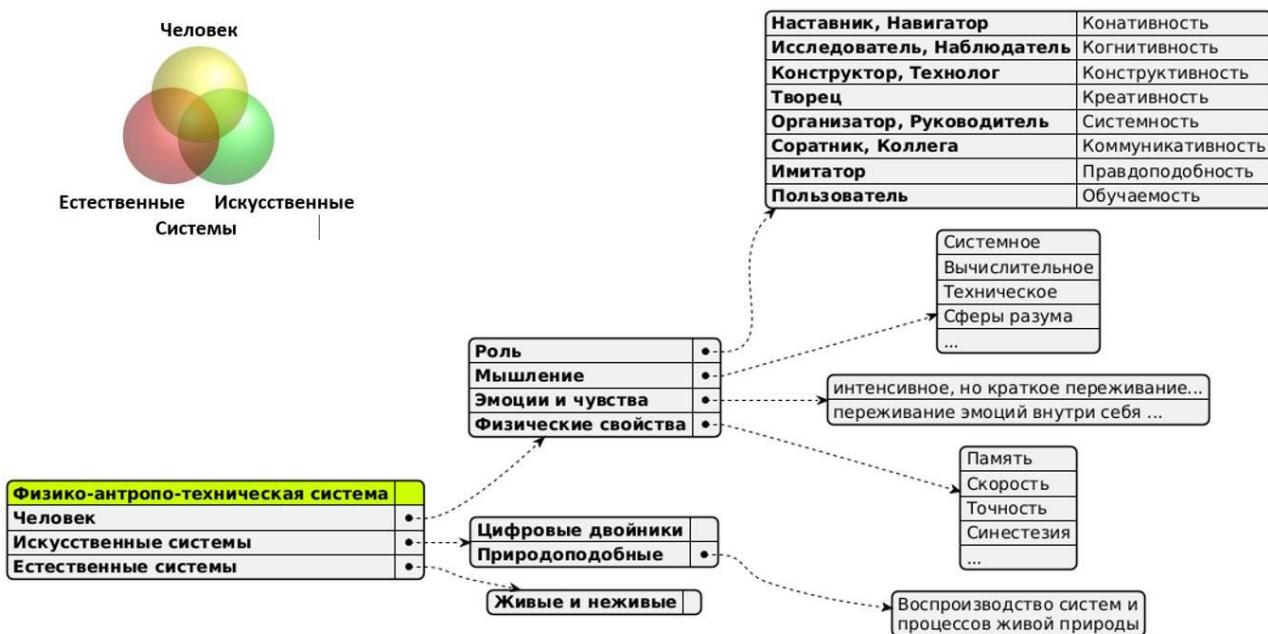


Рисунок 4. Описание человека в физико-антропо-технической системе.

Представленные схемы (Рис. 1–4) описывают среду для организации конструктивной деятельности [8–13].

Для человека важно получить компактные, легко воспринимаемые многогранные представления предметов, с которыми он имеет дело. Он работает в многоязыковой среде. Имеются ввиду естественные (родные и иностранные) и искусственные языки (алгебры, геомет-

рии, логики, химии, биологии...). Эта среда должна быть удобна, с одной стороны, для разделения знаний и деятельности, а также – для их последующей интеграции при коллективной работе специалистов из разных областей знаний. С другой стороны, она должна перейти в такую отчужденную форму, которая пригодна для дальнейшего технического эффективного компьютеринга, мышления человека и коммуникаций.



Рисунок 5. Место красоты в преобразованиях – крайние границы:
форма без содержания (формализм) и содержание без формы (интуиционизм),
центральное место занимает конструктивизм.

Уникальное место в построении систем занимает понятие «красота» (Рис. 5), которое относится к оценке объектов, среды и их преобразований, совершаемых человеком. Формируются эмоции (субъективное и оценочное отношение человека к различным ситуациям и объектам) и чувства (процессы внутренней регуляции деятельности человека) в процессе мышления и решения проблем. В целом красота выражается в согласованности формы и содержания обрабатываемой информации, а также действий с ней. Красота порождает адекватную оценку и удовлетворенность человека своей конструктивной деятельностью. Ошибки и заблуждения могут порождать негативные иллюзии, чувства и эмоции. В красоте отражается обмен между внутренним и внешним миром знаний. Красота может способствовать мотивации и консолидации коллективной конструктивной деятельности. Полезность в данном случае оценивается в рамках всего жизненного пространства.

