

## ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ: ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 004.8:001

Научная статья

DOI: 10.18287/2223-9537-2024-14-1-9-28



### Системный и онтологический анализы: схожесть и различие понятий

© 2024, Н.М. Боргест

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, Самара, Россия  
Самарский федеральный исследовательский центр РАН,  
Институт проблем управления сложными системами РАН, Самара, Россия

#### Аннотация

Термины, понятия и их содержание – не только основы общественных коммуникаций, ключи к взаимопониманию, познанию и передаче знаний, но и основополагающие элементы в построении компьютерных онтологий для систем искусственного интеллекта. Эволюция знаний в предметных областях приводит к эволюции языка, который изменяется, заимствует слова из других областей, расширяя их смыслы. Понятие системный анализ имеет широкое толкование, активно применяется в различных сферах деятельности (науке, экономике, инженерии и др.), углубляясь и адаптируясь под конкретные предметные области. Связанные с системным анализом понятия (система, предметная область, проблемная область и др.) также эволюционируют. Системный анализ фокусируется на взаимосвязи между элементами системы и определении её структуры и функций; включает различные методы моделирования, оптимизации и используется для решения конкретных задач. Онтологический анализ связан с изучением и описанием объектов, событий, процессов и отношений в предметной области, частью которой может являться система (системы); описывает структуру и свойства элементов, составляющих систему, и отношений между ними; используется для создания формального описания системы и обеспечения общего понимания её компонентов. Результат онтологического анализа может быть основой для системного анализа или его частью. Системный и онтологический анализы направлены на понимание сложных систем и их компонентов и могут использоваться вместе. Различие этих понятий во многом определяется содержанием понятий области исследования, её границами, объектом исследования как процесса, целеполаганием, теми традициями и контекстом, которые сложились у исследователей в конкретных предметных областях. В рамках принятой номенклатуры научных специальностей ВАК можно утверждать, что онтологический анализ входит в научную специальность «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

**Ключевые слова:** системный анализ, онтологический анализ, система, онтология, целеполагание, предметная область, проблемная область.

**Цитирование:** Боргест Н.М. Системный и онтологический анализы: схожесть и различие понятий // Онтология проектирования. 2024. Т.14, №1(51). С.9-28. DOI:10.18287/2223-9537-2024-14-1-9-28.

**Финансирование:** исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, код научной темы FMRW-2022-0030.

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

#### Введение

Многочисленные обсуждения ключевых понятий науки с коллегами из различных научных школ подвигли автора высказать свою точку зрения по этим актуальным вопросам. В частности, анализируя утверждённую в России классификацию науки [1] на основе пас-

портов научных специальностей (НС) [2] и общаясь с коллегами из диссертационных советов университетов Самары, Санкт-Петербурга и Уфы по НС 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика», обнаружили различные оценки содержания понятий системный анализ (СА), предметная и проблемная области, а понятие онтологический анализ (ОА) для многих специалистов ещё не вошёл в оборот, слабо воспринимается, его содержание и связь с СА не сложились. Понятия СА и ОА входят в разрабатываемый словарь проектанта [3], однако их сопоставление в рамках научного направления онтологии проектирования не рассматривалось в журнале.

Эти понятия, а точнее то, что стоит за их содержанием (смысл и контекст понятий), известны и используются давно в науке и на практике. Принципы и подходы СА формировались ещё в древности<sup>1</sup>, а метафизика Аристотеля, пройдя долгий путь развития и накопления знаний, стала основой современной компьютерной онтологии. При этом СА, как научное направление (НН), и теория систем сформировались и активно развивались с конца XIX века, и особенно во второй половине XX века (см., например, публикации отечественных авторов [4-11] и мн. др.). Количество и качество публикаций по СА, его научному базису, границам и основным понятиям за последнее столетие казалось бы окончательно сформировали представление об этом НН. Но законы эволюции знания диктуют необходимость постоянного пересмотра сложившихся взглядов под напором новых знаний, новых концепций. Перманентная дифференциация и интеграция НН – естественный процесс обмена знаниями в смежных областях и их обобщений. У онтологии в информатике, в отличие от СА и теории систем, век намного короче, и корни её не столько в философии, которая, безусловно, влияет на формирование картины мира во всех НН, сколько в тех работах, которые велись разработчиками баз данных (БД) и знаний (БЗ) для информационных систем (ИС) в различных предметных областях (ПрО). Именно здесь, при создании ИС возникла потребность обратиться к онтологиям ПрО, именно здесь и произошло слияние СА и ОА, именно здесь они дополняют друг друга и в чём-то становятся почти неразличимы. Автор взял на себя смелость попытаться разобраться в этом вопросе, найти схожесть и отличие понятий СА и ОА, априори полагая, что ОА входит в СА или объединяется с ним (см. рисунок 1), при этом понимая, что ОА имеет свои задачи и результаты, отличные от СА.

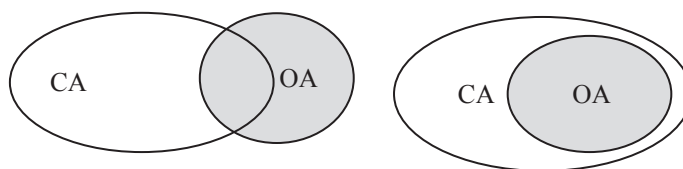


Рисунок 1 – К вопросу о соотношении и включённости понятий системный (СА) и онтологический (ОА) анализы

## 1 Системы в онтологии

Нарушая традиции, без ссылок на многочисленные работы по СА и ОА, опираясь на собственную их интерпретацию, можно представить или допустить, что любая онтология ПрО может включать описание различных систем, объединяя их. При этом в пределе допустимо, что ПрО может состоять из одной системы.

Принципиальным отличием системы в ПрО от онтологии ПрО можно считать их *целоположение*. У системы, состоящей из условно неделимых элементов, всегда есть цель в форме задач и функционала, который должен исполняться ею. Поэтому задачи оптимизации этого функционала, выбор соответствующих методов оптимизации, разработка и обоснование критериев оптимальности, принятия решения по выбору параметров и режимов работы си-

<sup>1</sup> См., например: *Боргест Н.М.* Антология онтологии проектирования 2011-2023 / Под ред. Д.М. Козлова и С.В. Смирнова. – Самара: Новая техника, 2023. 154 с. [https://www.ontology-of-designing.ru/article/2023\\_4\(50\)/Антология\\_ОП\\_\(3\).pdf](https://www.ontology-of-designing.ru/article/2023_4(50)/Антология_ОП_(3).pdf).

стемы - первоочередные и основополагающие для СА. Онтология ПрО описывает и формализует всё, что есть в этой ПрО. Основная цель онтологии - максимально точно описать ПрО, все её сущности, атрибуты и отношения в форме, понятной для пользователей и ИС. Именно ИС, как помощник в решении задач, объединяет всех участников, разработчиков и пользователей ИС, т.е. конечная цель СА – это ИС, решающая стоящие перед нею задачи. В этом случае ОА способствует полноте представления ПрО в ИС, эффективному решению задач в этой ПрО и обеспечивает возможность развития ИС под новые задачи, на основе интерсубъективности способствует интероперабельности - концептуальной интеграции разрабатываемой ИС с другими ИС [12].

Для иллюстрации рассмотренных допущений и утверждений можно привести ряд «простых» примеров из различных ПрО.

*ПрО организм человека.* Человек как социальное животное жизнеспособен лишь живя в социуме, где может обеспечить себе продолжение своего существования. Он создан природой как единый организм, в котором сама природа сформировала системы, исходя из тех потребностей и задач, которые возникали в среде обитания<sup>2</sup>. Декомпозиция организма человека на системы органов и их важные сущности (элементы системы и их функционал) известна уже давно и включает: мышечную, костную, нервную, сердечно-сосудистую, лимфатическую, дыхательную, пищеварительную и др. системы (см., например, рисунок 2). Этими системами, работой этих органов в организме человека (изучением, диагностикой, лечением) в силу их сложности занимаются отдельные специалисты: кардиологи, хирурги, пульмонологи, урологи, гинекологи и др. Они изучают структуру и работу элементов этих систем, выделенных на основе понимаемых ими функций. Очевидно, что разделение единого организма (единой ПрО) на отдельные системы, с одной стороны, полезно с точки зрения глубины познания его функционирования в том или ином направлении, с другой, затрудняет кооперацию специалистов в лечении и интеграцию их знаний об организме в целом. Каждый узкий специалист – специалист лишь в своей части ПрО, а все процессы в ПрО взаимосвязаны и взаимозависимы.

Сложные вопросы диагностики заболеваний традиционно решаются консилиумом специалистов, на котором стремятся совместить узкие знания о структуре и функционировании систем с целью найти адекватное ситуации решение. В настоящее время, наряду с экспертными системами – ассистентами врачей – разрабатываются онтологии, которые строятся на общей «Базе медицинской терминологии и наблюдений» [13]. Эта общая база позволяет формировать «Базу знаний о диагностике заболеваний и синдромов», которая включает описание заболеваний из различных разделов медицины. Такая онтология даёт возможность формировать знания о диагностике заболеваний в зависимости от их класса, формы, осложнений, выраженности клинических проявлений с возможностью дифференцированного учёта особенностей пациентов. Подобные онтологии удобны для применения и в образовательной сфере. Например, для создания глоссария дисциплин типа «Анатомия человека» с помощью онтологии осуществлено структурирование знаний (см. рисунок 3) и создана концептуальная модель дисциплины [14]. Онтология организма человека, объединяя и согласовывая знания различных систем, способствует созданию целостной картины организма пациента, оценке его состояния в лечебной практике.

