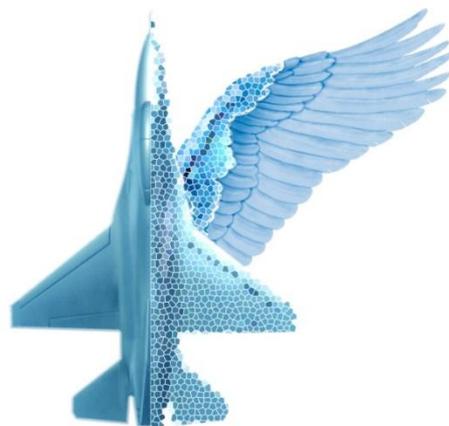


Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева  
ИПУСС РАН - СамНЦ РАН

# ОНТОЛОГИИ и информационные системы

*По материалам публикаций  
в научном журнале «Онтология  
проектирования» и не только*



**БОРГЕСТ**  
**Николай Михайлович,**  
выпускающий редактор  
научного журнала  
«Онтология проектирования»

**29 мая 2024 - Москва**

1. Основные используемые понятия
2. Проблемы и задачи от Д.А. Поспелова
3. Проблемы сегодняшнего дня. Онтологизация
4. Краткая история онтологии в информатике
5. Инфраструктура онтологии в информатике
  - 5.1. Конференции (ЗОНТ, FOIS...), семинары, ассоциации
  - 5.2. Журналы (Applied ontology, Онтология проектирования)
  - 5.3. Онтологические саммиты
6. Системный и онтологический анализы
7. Онтология научного направления
8. Онтология проектирования
9. Личностный опыт в онтологии проектирования
10. Онтологии в виртуальных мирах

**ОНТОЛОГИЯ** – наука о сущем, о бытии.

**ОНТОЛОГИЯ в информатике (компьютерная онтология)** наука о формализации деятельности, о её моделировании в конкретной предметной области на уровне концептов (спецификация концептуализации).

**ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ** – вид человеческой активности, направленной на преобразование, совершенствование действительности и самого себя.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ** – вид моделируемой деятельности, включающий различные формы организации, основанные в т.ч. на проектах (инженерные, научные, художественные, учебные, организационные...).

**ЛЮБАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**, обращённая в будущее (управление, менеджмент, планирование, образование, прогнозирование, производство...), есть проектная деятельность.

**ОНТОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ** – научное направление исследует вопросы формализованного описания знаний субъектов деятельности о процессе деятельности, включая знания об объекте деятельности и близких к нему по свойствам артефактов, а также тезаурус ПрО.

**ПРЕДМЕТНАЯ ОБЛАСТЬ (ПрО)** – совокупность объектов реального или виртуального мира, образующая предмет моделирования в информационной системе. **ПрО** – это часть реального мира, которая подлежит изучению с целью автоматизации организации деятельности.

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА (ИС)** – это специализированная система (организационно упорядоченная совокупность программно-аппаратных и других вспомогательных средств) для хранения, поиска и обработки информации в конкретной ПрО, которая моделируется ИС.

**СИСТЕМНЫЙ и ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ** анализы - это методы познания, приёмы исследования действительности, в том числе, воображаемой, где **система** – это продукт, результат систематизации, классификации, онтологизации. **Различие между этими понятиями** в большой степени определяется **целеполаганием, теми традициями и контекстом**, который сложился у исследователей в конкретных предметных областях (ПрО).

**ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ** способствует полноте представления ПрО в ИС, эффективному решению задач системного анализа в этой ПрО и обеспечивает возможность развития ИС под новые задачи, на основе **ИНТЕРСУБЪЕКТИВНОСТИ** способствует **ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ** - концептуальной интеграции разрабатываемой ИС с другими ИС.

**Поспелов Д.А.**

**Где исчезают виртуальные миры? //**  
Новости искусственного интеллекта. №3, 2003. С.5-10



«...граница между миром художественным и миром реальным проходит не по границе изменения **онтологии**, а по границе изменения **прагматики**. Всякое изменение прагматики есть изменение мотивов наших действий, выбора в альтернативных ситуациях, отношения к окружающему миру».

- До какого предела может быть искажена **онтология** реального физического мира, чтобы лицо, погруженное в него, всё-таки могло бы сохранять **иллюзию возможности познания этого мира** и правил действий в нём?
- Какие образующие составляют **каркас наших представлений** о мире?
- Что для восприятия и сознания определяет возможность **его объяснения**?
- Какие нарушения и нелепости мы готовы, в конце концов, принять в **онтологию** мира, в который мы погружены?

**Поспелов Д.А.** «Сознание», «самосознание» и вычислительные машины // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник / Под ред. И.В. Блауберга, О.Я. Гельмана, В.П. Зинченко и др. №1, М.: Наука, **1969**, с.178–184.

«...Окружающий машину **мир** обладает определённой структурой, представляет из себя совокупность объектов, связанных между собой сложными системами связей... Сложность отображения этого мира в памяти машины связана с **необходимостью отображения его структуры, его динамики и законов взаимодействия мира с машиной.**

...предметом исследования в машине  
является каким-то образом сформированная

## **МОДЕЛЬ МИРА,**

адекватная ему с точки зрения системно-структурного подхода.

Принципиальное отличие **гиромата** от существующих вычислительных машин состоит в том, что в процессе своего функционирования **гиромат** строит в своей памяти **МОДЕЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ** и **синтезирует программу действий** в соответствии с **заложенными в него целями**, сообразуясь с этой моделью. Кроме того, в модели отражен сам гиромат, вся его структура и все известные из опыта функционирования в данной среде взаимоотношения между ним и средой. Это даёт гиромату возможность анализировать не только мир, в котором он функционирует, но и своё функционирование в этом мире...»

**Поспелов Д.А. Представление знаний.** Опыт системного анализа // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник / Под ред. Д. М. Гвишиани, В. Н. Садовского. №17, М.: Наука, **1985**, с.83–102.

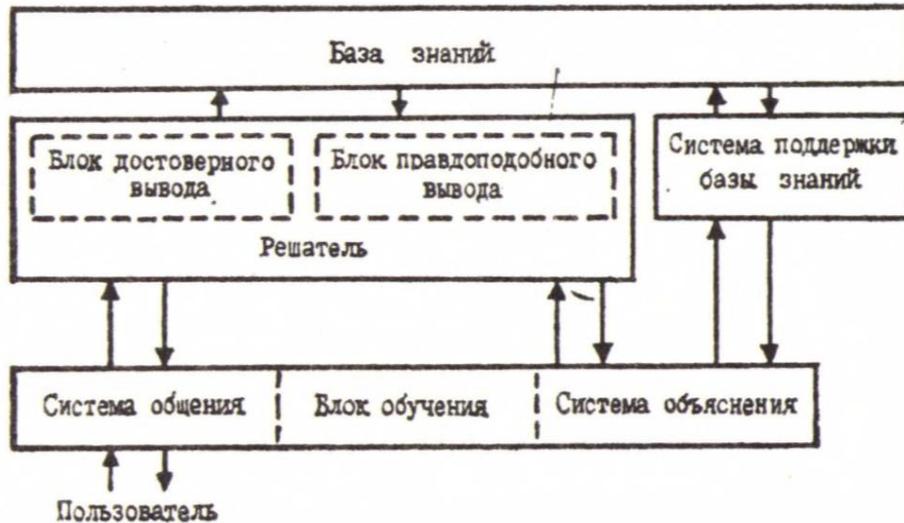
### «...Проблема представления знаний в области искусственного интеллекта является центральной...»

Сущность шкалирования состоит в том, что знания о некоторой ПрО как бы размещены в семантическом пространстве, шкалами которого являются некоторые обобщенные характеристики.

Еще **Осгуд** показал, что почти для всех понятий можно построить трехмерное семантическое пространство, оси которого можно интерпретировать как **шкалу оценок, шкалу силы и шкалу активности...** Близость расположения в нем слов, характеризующих определенные понятия, оценивала их ситуативную близость...

### **Нерешённые задачи в области представления знаний**

- ✓ Задача создания **активных СПЗ** и организации на их основе процедурных знаний, необходимых для данной ситуации.
- ✓ В моделях знаний необходимо отражать информацию о **мотивах, целях, поступках** и поведении, которая имеет **моральную, этическую и социальную оценочную** компоненты.
- ✓ Необходима разработка разнообразных систем **правдоподобных рассуждений, рассуждений по ассоциации и рассуждений по аналогии.**
- ✓ Необходимо учитывать в знаниях различную **неполноту**, связанную с качественным характером знаний, **недетерминированностью** их и т. п...»



Поспелов Д.А. Инженерия знаний  
//Наука и жизнь, №6, 1987, с.11-24.

*«...В базе знаний хранятся все необходимые сведения о специфике и законах данной проблемной области и о способах решения возникающих в ней задач...»*

**Сможет ли человек, даже будучи хорошим специалистом в своей области, понять и оценить то, что предлагает интеллектуальная система?**

*Ведь в будущем такие системы станут объединяться в информационные сети, которые дадут нам возможность пользоваться знаниями друг друга, перерабатывать огромные объёмы информации, хранящиеся в самых различных местах земного шара.*

**Останутся ли возможности СИСТЕМ ОБЪЯСНЕНИЯ в этом случае достаточными для того, чтобы человек мог бы проверить и перепроверить решения, рекомендуемые машинами?...»**



FIGURE E

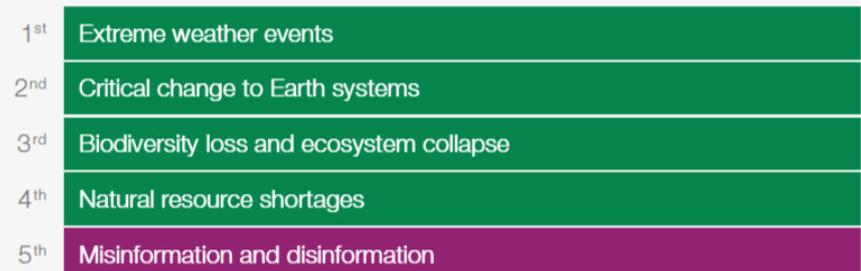
**Global risks ranked by severity**

*"Please estimate the likely impact (severity) of the following risks over a 2-year and 10-year period."*

**Short term (2 years)**



**Long term (10 years)**



The Global Risks Report 2024. January 2024. World Economic Forum. 124 p. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2024.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2024.pdf).

Граф знаний «Истина»



Переоценка собственных ресурсов, недооценка ресурсов противостоящей стороны, неучёт злонамеренных действий и «игры не по правилам» (внешне принимаемых, но не соблюдаемых, а лишь декларируемых), которая характерна для тех, кто эти правила и пишет, - **всё это делает процесс торжества Истины трудно осуществимым.**

# Ontology Summit 2024

Ontologies and Large Language Models (LLMs) such as OpenAI's GPT-4 represent two different but related concepts within the fields of artificial intelligence and knowledge representation.



Онтологии и LLM представляют собой две разные, но **связанные концепции в области ИИ и представления знаний.**

## The Evolving Landscape: Generative AI, Ontologies, and Knowledge Graphs

Deborah L. McGuinness

Tetherless World Senior Constellation Chair

Professor of Computer, Cognitive, and Web Sciences and Industrial  
and Systems Engineering

Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY, USA

October 11, 2023

Ontology Summit 2024 – Setting the Stage Series

Ontolog Forum



# Hype Cycle for Artificial Intelligence, 2023



Note KG place

Plateau will be reached:

- less than 2 years
- 2 to 5 years
- 5 to 10 years
- ▲ more than 10 years
- ⊗ obsolete before plateau

As of July 2023

«Для достижения успеха потенциала **LLM** необходимы два ключевых элемента: **графы знаний и метаданные**. Используя графы знаний и метаданные для связывания и обогащения данных контекстом и выявления взаимосвязей, **LLM** становятся не просто *умными попузями*. Благодаря интеграции разрозненных источников данных и предоставлению единой системы обмена информацией структура данных на основе графа знаний позволяет предприятиям использовать **LLM** для улучшения совместной работы».

<https://www.ontotext.com/>



ontotext

**Realize LLM Potential:  
A Knowledge Graph, Metadata  
& Data Fabric Approach**

**Doug Kimball**  
Chief Marketing Officer

**Sumit Pal**  
Strategic Technology Director

**Thursday  
May 30<sup>th</sup>**  
11 am EST  
4 pm BST  
5 pm CEST

**WEBINAR**

Аксиома-постулат:

## Онтологизация должна всегда предшествовать цифровизации

Аксиома – очевидное утверждение, не требующее экспериментальной проверки и не имеющее исключений.

Постулат – неочевидное утверждение, для доказательства достоверности которого требуется экспериментальная проверка.

### ПРОБЛЕМЫ:

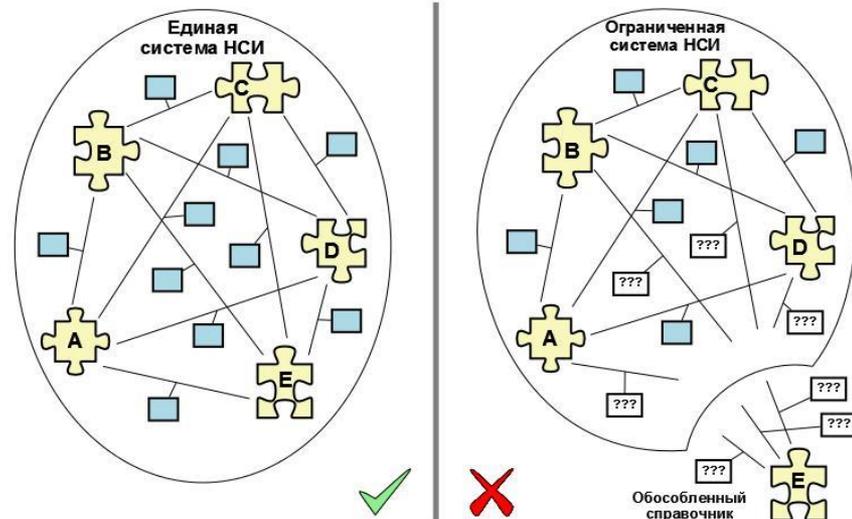
- **низкая формализация семантики процессов** в ПрО;
- отсутствие **адекватных описаний сущностей** и коммуникаций, согласованных понятий и решений в ИС, обусловленное использованием разнородных систем, построенных без применения онтологий ПрО;
- **разные практики** в различных ПрО имеют разные степени сложности, проработанности, формализованности процессов и участия человека в решении проектных задач;
- наличие разных подходов и **терминологий** по схожим процедурам, терминологических и понятийных разрывов **затрудняет обмен и передачу** накапливаемого опыта передовых отраслей и проектных практик в другие ПрО.

## Потребность в ОНТОЛОГИЗАЦИИ экономики и промышленности

*Без соглашений, принимаемых и одобряемых участниками любой деятельности, без представления в ИС знаний, одинаково понимаемых людьми и машинами, дальнейшее развитие невозможно.*

**Необходимо обобщить накопившийся проектный опыт лучших практик, разработать и предложить теоретические основы онтологии проектной деятельности – ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Единое информационное пространство справочных данных

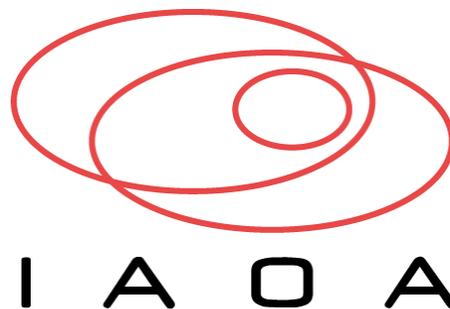


«Без построения онтологической модели объекта невозможно формализовать его взаимосвязи с другими сущностями, т.к. правила совместимости двух объектов определяются по совокупной совместимости их составных частей»

**А.Н. Андриченко**  
Онтология проектирования, №2, 2012

## ИНФРАСТРУКТУРА ОНТОЛОГИИ:

ассоциации, лаборатории, институты, конференции, семинары, журналы



The  
International  
Association for  
Ontology and  
its Applications



**FOIS 2024** - флагманская конференция Международной ассоциации по онтологиям и их приложениям (*The International Association for Ontology and its Applications, IAOA*) -

**Международная конференция по формальной онтологии в ИС** (*14th International conference on Formal Ontology in Information Systems*) пройдёт в этом году в университете Твенте 8-9 июля (онлайн) и 15-19 июля в Энсхеде (Нидерланды).



Группа семантики, кибербезопасности и сервисов этого университета (*The Semantics, Cybersecurity & Services group (SCS) of the University of Twente*) принимает у себя **FOIS2024**.

51-й выпуск журнала «Онтология проектирования» благодаря Лауре (*A.W.L. Ligtenberg Management /Office-Assistant SCS*) стал заочным участником конференции **FOIS 2024**

## Семинары FOIS2024

### **CAOS: познание и онтологии**

Серия семинаров, посвящённых **взаимосвязи между познанием и онтологиями** с целью моделирования и репрезентации когнитивных явлений для ИИ.

В 2024 году CAOS проводится в рамках совместных семинаров по онтологии (**JOWO**).

С внедрением ИИ в повседневную жизнь понятие воплощённого познания и когнитивных вычислений, а также **связь между символическими и нейро-символическими методами и когнитивными науками** приобретают решающее значение. Конвергенция представления знаний, символических подходов и современных возможностей больших языковых моделей (*LLM*) открывает новые возможности для улучшения понимания когнитивных явлений.

### **FOMI: семинар по формальным онтологиям для индустрии**

Международный форум Технического комитета по промышленности и стандартам *IAOA* обсудят вопросы, связанных с методами, теориями, инструментами и приложениями, основанными на формальных онтологиях, моделировании знаний и семантической совместимости в **широких промышленных контекстах**.

**CAOS: Cognition And OntologieS.** <https://caos.inf.unibz.it/>.

**JOWO: The Joint Ontology Workshops.** <https://www.iaoa.org/jowo/>.

**FOMI: 13th International Workshop on Formal Ontologies Meet Industry.**

<https://appliedontolab.github.io/fomi2024/>.

## Семинары FOIS2024

### **FOUST VIII: Семинар по фундаментальной онтологии**

Фундаментальные онтологии - это попытки систематизировать категории мышления или реальности высокого уровня. Они направлены на понимание и формализацию значения общих терминов, таких как **объект, событие, свойство, время, качество, отношение и процесс**. Фундаментальные онтологии - важнейший инструмент для решения проблем **взаимодействия ИС**. Отсутствие консенсуса отражает укоренившиеся дебаты, проистекающие из различных точек зрения на реальность, разум и язык.

### **KM4LAW: управление знаниями и анализ процессов в юриспруденции**

Цели исследований: классификация правовых источников, юридические онтологии, сходство норм и кластеризация, анализ процессов для соответствия законодательству, полуавтоматическое юридическое толкование, отображение эволюционирующих юридических концепций и определений с течением времени, извлечение и классификация информации, обнаружение лингвистических явлений и закономерностей в юридических источниках, **многоязычное согласование концепций внутренних и международных правовых источников**, извлечение и анализ юридических ссылок и сетевой анализ и др.