С понятием красоты, чувствами и эмоциями когнитивной и конструктивной деятельности связано понятие *шедевр* (“работа мастера”). По гипотезе разработчиков естественно-конструктивистского подхода к моделированию мышления [14]:

«...сильные ЭЭ (“эстетические эмоции”), т.е. восприятие объекта как *шедевр*, могут возникать как результат “парадокса распознавания”, который происходит если:

1) объект очень похож на нечто хорошо известное, но имеет небольшое и на первый взгляд неосознаваемое отличие, легкую неправильность;

2) объект похож сразу на несколько известных (записанных) образов, так что отнести его к какому-то одному невозможно».

Далее авторы [14] отмечают, что «произведение искусства, которое выявляет несущественные (отброшенные) признаки объекта и, тем самым, восстанавливает его ассоциативные связи с другими объектами, с большой вероятностью становится шедевром».

Это означает, что творческая деятельность должна создаваться на основе синтеза науки, инженерии и искусства.

Формирование предлагаемых видов описаний и преобразований конструктивного пространства является достаточно сложной деятельностью, и для ее реализации требуются коллективные усилия специалистов из гуманитарных, естественно-научных и инженерно-технических областей знаний. Эта деятельность должна осуществляться в русле устойчивого развития конструктивного пространства решения жизненно важных проблем. Такие процессы и решения стремятся прежде всего к своевременному решению проблем, улучшению качества жизни и устойчивого развития жизненного пространства, а не к максимальной финансовой выгоде с не всегда оптимальным использованием ресурсов. Следует заметить, что коллективной интеграции знаний должны предшествовать усилия в формировании индивидуальных сфер знаний, которые создают свободы для конструктивной деятельности. Знания должны оформляться в компьютеринговых публикациях, читаемых и исполнимых.

Поход П.Г. Кузнецова, Р.Л. Бартини, Б.Е. Большакова [1, 2] переключает наше мышление и прилагаемые усилия в достижении целей развития от узкоспециализированных и частных задач в область исследования жизненно важных процессов, которые конкретизируют

и нашу профессиональную деятельность, дает представление о целостности и объективности, адекватные средства измерения (*LT-подход*) и создания непрерывности технологического процесса. Мы нацеливаемся на открытие и концентрацию знаний, которые позволяют нам создавать сложные системы. LT-подход, интегрирующий междисциплинарные знания, отражает в основном объективную сторону ресурсоемкости или ресурсных оценок (объективность – субъективность).

Конкретизация прямых и обратных преобразований на примерах

Рассмотрим прямые и обратные преобразования в когнитивных и конструктивных процессах (человеческих и машинных) – см. Рис. 6.

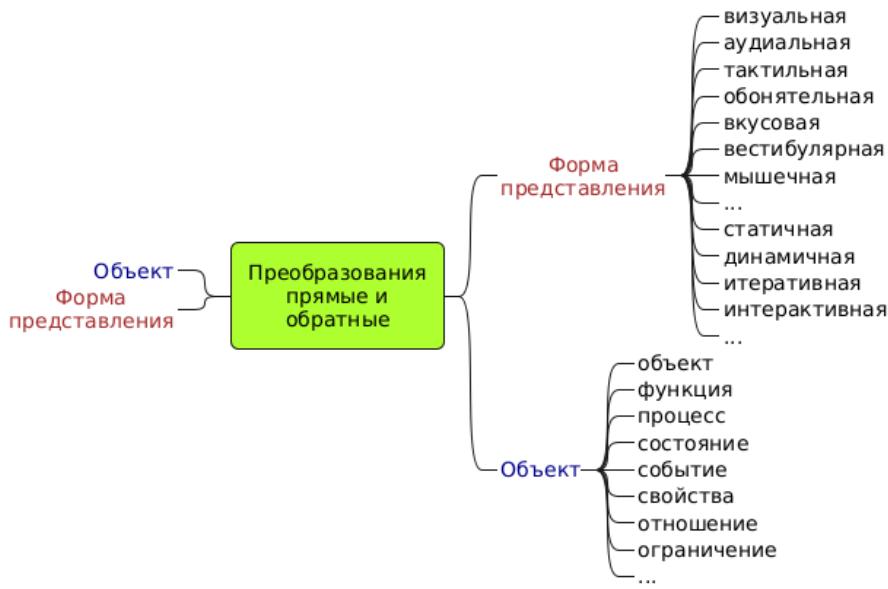


Рисунок 6. Виды прямых и обратных преобразования объектов.