*ПрО самолёт.* В отличие от систем, созданных природой как единый организм, где человеку требовалось исследовать его и выделять подсистемы, в данном примере при создании артефакта системы формировались под конкретные цели и решение конкретных задач.

Современный самолёт – это артефакт, предназначенный для выполнения стоящих перед ним задач, состоит из множества систем, выполняющих различные функции. В состав самолёта входят или могут входить следующие системы: топливная, гидравлическая, электрическая, электронная (авионика), противопожарная, противообледенительная, системы управления, кондиционирования и др. Пример упрощённых схем некоторых систем конкретного самолёта приведён на рисунке 4. Исследуемые, разрабатываемые и функционирующие «независимо» многочисленные системы самолёта объединены в общей ПрО самолёт. Как и в предыдущем примере, онтология данной ПрО позволит интегрировать знания различных систем в этой ПрО, что может быть полезным как при проектировании и диагностике состояния этого артефакта [15, 16], так и при изучении его и подготовке специалистов [17]. При проектировании самолёта онтология ПрО в виде тезауруса позволяет реализовать интероперабельность разрабатываемой ИС (см. концепцию работа-проектанта самолёта, например [18]).

*ПрО университет.* Университет можно отнести к организационно-технической ПрО, внутри которой выделены и функционируют системы, выполняющие различные задачи по разработанным алгоритмам, методам, принципам и критериям с целью достижения определённых целей (целевых показателей). При этом универси-

<sup>2</sup> Обозначение и обоснование этих систем организма человека на практике, а также возможность и целесообразность такой декомпозиции организма человека – это уже «заслуга» самого человека, это его видение, его представление, его модель понимания работы и предназначения выделенных им систем (природа не оставила человеку свой план его создания).



*Про звёздное небо.* Астрологи, а впоследствии астрономы, пытались составить свою модель «звёздного неба над головой» (почти по И. Канту<sup>4</sup>), свою онтологию в виде созвездий, давая им имена и наделяя их своими атрибутами, сначала мифическими, потом физическими. Впоследствии открытые законы небесной механики позволили прийти к понятиям систем галактик (как скоплений звёздных систем) во Вселенной (как системы мироздания). Надо обладать достаточной смелостью, чтобы говорить о цели существования звёздных систем и нашей солнечной системы. Можно лишь констатировать, что эти системы существуют благодаря законам природы, проходя все стадии их жизненного цикла: зарождаясь, развиваясь и погибая.

На примере этой Про хорошо видно, что первоначальной основой исследуемой и изучаемой Про был ОА, который позволил описать все видимые (доступные исследователю) сущности. В первых попытках ОА было стремление найти некоторые связи между этими сущностями, появились и были обозначены созвездия, критериями формирования которых была яркость звёзд и воображения звездочётов. Следующий этап ОА привёл к появлению геоцентрической, а затем и гелиоцентрической системы, в которой связи уже были установлены на основе открытых физических законов. Дальнейшие исследования в этой Про уже в большей степени соответствовали методам СА, однако ОА всегда рядом, т.к. процесс познания продолжается.

Подобные иллюстрации можно привести и в других естественных и искусственных Про, состоящих из множества сущностей, имеющих множество атрибутов и отношений, где формируются системы, выполняющие ту или иную функции с той или иной целью. Здесь разрабатываемые онтологии, как концептуальные модели мира или его элементарной части, способствуют целостному восприятию Про, в которой существуют и исследуются различные системы и их совокупности. Спецификация концептуализации [22] Про, т.е. ОА Про, есть основа СА функционирующих в Про систем. Любой цифровизации всегда предшествует онтологизация [22, 23], и в образовании в том числе [17, 21, 24].

## 2 Граф знаний СА с позиций научной специальности

Паспорт НС в современной номенклатуре НС [1] раскрывает или, по крайней мере, должен раскрыть содержание НС, которое формируется узким кругом признанных специалистов в этой Про. Ключевыми в паспорте НС, помимо её названия, являются направления исследований (НИ), которые детализируют предмет исследований в НС. Как было отмечено в [2], чёткие рекомендации по количеству НИ и по их детализации в классификации отсутствуют. Поэтому содержание НИ отвечает сложившимся представлениям привлекаемых специалистов в конкретной Про с опорой на однозначно понимаемом контексте, стоящем за краткими пунктами сформулированных ими НИ.

В действующей номенклатуре НС для НС 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» содержание НИ в этой НС можно проиллюстрировать в виде графа знаний, который приведён на рисунке 6. Принятая в паспорте этой НС нумерация сохранена. При этом сделана попытка обобщить содержание некоторых НИ, выделив: теоретические основы, формализацию и постановку задач, критерии и модели, методы и алгоритмы, математическое и алгоритмическое обеспечение. Особняком стоит «статистика», которая была включена в последнюю редакцию этой НС. Возможно, разработчики этой НС решили, что статистические методы соответствуют ключевой фразе этой НС «обработка информации», и это позволило объединить в одной НС статистику и СА. Пример со статистикой наглядно показывает трудности дифференциации и интеграции знаний и разработки на этих основах классификаций в науке [2].

С подобным вопросом построения графа знаний по НС «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» на основе его паспорта автор обратился к *YandexGPT*. Результат обобщения представлен на рисунке 7, которое значительно компактнее приведённого на рисунке 6, и содержательно интерпретация выглядит иначе.

<sup>4</sup> «Две вещи наполняют душу всегда новым и всё более сильным удивлением и благоговением, чем чаще и продолжительнее мы размышляем о них, - это *звёздное небо надо мной и моральный закон во мне*» - И. Кант «Критика практического разума».



Рисунок 6 – Граф знаний научной специальности «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

Контекст слов, его понимание и применение при анализе текста с целью получения тех или иных выводов полностью зависит от знаниевой базы индивида, механизма согласия с другими индивидами, с их мнениями и представлениями о той или иной ситуации, факте или теории.

Аналогичная картина и с генеративными компьютерными программами, которые опираются на заложенные в них тематические данные, грамотно верифицированные специалистами в конкретной ПрО, на методы вывода, основанные на этих данных, на возможности доучивания и т.п.

Чтобы обосновать формирование тех или иных обобщений в конкретной ПрО, которые вырабатывают участники ПрО, можно попытаться построить концептуальную модель знаний участника (индивида) и консенсусную модель обобщения знаний в этой ПрО.



Рисунок 7 – Граф знаний научной специальности «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» по данным YandexGPT

### 3 Подход к формальной модели знаний о ПрО

Используя основные онтологические конструкторы, знания индивида о ПрО условно можно представить как подмножество неких согласованных и принятыми всеми индивидами (потребителями и генераторами знаний) атрибутов, т.е. выделенных свойств этой ПрО, в которых можно указать (отметить) диапазон известных индивиду значений этих свойств. Следует заметить, что атрибут в данном случае трактуется достаточно широко и может включать в том числе и НИ, и фрагмент графа знаний, включающий знания каких-либо методов, теорий, принципов. Например, в качестве условного атрибута можно рассматривать обобщающий фрагмент графа знаний на рисунке 6 «4. Методы и алгоритмы», включающий ряд НИ, компетенции в которых можно рассматривать как значения для оценки знаний индивида. Т.е. индивид, владеющий, например, знаниями методов идентификации систем управле-

ния (пункт 6 в НИ этой НС, см. рисунок 6) и подтвердивший их формальными или экспертными оценками, принимает участие в составе группы экспертов в обобщении знаний в этой части ПрО и построении соответствующего фрагмента онтологии ПрО. Общее количество возможных атрибутов в каждой ПрО в пределе условно бесконечно, а количество атрибутов, известных конкретному индивиду всегда конечно. В каждом атрибуте количество значений также в пределе условно бесконечно, в то время как количество значений, известных индивиду – конечно. Очевидность конечности (ограниченности) памяти и, соответственно, времени хранения знаний индивида в ней особенно ярко проявляется с накоплением знаний<sup>5</sup> в столь краткий миг бытия индивида.

Фактически речь идёт о разработке онтологии ПрО на основе знаниевых онтологий индивидов. Для построения онтологии ПрО необходимо иметь и организовать соответствующих специалистов исследуемой ПрО. Формирование групп экспертов ПрО, способных обобщить накопленный опыт и знания в ПрО, могло бы проходить путём упорядочения в модели каждого причастного индивида его компетенций в тех или иных атрибутах ПрО по объёму его знаний в ней. Те индивиды, которые имеют максимальный объём значений атрибутов ПрО (т.е. знаний и компетенций в конкретной части ПрО), характерный для исследуемой ПрО, составляют группу экспертов, которые правомочны делать соответствующие обобщения в ПрО и оценивать принадлежность тех или иных результатов (фактов, информации, знаний) к данной ПрО. Из-за отсутствия онтологии ПрО и знаниевых онтологий специалистов часто прибегают к косвенным легко вычисляемым, но не всегда адекватным истинным достижениям, наукометрическим показателям, оценивающим экспертов (индекс Хирша и т.п.). При этом для построения онтологий, адекватно отражающих ПрО, важна связь достижений учёного с рассматриваемыми НИ, с ключевыми темами ПрО, публикации в журналах и доклады на конференциях по профилю ПрО.