**FOUST VIII: 8th Workshop on Foundational Ontology.** <https://foust.inf.unibz.it>.  
3rd international workshop.

**KM4LAW – Knowledge Management and Process Mining for Law.**  
<https://km4law.di.unito.it/>.

## Семинары FOIS2024

### **OK4I: Онтологии и графы знаний для промышленности**

Цель семинара - представить конкретные варианты использования, основанные на *KGs* и онтологиях, и их встроенность в **общую корпоративную среду**. Особое внимание полезности для бизнеса и воздействия, создаваемого с помощью *KGs* и семантических технологий, **в решении отраслевых проблем**.

### **OntoCom X: семинар по онтологиям и концептуальному моделированию**

Семинар посвящён практическому и формальному применению онтологий в концептуальном моделировании. Концептуальное моделирование, основанное на онтологиях, становится более фундаментальным из-за присущей ему способности представлять **реальность теоретически и семантически согласованным образом**. Онтологии обладают потенциалом для решения сложных проблем. Преимущества, которые могут быть получены от применения базовой онтологии, включают улучшенное отображение на ПрО реального мира, повышенный уровень коммуникации и понимания между заинтересованными сторонами, повторное использование моделей, семантическую интеграцию и интероперабельность, а также **повышение общей эффективности разработки и эволюции ИС**.

**OK4I: Ontologies and Knowledge Graphs for Industry.** <https://www.iai.kit.edu/ok4i>.

**OntoCom X: 10th International Workshop on Ontologies and Conceptual Modeling.** <https://ontocomworkshops.github.io/OntoCom2024>.

## Семинары FOIS2024

### **ST4DM: Семантические технологии для управления данными**

**KGs** - популярный формат представления данных благодаря гибкой модели данных, которая делает их подходящими для тех задач, где данные, поступающие из нескольких, возможно, разнородных источников, должны быть интегрированы для полноценного использования.

### **LLMO: Семинар по конвергенции LLM и онтологий**

Разработка LLM привели к росту интереса использования онтологий и KGs для расширения возможностей LLM и устранения ограничений. Объединение онтологий и KGs с LLM в области генерации обещает проложить путь к более объяснимым системам ИИ.

В рамках **FOIS 2024** - новый семинар **FOAM**, который объединяет ряд семинаров на принципах поиска, доступности, взаимодействия и многократного использования онтологий, описывающих набор требований к возможности повторного использования ресурсов и интероперабельности.

### **ST4DM: Semantic Technologies for Data Management.**

<https://sites.google.com/diag.uniroma1.it/st4dm>.

### **LLMO: Workshop on the Convergence of LLM and Ontologies.**

<https://johnbeve.github.io/LLMO-FOIS/>.

### **FOAM 2024: FAIR principles for Ontologies a Metadata in Knowledge Management.**

<https://onto4fair.github.io/>.

## Конференции и семинары в 2024 году



**WISDOMS** (акроним Мудрость): Международный семинар по интеграции семантики данных, онтологий, моральных и культурных ценностей и их влияния на общество проводится совместно с Европейским симпозиумом по семантической сети *ESWC 2024 (European Semantic Web Symposium)* в Херсониссос (Греция) 26-30 мая. *WISDOMS: International Workshop on Integrating the Semantics of Data, Ontologies, Moral and cultural values and their Societal impact.* <https://wisdoms-workshop.github.io>.

*ESWC 2024: Fabrics of Knowledge: Knowledge Graphs and Generative AI.* <https://2024.eswc-conferences.org/>.



15-я Международная конференция по вычислительному творчеству, **ICCS'24** которая пройдет с 17 по 21 июня 2024 г в Университете Йенчепинга (Швеция) *The 15th International Conference on Computational Creativity (ICCS'24)*. <https://computationalcreativity.net/iccc24/>.



**ICTAI 2024** (36-я международная конференция *IEEE* по инструментам с ИИ), пройдет с 30 октября по 1 ноября 2024 года в Херндоне (штат Вирджиния, США).

Темы: **представление знаний** и рассуждение; извлечение, управление и обмен знаниями; рассуждения на основе прецедентов и системы, основанные на знаниях; **КОГНИТИВНОЕ моделирование** и семантическая сеть и др.

## Конференции в 2024 году

### X Международную конференцию по когнитивной науке

26-30 июня 2024 года в г. Пятигорске. Конференция организуется Межрегиональной общественной организацией «Ассоциация когнитивных исследований».

Цель конференции – обсуждение ключевых проблем междисциплинарных когнитивных исследований (**познание, интеллект, мышление, язык и речь, приобретение и реализация навыков и знаний** и др.). Традиционно в конференции участвует широкий круг специалистов, представляющих различные научные дисциплины (психология, лингвистика, нейрофизиология, педагогика, компьютерные науки и др.).

### XI КОНФЕРЕНЦИЯ ПО КОГНИТИВНЫМ СИСТЕМАМ

17-19 июня 2024 г. в Палермо (Италия) на площадке Итальянского национального исследовательского совета (*National Research Council*).

Темы: концептуальный вывод и рассуждения; планирование и эвристический поиск; здравый смысл и качественное моделирование; хранение и извлечение данных из памяти; структурное обучение и накопление знаний; понимание и генерация естественного языка; обработка дискурса и диалогов; когнитивные модели и архитектуры; многозадачность и внимание; когнитивные аспекты эмоций и личности и др.

### X Международная конференция по когнитивной науке.

<https://lomonosov-msu.ru/rus/event/8145/>.

*The Eleventh Annual Conference on Advances in Cognitive System.*

<http://www.cogsys.org/conference/2024/>.



**43-я Международная конференция по концептуальному моделированию (ER 2024)** состоится 28-31 октября 2024 г. в Питтсбурге (США)

Темы: исследования и практика в теории концепций и онтологий, методы преобразования концептуальных моделей в эффективные реализации, методы и инструменты для разработки и передачи концептуальных моделей и др.

## Конференция Знания, Онтологии, Теории

Тематика международной конференции **ЗОНТ** (прошло девять) отражает основные стадии процесса познания:



- **Обнаружение закономерностей и извлечение знаний**, скрытых в структурированных и неструктурированных данных. Машинное обучение. Распознавание образов, анализ данных. Прогнозирование...
- **Систематизация знаний**. Инженерия знаний. Управление знаниями. Извлечение знаний из текстов на естественном языке. Разработка онтологий предметных областей, технологии создания и применения онтологий.
- **Построение теорий предметных областей**. Разработка семантических и онтологических моделей предметных областей. Анализ формальных понятий. Логическая семантика естественного языка. Нечёткие логики.

# Applied Ontology

*An Interdisciplinary Journal of Ontological Analysis and Conceptual Modeling*

**ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЕ ВОПРОСЫ** • Философские основы онтологии •  
Базовые онтологические категории и отношения • Онтология, эпистемология  
и семиотика

**ПРИКЛАДНЫЕ ОНТОЛОГИИ** • Онтология времени, событий и процессов •  
Онтология пространства и географии • Онтология физики и физических объектов •  
Онтология биомедицины • Онтология ментальных сущностей • Онтология агентов  
и действий • Онтология организаций и социальной реальности • Онтология  
информационного общества • Онтология бизнеса и электронной коммерции •  
Онтология права • Онтология истории, культуры и эволюции

**РАЗРАБОТКА ОНТОЛОГИЙ И КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЙ** •

Методологии разработки онтологий • Влияние онтологического анализа на текущие методы  
моделирования • Примеры передовой практики и тематические исследования

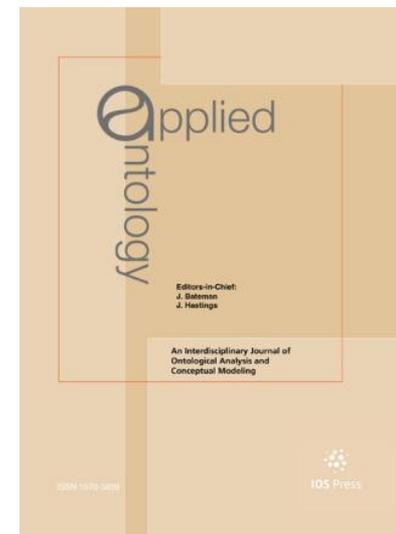
**УПРАВЛЕНИЕ ОНТОЛОГИЯМИ** • Инструменты для разработки, анализа и сравнения онтологий •  
Сравнение и оценка онтологий • Управление онтологиями, их сопровождение, управление версиями •  
Методологии объединения, выравнивания и интеграции онтологий • Semantic Web

**ОНТОЛОГИЯ И ЯЗЫК** • Онтология и семантика естественного языка • Онтологические и лексические  
ресурсы • Онтология и терминология • Методы изучения онтологий и их оценка • Роль онтологий в  
системах естественного языка

**ОНТОЛОГИЯ, ПОЗНАНИЕ, ВОСПРИЯТИЕ** • Концептуальные схемы, инвариантности восприятия и  
онтологическая категоризация • Психологические эксперименты по оценке когнитивной адекватности  
онтологических категорий

**СТАНДАРТЫ ОНТОЛОГИИ И КОНТЕНТА** • Библиотечное дело • Организация знаний • **Музеи и  
хранилища культуры** • Мультимедийный контент • Описания продуктов • Описания процессов и услуг •  
Биомедицинская и другие научные терминологии

**ИННОВАЦИОННЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЙ**



# Ontology of Designing

научный журнал

## **ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ:**

### **ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

когнитивное моделирование; философия техники; парадигмы и принципы проектирования; пространство семантики и семиотики, акмеологии и социологии, феноменологии в проектной деятельности; суть, смысл и цель проектирования; роль гносеологии, когнитологии в онтологии проектирования; субъект и объект проектирования; инженерная психология; человеко-машинный интерфейс; коллективное проектирование; управление человеческими ресурсами...

### **ПРИКЛАДНЫЕ ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

принципы использования онтологий в проектировании; проектирование, управляемое онтологией; проектирование, использующее онтологий; параллельное проектирование; онтологий предметных областей проектирования; интеллектуальные системы проектирования, использующие онтологий; технические справочники на основе онтологий; онтологий проектирования и обучающие системы; тезаурусы и базы знаний в проектировании...

### **ИНЖИНИРИНГ ОНТОЛОГИЙ**

когнитивные принципы формирования онтологий; языки формализации онтологий; инструментальные интегрированные среды инжиниринга онтологий; конструирование онтологий; нахождение семантических связей, подобия между онтологиями; композиция онтологий; динамика онтологий и денотативных баз данных; платформы, форматы стандарты для инжиниринга онтологий; экспертные системы, оболочки и компоненты...

### **МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

системы поддержки принятия решений; критериальные проблемы принятия решений; неопределенность проектной информации...





В рассматриваемых видах деятельности принципиальным является **формализация** процессов, объектов, критериев и методов принятия решений. Наличие моделей и СППР **принципиально объединяет** все виды деятельности на онтологическом уровне.

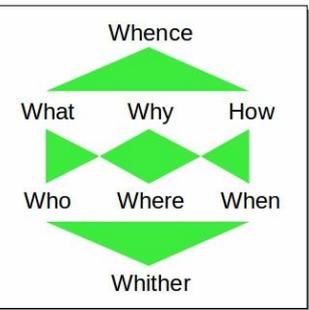
**Онтологии Про** - важный элемент в процессе создания ИС, в обеспечении их интероперабельности, подбора и применения адекватных СППР.

**ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ** – процесс созидательной деятельности в различных ПрО с применением современных ИС, БД и БЗ, сложившихся сценариев и практик.

**ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ** (в рамках исследуемого объекта) – методы и средства **формализации знаний**, семантические технологии и **онтологии ПрО**, СППР, а также критерии процессов созидательной деятельности и исследуемых артефактов

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ** – разработка на основе системного подхода **теоретических основ онтологии проектирования**, способствующих созданию и повышению эффективности разрабатываемых **интероперабельных ИС** в различных ПрО, семантическому обеспечению процессов созидательной деятельности.

***Интерсубъективность в проектной деятельности, включённость СУБЪЕКТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ с его опытом, знанием, навыками, умениями и языком предполагает в исследованиях формализации знаний опираться на атрибуты этой сущности, включая лингвистические и понятийные особенности языка проектанта, необходимые при построении онтологии ПрО***

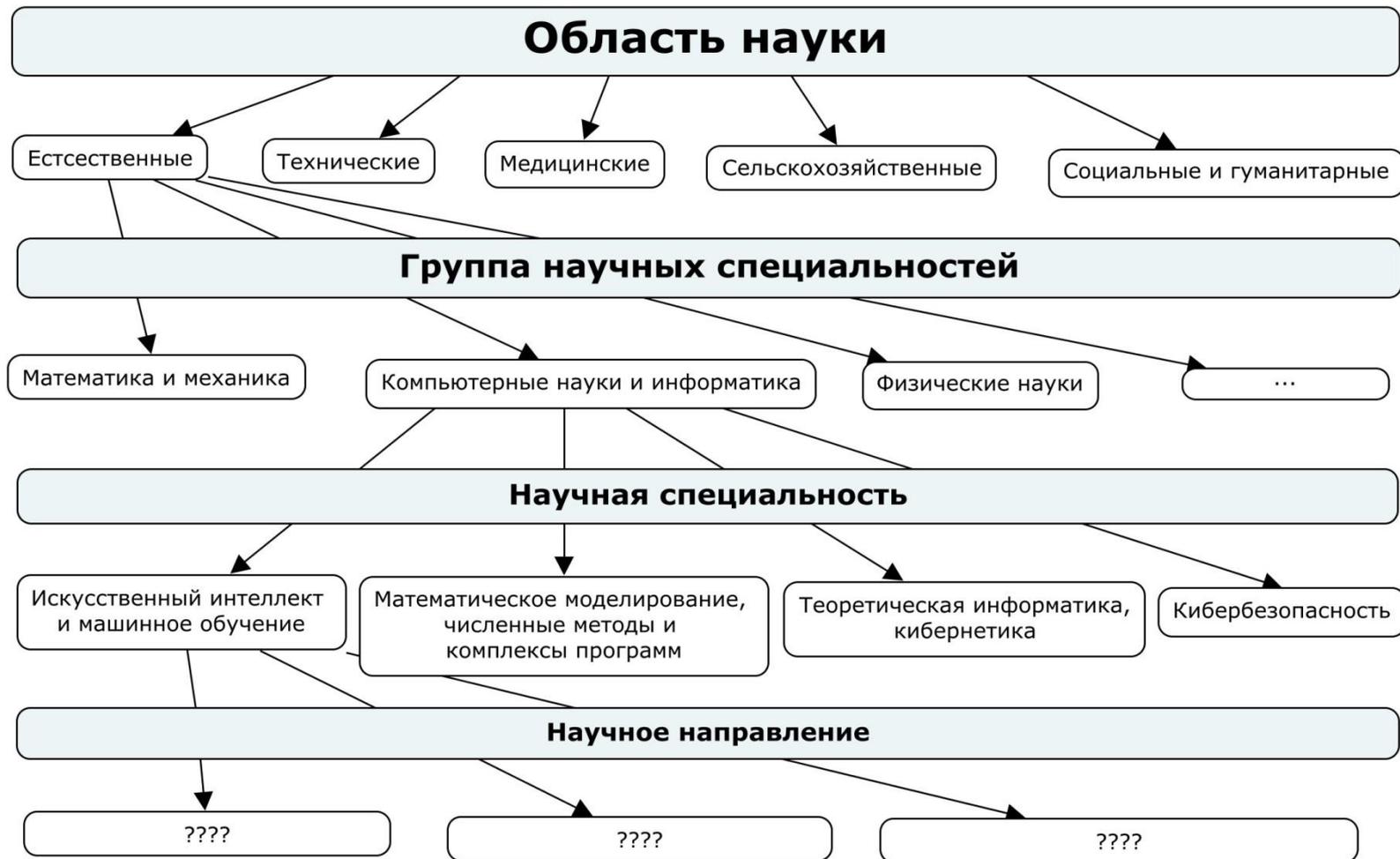


*Теоретические основы онтологии проектирования рассматриваются с позиций предложенного состава понятия научного направления*

# ИСТОКИ

с позиций современной научной картины дифференциации научного знания

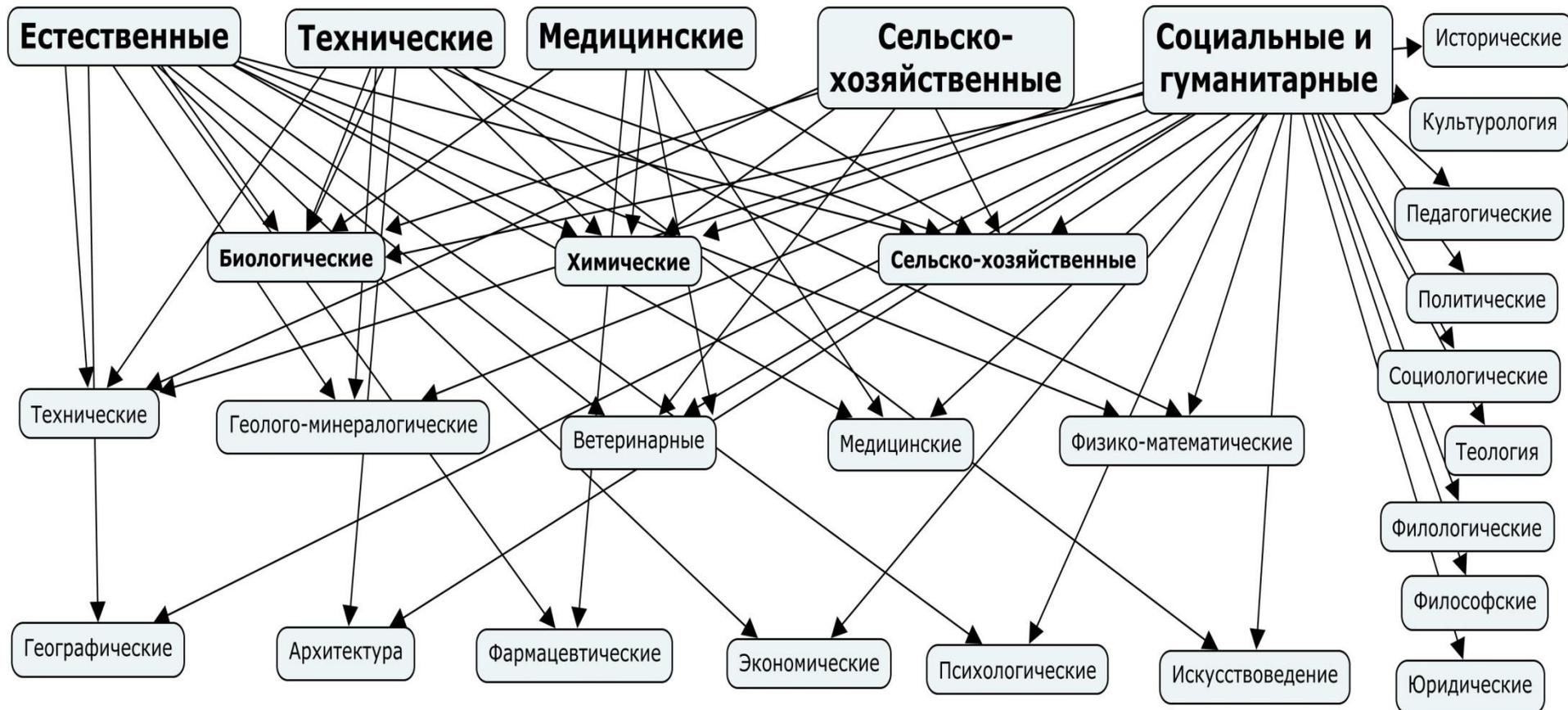
## Фрагмент иерархии понятий в классификации наук



# ИСТОКИ

с позиций современной научной картины дифференциации научного знания

## Взаимосвязи областей и отраслей наук в номенклатуре научных специальностей ВАК



# ИСТОКИ

с позиций современной научной картины дифференциации научного знания

Гуманитарные и социальные науки	Естественные и технические науки	Инженерия
<p><b>Философия</b>  <b>Онтология</b>  <b>Логика</b>  <b>Гносеология</b>  <b>Эпистемология</b>  <b>Психология</b>  <b>Филология</b>  <b>Методология</b>                      ...</p>	<p><b>Информатика</b>  <b>Кибернетика</b>  <b>Математика</b>  <b>Физика</b>  <b>Техника</b>                      ...</p>	<p><b>Искусственный интеллект</b>  <b>Инженерия знаний</b>  <b>Онтологии в информатике</b>  <b>Когнитология</b>  <b>Оптимизация</b>  <b>Автоматизация</b>  <b>Технология</b>                      ...</p>

*Основой для разработки НН явились накопление многочисленных практик формализации знаний в различных Про, отбор лучших практик и стремление к дальнейшей автоматизации процессов в различных видах деятельности*

## ИСТОКИ

с позиций современной научной картины дифференциации научного знания

### Гуманитарные и социальные науки

**ФИЛОСОФИЯ** особая форма мыслительной деятельности человека, направленная на всеобъемлющее рациональное осмысление мира и бытия человека в нём.