Далее приведена конкретизация и примеры видов прямых и обратных преобразований:

1. Лингвистические преобразования:

- перевод с одного естественного языка на другой с сохранением смысла, намеренным скрытием или искажением смысла;
- компиляция и декомпиляция для языков программирования (здесь особенность – потери оптимизации, оформления и контекста при переходах), а также согласование и рассогласование для расслоенного представления и выполнения программно-информационных объектов;
- ассемблирование и дизассемблирование компьютерных программ и форм представления баз данных;
- дедуктивный синтез алгоритмов и восстановление постановок задач (или порождение альтернативных и обобщающих постановок задач);
- индуктивное программирование (синтез по примерам и машинное обучение) и синтез текстов;
- смешанное вычисление и синтез обобщений программ. Переключение между символьным (абстрактным) и численным (конкретным) вычислением, взаимные переходы в аналитических и численных вычислениях. Аналитические преобразования индексной записи.

2. Математические и физические преобразования:

- переходы между различными представлениями параметров (например, между прямоугольными и полярными координатами);
- переходы и преобразования между разными формами представления объектов и процессов (индексными, символьными, табличными, геометрическими);
- математические (и логические) прямые и обратные преобразования (например, функция – дифференцирование – интегрирование). Переходы между различными геометрическими (топологическими) образами.

3. Преобразования форм представления:

- переходы между формами представления, удобными для понимания человеком, для защиты и надежности в технике и при взаимодействии с человеком, а также – для исполнения (например, в задачах поиска и размещения);
- переходы между математическими обозначениями. Свертка и развертка процессов и объектов в информационных системах (переход к компактному и развернутому представлению);
- переходы для различных форм представления информации от систематизации к поиску и наоборот;
- порождение и ликвидация различных форм представления информации;
- решение проблем потерь и дополнения (или восстановления) информации при преобразованиях;
- переходы между построением систем и управлением этими системами;
- масштабирующие преобразования (например, в визуальных геометрических образах, а также в языковых обучаемых моделях – более крупные LLM иногда справляются с задачами хуже, чем малые).

4. Переходы и преобразования между носителями информации:

- переходы между природными (физическими, биологическими и др.) техническими, абстрактными и конкретными объектами;
- переходы между физическим и информационным процессами (организация информационных потоков).

5. Переходы между человеческим мышлением и машинной обработкой:

- переходы между творческими и рутинными процессами, превращение творческих процессов в рутинные (задача искусственного интеллекта и автоматизации творческой деятельности), и превращение рутинных процессов в творческие (например, в процессе обучения человека);
- взаимные переходы между информацией и дезинфекцией (в медицине, в социальной сфере и в других областях), переходы между сокрытием и раскрытием информации;
- переходы между эмоциональным воздействием и эмоциональной устойчивостью;
- переходы между доверием и критическим отношением (особенно в кризисных ситуациях реального времени);
- преобразования в системном подходе: анализ – синтез, порождение – использование, гипотеза – вывод, самоанализ – самоорганизация, поиск – трансформация решений, оценка – принятие решений;
- преобразование наглядных интерфейсов: локальный табличный (в частности, *триадный*) и многомерные графовые или графические (многомерные геометрические) образы;
- переходы между сенсорными каналами человека и машины (ограниченные и расширенные каналы);
- переключение между интуицией, формализацией и деформализацией (согласование человеческого мышления и машинной обработки).

Прямые и обратные преобразования должны иметь хорошую доказательную основу, а по возможности и учитывать возможность обратимых процессов.