Механизм консенсуса в группе отобранных экспертов по каждому рассматриваемому вопросу формируется на основе оценки близости обсуждаемой темы к атрибутам ПрО экспертами, имеющими максимальный объём значений в этих атрибутах. Т.е. профильность, узость темы, глубина погружения в неё эксперта, признание его содержательных заслуг в этой ПрО – важный критерий в оценке формируемого мнения группы экспертов. Эти содержательные аргументы обсуждаются и принимаются, а имевшая место дискуссия и возможные возражения публикуются с целью гармоничного развития ПрО.

Сумму всех добытых (известных и актуальных) знаний о ПрО всех индивидов можно представить как объединение всех выделенных ими в ПрО атрибутов с указанием всех известных значений этих свойств. Сумма атрибутов может служить (пусть ограниченной, приближённой) мерой знания.

При этом формальная модель понимания (согласия) у индивидов определяется близостью наборов соответствующих атрибутов и их значений в моделях знаний этих индивидов о ПрО. Формирование НИ и НС в группе отобранных экспертов также определяется близостью рассматриваемых тем на основе значений ключевых слов, контекст употребления которых соответствует исследуемой теме.

#### 4 Ключевые слова в СА и ОА

СА и ОА основаны на понятиях система и онтология соответственно, корень и ключ которых - в их содержании, наполнении и практике применения. Когда речь заходит о СА, то часто вспоминают известного биолога-теоретика Людвиг фон Берталанфи, которого счита-

<sup>5</sup> «Про себя я знал, что я попросту ничего не знаю... И в этом я не ошибся: в самом деле, они знали то, чего я не знал, и этим были мудрее меня». Выражение приписано Сократу в книге Платона «Апология Сократа».

ют одним из основоположников СА и разработчиком общей теории систем (ОТС) [25]. Однако, не только из-за патриотических чувств, но справедливости ради, стоит отметить отечественного учёного-физиолога, создателя теории функциональных систем (ТФС), академика АМН и АН СССР П.К. Анохина, который сформулировал четыре «простых» системоопределяющих вопроса: какой результат, когда именно, какими механизмами должен быть получен нужный в данный момент результат и как система убеждается в его полноценности [5]. В этих вопросах выражено всё то, ради чего формируется система [26-31]. Поэтому беря за основу понятия системы наличие вполне чёткой цели её функционирования, а не только совокупности связанных элементов, первенство в СА многие отдают П.К. Анохину и его ТФС, оставляя почётное место ОТС Бергаланфи. Причём ОТС в некоторых комментариях рассматривается как «Общая теория бесцелевых систем», а ТФС Анохина как «Общая теория функциональных систем»<sup>6</sup>. Спор о цели в системе и её возможном распределении внутри системы принципиальный и касается, в т.ч., классификации на сложные (СС) и простые системы.

Принято считать, что система – это совокупность элементов произвольной природы, вместе с их признаками и отношениями между ними, а СС отличаются многочисленными и разнообразными элементами, признаками и отношениями, благодаря чему их поведение трудно прогнозируемое. При этом отличие социальных СС от биологических, физических или химических заключается в степени «интеллекта» составляющих их агентов, который включает мотивацию, способность учиться, общаться и создавать, предоставляя агентам возможность осуществлять выбор для достижения своих целей. Фактически речь идёт о делегировании или перераспределении общей цели системы на цели тех существностей (агентов или элементов СС), которые в рамках общей цели и существующих ограничений в системе реализуют основной функционал системы.

С точки зрения соотношения СА и ОА важно отметить наличие окружения (среды), в которой функционирует система, т.е. множество всех элементов вне системы, которые могут вступать с ней во взаимодействие или влиять на работу системы. Изменение признаков (свойств) элементов окружения влияет на систему, в свою очередь признаки этих элементов изменяются вследствие изменения поведения системы. Такое взаимодействие системы и среды может носить материальный или информационный характер. Этот аспект среды и окружения в СА явно отсылает к необходимости иметь или разрабатывать онтологии ПрО, указывая на прямую связь СА и ОА. СА рассматривается как познание системы путём её декомпозиции на элементы, изучения их существенных свойств и связей, строения и действия. При этом декомпозиция любого целого на составные части зависит от целей и задач исследования, которое происходит внутри ПрО, что также указывает на необходимость онтологии ПрО и соответствующего ОА.

Профессор Г. Ржевский предложил использовать неопределённость в качестве параметра, по которому отличают СС от детерминированных или случайных. В детерминированных системах неопределённость равна нулю, в случайных - единице, а в СС принимает значение от нуля до единицы. СС с неопределённостью, близкой к 1, находятся «на грани хаоса», их поведение характеризуется особенностями, такими как самоорганизация, генерация непредсказуемых экстремальных событий и коэволюция [32].

Среди трудов отечественных авторов в области СА стоит отметить фундаментальные монографии Садовского В.Н. [6], Умова А.И. [7] и Моисеева Н.Н. [8], обобщающий и подробный анализ в которых дал значительный толчок развитию НН СА. Значительный вклад в это НН принадлежит Московскому методологическому кружку<sup>7</sup> и его основателю и вдох-

<sup>6</sup> Анохин П.К. Книги онлайн. <https://www.koob.ru/anohin/>.

<sup>7</sup> Московский Методологический Кружок. <https://www.fondgp.ru/mmk/>.



новителю Г.П. Щедровицкому [4, 9, 10]. Развитие этих и других работ по СА нашло отражение в монографиях, словарях, справочниках и учебниках профессора В.Н. Волковой [11, 27-28] и многих других авторов [30, 31 и др.].

Наиболее полно понятие системы рассмотрено в работе [6], где приведено более 30 определений. Понятие системы описывает некоторый идеальный объект, содержащий множество относительно неделимых элементов. Между элементами множества, образующего систему, устанавливаются определённые отношения и связи, наличие которых и порождаемые ими свойства обеспечивают относительно самостоятельное функционирование системы. Система как относительно обособленная целостность противостоит среде. Фактически понятие среды явно содержится в понятии системы как целостности. Среда системы следует трактовать и как её ближайшее окружение, во взаимодействии с которым система формирует и проявляет свои свойства. Характер взаимоотношения системы и среды может быть различным (от строго каузального и до статистического, вероятностного) [6]. Отсюда важен ОА ПрО, необходима её онтология.

СА - научный метод, который отличается междисциплинарным подходом к решению сложных проблем. Объектом СА выступают практические проблемы, которые связаны с созданием новых и модернизацией существующих систем. Это организационные, экономические, технические, информационные, военные и другие системы<sup>8</sup>.

#### 4.1 Сопоставление ключевых понятий

Любопытно было сопоставить обобщённый средневзвешенный взгляд на рассматриваемые ключевые понятия, воспользовавшись *YandexGPT*. Нетривиальные ответы на поставленные вопросы приведены ниже.

*В чём принципиальная разница и в чём схожесть понятий СА и ОА?*

СА и ОА - это два разных подхода к изучению и пониманию СС. Вот их основные различия и сходства.

СА: фокусируется на анализе и понимании взаимосвязей между элементами системы, а также на определении её структуры и функций; включает методы, такие как блок-схемы, диаграммы причинно-следственных связей и моделирование; часто используется для решения конкретных проблем и задач.

ОА: имеет дело с изучением и описанием объектов, событий, процессов и отношений в системе; описывает структуру и свойства элементов, составляющих систему, и отношений между ними; используется для создания формального описания системы и обеспечения общего понимания её компонентов.

Сходства между СА и ОА: оба подхода направлены на понимание СС и их компонентов; они могут использоваться вместе для более глубокого понимания и решения проблем; результатом ОА может быть основа для СА.

*В чём отличие проблемной области от ПрО?*

Проблемная область - это более общий и абстрактный термин, который обозначает комплекс вопросов, задач или проблем, которые требуют решения или исследования. Она включает в себя основные концепции, идеи и предположения, которые определяют направление и рамки исследования.

ПрО, с другой стороны, является более конкретным термином и представляет собой определённую область или сферу знаний, в которой проводится исследование или изучение. Это может быть определённая тема, дисциплина, наука или технология, которые являются частью проблемной области.

Таким образом, отличие заключается в том, что проблемная область определяет общую направленность исследования, а ПрО обозначает конкретный объект или аспект, на котором фокусируется исследование.

*В чём разница и сходство проблемной области при построении БД и ПрО при создании онтологий?*

Сходство проблемной области при построении БД и ПрО при создании онтологии заключается в том, что они оба определяют границы и содержание информации, которую необходимо представить и структурировать. Однако методы, подходы и инструменты для их определения и реализации могут существенно различаться.

Разница между проблемной областью и ПрО заключается в следующем.

**Масштаб:** проблемная область обычно более широкая и общая, она определяет контекст и цель использования БД. ПрО, как правило, более узкая и специфическая, она фокусируется на конкретной сфере знаний или аспекте проблемы.