**ОНТОЛОГИЯ** изучает фундаментальные принципы бытия, его наиболее общие сущности и категории.

**ЛОГИКА** наука о «правильном мышлении», «способность к рассуждению», нормативная наука о законах, формах и приёмах интеллектуальной деятельности.

**ГНОСЕОЛОГИЯ** изучает взаимоотношение субъекта и объекта в процессе познавательной деятельности, критерии истинности и достоверности знания...

**ЭПИСТЕМОЛОГИЯ** исследует знание как таковое, его строение, структуру, функционирование и развитие.

**ПСИХОЛОГИЯ** изучает разум и поведения, включая изучение сознательных и бессознательных явлений (чувства и мысли).

**ФИЛОЛОГИЯ** изучает язык

**МЕТОДОЛОГИЯ** - учение об организации деятельности

### Естественные и технические науки

**МАТЕМАТИКА** точная формальная наука

**ФИЗИКА** наука о наиболее общих законах природы, о материи, её структуре, движении...

**ИНФОРМАТИКА** наука о методах и процессах обработки и оценки информации

**КИБЕРНЕТИКА** наука об оптимальном управлении сложными динамическими системами

**ТЕХНИКА** искусственные объекты и процессы

## ФИЛОСОФИЯ ТЕХНИКИ

**Эрнст Капп.** Философия техники: о генезисе культуры с новых точек зрения. 1877.  
**Энгельмейер П.К.** Философия техники. М.: Т-во скоропечат. А.А. Левинсон, 1912.  
Философия техники: история и современность. Институт философии РАН.  
Ред. **В.М. Розин.** М., 1997.

## НАУКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Журнал «Наука проектирования» (**Design Science Journal**) основан в сотрудничестве с издательством Кембриджского университета (<https://www.cambridge.org/>) и Обществом дизайна (<https://www.designsociety.org/>) в 2015 году. - <http://www.designsciencejournal.org/>.

## ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Проектирование - это метакатегория, состоящая из трёх элементов:

**объект проектирования** – материальный или нематериальный результат проектирования;

**процесс проектирования** – система, организация и деятельность по проектированию;

**агент проектирования** – дизайнер и/или инструкция проектирования

**Willis, Anne-Marie.** Ontological Designing — laying the ground. Ontological Designing. Design Philosophy Papers Collection Three. Design Philosophy Papers. Jan 1, 2006. P.80-98.

**Fry, T.** Design futuring: sustainability, ethics, and new practice. Oxford, UK: Berg. 2009. 256 p.

**Kannengiesser U., Gero J.S.** An ontology of computer-aided design / in Computer-Aided Design and other Computing Research Developments, 2009. Nova Science Publishers, p.1-25.



Рафаэль.  
"Афинская школа"  
(фрагмент,  
Платон и  
Аристотель)

## Сократ, Платон и Аристотель

**Фалес Милетский.** «Самое трудное — познать самого себя, самое легкое — давать советы другим».

**Солон Афинский** — «Ничего сверх меры», «Равенство не рождает войну».

**Анаксагор** — «познано может быть только неодинаковое и противоречивое».

**Парменид** «О природе». Онтоc – бытие, атомистическая модель - первая онтология

**Эмпедокл** «О природе». «Воля Судьбы такова, что присуща всем тварям разумность»

**Левкипп** «Великий диакосмос» и «Об уме», о цели бытия.

**Демокрит, Питак, Архимед, Теофраст, Биант, Клеобул...**

**Эпикур** – «Всегда работай. Всегда люби...»

**Конфуций** – «Счастье – когда тебя понимают,

Большое счастье – когда тебя любят,

Настоящее счастье – когда любишь ты!»

**Евклид** «Начала» современной онтологии (сущности, постулаты и аксиомы)

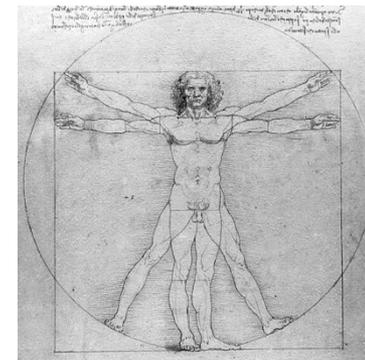
**Гераклит** – «всё течёт, всё меняется».

**Витрувий** «Об архитектуре». Триада: польза, прочность, красота.



# Витрувий – первый онтолог в проектировании

**Витрувий.** Десять книг об архитектуре / Пер. Ф.А. Петровского. М., Изд-во Всес. Академии архитектуры. (Серия «Классики теории архитектуры»). 1936. - 331 с.



1. **Сущностные вопросы**, основные положения и отделы архитектуры.
2. **Используемые материалы и технологии** их применения.
3. **Оптимальные соразмерности** в храмах и в человеческом теле, о классификациях храмов, о пропорциях.
4. Украшения (**дизайн**) зданий и их элементов.
5. **Рекомендации по проектированию конкретных** по назначению типов зданий.
6. **Влияние климатических условий** на выбор расположения здания, на соразмерность домов в зависимости от их местоположения, на пропорции помещений и др.
7. **Отделка зданий.**
8. **Водоснабжение и водоотведение.**
9. Связь и влияние на архитектуру астрономии и астрологии.
10. Применяемые для строительства **машины, орудия и инструменты.**

Состав ПрО архитектуры, как вида деятельности, состоит из:  
*строя, расположения, евритмии, соразмерности, благообразия и расчёта.*

Правила по Витрувию

«Если <условие...>, То <решение 1...>,  
Иначе <решение 2...>, <пояснение решения>».

Необходимый набор знаний и умений для архитектора:

*грамотность, умение рисовать; знание: геометрии, арифметики, истории, философии, музыки, медицины.*

**И. Ньютон** – предложил метод флюксий, который позволил заложить основы дифференциального и интегрального исчисления, но и дать **инструмент онтологического анализа** процессов в ПрО;

**Я. Лорхард** – автор термина «**онтология**» в философии;

**Р. Гоклениус** – первый популяризатор термина «**онтология**» в философии;

**А. Смит** - автор теории нравственных чувств, которая позволяет дать атрибутивный анализ субъекта проектирования;

**К. Маркс** – теоретик **мультиагентной парадигмы**, будущей технологии;

**Г. Гегель** – обосновал переход от метафизики к онтологии и логике;

**Г. Фреге** – автор семантического треугольника «имя-смысл-значение»;

**Э. Капп** – автор понятия «философия техники»;

**Э. Гуссерль** – ввёл понятие «интерсубъективность»;

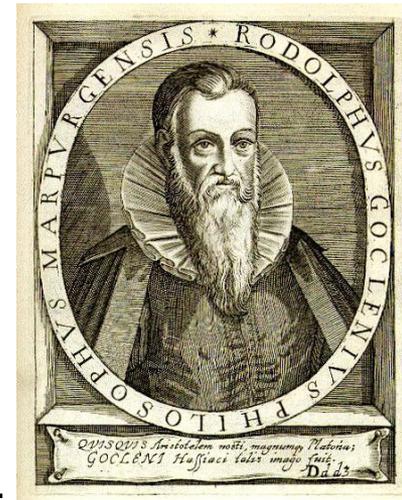
**М. Полани** – обосновывая понятие «личностное знание», ввёл термин «неявное знание»;

**У. Куайн** – философ, способствовавший формализации онтологии;

**К. Хюбнер** – предложил структуру интерсубъективной теории;

**Ф. Ницше** - предложил логические цепочки от пессимизма, нигилизма, отсутствия смысла и цели к доминанте власти;

**А. Маслоу** – предложил иерархию человеческих потребностей;



**У. Куайн** «О том, что есть» **1948.**

**Джордж Х. Мили** «Другой взгляд на данные» **1967.**

Впервые применил термин «онтология» в информатике.

Предложил теоретическую модель данных и модель обработки данных, которые представляют собой систему наборов сущностей, значений, карт данных и карт процедур. Сущности соответствуют объектам реального мира, данные о которых записываются или вычисляются. Карты данных присваивают значения атрибутам сущностей.

**Дэвид Пауэрс** «Интеллект роботов» **1983.**

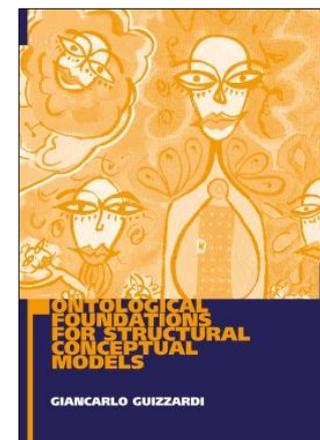
Особое внимание построению всех значимых атрибутов онтологии ПрО для роботов. Термин «онтология» использовал с **1984** г.

**С. Шлеер, С. Меллор** «Объектно-ориентированный анализ: моделирование мира в состояниях», **1993.**

Представлен метод построения онтологии ПрО, который изложен в виде примеров и руководящих принципов.

**Джанкарло Гиззарди** «Онтологические основы структурных концептуальных моделей» **2005.**

*Дан исторический анализ развития онтологии от философских начал до онтологии в компьютерных и информационных науках, рассмотрены онтологии в информационных системах, различных ПрО, ИИ, семантической сети, даны терминологические уточнения понятия онтологии и её формальные характеристики, применительно к информатике.*



**Д.А. Поспелов** – основатель научного направления ИИ в СССР;

**Т. Грубер** – популяризатор термина «онтология» в информатике;

**Дж.С. Геро** – разработчик онтологии функции-поведения-структуры проектируемого объекта;

**В.А. Виттих** – автор эвергетики, реализующей мультиагентную парадигму;

**А.С. Нариньяни** – автор симбиоза ТЕОН: Тезаурус + Онтология;

**С.В. Смирнов** – автор первой в России докторской диссертации по онтологии в информатике;

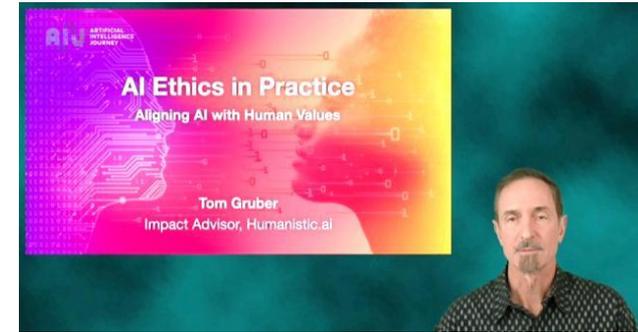
**Л.В. Найханова** – автор методов автоматического построения онтологий;

**Б.Я. Шведин** – автор монографии «**Онтология предприятия**»;

**К.В. Анохин** – автор гиперсетевой теории мозга, онтология которой может служить основанием для разработки модели естественного интеллекта;

**Анна-Мари Уиллис** – автор «онтологии проектирования» в философии;

...



*«Не термин решил дело, а осознание необходимости зафиксировать видение Про, которая является предметом автоматизации, в форме доступного (в разных смыслах) компьютерного ресурса»*

*С.В. Смирнов*

**«... онтология проектирования может рассматриваться как частный случай онтологии деятельности вообще».**

**Шведин Борис Яковлевич,**

заместитель генерального конструктора - **главный онтолог**  
ЗАО «Российская корпорация средств связи»



1. Проектирование как вид интеллектуального производства
2. Онтология материального мира и онтология социального мира
3. Что значит управлять проектом?
4. Что значит построить онтологическую модель предприятия?
5. Классификаторы и словари - фундамент проектирования деятельности предприятия

«Само название журнала поставило автора в определенные семантические рамки и обязало придерживаться определенной тематической направленности. Это **первый выпуск**, первого, и пока, насколько мне известно, **единственного, специализированного журнала по прикладной онтологии в Российской Федерации**. Поэтому, прежде всего, хочется отдать дань уважения инициаторам создания журнала, а также поблагодарить их за предоставленное право высказать свое мнение».

**ОНТОЛОГИЯ  
ПРЕДПРИЯТИЯ**

ЭКСПИРИЕНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД



ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ  
ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ

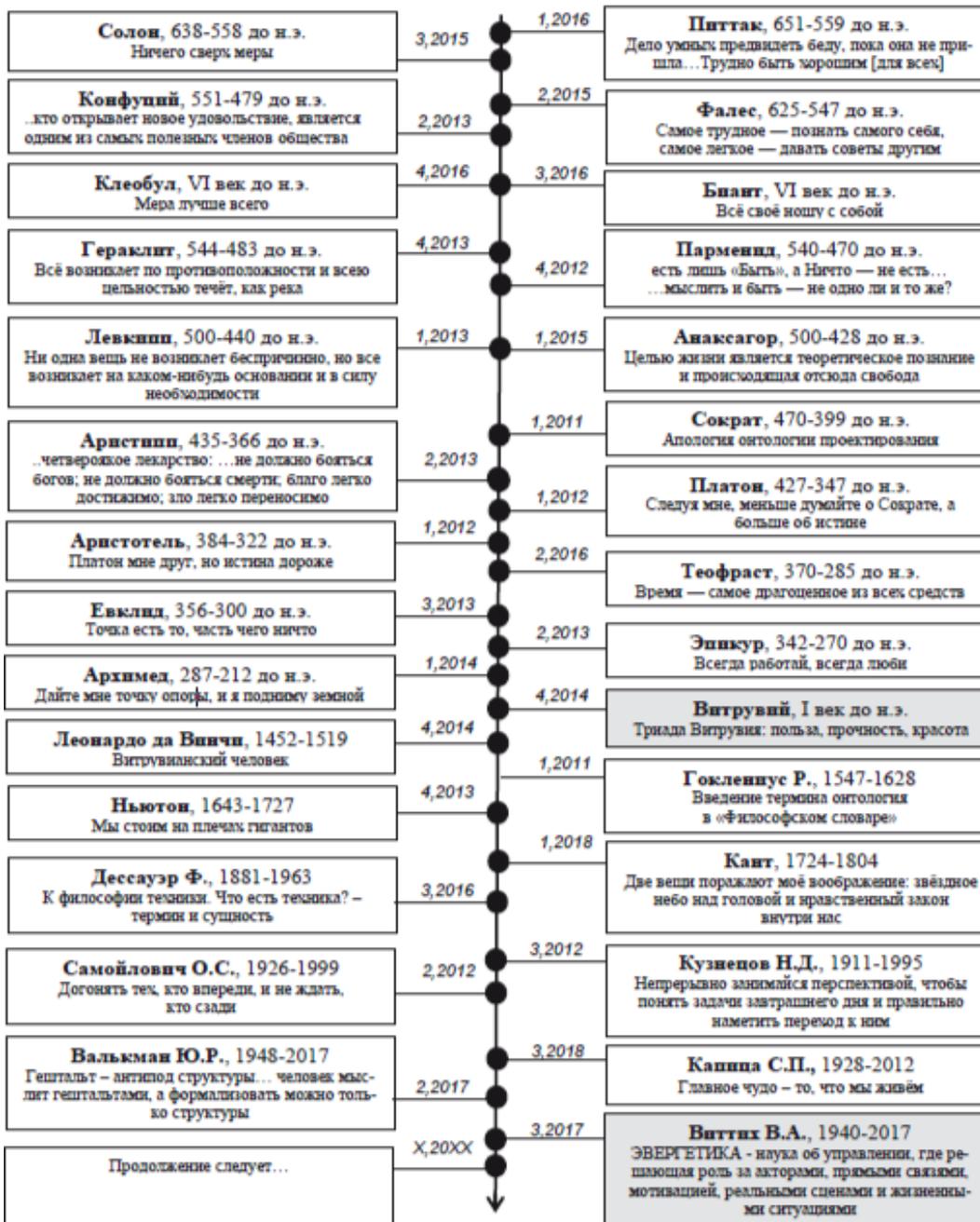
Ontology of Designing

ISSN 2223-9537  
Scientific journal

**ОНТОЛОГИЯ**  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ



№ 1(2)/2011



Учёные, внесшие вклад в онтологию и проектирование, чьи имена упомянуты в журнале «Онтология проектирования» в статьях «От редакции» за период 2011-2018 гг.