Современное системное моделирование строится на основе переходов между теоретическими и инженерными знаниями с созданием сложных моделей, проецированием (аппроксимацией) их или формированием разрезов знаний для решения конкретных задач, а также с развитием синтеза идеальных представлений (например, цифровых двойников) и материальных воплощений, с активным использованием расслоенных, распределенных и трансформируемых описаний и реализаций. При этом используются обработка экспериментальных данных и процессы самоорганизации, автоматизации и управления, символьной регрессии, машинного обучения [15–17]. В этом направлении объединяются прямые и обратные преобразования в символьной и численной форме, реализуемые в различных парадигмах программирования и использующие широкий спектр математических и других средств:

- теорию категорий для проектирования программных систем [18–20];
- тензорный анализ сетей [5, 6] и классический тензорный анализ (целенаправленная механика [7, 21]), и вычислительные тензорные методы (в машинном обучении);
- математическая логика, в том числе, конструктивная логика [9, 10, 22];
- разработка моделей и полимодельных комплексов для сложных объектов управления, квалиметрия моделей [1, 2, 23, 24];
- искусственный интеллект, машинное обучение и математическая лингвистика, теория правдоподобных рассуждений, автоматическое порождение гипотез в интеллектуальных системах [25, 26];
- технические и когнитивные науки.

Заключение

В настоящей работе выполнено следующее:

- описан методологический базис конструктивного пространства в построении информационных систем и процессов;
- описана специфика прямых и обратных преобразований элементов конструктивного пространства применительно к человеку, технике, природным объектам, мышлению и вычислению;
- предложен подход к синтезу естественных (природных и природоподобных) и искусственных (технических) систем;
- раскрыта роль человеческого фактора в построении и использовании конструктивного пространства для устойчивого развития качества условий жизни.

Литература:

1. Кузнецов О.Л., Большаков Б.Е. Устойчивое развитие: Научные основы проектирования в системе природа – общество – человек. Москва – Санкт-Петербург – Дубна: Гуманистика, 2002. 616 с. [Kuznetsov O.L., Bolshakov B.E. Sustainable development: Scientific foundations of design in the system nature – society – man. Moscow – St. Petersburg – Dubna: Humanistika, 2002. 616 p. (in Russian).]
2. Большаков Б.Е. Закон природы или как работает Пространство—Время. Дубна: РАН, Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 2002г. 265 с. [Bolshakov B.E. The Law of Nature or how Space—Time works. Dubna: RANS, Dubna International University of Nature, Society and Man. 2002. 265 p. (in Russian).]
3. Косяков А., Свит У., Сеймур С.Дж., Бимер С.М. Системная инженерия. Принципы и практика. Москва: ДМК Пресс, 2014. 624 с. [Kossiakoff A., Sweet W., Seymour S.J., Biemer S.M. Systems Engineering Principles and Practice. Moscow: DMK Press, 2014. 624 p. (in Russian).]
4. Wasson C. S. System Analysis, Design, and Development. Concepts, Principles, and Practices. Hoboken, New Jersey: A John Wiley & Sons Inc. Publication, 2006. 832 p.
5. Крон Г. Тензорный анализ сетей. Москва: Сов. Радио, 1978. 720 с. [Kron G. Tensor analysis of networks. Moscow: Sov. Radio. 1978. 720 p. (in Russian).]
6. Петров А.Е. Тензорная методология моделирования сложных систем. Теоретические основы. Москва: Издательский Дом МИСиС, 2022. 178 с. [Petrov A.E. Tensor methodology for modeling complex systems. Theoretical foundations. Moscow: Publishing House MISiS, 2022. 178 p. (in Russian).]
7. Кутергин В.А. Искусственные объекты и конструктивные процессы. Ижевск: ИПМ УрО РАН, 2007. 552 с. [Kutergin V.A. Artificial objects and constructive processes. Izhevsk: IAM UB RAS, 2007. 552 p. (in Russian).]
8. Wolfram S. The Physicalization of Metamathematics and Its Implications for the Foundations of Mathematics. Stephen Wolfram Writings. URL: <https://writings.stephenwolfram.com/2022/03/the-physicalization-of-metamathematics-and-its-implications-for-the-foundations-of-mathematics/> (дата обращения: 15.09.2024).
9. Beltiukov A.P., Maslov S.G. Synthesis of cognitive-constructive process management in human-technical-natural systems // Modeling, Optimization and Information Technology. 2022. Vol. 10. No. 3 (38). P. 1–13. DOI: 10.26102/2310-6018/2022.38.3.005.