**Уровень детализации:** при построении БД важно определить основные элементы и отношения между ними, которые необходимы для решения конкретной задачи.

В целом приведённые ответы *YandexGPT* вполне отвечают представлениям автора.

<sup>8</sup> Подробно см. на сайте: Системный анализ. Справочно-информационный сайт. © Лаборатория системного анализа 2018. [http://systems-analysis.ru/systems\\_analysis\\_book.html](http://systems-analysis.ru/systems_analysis_book.html).

## 4.2 Ключевые понятия в стандартах

Стандарты - это лучшие практики, а терминологические стандарты вместе с толковыми и энциклопедическими словарями – основа адекватной коммуникации в различных ПрО. Проведённый анализ трактовок рассматриваемых понятий в различных ГОСТах, совместимости их между собой показал несогласованность и противоречивость некоторых определений. Ниже приведены определения важных для СА и ОА понятий в действующих стандартах.

**Система:** Совокупность взаимосвязанных объектов, отделённых от окружающей среды и рассматриваемых в определённом контексте как единое целое. Система, как правило, определяется для достижения поставленной задачи, например, путём выполнения определённой функции. Элементами системы могут быть естественные или искусственные материальные объекты, а также способы мышления и их результаты (например, формы организации, математические методы, языки программирования). Система считается отделённой от окружающей среды ... воображаемой границей, которая отделяет рассматриваемую систему от внешней среды. Если система является частью другой системы, её можно считать объектом. Стандарт не связывает понятие системы с какой-либо конкретной ПрО и используется в широком смысле. В контексте стандарта все объекты рассматриваются как системы, а каждую ПрО - в качестве отдельной независимой системы [33].

**ПрО:** область деятельности, в которой рассматриваются свойства и отношения между множеством всех предметов в этой области деятельности [34]. **ПрО:** множество всех предметов, свойства которых и отношения между которыми рассматриваются в соответствующей информационной модели образца техники [35].

**Онтология:** формализованное представление набора наименований понятий в ПрО и отношений между этими наименованиями понятий [36].

**Интероперабельность:** способность двух или более ИС или компонентов к обмену информацией, в том числе на организационном, семантическом и техническом уровнях, и к использованию информации, полученной в результате обмена [36].

**Классификация:** способ и результат упорядочения, структуризации некоторого множества объектов, разделения его на определённые подмножества путём артикуляции, выделения некоторого признака объектов исходного множества как основания их структуризации по данному признаку [36].

**Искусственный интеллект (ИИ):** комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека и получать при выполнении конкретных практически значимых задач обработки данных результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека [36].

**Знания (в ИИ):** совокупность фактов, событий, убеждений, а также правил, организованных для систематического применения. **Модель знаний:** информационная модель, которая выражает знания в структуре, интерпретируемой компьютером [36].

**Базы знаний (БЗ):** совокупность семантически объединённых сведений (фактов), относящихся к определённой ПрО, организованных по определённым правилам, которые могут предусматривать их декларативно-когнитивное (обеспечивающее их понимание и познание) представление, хранение и их обработку [37].

**Объект сущности:** объект, подлежащий восприятию или осмыслению. Термины «сущность» и «объект» являются универсальными. В глоссариях обычно используется понятие «объект», в онтологиях - «сущность» и «вещь». **Класс:** общая сущность. **Партикулярия:** отдельная сущность. **ПрО:** совокупность сущностей, представляющих интерес для определённого сообщества или дисциплины [38].

**Отношение:** способ, которым связаны сущности [38].

**Выражение:** слово или группа слов либо соответствующие символы, которые могут использоваться в утверждении. **Выражение отношения:** выражение, используемое для утверждения об отношении [38].

**Термин:** выражение, относящееся к некоторому классу или некоторой партикулярии [38].

**Определение:** лаконичная формулировка смысла выражения [38].

**Онтология:** совокупность терминов, выражений отношения и связанных с ними определений на естественном языке вместе с одной или несколькими формальными теориями, предназначенными для отражения заданных интерпретаций этих определений. **БЗ:** комбинация онтологии с совокупностью данных, термины которой в онтологии используются для описания, классификации или связи. **Онтология ПрО:** онтология, термины которой представляют классы или типы и, как вариант, конкретные партикулярии в некоторой ПрО [38].

Также в стандарте [39] **онтология:** лексикон специализированной терминологии вместе с некоторой спецификацией значения терминов в лексиконе. Основное внимание онтологии обращено не только на термины, но и на их значение. Произвольный набор терминов включён в онтологию, только если в их значении есть согласование. Любой термин, используемый без точного определения, может быть причиной неясности и путаницы. Сложность для онтологии в том, что структура нуждается в создании терминов с точным значением внутри неё. Для онтологии необходимо предоставить математически строгую характеристику информационного процесса, а также чёткое выражение основных логических свойств этой информации.

В этом же стандарте [39] ПрО представлена термином *домен*: конструкция моделирования предприятия, которая представляет часть моделируемого предприятия, обеспечивая идентификацию релевантной информации. При этом *домен предприятия*: часть предприятия, считающаяся достаточной для определённого набора бизнес-задач и ограничений, для которых должна быть создана модель предприятия.

СА и ОА по определению являются деятельностью, которую проводит человек. В стандарте [40] *деятельность*: специфический вид человеческой активности, направленной на преобразование, совершенствование действительности и самого себя. С позиций деятельности *знание*: проверенный практикой результат познания действительности, верное её отражение в мышлении человека; *предмет*: всё то, что может находиться в отношении или обладать определённым свойством; *обобщённость*: характеристика познания, состоящая в выделении и фиксации относительно устойчивых свойств предметов и их отношений. (Нельзя не обратить внимание на лаконичную конкретизацию умственной деятельности: «деятельность, выполняемая человеком в уме») [40].

### 4.3 Определение - это гробик для умершей мысли

В отличие от требований [39], касающихся определений терминов, методологи часто вспоминают слова<sup>9</sup>, приведённые в названии этого подраздела, которые любили повторять Г.П. и П.Г. Щедровицкие<sup>10</sup>, приписывая их Аристотелю. Если быть точным, то Аристотель не давал конкретного определения этому выражению в своих произведениях, но использовал аналогию с грубыми инструментами для мыслей в различных контекстах и считал, что определение должно быть кратким и ясным выражением сути понятия, и что оно должно помогать в понимании, а не становиться самоцелью. В [41] он писал: «определение труднее обосновывать, чем опровергать» ... «легче всего опровергнуть определение, ибо в нём больше всего данных, поскольку многое было указано, и, чем больше их, тем быстрее получается умозаключение [против данного определения], ведь естественно, что там, где много даётся, скорее ошибаются, чем там, где немного». Поэтому единственный способ уяснить значение понятия - это получить множество примеров его использования, каждый новый пример использования будет уточнять область значения этого понятия<sup>9</sup>.

«... затруднительно дать некое всем подходящее определение [философии], которое всегда будет временно и ограничено и может быть использовано лишь в методических целях, а гораздо эффективнее описать указанное проблемное смысловое пространство» [42]. Взятые в квадратные скобки понятие [философия] легко может быть заменено на большинство или практически на все выработанные и вырабатываемые понятия, включая и те, которые рассмотрены в этой статье.

### 4.4 Квантовая онтология и лингвистика

В этом подразделе сделана попытка найти аналогию и сопоставить исходные позиции теории квантово-релятивистской физики, которая является основой современной научной картины мира, с теорией терминов и правилом построения определений понятий. В частности обратить внимание на воззрения относительно невозможности дать исчерпывающие определения понятиям, описать их неопределённое «облако», как размытую совокупность определений, и сравнить с квантовой моделью в микромире, где волна и частица также характеризуют неопределённое «облако» элементарных частиц.

До сих пор преобладает тенденция рассматривать квантово-релятивистскую теорию не как онтологию реального мира, а лишь как удачную вычислительную схему, позволяющую успешно предсказывать вероятности исходов различных физических экспериментов. При этом существует представление, что суть квантовой теории, т.е. реальную онтологию кван-

<sup>9</sup> Левенчук А. Практическое системное мышление. 2023. Изд-во: Издательские решения. 791 с.

<https://www.litres.ru/book/anatoliy-levenchuk/prakticheskoe-sistemnoe-myshlenie-2023-29799843/>.

<sup>10</sup> Курс лекций по философии управления П.Г. Щедровицкого в Высшей Школе Экономики 2000 г.

<https://shkp.ru/lib/publications/49>.

товых объектов (как там всё происходит на самом деле) понять принципиально невозможно. Поэтому предлагается «неописуемость» квантовой реальности принять как реальную онтологию квантовых объектов [43].