Члены редколлегии, основоположники журнала «Онтология проектирования»



**Виттих**  
Владимир  
Андреевич



**Валькман**  
Юрий  
Роландович



**Загоруйко**  
Николай  
Григорьевич



**Клещёв**  
Александр  
Сергеевич



**Соснин**  
Пётр  
Иванович



**Белоусов**  
Анатолий  
Иванович



**Курейчик**  
Виктор  
Михайлович



**Пиявский**  
Семен  
Авраамович

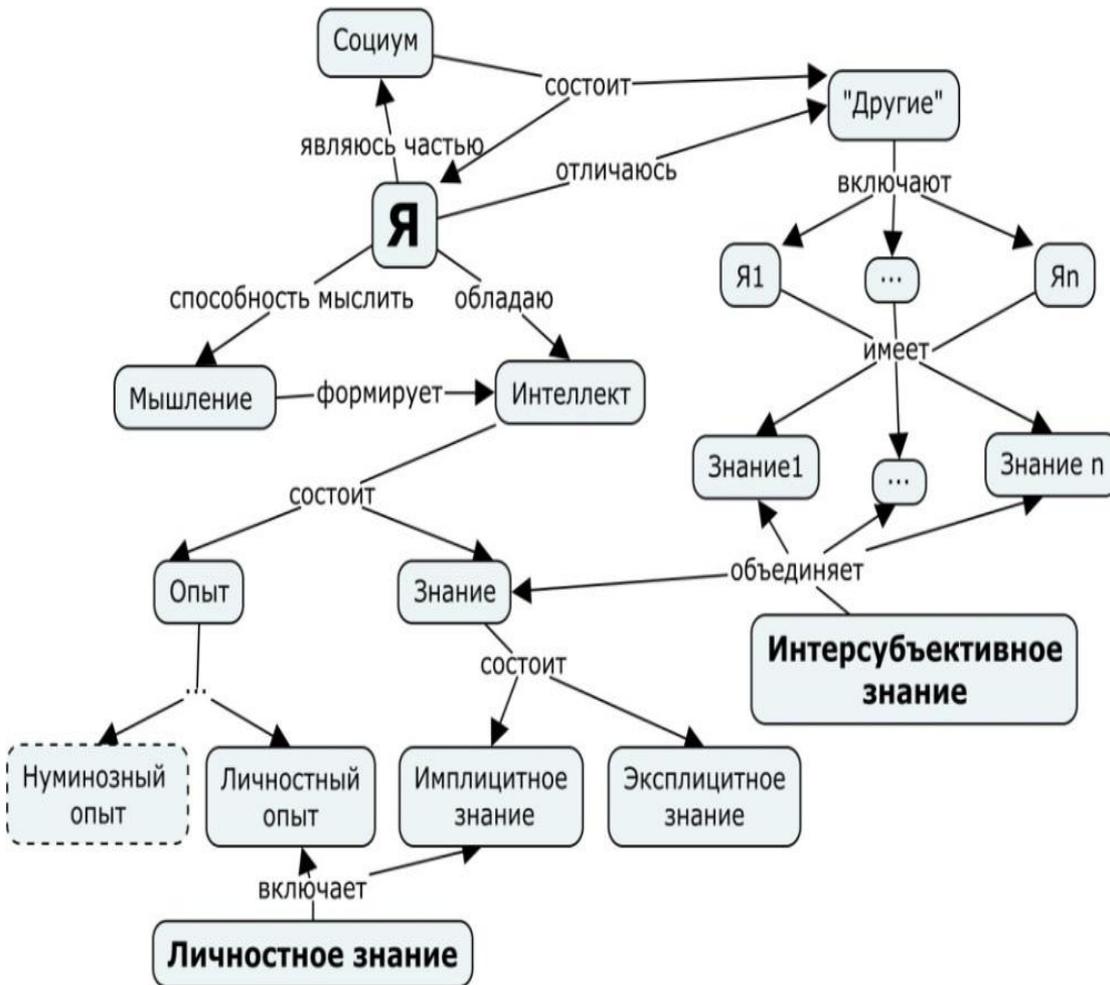
# Формирование личностного опыта в онтологии проектирования

Схема формирования представления автора о научном направлении «Онтология проектирования» на основе личностного опыта



Среды формирования личностного опыта

## Обобщённая связь понятий интерсубъективного и личностного знаний



## Структура информационных потоков в информационном поле субъектов

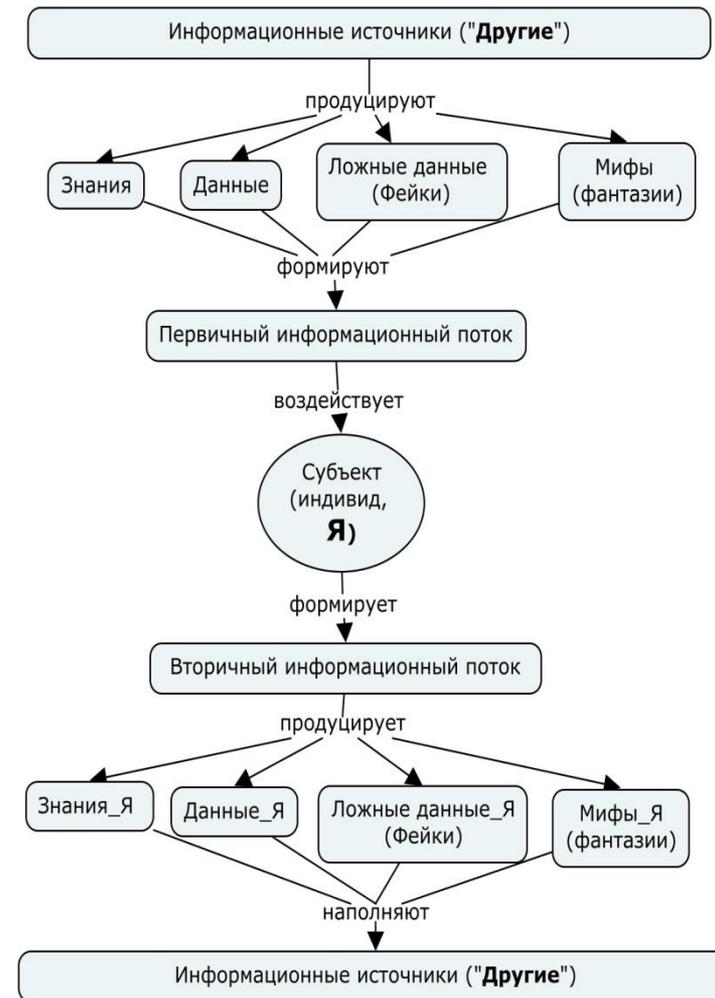
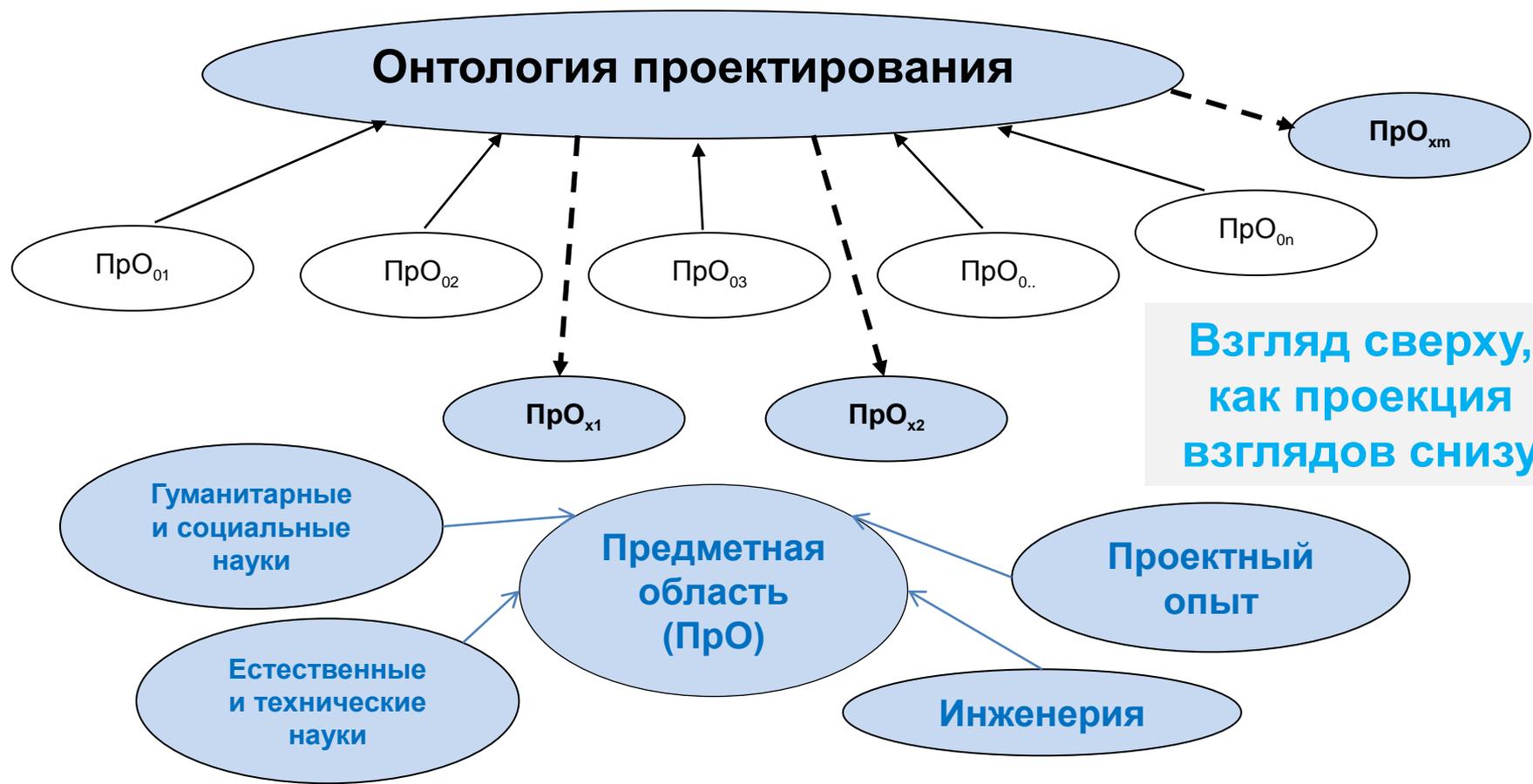


Схема формирования НН «**Онтология проектирования**»  
 на основе достижений проектного опыта в передовых  $PrO_{01} \dots PrO_{0n}$   
 и «трансляция» его в другие  $PrO_{x1} \dots PrO_{xm}$



**Взгляд сверху,  
как проекция  
взглядов снизу**

**Содержание НН «онтология проектирования» продолжает формироваться в различных PrO. Анализ истоков НН позволяет оценить заслуги предшественников и наметить пути развития НН.**

## НАУЧНЫЙ БАЗИС ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

- Дифференциация и интеграция научного знания
- Объект исследований
- Предмет исследований
- Научная картина онтологии проектирования
- Принципы проектирования
- Проектирование – прогнозирование будущего
- Критерии в проектировании
- Методология проектирования

**Боргест Н.М.** Формирование и развитие научной дисциплины «онтология проектирования»: краткая история личностного опыта // *Онтология проектирования*. 2020. Т.10, №4(38). С.415-448.

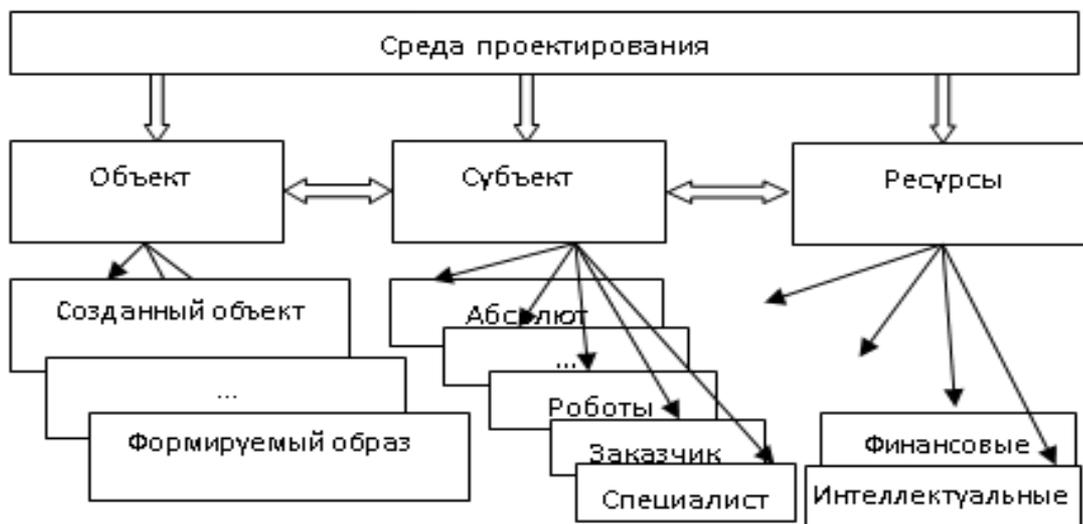
**Боргест Н.М.** Научный базис онтологии проектирования // *Онтология проектирования*. № 1(7). 2013. С.7-25.

**НАУЧНЫЙ БАЗИС** формирующейся области научных исследований очерчивает рамки сущностных вопросов созидательной деятельности, протекающей в среде проектирования, которая включает, помимо традиционных **объектов**, систем и процессов, **ресурсы** проектирования, **субъекты** проектирования, их атрибуты и отношения, **принципы и критерии** проектирования



*Объекты проектирования – реальные и виртуальные сущности, разрабатываемые субъектами проектирования*

*Субъекты проектирования – сущности, участвующие в процессе создания артефакта – объекта проектирования*



**Опыт проектирования**, как атрибут субъекта проектирования, представляет собой персонифицированное бытие, накопленное за конкретный отрезок времени жизнедеятельности субъектом проектирования при решении конкретных задач, в конкретных условиях; организованное, структурированное, зафиксированное в системах памяти в виде онтологических паттернов, специфичных для каждого единичного субъекта бытия

**Сценарий проектирования**, как последовательность выполнения проектных процедур и операций, - совокупность паттернов и практик проектирования, методов и методик, вместе с БД и БЗ об артефактах дополняет формализованное описание ПрО

$$O = \langle X, R, \Phi \rangle,$$

где  $X$  – конечное множество концептов ПрО, которую представляет онтология  $O$ ;

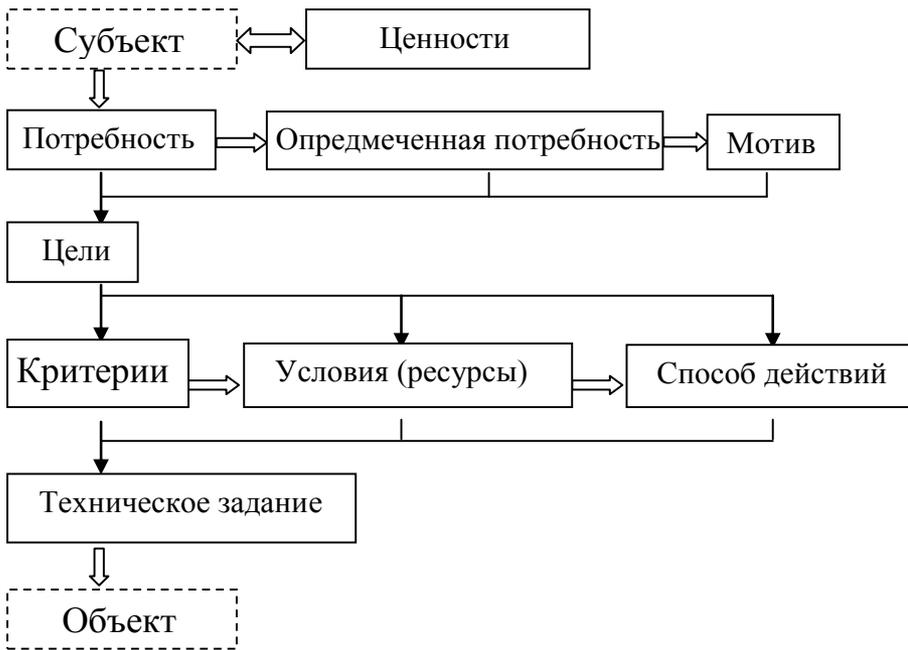
$R$  – конечное множество отношений между концептами заданной ПрО;

$\Phi$  – конечное множество функций интерпретации, заданных на  $X$  и/или  $R$

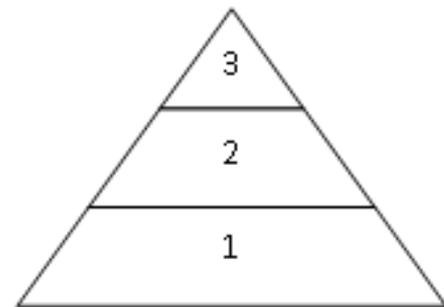
**Онтология проектирования** – это формализованное описание знаний субъектов проектирования о процессе проектирования новых или модернизаций уже известных артефактов, знания об объекте проектирования и близких к нему по свойствам артефактов, а также тезаурус ПрО.

**Онтология проектирования**, её понятийный аппарат, её базовые принципы **инвариантны к ПрО**, в то время как проектирование, как деятельность, всегда **предметно, всегда объектно-ориентировано**.

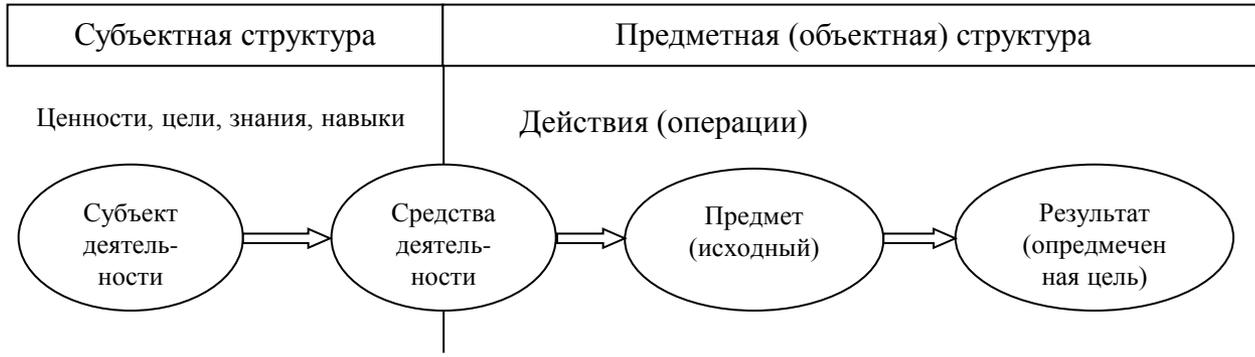
Путь **формализации потребности** и ценностных установок субъекта в техническое задание на проектирование объекта



Пирамида потребностей при создании артефактов  
 (1- функция,  
 2- экономика,  
 3- экология)



Структурные характеристики элементарного акта деятельности



## Принципы проектирования

*Независимости, реализуемости, соответствия, завершённости, конструктивной целостности, оптимальности, подражания...*

*антропный, типологический, архитектурный принцип*

**«конструкция следует за функцией»** или **«форма следует за функцией»**...

**Временной принцип** предполагает, что проведение оптимизационных процедур должно происходить на определённый заданный в ТЗ период времени, т.е. в моделях проектируемого объекта значения всех факторов должны соответствовать прогнозируемому периоду производства и эксплуатации проектируемого объекта или системы

**Принцип экологичности** - гармонизация создаваемого объекта с окружающей средой на всех этапах его ЖЦ, как по потребляемым ресурсам, так и по воздействию на среду, учёт необходимости дальнейшей утилизации.

Критерий энергопотребления ЛА за весь ЖЦ – один из важных показателей, позволяющий реализовать этот принцип при проектировании.