10. Beltiukov A.P., Maslov S.G. Deductive Ergatic Design of Constructive Tasks Solutions // *Acta Polytechnica Hungarica*. 2021. P. 69–85.
11. Смоляников В.В. Об истоках некоторых спорных биофизических концепций (Что такая жизнь с разных точек зрения) // *Биофизика*. Т. 55. №3. 2010. С. 563-576. [Smolyaninov V.V. On the origins of some controversial biophysical concepts (What life is from different points of view) // *Biophysics*. Vol. 55. No. 3. 2010. P. 563–576. (in Russian).]
12. Березин Ф.Б., Мирошников М.П., Соколова Е.Д. Методика многостороннего исследования личности. Структура, основы интерпретации, некоторые области применения. Москва: Издательство «Березин Феликс Борисович», 2011. 320 с. [Berezin F.B., Miroshnikov M.P., Sokolova E.D. Methodology of multilateral personality research. Structure, principles of interpretation, some areas of application. Moscow: Publishing house “Berezin Felix Borisovich”, 2011. 320 p. (in Russian).]
13. Холодная М. А. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума. Санкт-Петербург: Питер, 2004. 384 с. [Kholodnaya M. A. Cognitive styles. On the nature of the individual mind. St. Petersburg: Piter, 2004. 384 p. (in Russian).]
14. Чернавская О.Д., Чернавский Д.С., Рожило Я.А. Естественно-конструктивистский подход к моделированию мышления: гипотеза о природе «эстетических» эмоций и понятия «шедевр» // Седьмая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. Светлогорск, 20–24 июня 2016 г. Россия. С. 616–617. [Chernavskaya O.D., Chernavskiy D.S., Rozhilo Ya.A. Natural-constructivist approach to modeling thinking: hypothesis about the nature of “aesthetic” emotions and the concept of masterpiece” // Seventh International Conference on Cognitive Science: Abstracts of Reports. Svetlogorsk, June 20-24, 2016, Russia. P. 616–617 (in Russian).]
15. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. Киев: Наукова думка. 1981. 296 с. [Ivakhnenko A.G. Inductive method of self-organization of models of complex systems. Kiev: Naukova Dumka. 1981. 296 p. (in Russian).]
16. Растворгув С.П. Инфицирование как способ защиты жизни. Вирусы: биологические, социальные, психические, компьютерные СР-сети. Москва: Издательство агентства «Яхтсмен». 1996. 331 с. [Rastorguev S.P. Infection as a way to protect life. Viruses: biological, social, mental, computer SR-networks. Moscow: Publishing house of the agency “Yachtsman”, 1996. - 331 p. (in Russian).]
17. Дивеев А.И. Машинное обучение управления – автоматизация процесса создания систем управления // XIV Всероссийское совещание по проблемам управления (ВСПУ-2024): сборник научных трудов, 17–20 июня 2024 г., Москва. Ин-т Проблем упр. им. В.А. Трапезникова Рос. акад. наук. Москва: ИПУ РАН, 2024. С. 3487–3491. [Diveev A.I. Machine learning of control – automation of the process of creating control systems // XIV All-Russian Meeting on Management Problems (VSPU-2024): collection of scientific papers, June 17-20, 2024, Moscow; V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences. Moscow: ICS RAS, 2024. P. 3487–3491 (in Russian).]
18. Ковалёв С.П. Теоретико-категорный подход к проектированию программных систем // *Фундамент. и прикл. матем.*, 2014. Т. 19, выпуск 3. С. 111–170. [Kovalev S.P. Category-theoretical approach to software systems design // *Fundamentalnaya i Prikladnaya Matematika*. 2014. Vol. 19. Issue 3. P. 111–170 (in Russian).]
19. Ковалёв С.П. Теоретико-категорный подход к метапрограммированию. Москва: ИПУ РАН, 2014. 112с. [Kovalev S.P. Category-theoretical approach to metaprogramming. Moscow: ICS RAS, 2014. 112 p. (in Russian).]
20. Антонов В.В. Метод проектирования адаптивного программного комплекса на основе методологии категорной формальной модели открытой предметной области // *Вестник УГАТУ*. 2015. Т. 19, № 1 (67). С. 219–224. [Antonov V.V. Method the design of adaptive software system based on the methodology categorical formal model of open subject area // *Vestnik USATU*. 2015. Vol. 19. No. 1 (67). P. 219–224 (in Russian).]
21. Коренев Г.В. Цель и приспособляемость движения. Москва: Наука, 1974. 528 с. [Korenhev G.V. The Purpose and Adaptability of Movement. Moscow: Nauka, 1974. 528 p. (in Russian).]