«Неописуемость» в данном случае означает, что квантовая реальность вне контекста измерительной процедуры (включающей акт наблюдения субъектом исхода эксперимента) не обладает сама по себе не только какими-либо классическими характеристиками, но также не обладает даже каким-то определённым квантовым состоянием. Если квантовая система ранее не подвергалась какой-либо процедуре измерения, то какие бы измерения над ней ни производили, о первоначальном состоянии этой системы ничего узнать нельзя. В процессе измерения исследуемая система переходит в одно из собственных состояний оператора измеряемой величины, а набор этих собственных состояний зависит только от вида оператора и не зависит от исходного состояния данной квантовой системы. Для того, чтобы по результатам измерения получить информацию об исходном состоянии (определить волновую функцию системы в исходном состоянии), необходимо собрать статистику, а для этого необходимо иметь ансамбль квантовых объектов, о котором заранее известно, что все эти объекты имеют одинаковое исходное квантовое состояние. Но такой ансамбль можно получить только с помощью какой-либо селективной процедуры, по сути тождественной измерению. Квантовую «неописуемость» принципиально невозможно истолковать как следствие неосведомлённости о каком-то вполне определённом «в себе» физическом состоянии. Это следует из «дополнительного» характера квантовых измерений, соответствующих некоммутирующим операторам. Такие измерения не могут быть осуществлены одновременно, и если одна из соответствующих этим измерениям наблюдаемых получает в результате измерения определённое значение, то другая, дополнительная ей наблюдаемая, напротив, будет объективно неопределённой. Следовательно, до измерения квантовая система в принципе не может иметь определённых значений всех этих «дополнительных» наблюдаемых одновременно. Т.е. неопределённость наблюдаемых в данном случае объективна, не есть следствие нашего незнания, а есть неопределённость самой квантовой системы [43].

Анализ процедуры измерения показывает, что перехода из «неописуемого» состояния в «описуемое» самой квантовой системы не происходит. Определённость возникает только в нашем восприятии, но не в самом объекте. Во-первых, безотносительно к наблюдению (чувственному восприятию) квантовая реальность «неописуема» в том смысле, что ей самой по себе невозможно до измерения приписать какие-либо классические характеристики (определённые координаты частиц, импульсы и т. п.) и даже невозможно до измерения приписать какое-то определённое квантовое состояние. Во-вторых, процедура измерения также не делает квантовую реальность более «описуемой», более определённой, т.к. акт измерения ничего не меняет в самой квантовой реальности, не делает её более определённой. Всякая определённость существует лишь в нашем интересубъективном восприятии. В-третьих, всякая динамика, всякое движение во времени есть феномен, существующий лишь в нашем восприятии, тогда как квантово-релятивистская физическая реальность абсолютно статична [43].

Если в приведённой выдержке заменить слова квантовая система, квантовые измерения (наблюдение), некоммутирующий оператор (или субъект) и другие, соответственно на ПрО, понятие (определение), субъекты (автор и пользователь термина), то видно, насколько близки описанные состояния в квантовых и понятийных системах.

Современная научная парадигма стоит на пороге квантовой революции. Центральные категории квантовой механики - нелокальность и запутанность - проявляются в языке квантовыми нелокальностью и запутанностью. В семиотическом аспекте характеристики квантовой реальности проявляются у иконических знаков, а когнитивная метафора, рассматриваемая с позиций квантовой механики, также обнаруживает близость квантовому миру. Символ, апеллирующий к образу, определяется как знак, закрепляющий содержания бессознательно и в силу этого непосредственно соотносящийся с квантовой реальностью [44].

Предполагается, что всё, что рационально осмыслено человеком, может быть полно и адекватно описано средствами языка. Но по отношению к содержательным областям бессознательного язык в своих репрезентативных возможностях оказывается бессильным. Эти области раскрывают себя в образах, в символах культуры. Образная природа метафоры, весьма близкой символу, связывает сознание человека и его бессознательное. За всеми языковыми эффектами и парадоксами, просматриваемыми в языке с позиций квантовой механики, вновь открывается «семантический человек», в котором две реальности – физическая и психическая, классическая и квантовая – взаимодействуют самым непосредственным образом. Познавая внешний мир, человек всё более полно постигает самого себя. Также и загадка

языка оказывается для человека загадкой его самого [44]. «Мы обнаружили странные следы на берегу Неизвестного, – писал Артур Эддингтон. – Мы одну за другой создавали глубокие теории, чтобы объяснить их происхождение. Наконец нам удалось воссоздать облик существа, оставившего отпечатки ног. И что же? Этим существом оказались мы сами» [45].

## 5 Синтез знаний в СА и ОА

Проблемы объединения знаний являются ключевыми в СА и ОА<sup>11</sup>. Знание об объекте является результатом решения задачи, оно описывает и фиксирует объект с какой-то одной стороны, выделяет в нём свойства, необходимые для решения этой задачи. То, что важно для решения одной задачи, нередко оказывается несущественным для решения других задач. Появление новых задач приводит к необходимости рассматривать объект с новых сторон, выделять в нём новые свойства и образовывать новые знания, которые необходимо согласовать с уже имеющимися знаниями об объекте. Объединение частных знаний об объекте имеет не только теоретическое, но и практическое значение. В [10] рассмотрены три механизма объединения знаний. Это систематизации в целях: употребления в практической деятельности, трансляции и обучения, создания многосторонней картины изучаемого объекта.

СА по Щедровицкому [9] - это метод исследования и проектирования СС, основанный на системном подходе к изучению объектов, его принципах и методах. СА - это средство решения проблем и задач, возникающих в процессе проектирования, управления и исследования СС. Основными принципами СА являются: целеориентированность, иерархичность, моделирование, формализация, структуризация, оптимизация [46].

ОА - это метод исследования сложных систем, основанный на понятии «онтологической схемы», которая представляет собой упрощённое изображение структуры и функций системы. ОА является важным инструментом для анализа СС, его применение требует от исследователя глубоких знаний в области СА, методологии и ПрО. ОА позволяет выявить основные элементы системы, их взаимосвязи и взаимодействия, а также определить ключевые проблемы и противоречия, которые могут возникнуть в процессе развития системы, позволяет более глубоко понять структуру и функции изучаемой системы, а также выявить возможные направления её развития [47].

Согласно [10] в систему научного предмета (НП) входит ряд основных типов единиц:

- *факты* (единицы эмпирического материала);
- *средства выражения* (языки разного типа, оперативные системы математики, системы понятий, заимствованные из других наук, понятия из общей методологии и т.п.);
- *методические предписания* (системы методик, фиксирующие процедуры научно-исследовательской работы);
- *онтологические схемы*, изображающие идеальную действительность изучения;
- *модели*, репрезентирующие частные объекты исследования;
- *знания*, объединяемые в систему теории;
- *проблемы*;
- *задачи* научного исследования.

В системе НП эти единицы организуются в связанные друг с другом агрегаты и образуют ряд функциональных и материально-организационных структур. Любой НП может быть

<sup>11</sup> См. также: **Вопросы методологии**. 1996. №3-4. *Щедровицкий Г.П.* Проблемы организации исследований: от теоретико-мыслительной к оргдеятельностной методологии анализа. С.5-20. *Щедровицкий Г.П.* Онтологические основания исследования мыслительной деятельности по решению задач и проблем. С.21-64. *Щедровицкий Г.П.* Онтология и онтологическая работа. С.65-122. *Щедровицкий Г.П.* Эпистемологические структуры онтологизации, объективации, реализации. С.123-164. *Щедровицкий Г.П.* Заметки об эпистемологических структурах онтологизации, объективации, реализации. С.165-176. [https://www.kentavr.mathedu.ru/text/voprosy\\_metodologii\\_1996\\_3-4/p21/](https://www.kentavr.mathedu.ru/text/voprosy_metodologii_1996_3-4/p21/).

представлен в виде набора блоков: если этот НП уже сложился, то блок-схема будет служить его изображением; если он только складывается, то выражением конструктивных требований к нему или его проектом. Вариант состава НП представлен на рисунке 8.

В зависимости от задач исследований и способов употребления схемы на неё будут накладываться различные связи и отношения, а в плоскости теоретического описания НП будет строиться фиксированная иерархия разных системных представлений. Основная трудность связана с тем, что между блоками, входящими в систему НП, существуют отношения и связи рефлексивного отображения. Особое место в системе НП занимают проблемы и задачи. Они фиксируют отношения несоответствия между наполнениями других блоков системы НП и определяют общий характер и направление процессов научно-исследовательской деятельности.

Каждый НП существует и изменяется в окружении (других НП, математики, методологии, философии), в котором он может получать эмпирический материал, онтологические представления и схемы, средства выражения для содержаний, образующих наполнение всех блоков. В частности, определяющим для всех НП является изменение и развитие категорий мышления, осуществляемые в рамках и средствами философии и методологии.

На передний план в СА и ОА должны выйти именно те блоки НП, которые изображают сам объект, т.е. онтология и модели, в которых можно найти средства для воспроизведения структуры объекта. Обязательным элементом является сопоставление имеющейся модели изучаемого объекта с моделями уже изученных объектов, а новых проблем, встающих перед этим объектом, - с теми проблемами, которые решались для других объектов. Если результаты сопоставления указывают на сходство проблем и объектов уже изученного и изучаемого, то можно перенести на новый объект те схемы анализа, которые были разработаны или применены при работе с изученным объектом.

На основе структурной модели строится планкарта, которая относится к объекту и представляющему его эмпирическому материалу: она переносит на них все те расчленения и связи, которые были получены на модели. Планкарта является схемой или программой, определяющей деятельность исследователя. Структурная модель строится на основе существующих частных знаний и частных предметов исследования данного объекта, охватывая объект в целом. Планкарта, фиксирующая предметы изучения, их последовательность и процедуры анализа в каждом предмете, является эффективным методологическим средством, позволяющим организовать исследования в определённом направлении, подчинить их согласованному движению к единой цели.