*Онтология проектирования – это сложный симбиоз различных представлений об осмысленной созидательной деятельности, который накопило человечество в различных областях своей творческой и рутинной работы над собой за недолгий период своего существования.*

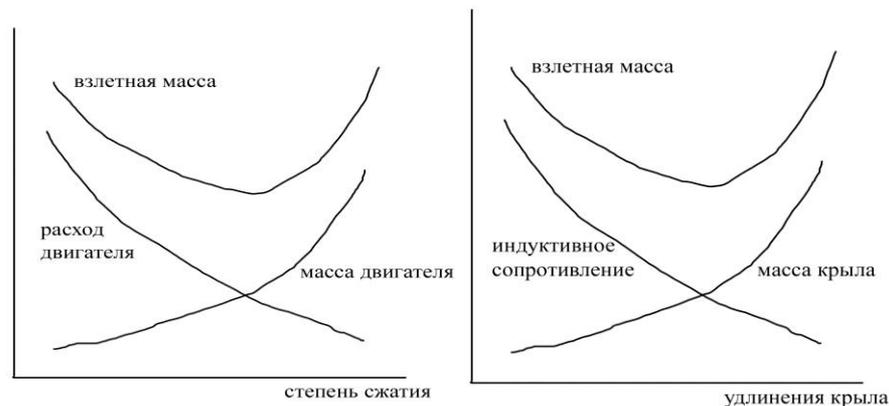
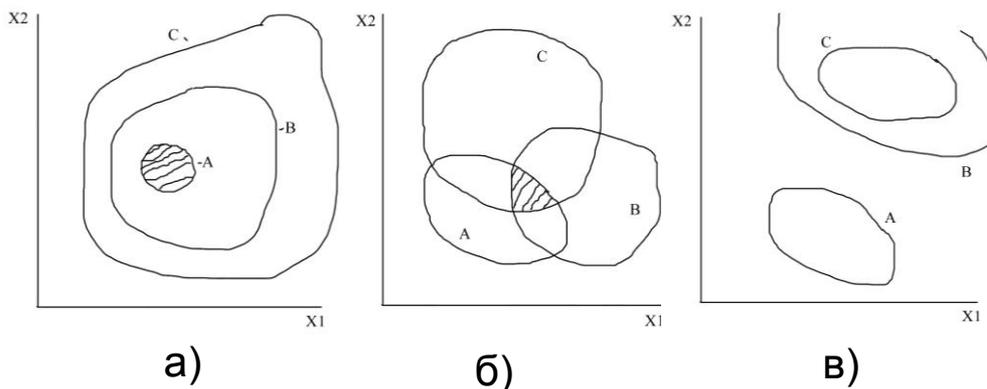
## Критерии в проектировании

**Проблема** в моделировании ПрО — это выявление, определение, нахождение и **формулирование МЕР**, способных адекватно оценить развитие процессов, протекающих в исследуемой ПрО. «Правильно» подобранная группа критериев может обеспечить рост и жизнеспособность объекта в будущем. Выбору критериев и оценке их важности (предпочтений) всегда предшествует более сложно формулируемая цель, которая определяется ценностями

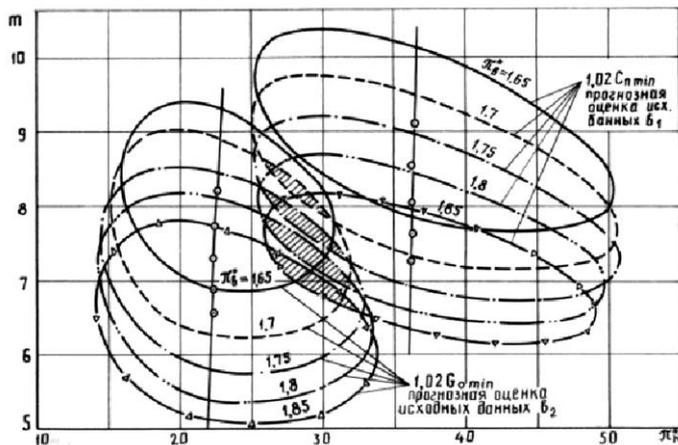
**Согласование** - единственный способ дальнейшей проработки проекта - самый сложный, т.к. плохо формализуем и зависит от личностных качеств и предпочтений субъектов проектирования (заказчиков и исполнителей). Эффективным и обоснованным решением с позиции **интерсубъективной теории** видятся решения, в которых соглашение достигается в результате **аргументации**

Примеры согласованности (а), частичной согласованности (б) и не согласованности решений (в)

Пример формализации аргументации при обосновании выбора параметров двигателя и крыла самолёта



## Множества в проектировании



$P = \{P_1, P_2 \dots P_e\}$  – множество прототипов (аналогов)

$S = \{S_1, S_2 \dots S_d\}$  – множество субъектов проектирования

$M = \{M_1, M_2 \dots M_{ff}\}$  – множество моделей

$I = \{I_1, I_2 \dots I_n\}$  – множество исходных проектных данных

$X = \{X_1, X_2 \dots X_m\}$  – множество проектных параметров

$Z = \{Z_1, Z_2 \dots Z_k\}$  – множество проектных ограничений

$Y = \{Y_1, Y_2 \dots Y_{ff}\}$  – множество критериев оценки проектных решений с их приоритетами и стратегиями

$$X_{\cap} = \bigcap_{i=1}^n \bigcap_{q=1}^q X_{i,q}$$

Пример определения области устойчивых оптимальных значений параметров рабочего процесса двигателя (заштрихованная область) по критериям взлётной массы и топливной эффективности самолёта в условиях неопределённости исходных проектных данных

При решении проектной задачи оперируют различными множествами, включая **множество проектных решений**. «Свёртка» этого множества решений на определённом этапе в **синглтон – конечная цель проектирования**.

Рассматривая через призму понятия «множество» инженерные МКЭ с их **множеством КЭ**, мультиагентные технологии с их **множеством агентов**, многокритериальные оптимизационные задачи с их **множеством критериев** можно увидеть их возможное **общее начало**, что позволит развивать прагматику множеств в проектной деятельности.

## Методология деятельности



Решение задач в ПрО начинается с **описания ПрО** и включает в себя исследование **понятийного аппарата** и разработку на его основе тезауруса ПрО и среды **деятельности** в этой ПрО. Среда деятельности должна содержать описание всех имеющихся ресурсов и сущностей в ПрО. Сущности ПрО включают всех привлекаемых **субъектов деятельности** – ЛПР, лиц, заинтересованных в решении и влияющих на решение, включая искусственные ИС. Субъекты **деятельности** : через цепочку потребности-цели-критерии формируют критерии; определяют переменные и ограничения; подбирают методы принятия решений; формируют сценарий **деятельности** . Сценарии **деятельности** определяются особенностями объекта **деятельности** , выбранными переменными, ограничениями, критериями и на их основе формируют модели поисковых процессов. Последние вместе с методами принятия решений позволяют формировать модель объекта **деятельности** , которая содержит **полное описание объекта деятельности** .

1. Онтология проектирования – **интегративная** НД, опирающаяся на формальную **модель онтологии** ПрО.
2. Объектом исследования НН онтологии проектирования являются: **объекты, субъекты и среда проектирования**, критерии объекта и методы принятия согласованных решений.
3. **Онтологический анализ всегда предшествует цифровизации** – выделение в реальном мире классов объектов, определение их фундаментальных свойств, которые определяют изменения и поведение объектов.
4. Онтология проектирования – это **формализованное описание знаний субъектов** проектирования о процессе проектирования артефактов, знания об объекте проектирования и близких к нему по свойствам артефактов, а также тезаурус ПрО.
5. Психология проектирования, как раздел онтологии проектирования, изучает **отношения субъекта и объекта проектирования**, мотивы применения используемых средств, взаимоотношения субъектов проектирования на всех этапах ЖЦ.
6. Онтология проектирования базируется на **интерсубъективной теории**, когда человек, как актер в проектировании включен в процесс и является его частью.
7. Наряду с известными принципами проектирования важное значение приобретают **временной и экологический принципы**.

***Парадигма постнеклассической науки и современная онтология направлены на исследование полного цикла проектирования, включая зарождения идеи из возникающей потребности, преобразования её в ТЗ на проектирование и процесс создания описания нового артефакта во взаимодействии с окружающей средой.***

## КЛЮЧЕВЫЕ ТЕРМИНЫ И ГРАНИЦЫ ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

- История терминологических соглашений
- Анализ сущностей по Аристотелю и теория термина
- Коэволюция терминов
- Терминологические стандарты
- Словарь проектанта и время в проектировании
- Распознавание как метафора проектирования
- Границы онтологии проектирования

**Боргест Н.М.** Формирование и развитие научной дисциплины «онтология проектирования»: краткая история личностного опыта // *Онтология проектирования*. 2020. Т.10, №4(38). С.415-448.

**Боргест Н.М.** Границы онтологии проектирования // *Онтология проектирования*. 2017. Т.7, №1(23). С.7-33.

**Боргест Н.М.** Распознавание образов при создании артефактов как метафора и как прикладные технологии онтологии проектирования // *Онтология проектирования*. 2015. Т.5, № 1(15). С.19-29.

**Боргест Н.М.** Ключевые термины онтологии проектирования: обзор, анализ, обобщения // *Онтология проектирования*. № 3(9). 2013. С.9-31.

## История терминологических соглашений

– это фактически история языка

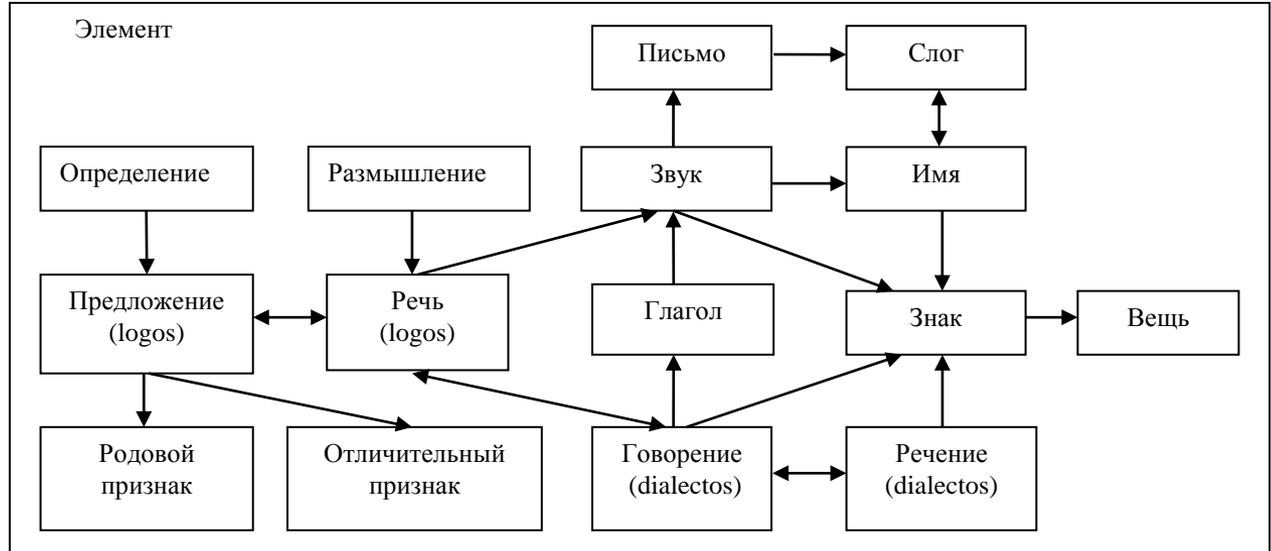
Семантическая связь понятий платоновской школы на примере термина «определение» (авторская реконструкция содержательных связей определений **Платона**)

**Есть мнения**  
(для дискуссии):

«Определение есть гробик для мысли» - **Аристотель**

«Верно определяйте слова и вы освободите человечество от половины недоразумений» - **Декарт**

«Мысль изречённая есть ложь» - **Тютчев**



**Калокагатия** - термин античной эстетики, которым **Платон** обозначал идеал воспитания, гармонию внешнего и внутреннего, являющуюся условием красоты индивида.

Быть **калокагатийным проектантом** означает быть гармоничным с природой, её ресурсами, её возможностями, уметь оценивать последствия и, в итоге, видеть будущее.

## Анализ сущностей по Аристотелю и теория термина

«.. не ищите в науке ничего, кроме терминов, данных в их соотношениях: всё содержание науки сводится именно к терминам в их связях, которые первично даются определениями терминов».

П. А. Флоренский

Анализ сущностей по **Аристотелю** можно представить в виде ответов на вопросы:

- **К какому роду сущего относится ПОНЯТИЕ**, и что оно собою представляет?
- Является ли это ПОНЯТИЕ чем-то определённым и сущностью, или же количеством, или качеством, или какой-нибудь другой категорией из нами установленных?
- Относится ли оно к тому, что существует в возможности или, скорее, представляет собою нечто актуальное?
- **Делимо или неразделимо ПОНЯТИЕ?**
- **Все ПОНЯТИЯ однородны или нет?**
- Если неоднородны, то как они друг от друга отличаются – по виду или по роду?
- Нужно ли сначала исследовать ПОНЯТИЕ в целом или в части?
- Какие части по своей природе отличаются от других и нужно ли первоначально исследовать части или же их деятельность?
- Если целесообразно исследовать деятельность, не следует ли прежде рассмотреть то, что противостоит деятельности?
- Приступая к исследованию необходимо ... собрать мнения предшественников, которые выдвигали свои толкования ..., чтобы принять во внимание всё, что они высказали правильного, и отмежеваться от всего, что ими сказано неосновательно.

**«Вопросник Аристотеля» помогает структурно выстроить онтологический анализ исследуемых сущностей**, способствует формированию единой классификационной декомпозиции, особенно востребованной в сложных Про.

## Козволюция терминов

Оправданность использования понятия *Абсолюта знаний* в рамках онтологии проектирования базируется на необходимости онтологической ясности, целостности и полноты картины сущности процесса создания новых артефактов, понимания сути естественного и искусственного отбора, места и роли субъектов проектирования

**Параметризованные модели** – это разновидность параметрических моделей, в которых некоторые проектные параметры имеют определённые физически или иным образом обоснованные (функциональные, структурные и др.) связи и ограничения.

**Проектирование** - вид научно-технической деятельности, представляющий из себя процесс определения (исследование, прогноз, выбор, расчёт) основных параметров и характеристик объектов проектирования, необходимых для конструирования, т.е. для разработки конструкции, материализуемой в процессе изготовления

## Терминологические стандарты

Наиболее эффективный способ выработки понятийных соглашений - это разработка стандартов и процедур их внедрения в практику

ISO 704:2009 гармонизированы принципы и методы работ по стандартизации терминологии  
ГОСТ Р ИСО/ТС 8000 определены: термины (метаданные; совокупность, спецификация данных и др.), принципы представления информации и принципы качества информации.

ГОСТ Р ИСО/ТС 22745. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Открытые технические словари и их применение к основным данным.

ISO 21500 даёт рекомендации по управлению проектом и может быть использован организациями любого типа, а также для любых проектов.

ISO 10303 (STEP), ISO 22745 (eOTD), ISO (P-LIB), ISO 15926...

«...неизбежно появление нового класса систем, предназначенного для реализации семантических моделей предметных областей. Благоприятной средой для построения этих моделей могут служить приложения класса **Master Data Management (MDM)**, консолидирующие все справочные данные предприятия нетранзакционного характера»

А.Н. Андриченко

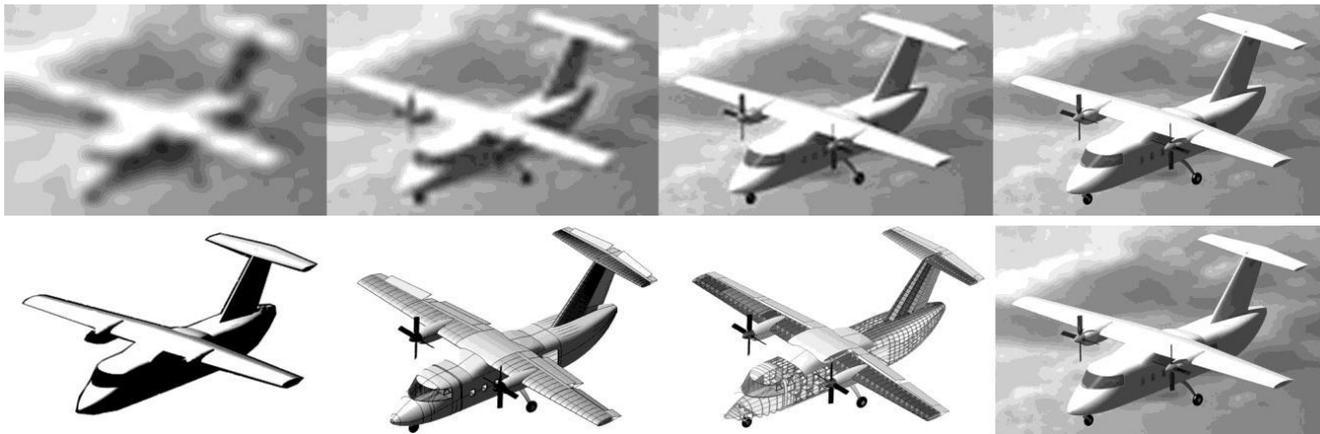
Онтология проектирования, №2, 2012

### Структура классов в стандарте ISO 15926



## Распознавание как метафора проектирования

Распознаванию и проектированию как видам деятельности присуще наличие цели и обобщённых моделей распознаваемых и проектируемых объектов, имеющих выявленные признаки и способы их идентификации.



Распознавание объекта (самолёта)

Проектирование объекта (самолёта)

1	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$	$a_{16}$	$a_{17}$			
2	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{23}$	$a_{24}$	$a_{25}$	$a_{26}$	$a_{27}$	$a_{28}$	$a_{29}$	...
3	$a_{31}$	$a_{32}$	$a_{33}$	$a_{34}$						
4	$a_{41}$	$a_{42}$	$a_{43}$	$a_{44}$	$a_{45}$	$a_{46}$	$a_{47}$	$a_{48}$		
...										
$n$	$a_{n1}$	$a_{n2}$	$a_{n3}$	$a_{n4}$	$a_{n5}$	...				

Матрица проекта

Первоначально матрица проекта пуста. После получения ТЗ на проектирование начинается заполнение матрицы данными, первыми из которых являются значения данных ТЗ. В условной идеализации такой матрицы проектив строки представляют собой векторы данных ( $a_{nm}$ ), связанных с определённым этапом в сценарии проектирования. Первый столбец матрицы определяет порядок (сценарий) проектирования объекта (заполнения матрицы проекта), состоящий условно из  $n$  шагов. Например, первая строка – это данные ТЗ на проектирование самолёта ( $a_{11}$  = дальность полёта,  $a_{12}$  = число пассажиров...), остальные строки – результат выбора и расчёта основных параметров и характеристик самолёта (например,  $a_{31}$  = тяга двигателя,  $a_{32}$  = расход топлива,  $a_{33}$  = масса двигателя и т.д.).

## Распознавание как метафора проектирования

**Матрица проекта** содержит в себе описание объекта, соответствующее определённому этапу его проектирования. Структура матрицы проекта контурно может напоминать **морфологическую таблицу**, позволяющую вместить все возможные реализации проектируемого объекта. Процесс проектирования объекта можно представить в виде процесса заполнения этой абстрактной матрицы.