22. Непейвода Н. Н. Прикладная логика: учебное пособие. Москва–Берлин: Директ-Медиа. 2019. 575 с. [Nepeyvoda N.N. Applied logic: a tutorial. Moscow–Berlin: Direct-Media, 2019. 575 p. (in Russian).]
23. Пеньков М.М. Искусственный интеллект в военно-космической деятельности. Монография / Под ред. М.М. Пенькова, И.В. Сахно, А.В. Назарова. Санкт-Петербург: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2022. 501 с. [Penkov M.M. Artificial intelligence in military space activities. Monograph / Edited by M.M. Penkov, I.V. Sakhno, A.V. Nazarov. St. Petersburg: A.F. Mozhaisky Military Space Academy, 2022. 501 p. (in Russian).]
24. Микони С. В., Соколов Б. В. Юсупов Р. М. Квалиметрия моделей и полимодельных комплексов. Москва: РАН, 2018. 314 с. [Mikoni S. V., Sokolov B. V., Yusupov R. M. Qualimetry of models and polymodel complexes. Moscow: RAS, 2018. 314 p. (in Russian).]
25. Финн В.К. (отв. ред.), Аншаков О.М., Виноградов Д.В. Многозначные логики и их применения. Том 1: Логические исчисления, алгебры и функциональные свойства. Москва: URSS, 2020. 502 с. [Finn V.K. (ed.), Anshakov O.M., Vinogradov D.V. Many-valued logics and their applications. Volume 1: Logical calculi, algebras and functional properties. Moscow: URSS. 2020. 502 p. (in Russian).]
26. Финн В.К. (отв. ред.), Аншаков О.М., Виноградов Д.В. Многозначные логики и их применения. Том 2: Логики в системах искусственного интеллекта. Москва: URSS. 2020. 238 с. [Finn V.K. (ed.), Anshakov O.M., Vinogradov D.V. Many-valued logics and their applications. Volume 2: Logics in artificial intelligence systems. Moscow: URSS. 2020. 238 p. (in Russian).]

Об авторах:

БЕЛЬЮКОВ Анатолий Петрович, д-р физ.-мат. наук, профессор, зав. каф. вычислительных технологий и интеллектуальных систем больших данных, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», +73412916068, belt.udsu@mail.ru.

МАСЛОВ Сергей Геннадьевич, канд. техн. наук, доцент, доцент каф. вычислительных технологий и интеллектуальных систем больших данных, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», +73412916068, msh.sci@mail.ru.

Metadata:

Title: Direct and inverse transformations in the construction of information systems

Author 1: Anatolii Petrovich Beltyukov, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Department of Computing Technologies and Intelligent Big Data Systems, Udmurt State University, ul. Universitetskaya, 1, Izhevsk, 426034, Russia; belt.udsu@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3433-9067>, Web of Science ResearcherID: C-6740-2017, Scopus Author ID: 56388673100.

Author 2: Sergey Gennadievich Maslov, Candidate of Engineering, Associate Professor, Department of Computing Technologies and Intelligent Big Data Systems, Udmurt State University, ul. Universitetskaya, 1, Izhevsk, 426034, Russia; msh.sci@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0902-6584>, Web of Science ResearcherID: O-1741-2017.

Abstract: The article considers the problems of increasing the efficiency of human interaction with the abstract and physical environment in the process of information processing based on direct and inverse transformations implemented in information systems and processes. Information flow management is formed when choosing the presentation and processing of information. The analysis of the use and prospects for solving direct and inverse problems in the construction of information systems and processes is made. Attention is paid to the analysis of properties, parameters, structures and processes from the point of view of forms of knowledge representation, synthesis, generation, self-organization of information systems and processes. Knowledge is systematized: cognitive, conative and constructive processes, the formation of understanding and effective use of knowledge, and quality management of the created systems are analyzed. Examples illustrating various transformations are given. The results of the analysis are used in the construction of human interaction with artificial and natural systems.

Keywords: direct transformations, inverse transformations, information flows, systematization of processes, forms of representation, understanding of description, effective coputing.