Модель всегда богаче свойствами, нежели сумма знаний, по которым она строилась, должна соответствовать объекту, и это соответствие распространяется на все её свойства.

Модели-конфигураторы после того, как с их помощью произведён синтез имеющихся знаний, сохраняются и развиваются, переходя в онтологию НП и становясь особым, постоянно действующим слоем всякой науки. Необходимо ещё до начала научного исследования объекта построить планкарту исследования, определить средства и метод работы. Всё здание науки начинает строиться с методологии [48], задающей план и программу всех исследований, а затем всё остальное, вплоть до системы формальных знаний теории.

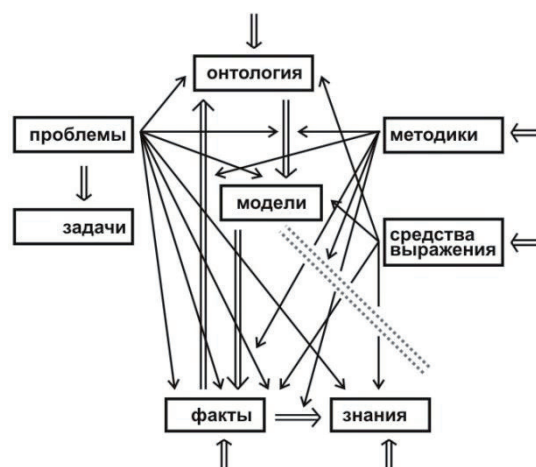


Рисунок 8 - Возможный вариант состава научного предмета по Г.П. Щедровицкому [10]

Любое знание или любая другая форма предметной организации: проект, онтологическая картина, конструкция, вещь, как элемент практической организации мира, может, в отличие от объектов природы, рассматриваться в контекстах *употребления их в деятельности и порождающей их деятельности* [47, 48]. В процессе коммуникации каждый раз должен появляться объект: один раз для решения проблем употребления знания, другой - для решения проблем порождения знания. Эти знания необходимо соотнести со всеми деятельностными структурами, процессами, т.к. в них будут изменяться онтологические картины и схемы соответственно тем организованностям, которые имеют онтологию.

Метод должен быть соразмерен объекту изучения, поэтому нет общих онтологических картин, общих средств анализа, общих понятий. Смысл в том, что онтологические картины, онтологию, онтологическую работу, объект необходимо описывать конкретно-исторически, а для этого нужны изменяющиеся средства и методы анализа. Исследуемый объект - исторически эволюционирующее, изменяющееся целое, в котором разные фазы и этапы наполнены разными структурными и процессуальными образованиями. Каждый такой этап представляет собой многообразие разных процессов, связанных друг с другом.

И здесь время – важный атрибут в онтологии, в СА и ОА [23].

## Заключение

СА и ОА, в первую очередь, - это методы познания, искусственные приёмы исследования действительности, в том числе и воображаемой, где система – это продукт, результат систематизации, классификации, онтологизации. Природа в хаосе материи, пользуясь законами мироздания и опираясь на онтологию ПрО, создала множество систем от галактик до человека, который, используя природоподобные технологии, создаёт СС артефактов. Онтология и гносеология – это «Инь и Янь»<sup>12</sup>, неразделимые и необходимые инструменты и средства синтеза и представлений знаний в ПрО, основа СА и ОА.

СА и ОА направлены на понимание СС и их компонентов, могут и должны использоваться вместе для более глубокого понимания и решения проблем. Различие этих понятий в большей степени определяется целеполаганием, теми традициями и контекстом, который сложился у исследователей в конкретных ПрО.

В рамках принятой номенклатуры НС [1] в НС 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» ОА, безусловно, является частью СА СС и входит в него, расширяя и дополняя СА.

## Список источников

- [1] Приказ Минобрнауки России от 24.02.2021 № 118 (ред. от 24.07.2023) «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются учёные степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук, утверждённое приказом Минобрнауки России от 10 ноября 2017 г. № 1093».
- [2] **Боргест Н.М.** Проблемы разработки и развития онтологии науки: анализ классификаций. *Онтология проектирования*. 2022. Т.12, №3(45). С. 278-298. DOI:10.18287/2223-9537-2022-12-3-278-298.
- [3] **Боргест Н.М.** Ключевые термины онтологии проектирования: обзор, анализ, обобщения. *Онтология проектирования*. 2013. №3(9). С.9-31.
- [4] **Дубровский В.Я., Щедровицкий Л.П.** Проблемы системного инженерно-психологического проектирования. М.: Издательство Московского университета, 1971. 94 с.
- [5] **Анохин П.К.** Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем / В сб. Принципы системной организации функций. М.: Наука, 1973. С.5–61.

<sup>12</sup> См. также: *От редакции*. Онтология Армагеддона: поиск выхода. *Онтология проектирования*, №4, Т.12, 2022. С.425-429.

- [6] **Садовский В.Н.** Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. М.: Наука, 1975. 280 с.
- [7] **Уемов А.И.** Системный подход и общая теория систем. М.: Мысль, 1978. 272 с.
- [8] **Моисеев Н.Н.** Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1981. 487 с.
- [9] **Щедровицкий Г.П.** Принципы и общая схема методологической организации системно-структурных исследований и разработок // Системные исследования: Методологические проблемы. Ежегодник 1981. М.: 1981.
- [10] Синтез знаний: проблемы и методы // На пути к теории научного знания. М.: 1984 [Г.П. Щедровицкий. Избранные труды. М., 1995] <https://www.fondgp.ru/publications/синтез-знаний-проблемы-и-методы/>.
- [11] **Волкова В.Н., Денисов А.А.** Основы теории систем и системного анализа. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1997. 510 с.
- [12] **Хорошевский В.Ф.** Проектирование систем программного обеспечения под управлением онтологий: модели, методы, реализации. *Онтология проектирования*. 2019. Т.9, №4(34). С.429-448. DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-4-429-448.
- [13] **Грибова В.В., Петряева М.В., Окунь Д.Б., Шалфеева Е.А.** Онтология медицинской диагностики для интеллектуальных систем поддержки принятия решений. *Онтология проектирования*. 2018. Т.8, №1(27). С.58-73. DOI:10.18287/2223-9537-2018-8-1-58-73.
- [14] **Тихонова Т.А., Сутягин П.В., Раузина С.Е.** Онтологии в изучении анатомии человека в медицинском вузе. *Международный журнал экспериментального образования* № 5, 2016. С.277-280.
- [15] **Ast M., Glas M., Röhm T.** Creating an Ontology for Aircraft Design. 2014. Corpus ID: 61230639. <https://www.semanticscholar.org/paper/Creating-an-Ontology-for-Aircraft-Design-Ast-Glas/39f52dd093f28982d678f6d434e935fac00c1bc3>.
- [16] **Дородных Н.О., Николайчук О.А., Юрин А.Ю.** Использование онтологических шаблонов содержания при построении баз знаний для технического обслуживания и ремонта авиационной техники. *Онтология проектирования*. 2022. Т.12, №2(44). С.158-171. DOI:10.18287/2223-9537-2022-12-2-158-171.
- [17] **Borgest N.M., Vlasov S.A., Glibotsky D.S.** Development and Application of an Application with Augmented Reality Technology for Training Future Aircraft Designers // Proceedings - 2023 International Russian Smart Industry Conference, SmartIndustryCon 2023. 2023. P.387-391. DOI: 10.1109/SmartIndustryCon57312.2023.10110795.
- [18] **Borgest N., Korovin M., Gromov Al., Gromov An.** The Concept of Automation in Conventional Systems Creation Applied to the Preliminary Aircraft Design. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2015. P.147-156. DOI 10.1007/978-3-319-15147-2.
- [19] **Боргест Н.М.** Будущее университета: онтологический подход. Часть 3: автоматизация бизнес-процессов. *Онтология проектирования*. 2014. №1(11). С. 24-41.
- [20] **Боргест Н.М.** Социально-экономический эффект онтологического анализа при создании информационных систем. *Онтология проектирования*. 2021. Т.11, №1(39). С.35-50. DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-1-35-50.
- [21] **Korovin M., Borgest N.** Multi-agent approach towards creating an adaptive learning environment. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2019. Vol. 836. P.216-224. DOI: 10.1007/978-3-319-97885-7\_22.
- [22] **Gruber T.R.** A translation approach to portable ontologies. *Knowledge Acquisition*, 1993; 5(2): 199-220. <https://tomgruber.org/writing/ontolingua-kaj-1993>.
- [23] **Дацюк С.А.** Онтологизации [Электронный ресурс]. Киев, 2009. 417 с. [http://lit.lib.ru/d/dacjuk\\_s\\_a/text\\_0030.shtml](http://lit.lib.ru/d/dacjuk_s_a/text_0030.shtml).
- [24] **Полянкина С.Ю.** Онлайн-образование: реонтологизация или деонтологизация? *Профессиональное образование в современном мире*. 2020. Т.10, №1. С.3428–3437. DOI: 10.15372/PEMW20200105.
- [25] **Bertalanffy L. von.** An Outline of General System Theory. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 1950, vol.I, N 2, p.134-165.
- [26] **Хазов В.С.** Системный анализ в современной методологии. *Архивъ внутренней медицины*. 2012. №5(7). С.62-68.
- [27] Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. М.: Высшая школа, 2004. 616 с.
- [28] Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. 848 с.
- [29] **Волкова В.Н., Денисов А.А.** Теория систем и системный анализ: учебник для вузов. М.: Изд-во «Юрайт», серия Университеты России, 2010. 679 с.
- [30] **Бочарников В. П., Бочарников И. В., Свешников С. В.** Основы системного анализа и управления организациями. Теория и практика. М.: ДМК Пресс. 2014. 286 с.