Расчётные модули, вычислительные или сценарные продукционные правила или структурированные информационные запросы могут интерпретироваться как **программные агенты**, имеющие свои потребности (в исходных или входных данных) и возможности в виде полученных выходных данных (потенциальных ресурсах). Т.е. налицо, ставшая уже известной и широко применяемая ПВ-сеть, которая успешно применяется для решения задач средствами мультиагентной технологии

Расчётный модуль	Входные данные					Выходные данные				
	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	...	$y_{11}$	$y_{12}$			
1	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	...	$y_{11}$	$y_{12}$			
2	$x_{21}$	$x_{22}$				$y_{21}$				
3	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	$x_{35}$	$y_{31}$	$y_{32}$	$y_{33}$		
...										
$m$	$x_{m1}$	$x_{m2}$	$x_{m3}$			$y_{m1}$	$y_{m2}$			

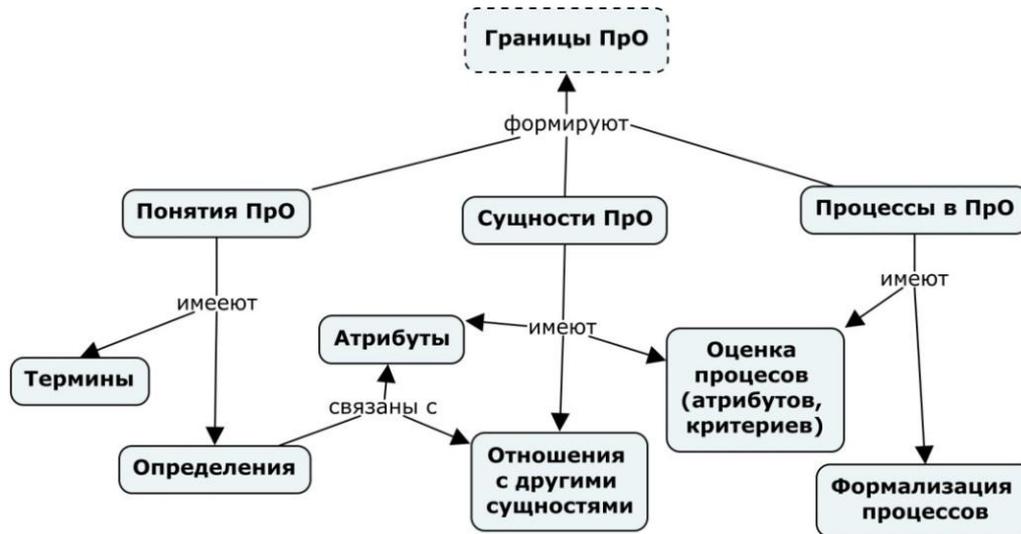
**Метод ориентирован на традиционные схемы и типы артефактов**, которые могут быть конфигурированы в виде первоначально пустой матрицы, заполнение или распознавание которой осуществляется по мере накопления данных в процессе проектирования

Матрица входных и выходных данных расчётных модулей

## Границы онтологии проектирования

**Процессы** и отношения между сущностями определяют **границы** исследуемой ПрО, сами же сущности могут быть акторами в разных ПрО. В исследуемой ПрО важны **роли, которые выполняют сущности** в этой ПрО

**Проектирование связано не только с техническими науками.** Выдвигаются новые требования к проектировщикам, представителям технической науки, поскольку влияние их деятельности на природу и общество велико, и их социальная ответственность неизмеримо возрастает. Современный инженер — это не только технический специалист, решающий узкие профессиональные задачи. Его деятельность связана с природной средой, основой жизни общества. Поэтому ориентация специалиста лишь на естествознание и технические науки не отвечает его месту в развитии общества



Основные сущности, формирующие границы ПрО

## Принятые основные разделы в онтологии проектирования

- общие вопросы формализации проектирования
- прикладные онтологии проектирования
- инжиниринг онтологий
- методы и технологии принятия решений

1. Ключевые термины и понятия, их содержание, объект и предмет исследования НН формируют границы НН, и НН «онтология проектирования» в т.ч.
2. **Семантическая связь понятий платоновской школы** может служить основой построения модели определений понятий.
3. **«Вопросник Аристотеля»** помогает структурно выстроить онтологический анализ исследуемых сущностей.
4. **Терминология как совокупность терминов**, обозначающих понятия ПрО, является важной составной частью развития ПрО.
5. Эффективный современный способ выработки понятийных соглашений - это **разработка стандартов** и процедур их внедрения в реальную практику.
6. Проектирование объекта можно представить в виде процесса **заполнения абстрактной информационной матрицы**, которая по её наполнению будет содержать всё описание проектируемого объекта.
7. Разработка **согласованного тезауруса** и, в итоге, онтологии науки позволит создать «правовой механизм» актуализации номенклатуры НС.
8. Определяющими критериями границ онтологии проектирования являются объект и предмет исследований, предметные словари и традиции. **Процессы и отношения** между сущностями определяют **границы исследуемой ПрО**, сами же сущности могут быть акторами в разных ПрО. В **исследуемой ПрО важны роли**, которые выполняют сущности в этой ПрО.

*Исследования по упорядочению терминологии в различных ПрО, носят не только научно-познавательный характер, но и представляют вполне прагматический интерес.*

## ИНФРАСТРУКТУРА И ЭФФЕКТ ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

- Инфраструктура онтологии проектирования
- Пирамида знаниевых ценностей
- Онтологический анализ ПрО – основа ИС
- Выгода от онтологий
- Онтологический анализ в ЖЦ ИС
- Социальный эффект
- Экономический эффект
- Примеры эффективности

**Боргест Н.М.** Проблемы разработки и развития онтологии науки: анализ классификаций // *Онтология проектирования*. 2022. Т.12, №3(45). С. 278-298.

**Боргест Н.М.** Социально-экономический эффект онтологического анализа при создании информационных систем // *Онтология проектирования*. 2021. Т.11, №1(39). С.35-50.

**Боргест Н.М.** Формирование и развитие научной дисциплины «онтология проектирования»: краткая история личного опыта // *Онтология проектирования*. 2020. Т.10, №4(38). С.415-448.

## Инфраструктура онтологии проектирования

Инфраструктура НН может быть представлена сетевой или централизованной моделью. *Сетевая модель* НН – модель, в которой НН формируется различными НШ, дополняющими и развивающими свои аспекты НН. В этой модели исследования в рамках НН ведутся коллективами учёных, которые территориально могут быть удалены друг от друга и по-разному организационно оформлены (научные группы, лаборатории, кафедры и др.) в различных научных организациях (университеты, академические институты) и инновационных компаниях. Обмен результатами происходит на различных научных мероприятиях, публикации верифицируются в профильных журналах.



*Централизованная модель* НН – модель, в которой основу получаемых результатов в НН составляет одна ведущая НШ, т.е. НН практически полностью совпадает с тематикой ведущей НШ

## Выгода от онтологий

Согласно **IDEF5**, выгоды от *разработки онтологии*, в которой онтологический анализ ведёт к расширенному пониманию ПрО, полезен для: идентификации проблем; идентификации альтернативных решений (открытия и проектирование); достижения согласия и формирования команд; совместного и многократного использования знаний

### Онтологический анализ в ЖЦ ИС

План разработки ПрО описан в ГОСТ Р ИСО/МЭК **12207-2010.70**, где реализация процесса состоит из решения задач, в которых разработчик ПрО должен: создать и выполнить план проектирования ПрО; выбрать формы представления, которые будут использоваться для моделей ПрО; определить процедуры получения, выработки решений и обеспечения обратной связи с менеджером активов.

Анализ ПрО состоит из решения задач, в которых разработчик ПрО должен:

- определить границы ПрО и взаимосвязи между конкретной ПрО и другими ПрО;
- составить словарь, охватывающий терминологию для описания понятий ПрО и взаимоотношений между общими активами ПрО;
- классифицировать и документировать модели ПрО;
- создать модели ПрО, используя формы представления, выбранные для реализации данного процесса;
- ...

Целью онтологического стандарта **ИСО 15926** является обеспечение интеграции данных для поддержания ЖЦ и процессов предприятий благодаря общей концептуальной модели данных, являющейся его основой. Эта модель данных определяет значение информации в едином контексте с учётом мнений различных специалистов предприятия.

## Социальный и экономический эффект

**Эффективность** ИС - это комплексная характеристика ИС, отражающая степень её соответствия потребностям и интересам заказчиков, пользователей; с другой стороны, - это влияние информационных ресурсов на качество принимаемых решений для достижения целей организации. В узком смысле эффективность ИС - это обеспечение информационных потребностей при помощи ИС для управления предприятием с наименьшими затратами

### Робот-проектант

Онтологический подход к изучению и исследованию ПрО даёт возможность просмотреть всю совокупность слов, которыми может быть описана исследуемая тема. Использование **тезауруса** позволяет не только получить полное описание характеристик исследуемого объекта (самолёта), но и семантически увязать все проектные операции и процедуры с БД и БЗ в исследуемой ПрО. Построение **параметризованных моделей** проектируемых изделий осуществляется на основе **онтологии** ПрО, атрибутирования основных сущностей и объектов проектирования. Использование этих моделей в реальной практике позволяет **существенно сократить время на модификацию и оптимизацию новых изделий**.

### Онтология машиностроительного предприятия,

построенная на основе тезауруса данной ПрО, является формализованным представлением исследуемого предприятия и семантической основой на этапе разработки ИС, предназначенной для производственного планирования. При разработке ИС производственного планирования базовая онтология машиностроения стала **прикладным инструментом** и обеспечила разработчиков ИС **полной информацией** о предприятии, его структуре, протекающих в нём бизнес-процессах. Онтология, построенная на основе обработки и анализа информации, позволила не только описать исследуемую ПрО и решаемые в ней задачи, но и использовать эти знания при формировании шаблонов экранов, структуры БД, отработке сценария работы с ИС

## Социальный и экономический эффект

### Автоматизация зачисления в ВУЗы

#### Лист приоритета абитуриентов

Код участника

Фамилия  

Имя  

Отчество

Дата рождения

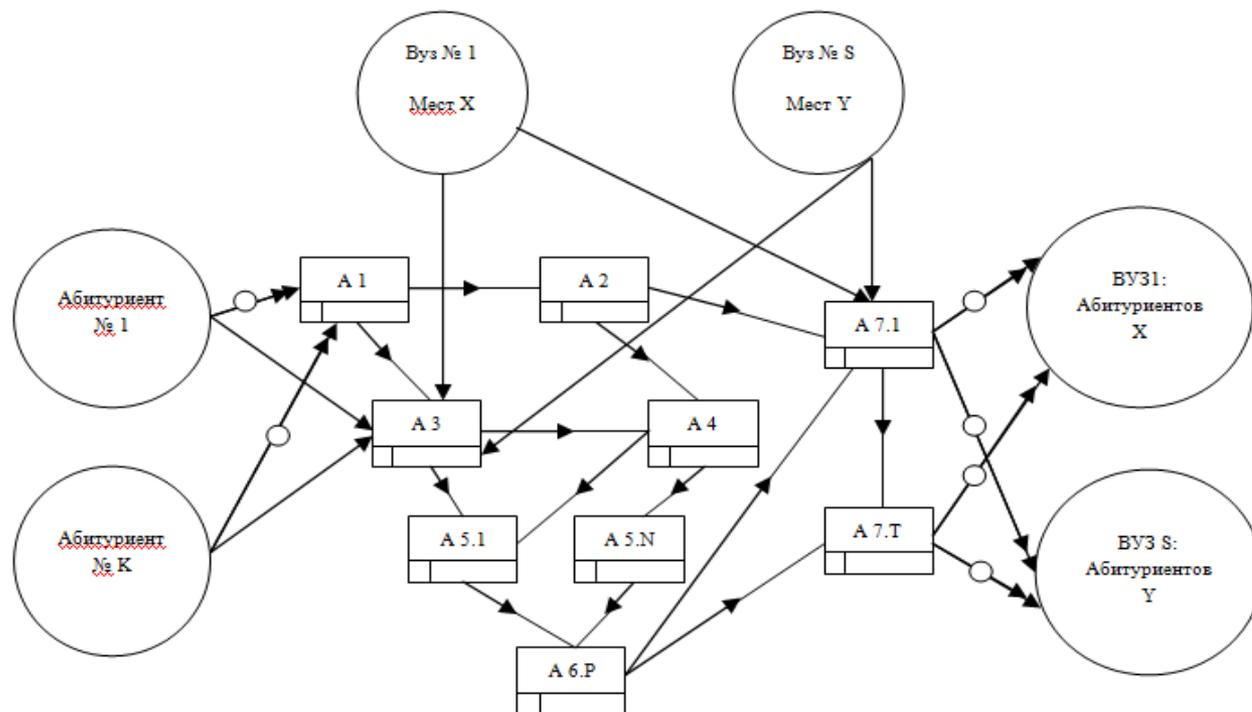
Код	Название	Код спе	Специальность	Приоритет
103	Самарский государственный архите	010900	Прикладные математика и	1
106	Самарский Государственный Эконо	022000	Экология и природо-польз	2
105	Самарский Государственный Униве	030300	Психология	3
102	Поволжский государственный униве	031300	Журналистика (Журналисти	4
101	Самарский государственный аэроко	035000	Издательское дело	5
101	Самарский государственный аэроко	080100	Экономика	6
102	Поволжский государственный униве	080500	Бизнес-информатика (Элек	7
101	Самарский государственный аэроко	160700	Двигатели летательных апп	8
102	Поволжский государственный униве	200700	Фотоника и оптоинформати	9
*				

Анализе онтологии Про показал, что отсутствует важный атрибут главной сущности – **интерес абитуриента**. Требуется выяснить приоритеты поступающего и юридически оформить их, по аналогии с ЕГЭ. После получения результатов ЕГЭ будущий абитуриент заполняет **лист приоритета абитуриента (ЛПА)**, в котором отмечает порядок своих предпочтений, осуществив **ранжирование ВУЗов и специальностей**, на которые он хотел бы поступить

Сущность	Атрибуты	
	Потребность	Возможность
Университет	Принять Абитуриентов	Имеет Специальности
Абитуриент	Поступить на специальность Поступить в университет	Результаты ЕГЭ Приоритеты в выборе специальности Приоритеты в выборе университета
Специальность/ направление	Осуществить набор	План по набору Порог по ЕГЭ

Атрибуты сущностей в форме Потребностей и Возможностей

## Онтологическая IDEF5 схема изменения статуса сущности Абитуриент



- A1 – проверка баллов абитуриентов по основным предметам ЕГЭ...
- A2 – суммирование баллов абитуриентов ...
- A3 – сопоставление специальности в ЛПА со специальностью ВУЗа;
- A4 – сравнение наличия сданных абитуриентом предметов ЕГЭ ...
- A5.1 – выбор абитуриентов с 1-ым приоритетом ...
- A5.N - выбор абитуриентов для конкретной специальности с N-ым ..
- A6.P – сортировка абитуриентов по убыванию баллов ...
- A7.1 – сравнение количества абитуриентов с количеством мест на исследуемой специальности ...
- A7.7 – выбор абитуриентов для заполнения оставшихся свободных мест ...

В БД использовались следующие таблицы:

- Абитуриенты* – множество абитуриентов, где Код участника - уникальный номер абитуриента, заполняется автоматически нарастающим итогом при регистрации нового участника;
- Результаты ЕГЭ* – содержат баллы, полученные абитуриентом по сданным им предметам;
- Сдавшие* - множество абитуриентов, набравших баллы выше минимального порога;
- Код ВУЗа – данные о ВУЗе;
- Таблица\_спец* – множество специальностей всех ВУЗов с количеством плановых мест для приёма;
- Данные с ВУЗа11* – связь потребных предметов ЕГЭ для поступающих на конкретную специальность;
- ЛПП2* – приоритеты абитуриентов (ЛПА);
- Кодирование ЕГЭ* – множество предметов, используемых для сдачи ЕГЭ;
- Запрос на специальность* – сопоставление данных по абитуриентам и ВУзам.

## Базовая онтология машиностроения

Пример **повышения эффективности** связан с созданием мультиагентной системы «Smart Factory», предназначенной для планирования работ производственных цехов машиностроительных предприятий.

В условиях любого машиностроительного завода это достигается путём гибкой согласованной корректировки производственных планов в ответ на изменения в окружающей среде в зависимости от возникающих событий. В результате в системе должны одновременно осуществляться процессы распределения ресурсов, планирования, оптимизации, мониторинга и контроля выполнения заказов в режиме реального времени.

Внедрение системы с использованием созданной семантической основы позволило:

- существенно **упростить интеграцию** с существующей на заводе ERP-системой «Кузнецов» (за счёт единого формата представления данных модели машиностроительного предприятия, обеспечивающего формализованную запись знаний в онтологии машиностроения);
- обеспечить быструю реакцию на непредсказуемые события (новый заказ, поломки оборудования и т.д.) за счёт **единого понятийного аппарата** в основе онтологии машиностроения, сокращающего время на обработку запросов МАС;
- уменьшить негативное влияние человеческого фактора (ошибки, опечатки и т.д.) при принятии решений (за счёт **единой терминологической базы** в основе онтологии машиностроения);
- увеличить **производительность цеха** на 5-10% с тем же количеством ресурсов, а также **повысить прозрачность деятельности** производственных цехов.

1. **Инфраструктура** НН онтология проектирования включает одноимённые научный журнал, семинар и учебную дисциплину, изучаемую в Самарском университете.
2. **Научные журналы**, как аккумуляторы знаний в ПрО, верифицируют теории, методы, модели, готовят основу для формирования и развития новых направлений в науке, являются БЗ для новых учебных дисциплин и занимают ведущую роль в пирамиде **знаниевых ценностей в университете**.
3. Онтологический анализ ПрО – основа построения ИС. **Качественный анализ ПрО** и построение онтологий на его основе – **залог эффективности ИС**.
4. **Онтология машиностроительного предприятия** является формализованным представлением исследуемого предприятия и служит **семантической основой** на этапе разработки ИС.
5. Использование в реальной практике **параметризованных моделей** проектируемых изделий, атрибутирования основных сущностей и объектов проектирования на основе онтологии ПрО позволяет существенно **сократить время** на модификацию и оптимизацию новых изделий.
6. **Автоматизация процедуры** зачисления абитуриентов в ВУЗы на основе ЕГЭ и ЛПА позволит существенно **сократить трудоёмкость** работы приёмных комиссий и совокупные затраты абитуриентов.

***Социальный и экономический эффект ИС во многом определяется качеством онтологий, на которых построена ИС, и полнотой их реализации в ИС. Фрагментарная реализация онтологий в ИС не позволит добиться должного эффекта от работы ИС.***

## ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

- Роботизация процессов деятельности
- Формализация знаний
- Робот-проектант
- Онтология машиностроительного предприятия
- Университет будущего
- Онтологический и проектный анализ в разных Про

**Боргест Н.М.**, Григорьев В.А., Кузьмичёв В.С. Искусственный интеллект в проектировании авиационной техники и роль школы профессора В.Г. Маслова в процессе его развития // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2021. Т.20, №3. С.171-190.