- [31] Системный анализ деятельности предприятий в экономике и финансах: учебное пособие / Л.С. Звягин, А.И. Сатдыков, О.В. Беспалова-Милек; под ред. Л.С. Звягина. М.: КНОРУС, 2020. 590 с.
- [32] *Rzevski G.* Self-organization in social systems. *Ontology of Designing*, 2014, N4, P.8-17.
- [33] ГОСТ Р 58908.12—2020 (ИСО 81346-12:2018) Промышленные системы, установки, оборудование и промышленная продукция. Принципы структурирования и коды. Часть 12. Объекты капитального строительства и системы инженерно-технического обеспечения. М.: Стандартинформ, 2020. 54 с.
- [34] ГОСТ Р 43.2.1-2007 Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Язык операторской деятельности. Общие положения. М.: Стандартинформ 2018. 15 с.
- [35] ГОСТ Р 43.0.2-2006 Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Термины и определения. М.: Стандартинформ. 2018. 7 с.
- [36] ГОСТ Р 59277-2020. Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта. Дата введения 2021-03-01. М.: Стандартинформ 2021. 16 с.
- [37] ГОСТ Р 43.0.12-2018. Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Базы знаний в технической деятельности. М.: Стандартинформ 2018. 30 с.
- [38] ГОСТ Р ИСО/МЭК 21838-1-2021. Информационные технологии. Онтологии высшего уровня (TLO). Часть 1. Требования. М.: Российский институт стандартизации, 2021. 28 с.
- [39] ГОСТ Р 54136-2010. Системы промышленной автоматизации и интеграция. Руководство по применению стандартов, структура и словарь. Дата введения 01.09.2011. М.: Стандартинформ 2012. 36 с.
- [40] ГОСТ Р 43.0.20-2019. Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Деятельность. М.: Стандартинформ. 2019. 24 с.
- [41] *Аристотель.* Сочинения в 4 томах. Т.2. М.: Мысль, 1978. 687 с. (Философское наследие). С.349-532. <http://filosof.historic.ru/books/item/f00/s00/z0000358/st006.shtml>.
- [42] *Мионов В.В., Иванов А.В.* Онтология и теория познания. М.: Гардарики, 2005. 447 с.
- [43] *Иванов Е.М.* Квантовая онтология. *Социосфера*, 2018. №3. С.33-45. <http://philosophystorm.org/node/16141>.
- [44] *Цветкова А.А., Евстафьева М.А.* Языкознание в аспекте квантовой теории. Гуманитарный научный вестник. 2020. №2. С.109-127. DOI: 10.5281/zenodo.3745533.
- [45] *Уилсон Р.А.* Квантовая психология. Управление сознанием: практично, остроумно, увлекательно. М.: Книжное издательство «София», 2016. 224 с.
- [46] Путеводитель по основным понятиям и схемам методологии Организации, Руководства и Управления: Хрестоматия по работам Г.П. Щедровицкого. Гл. ред. А.Г. Реус. Сост. А.П. Зинченко. М.: Дело, 2004. 208 с.
- [47] *Дубровский В.Я.* Онтология деятельности Г.П. Щедровицкого // Электронная публикация: Центр гуманитарных технологий. 26.02.2012. <https://gtmarket.ru/library/articles/6553>.
- [48] *Новиков А.М., Новиков Д.А.* Методология научного исследования. М.: Либроком. 2010. 280 с.

## Сведения об авторе

**Боргест Николай Михайлович**, 1954 г. рождения. Окончил Куйбышевский авиационный институт имени академика С.П. Королёва (1978), к.т.н. (1985). Доцент кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва, с.н.с. ИПУСС РАН. Член Международной ассоциации по онтологиям и их приложениям, Российской ассоциации искусственного интеллекта. В списке научных трудов более 200 работ в области автоматизации проектирования и ИИ. AuthorID (РИНЦ): 638887. Author ID (Scopus): 56566748500; ORCID: 0000-0003-2934-6198; Researcher ID (WoS): I-8689-2014. [borgest@yandex.ru](mailto:borgest@yandex.ru).



Поступила в редакцию 25.12.2023, после рецензирования 15.02.2024. Принята к публикации 26.02.2024.



## Systems and ontological analyses: similarities and differences between the concepts

© 2024, N.M. Borgest

Samara University (Samara National Research University named after academician S.P. Korolev), Samara, Russia  
Samara Federal Research Scientific Center of the Russian Academy of Science, Institute for the Control of Complex Systems of the Russian Academy of Science, Samara, Russia

### Abstract

Terms, concepts and their content are not only the foundations of public communications, the keys to mutual understanding, knowledge transfer and cognition, but also fundamental elements in the construction of computer ontologies for artificial intelligence systems. The evolution of knowledge in subject areas leads, as a consequence, to the evolution of language, which is forced to change, borrowing words from other areas, expanding their meanings. The concept of systems analysis has a broad interpretation and is actively used in various fields of activity (science, economics, design, engineering, etc.), going deeper and adapting to specific subject and subject areas. The concepts related to system analysis (system, subject area, problem area, etc.) are also evolving. Systems analysis focuses on the relationships between elements of a system and determining its structure and functions; it includes various modeling and optimization methods and is used to solve specific problems and problems. Ontological analysis is associated with the study and description of objects, events, processes and relationships in the subject area, of which the system (or systems) may be a part; describes the structure and properties of the elements that make up the system and the relationships between them; used to create a formal description of a system and provide a general understanding of its components. The result of ontological analysis can be the basis for systems analysis or a part of it. Systems and ontological analyses are aimed at understand complex systems and their components and can be used together. The difference between these concepts is largely determined by the content of the field of study concepts, its boundaries, the object of research as a process, goal setting, the traditions and context that have developed among researchers in specific subject areas. Within the framework of the accepted nomenclature of scientific specialties of the Higher Attestation Commission, it can be argued that ontological analysis is included in the scientific specialty “Systems analysis, control and information processing, statistics.”

**Keywords:** *systems analysis, ontological analysis, system, ontology, goal setting, subject area, problem area.*

**For citation:** Borgest NM. Systems and ontological analyses: similarities and differences between the concepts [In Russian]. *Ontology of designing.* 2024; 14(1): 9-28. DOI:10.18287/2223-9537-2024-14-1-9-28.

**Funding:** The study was financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, research theme code FMRW-2022-0030.

**Conflict of interest:** The author declares no conflict of interest.

### List of figures

Figure 1 – On the issue of the relationship and inclusion of the concepts of systems and ontological analyses

Figure 2 – Simplified diagrams of some systems of the human body

Figure 3 – Fragment of the ontology of human organs [14]

Figure 4 – Simplified diagrams of some systems of the B 737 aircraft

Figure 5 – Results of two-way matching (student chooses a topic, teacher chooses a student) for two groups of students [21]

Figure 6 – Knowledge graph of the scientific specialty “Systems analysis, control and information processing, statistics”

Figure 7 – Knowledge graph of the scientific specialty “Systems analysis, control and information processing, statistics” according to YandexGPT data

Figure 8 – Possible content of a scientific subject according to G.P. Shchedrovitsky [10]