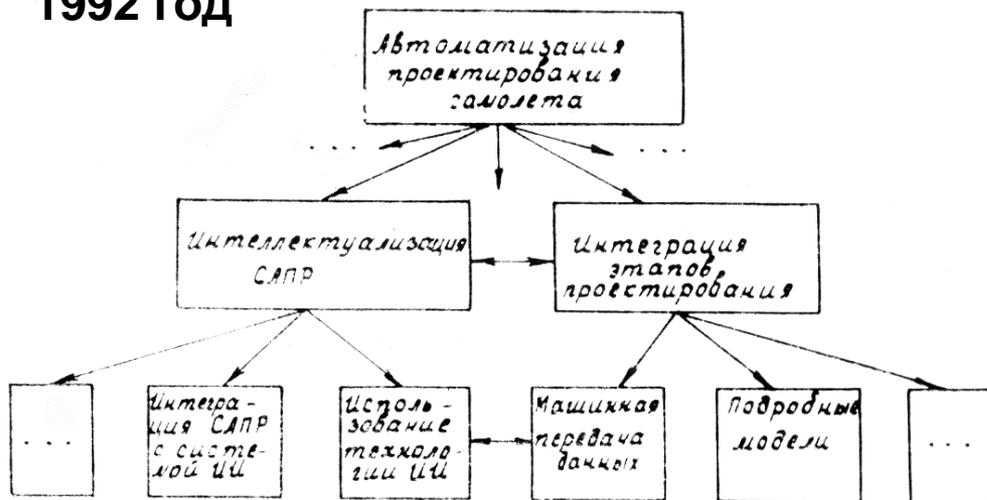
Богданова Н.В., **Боргест Н.М.**, Власов С.А., Глибоцкий Д.С. Онтология проектирования современного университетского профильного музея // Онтология проектирования. 2021. Т.11, №3(41). С.320-338.

**Боргест Н.М.**, Галахарь А.С. , Овсянников М.В. , Самсонов Р.О. Предпроектный анализ интеллектуального жилого дома для условий Арктики // *Онтология проектирования*. 2019. Т. 9, №1(31). С.85-100.

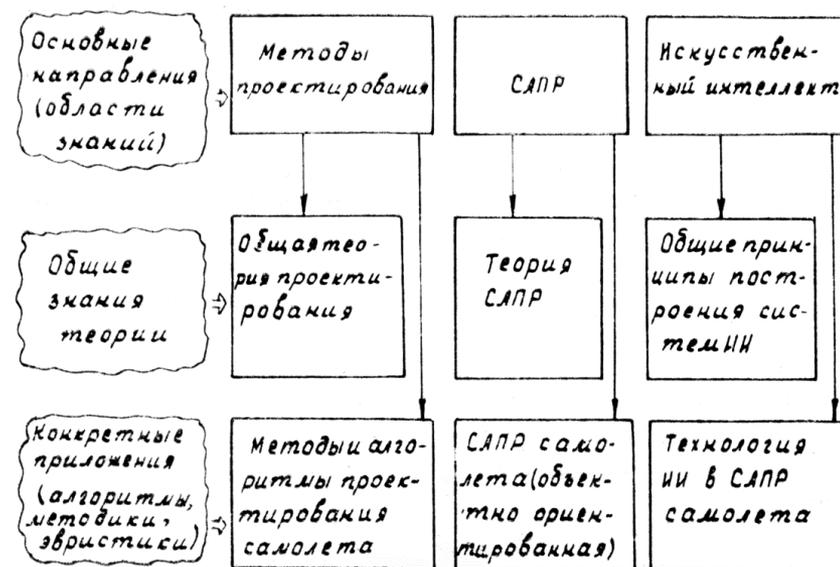
**Боргест Н.М.**, Будаев Д.В., Травин В.В. Онтология проектирования точного земледелия: состояние вопроса, пути решения // *Онтология проектирования*. 2017. Т.7, №4(26). С.423-442.

**Боргест Н.М.**, Власов С.А., Громов Ал.А., Громов Ан.А., Коровин М.Д., Шустова Д.В. Робот-проектант: на пути к реальности // *Онтология проектирования*. 2015. Т.5, №4(18). С.429-449.

1992 год



Основные направления развития автоматизации проектирования самолёта



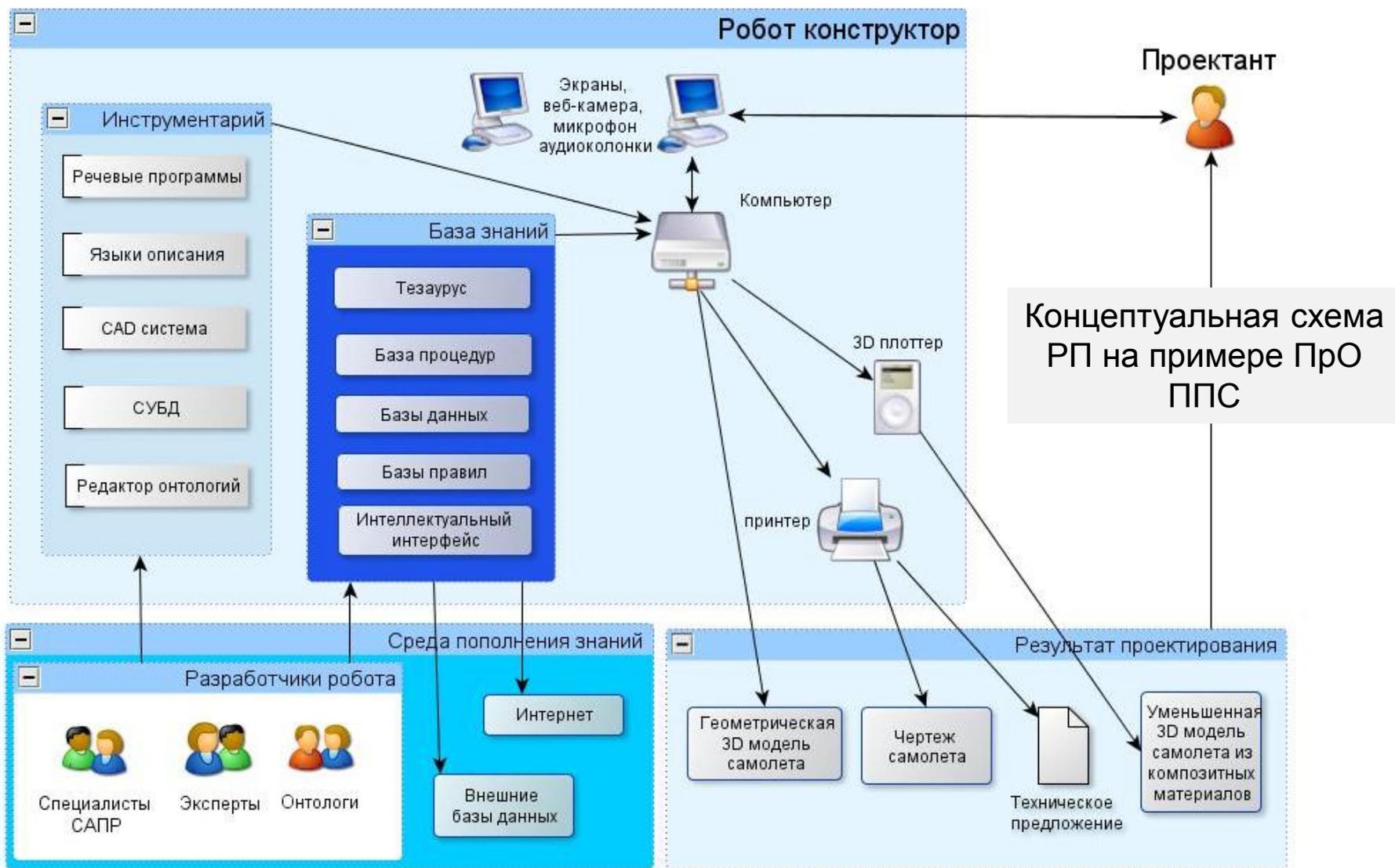
Условная классификация базовых областей знаний в проектировании самолётов

2012 год

Рабочий экран работа-проектанта самолёта



# Робот-проектант – интеллектуальный помощник проектанта



## Пример описания параметров крыла самолёта в удобном для инженера виде

### КОНСТРУКТИВНО-СИЛОВАЯ СХЕМА КРЫЛА

#### ПРОДОЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

- Лонжероны**
  - балочные
  - ферменные
    - раскосные
    - раскосно-стоечные
  - ферменно-балочные
- Стрингеры**
  - силовые
  - передние
  - задние
  - местного усиления
- Продольные стенки**

#### ПОПЕРЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

- Нервюра**
- нормальная
  - усиленная
    - с 1 или 2 стенками
    - рамочная
    - балочная
    - ферменная
    - ферменно-балочная

По констр. схеме



#### ОБШИВКА

- трехлопая
- монолитная
- полотноная
- фанерная

**Назначение:** образование и сохранение внешней формы крыла, восприятие воздушной нагрузки.

#### Соединение листов обшивки:

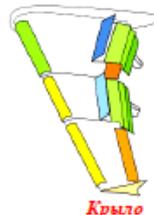
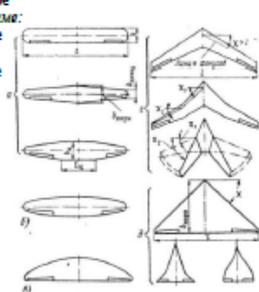
- внахлестку
  - внахлестку со склейкой на ус
  - внахлестку с подсежкой одного листа
- встык

### КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ КРЫЛЬЕВ



### ФОРМЫ КРЫЛА В ПЛАНЕ

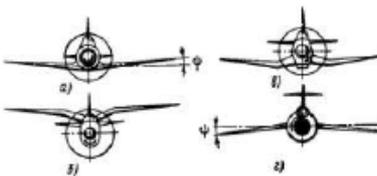
- прямое
  - прямоугольное
  - трапециевидное без центроплана
  - трапециевидное с центропланом
- эллиптическое
- параболическое
- стреловидное
  - с прямой стреловидностью
  - с обратной стреловидностью
  - + с переломом осей продольного набора
  - + с внутренним подкосом
  - + кессонной конструкцией
- треугольное
  - с постоянной стреловидностью
  - с переменной стреловидностью
  - оживальное



Крыло

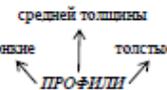
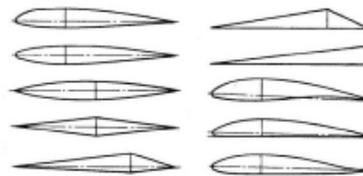
### ФОРМЫ КРЫЛА В ВИДЕ СПЕРЕДИ

- с положительным поперечным углом
- с положительным поперечным углом типа «чайка»
- с отрицательным поперечным углом
- с отрицательным поперечным углом типа «обратная чайка»



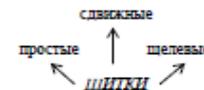
### ТИПОВЫЕ ПРОФИЛИ КРЫЛА

- Двояко-выпуклые
  - симметричные
  - несимметричные
- Чечевичеобразные
- Ромбовидные
- Клиновидные
- Выпукло-вогнутые, плоско-выпуклые
- S-образные



### МЕХАНИЗАЦИЯ КРЫЛА

- Предкрылок
  - кощевой
- Носовой щиток  $\equiv$  Щиток Крюгера
- Отклоняемый носок
- Закрылок
  - выдвижной  $\equiv$  дефлектор
  - двух щелевой
  - одно щелевой
  - реактивный
  - щелевой
  - сдвижной
  - отклоняемый
- Тормозные щитки
- Элероны
- Интерцепторы
- Спойлеры
- Элерон-закрылки  $\equiv$  зависающие элероны  $\equiv$  флипероны
- Элерон-интерцепторы



- + gondoly двигателей
- + главные ноги шасси

### ВИДЫ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ

- Для увеличения несущей способности крыла.
- Для увеличения лобового сопротивления.

#### По физическому принципу действия:

- Для увеличения кривизны профиля
- Для увеличения профиля крыла
- Для управления пограничным слоем
- Для управления пограничным слоем с одновременным изменением кривизны профиля

### ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

#### 1. Профиль крыла

- Размер хорды
- Относительная толщина
- Относительная стрела прогиба  $\equiv$  относительная кривизна
- Координаты положения относительной толщины
- Кривизна от носка профиля
- Геометрическая крутка
- Угол установки

#### 2. Крыла в плане

- Относительная площадь крыла
- Площадь крыла
- Размах крыла
- Полуразмах крыла
- Поперечный угол крыла  $\equiv$  угол поперечного V крыла
- Сужение крыла
  - бесконечное
  - прямое
  - отрицательное
- Угол стреловидности
  - малый
  - нулевой
  - изменяемый
  - переменный
- Удлинение
  - малое
  - среднее
  - большое
  - сверхбольшое
- Хорда
  - концевая
  - корневая  $\equiv$  осевая
  - САХ

### ОСНОВНЫЕ ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- удельный вес
- относительный вес

### ТРЕБОВАНИЯ

Общие + Специальные:

- Возможно меньшая величина
- Возможно большее значение коэффициента подъемной силы
- Высокое значение аэродинамического качества

### НАГРУЗКИ

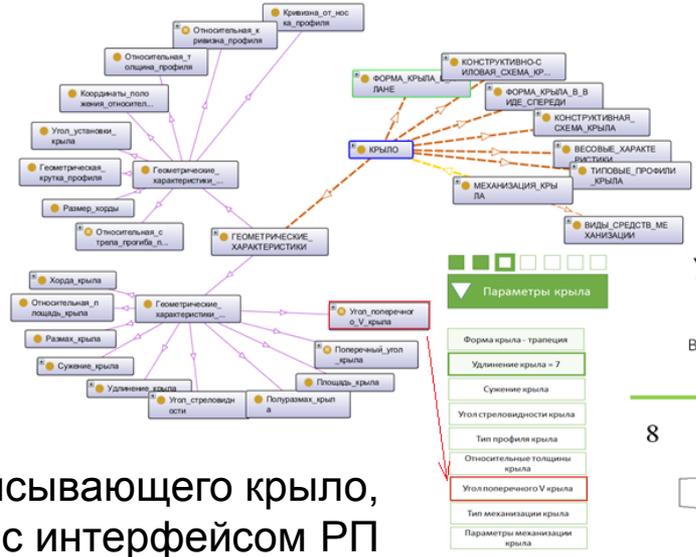
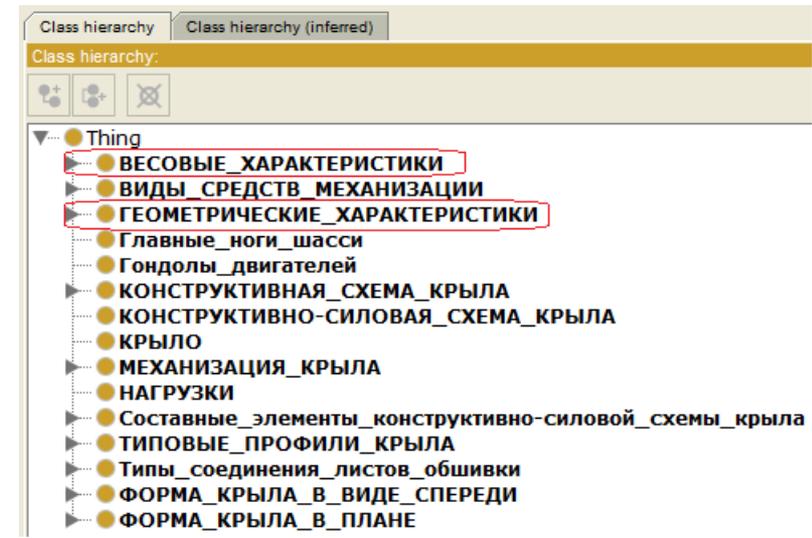
- Аэродинамические нагрузки
- Массовые нагрузки
- Сосредоточенные массовые нагрузки
- Сосредоточенные нагрузки от немассовых сил

Фрагмент сводной таблицы геометрических параметров и характеристик крыла

Фрагмент тезауруса ПрО ППС, описывающего крыло самолёта

107	⊖ Тип профиля
108	⊖ S-образный
109	⊖ Выпукло-вогнутый
110	⊖ Двойко-выпуклый
111	⊖ Двойко-выпуклый симметричный
112	⊖ Двойко-выпуклый несимметричный
113	⊖ Клиновидный
114	⊖ Ламинарный
115	⊖ Плоско-выпуклый
116	⊖ Ромбовидный
117	⊖ Суперкритический
118	⊖ Чечевицеобразный
119	⊖ Форма в виде спереди
120	⊖ С отрицательным поперечным углом
121	⊖ С положительным поперечным углом
122	⊖ Типа "обратная чайка"
123	⊖ Типа "чайка"
124	⊖ Форма в плане
125	⊖ Готическое
126	⊖ Параболическое
127	⊖ Прямое
128	⊖ Прямоугольное
129	⊖ Трапециевидное без центроплана
130	⊖ Трапециевидное с центропланом
131	⊖ Стреловидное
132	⊖ С обратной стреловидностью
133	⊖ С прямой стреловидностью
134	⊖ Треугольное
135	⊖ С постоянной стреловидностью
136	⊖ С переменной стреловидностью
137	⊖ Оживальное
138	⊖ Эллиптическое

5	⊖ Геометрические параметры крыла в плане
6	⊕ Относительная площадь
7	⊕ Площадь
8	⊕ Полуразмах
9	⊕ Поперечный угол
10	⊕ Размах
11	⊖ Сужение
12	⊕ Бесконечное
13	⊕ Отрицательное
14	⊕ Прямое
15	⊖ Угол стреловидности
16	⊕ Изменяемый
17	⊕ Малый
18	⊕ Нулевой
19	⊕ Переменный
20	⊖ Удлинение
21	⊕ Большое
22	⊕ Малое
23	⊕ Сверхбольшое
24	⊕ Среднее
25	⊖ Хорда
26	⊕ Концевая
27	⊕ Корневая
28	⊕ Осевая
29	⊕ САХ



Фрагмент тезауруса, описывающего крыло, и его связи с интерфейсом РП

Удлинение крыла

Выберите значение удлинения крыла

8    9    10    11    12

$\lambda = 10$

Продолжить

**БЗ содержит:**

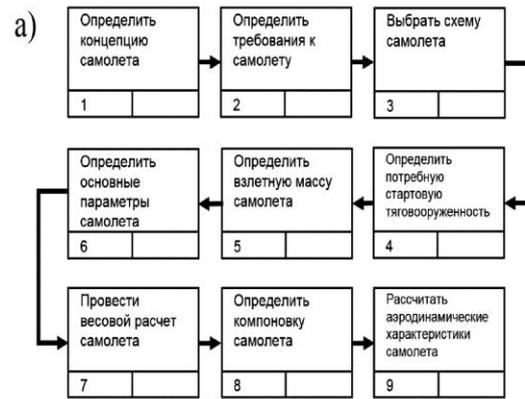
$Pr = \{M_1, M_2 \dots M_p\}$  - множество прецедентов (БД);

$R = \{m_1, m_2 \dots m_r\}$  - множество расчётных (математических) моделей;

$K = \{k_1, k_2 \dots k_r\}$  - множество экспертных правил (БЗ о сценариях);

и связывающий их тезаурус ПрО.