## References

- [1] Order of the Ministry of Education and Science of Russia dated February 24, 2021 N 118 (as amended on May 11, 2022) [In Russian]. "On approval of the nomenclature of scientific specialties for which academic degrees are awarded, and amendments to the Regulations on the Council for the defense of dissertations for the degree of Candidate of Sciences, for the degree of Doctor of Science, approved by order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation of November 10, 2017 N 1093".
- [2] **Borgest NM**. Development problems of ontology of science: Classification analysis [In Russian]. *Ontology of designing*. 2022; 12(3): 278-298. DOI:10.18287/2223-9537-2022-12-3-278-298.
- [3] **Borgest NM**. Keywords of ontology of designing: review, analysis, generalization [In Russian]. *Ontology of designing*. 2013; 3(3): 9-31.
- [4] **Dubrovsky VYa, Shchedrovitsky LP**. Problems of system engineering and psychological design [In Russian]. Moscow: Moscow University Publishing House, 1971. 94 p.
- [5] **Anokhin PK**. Fundamental issues of the general theory of functional systems [In Russian]. In collection. Principles of systemic organization of functions. Moscow: Nauka, 1973. P.5–61.
- [6] **Sadovsky VN**. Foundations of general systems theory. Logical and methodological analysis [In Russian]. Moscow: Nauka, 1975. 280 p.
- [7] **Uemov AI**. Systems approach and general systems theory [In Russian]. Moscow: "Mysl", 1978. 272 p.
- [8] **Moiseev NN**. Mathematical problems of system analysis [In Russian]. Moscow: "Nauka", 1981. 487 p.
- [9] **Shchedrovitsky GP**. Principles and general scheme of methodological organization of system-structural research and development [In Russian]. System research: Methodological problems. Yearbook 1981. Moscow, 1981.
- [10] Synthesis of knowledge: problems and methods [In Russian]. On the way to the theory of scientific knowledge. Moscow, 1984 [G.P. Shchedrovitsky. Selected works. M., 1995] <https://www.fondgp.ru/publications/синтез-знаний-проблемы-и-методы/>.
- [11] **Volkova VN, Denisov AA**. Fundamentals of systems theory and system analysis [In Russian]. St. Petersburg: Publishing house of St. Petersburg State Technical University, 1997. 510 p.
- [12] **Khoroshevsky VF**. Ontology Driven Software Engineering: Models, Methods, Implementations [In Russian]. *Ontology of designing*. 2019; 9(4): 429-448. DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-4-429-448.
- [13] **Gribova VV, Petryaeva MV, Okun DB, Shalfeeva EA**. Medical diagnosis ontology for intelligent decision support systems [In Russian]. *Ontology of designing*. 2018; 8(1): 58-73. DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-1-58-73.
- [14] **Tikhonova TA, Sutyagin PV, Rausina SYe**. Ontologies in learning of human anatomy in institute of higher medical education [In Russian]. *International Journal of Experimental Education*. 2016; 5: 277-280.
- [15] **Ast M, Glas M, Röhm T**. Creating an Ontology for Aircraft Design. 2014. Corpus ID: 61230639. <https://www.semanticscholar.org/paper/Creating-an-Ontology-for-Aircraft-Design-Ast-Glas/39f52dd093f28982d678f6d434e935fac00c1bc3>.
- [16] **Dorodnykh NO, Nikolaychuk OA, Yurin AY**. Using ontological content patterns engineering for formalize the process of maintenance and repair of critical objects [In Russian]. *Ontology of designing*. 2022; 12(2): 158-171. DOI:10.18287/2223-9537-2022-12-2-158-171.
- [17] **Borgest NM, Vlasov SA, Glibotsky DS**. Development and Application of an Application with Augmented Reality Technology for Training Future Aircraft Designers // Proceedings - 2023 International Russian Smart Industry Conference, SmartIndustryCon 2023. 2023. P. 387-391. DOI: 10.1109/SmartIndustryCon57312.2023.10110795.
- [18] **Borgest N, Korovin M, Gromov AI, Gromov An**. The Concept of Automation in Conventional Systems Creation Applied to the Preliminary Aircraft Design. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2015. P.147-156. DOI 10.1007/978-3-319-15147-2.
- [19] **Borgest NM**. Future university: ontological approach. Part 3: automation of business processes [In Russian]. *Ontology of designing*. 2014; 1: 24-41.
- [20] **Borgest NM**. Socio-economic effect of ontological analysis when creating information systems [In Russian]. *Ontology of designing*. 2021; 11(1): 35-50. DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-1-35-50.
- [21] **Korovin M., Borgest N**. Multi-agent approach towards creating an adaptive learning environment. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2019; 836: 216-224. DOI:10.1007/978-3-319-97885-7\_22.
- [22] **Gruber TR**. A translation approach to portable ontologies. *Knowledge Acquisition*, 1993; 5(2): 199-220. <https://tomgruber.org/writing/ontolingua-kaj-1993>.
- [23] **Datsyuk S**. Ontologization. Kiev, 2009, 417 p. Available at: [http://lit.lib.ru/d/dacjuk\\_s\\_a/text\\_0030.shtml](http://lit.lib.ru/d/dacjuk_s_a/text_0030.shtml).
- [24] **Polyankina SYu**. Online-education: reontologisation or deontologisation? [In Russian]. *Professional education in the modern world*, 2020; 10(1): 3428–3437. DOI: 10.15372/PEMW20200105.
- [25] **Bertalanffy L. von**. An Outline of General System Theory. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 1950; I(2): 134-165.

- [26] **Khazov VS.** System analysis in modern methodology [In Russian]. *Archive of Internal Medicine*. 2012; 5(7): 62-68.
- [27] System analysis and decision making: Dictionary-reference book [In Russian]. Ed. V.N. Volkova, V.N. Kozlova. Moscow: Higher School, 2004. 616 p.
- [28] Systems theory and system analysis in the management of organizations: Handbook [In Russian]. Ed. V.N. Volkova and A.A. Emelyanova. Moscow: Finance and Statistics; INFRA-M, 2009. 848 p.
- [29] **Volkova VN, Denisov AA.** Systems theory and system analysis: a textbook for universities [In Russian]. Moscow: Publishing house "Urayt", series Universities of Russia, 2010. 679 p.
- [30] **Bocharnikov VP, Bocharnikov IV, Sveshnikov SV.** Fundamentals of system analysis and management of organizations. Theory and practice [In Russian]. Publisher: DMK Press. 2014. 286 p.
- [31] System analysis of enterprise activities in economics and finance: textbook [In Russian]. L.S. Zvyagin, A.I. Satdykov, O.V. Bepalova-Milek; edited by L.S. Zvyagina. Moscow: KNORUS, 2020. 590 p.
- [32] **Rzevski G.** Self-organization in social systems. *Ontology of Designing*, 2014; 4: 8-17. [https://www.ontology-of-designing.ru/article/2014\\_4\(14\)/3\\_Rzevski.pdf](https://www.ontology-of-designing.ru/article/2014_4(14)/3_Rzevski.pdf).
- [33] GOST R 58908.12—2020 (ISO 81346-12:2018) Industrial systems, installations, equipment and industrial products. Structuring principles and codes. Part 12. Capital construction facilities and engineering support systems [In Russian]. Moscow: Standardinform, 2020. 54 p.
- [34] GOST R 43.2.1-2007 Information support for equipment and operator activities. Language of operator activity. General provisions [In Russian]. Moscow: Standardinform 2018. 15 p.
- [35] GOST R 43.0.2-2006 Information support for equipment and operator activities. Terms and Definitions [In Russian]. Moscow: Standardinform. 2018. 7 p.
- [36] GOST R 59277-2020. Artificial intelligence systems. Classification of artificial intelligence systems [In Russian]. Date of introduction 2021-03-01. Moscow: Standardinform 2021. 16 p.
- [37] GOST R 43.0.12-2018. Information support for equipment and operator activities. Knowledge bases in technical activities [In Russian]. Moscow: Standardinform 2018. 30 p.
- [38] GOST R ISO/IEC 21838-1-2021. Information Technology. Top-level ontologies (TLOs). Part 1. Requirements [In Russian]. Moscow: Russian Institute of Standardization, 2021. 28 p.
- [39] GOST R 54136—2010. Industrial automation systems and integration. Standards Application Guide, Structure and Vocabulary [In Russian]. Moscow: Standardinform 2012. 36 p.
- [40] GOST R 43.0.20-2019. Information support for equipment and operator activities. Activity [In Russian]. Moscow: Standardinform. 2019. 24 p.
- [41] **Aristotle.** Works in 4 volumes [In Russian]. V.2. Moscow: Mysl, 1978. 687 p. (Philosophical Heritage). P.349-532.
- [42] **Mironov VV, Ivanov AV.** Ontology and theory of knowledge [In Russian]. Moscow: Gardariki, 2005. 447 p.
- [43] **Ivanov EM.** Quantum ontology [In Russian]. *Sociosphere*. 2018; 3: 33-45. <http://philosophystorm.org/node/16141>.
- [44] **Tsvetkova AA, Evstafieva MA.** Linguistics in the aspect of quantum theory [In Russian]. *Humanitarian scientific newsletter*. 2020; 2: 109-127. DOI:10.5281/zenodo.3745533.
- [45] **Wilson RA.** Quantum psychology. Mind control: practical, witty, entertaining [In Russian]. Moscow: Book publishing house "Sofia", 2016. 224 p.
- [46] A guide to the basic concepts and schemes of the methodology of Organization, Leadership and Management: A Reader on the works of G.P. Shchedrovitsky [In Russian]. Chief editor A.G. Reus. Comp. A.P. Zinchenko. Moscow: Delo, 2004. 208 p.
- [47] **Dubrovsky VYa.** Ontology of G.P. Shchedrovitsky's activity [In Russian]. Electronic publication: Center for Humanitarian Technologies. 02/26/2012. <https://gtmarket.ru/library/articles/6553>.
- [48] **Novikov AM, Novikov DA.** Methodology of scientific research [In Russian]. Moscow: Librocom. 2010. 280 p.
- 

## About the author

**Nikolay Mikhailovich Borgest** (b.1954) graduated from the Kuibyshev Aviation Institute named after academician S.P. Korolev (Kuibyshev) in 1978, PhD (1985). He is an Associate Professor at the Samara National Research University named after academician S.P. Korolev, a Senior Research worker at ICCS RAS. He is a member of the International Association for Ontology and its Applications, a member of the Russian Association of Artificial Intelligence, a co-author of more than 200 scientific articles and abstracts in the field of CAD and AI. AuthorID (RCI): 638887. Author ID (Scopus): 56566748500; ORCID: 0000-0003-2934-6198; Researcher ID (WoS): I-8689-2014. [borgest@yandex.ru](mailto:borgest@yandex.ru).

---

Received December 25, 2023. Revised February 15, 2024. Accepted February 26, 2024.

---