**Фрагменты  
варианта  
сценария  
взаимодействия  
пользователя с РП**



а - пример общего сценария;  
 б, в, г - определение концепции самолёта;  
 д – определение тяговооружённости самолёта;  
 е – определение основных параметров самолёта

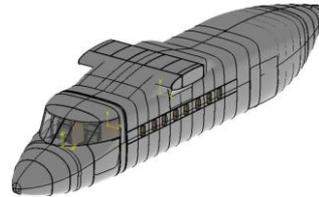
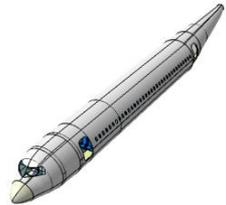
Формальная запись проектной задачи :

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  - множество параметров;

$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_m\}$  - множество ограничений;

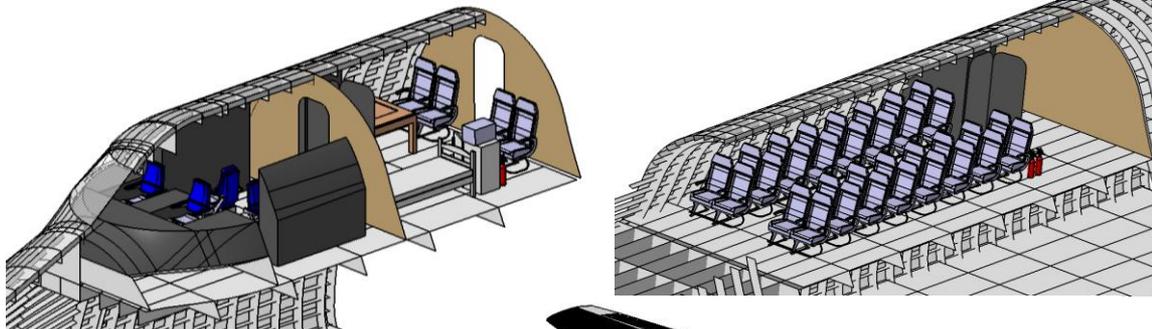
$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$  - множество критериев.

$M_{opt} = \{X_{opt}\}$  – результат решения проектной задачи

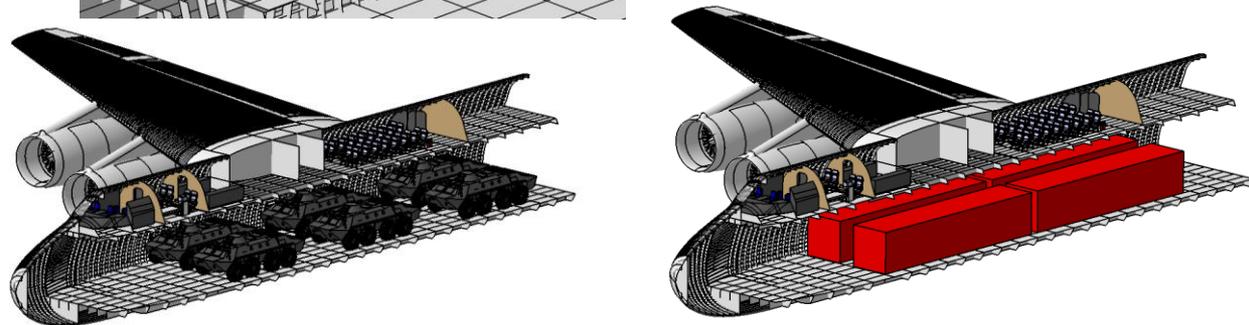


Развитие разработанных параметризованных 3D моделей самолётов (2011-2021), используемых в РП

а)



б)

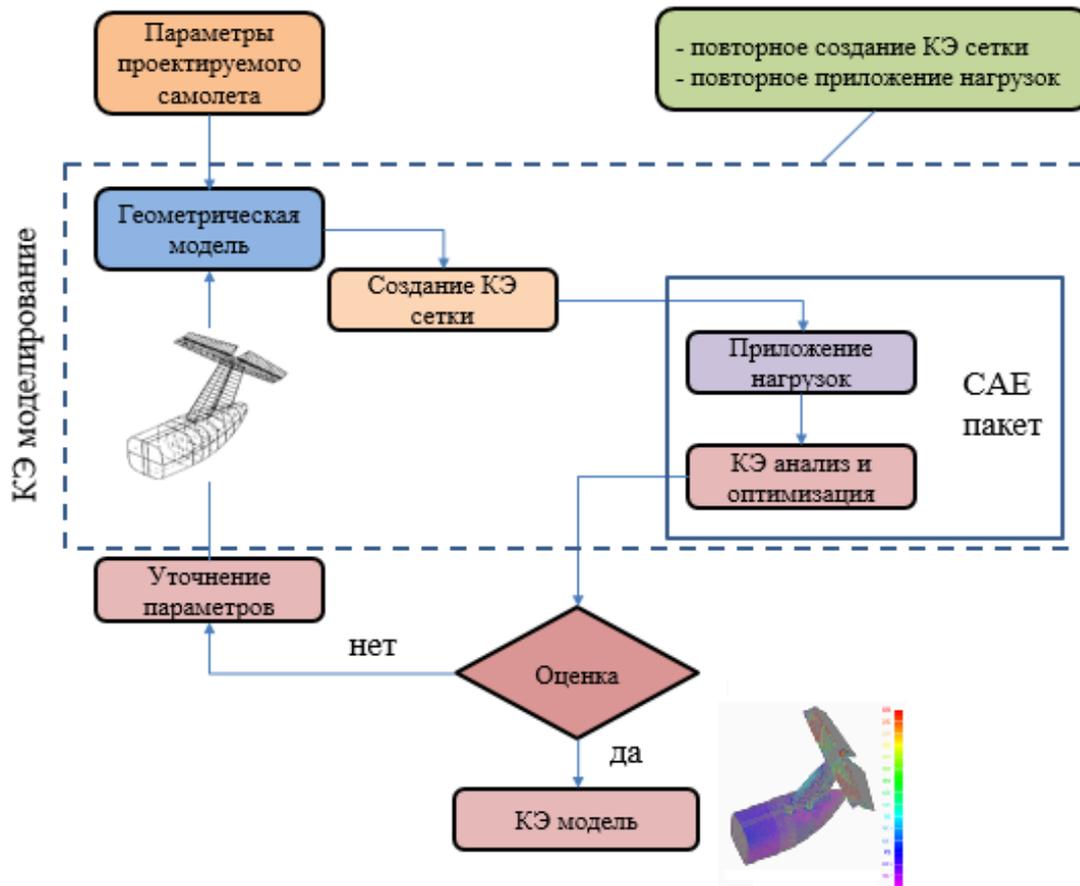


Фрагменты компоновки (а) и варианты загрузки (б) транспортного самолёта, полученные РП

Процесс проектирования при помощи параметрических шаблонов



Схема реализованного в РП процесса КЭ моделирования



Скелетная параметрическая модель крыла

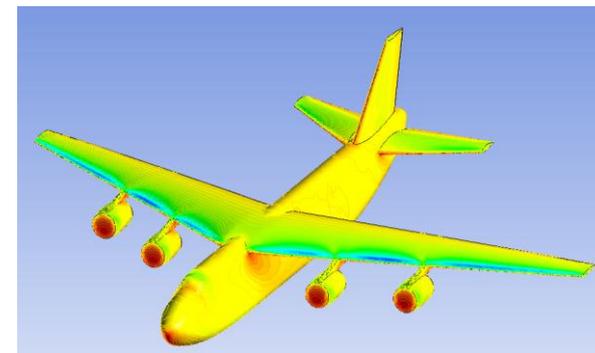


КЭ сетка крыла





Модель самолёта в расчётной области



Распределение давления по поверхности самолёта на модели, полученной в РП

Примеры выполненных проектов самолётов в среде РП



Испытание твёрдотельной модели (масштаб 1:100) транспортного самолёта в аэродинамической трубе



Интеллектуальный помощник проектианта

- Техническое задание
- Выбор схемы самолета
- Подбор двигателя
- Масса в 1 приближении
- Основные параметры
- Весовой расчет
- Компоновка
- Центровка
- Отчет
- Итоговая модель

Масса в 1 приближении

$m_{Оисх} = \frac{m_0 + m_{эк}}{1 - m_k - m_{сy} - m_{св} - m_{обор-р} - m_{си}}$  Создание самолёта с текущими значениями масс возможно

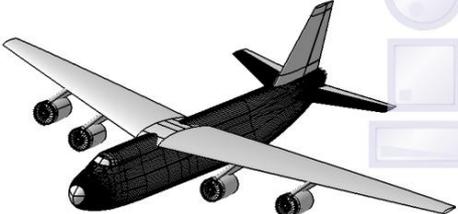
Относительная масса конструкции	0,25
Относительная масса силовой установки	0,08
Относительная масса оборудования и управления	0,05
Относительная масса топливной системы	0,26
Масса коммерческой нагрузки	130000
Масса самолета в первом приближении	369361

2

Параметр	Значение
Количество членов экипажа, человек	8
Полезная нагрузка, кг	130000
Крейсерская скорость, км/ч	850
Крейсерская высота, м	10000
Длина взлётно-посадочной полосы, м	2000
Максимальная дальность полёта, км	5000
Удельная нагрузка на крыло дН/м²	483,321
Угол стреловидности крыла, градусов	35
Удлинение крыла	7,6
Сужение крыла	3,46
Угол стреловидности горизонтального оперен...	31
Сужение горизонтального оперения	2,8
Удлинение фюзеляжа	6
Масса самолета в нулевом приближении, кг	369361,111
Тяговооруженность самолёта	0,58

3

4



Внешний вид интерфейса РП

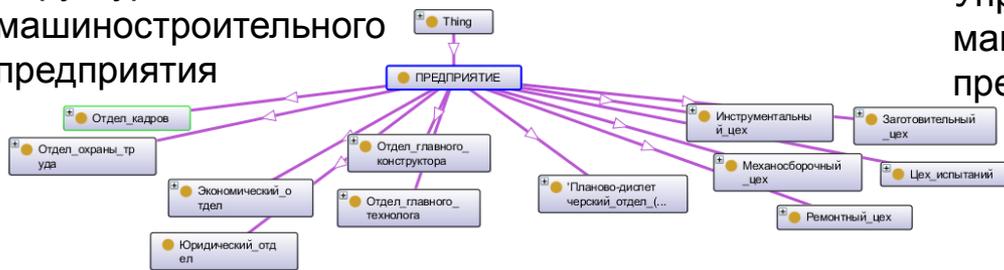
- 1 - сценарный план проектирования;
- 2 - интерактивный экран изменения проектных параметров;
- 3 - матрица проекта;
- 4 - окно предварительного просмотра модели

Демонстрационный образец РП самолёта



## Онтология машиностроительного предприятия

Структура машиностроительного предприятия

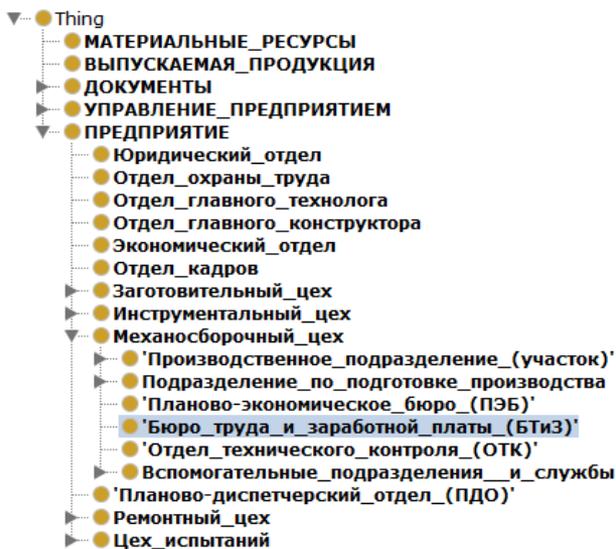


Управляющий персонал машиностроительного предприятия



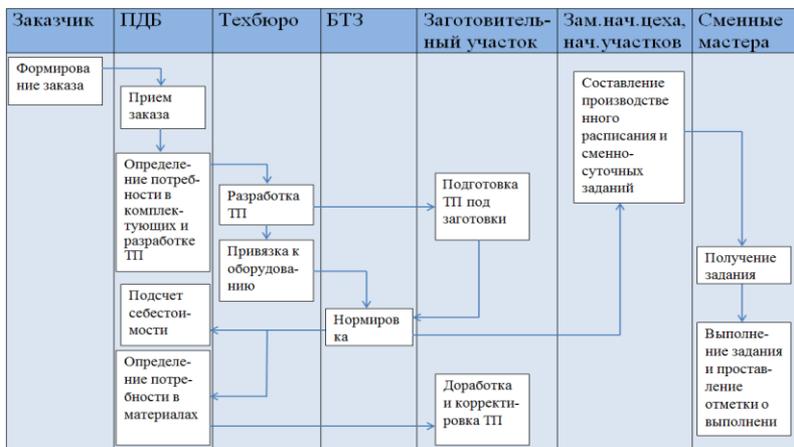
Описание работы цеха в виде комментариев к классу «БТиЗ»

Обозначение связей ассоциации в онтологии машиностроения

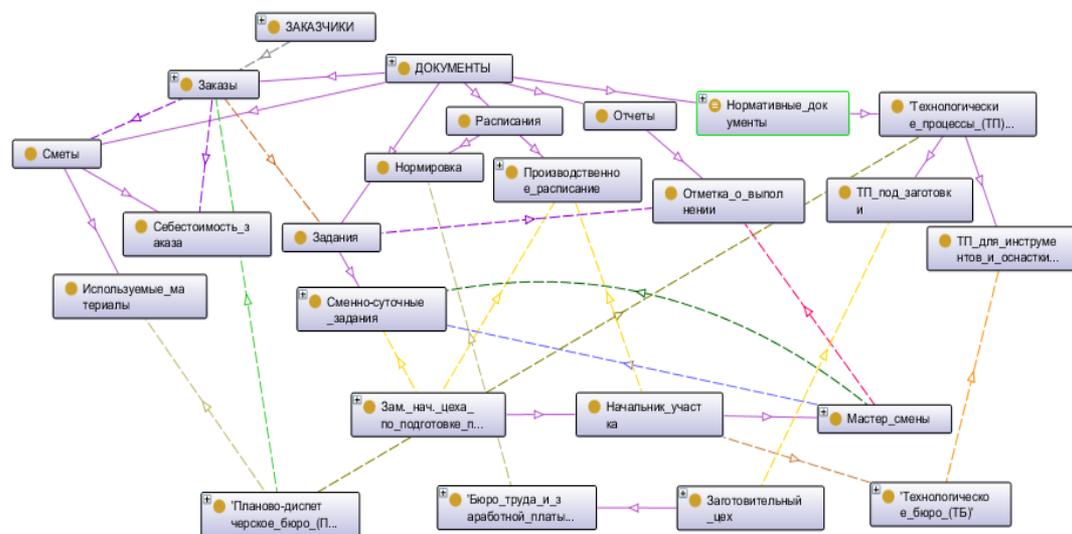


## Онтология машиностроительного предприятия

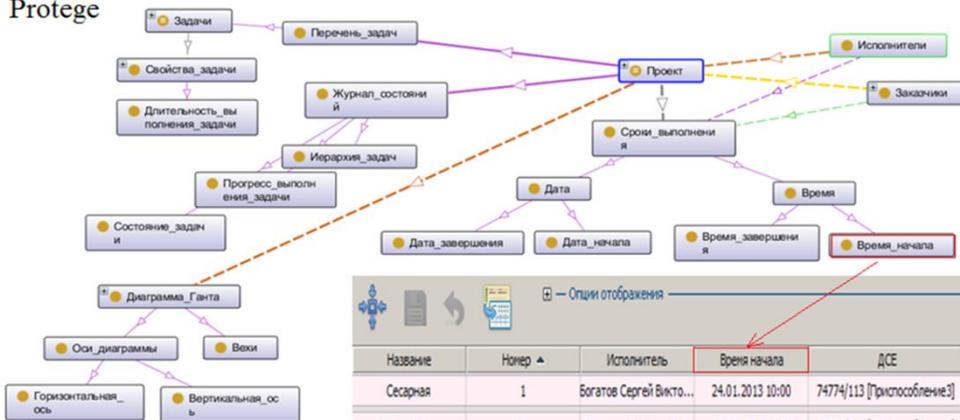
Типовой процесс выполнения заказа



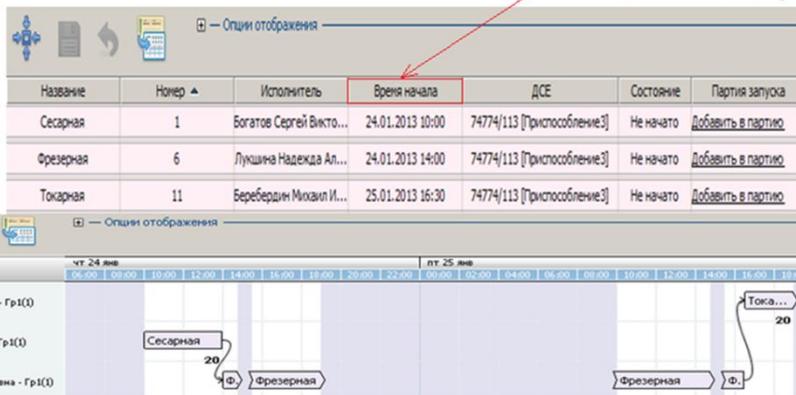
Фрагмент семантической сети процесса выполнения заказа



Protege



Smart Factory

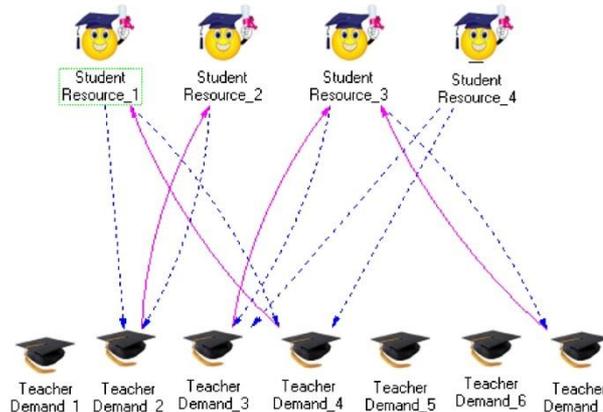
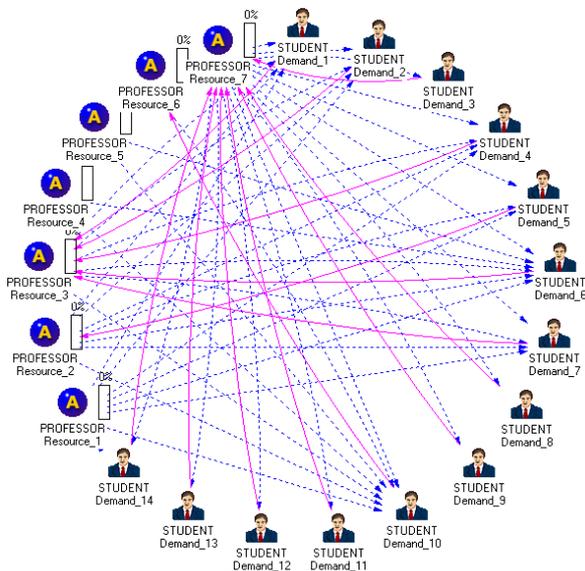


Сущности процесса планирования работ в диаграмме Ганта MAC «Smart Factory»

## Проектное обучение

Ресурсы и потребности сущностей во временных проектных бюро

Сущности	Ресурсы	Потребности
Преподаватель	научно-педагогические интересы, достижения	в обучающихся для выполнения проекта
Обучающийся	учебно-научные интересы, достижения	в руководителе, способном сформулировать задачу
Оборудование	реестр всех имеющихся технических средств с описанием их характеристик	в использовании
БД и ПО	доступ к хранилищу и БД библиотеки, реестр установленных программ и БД	в применении



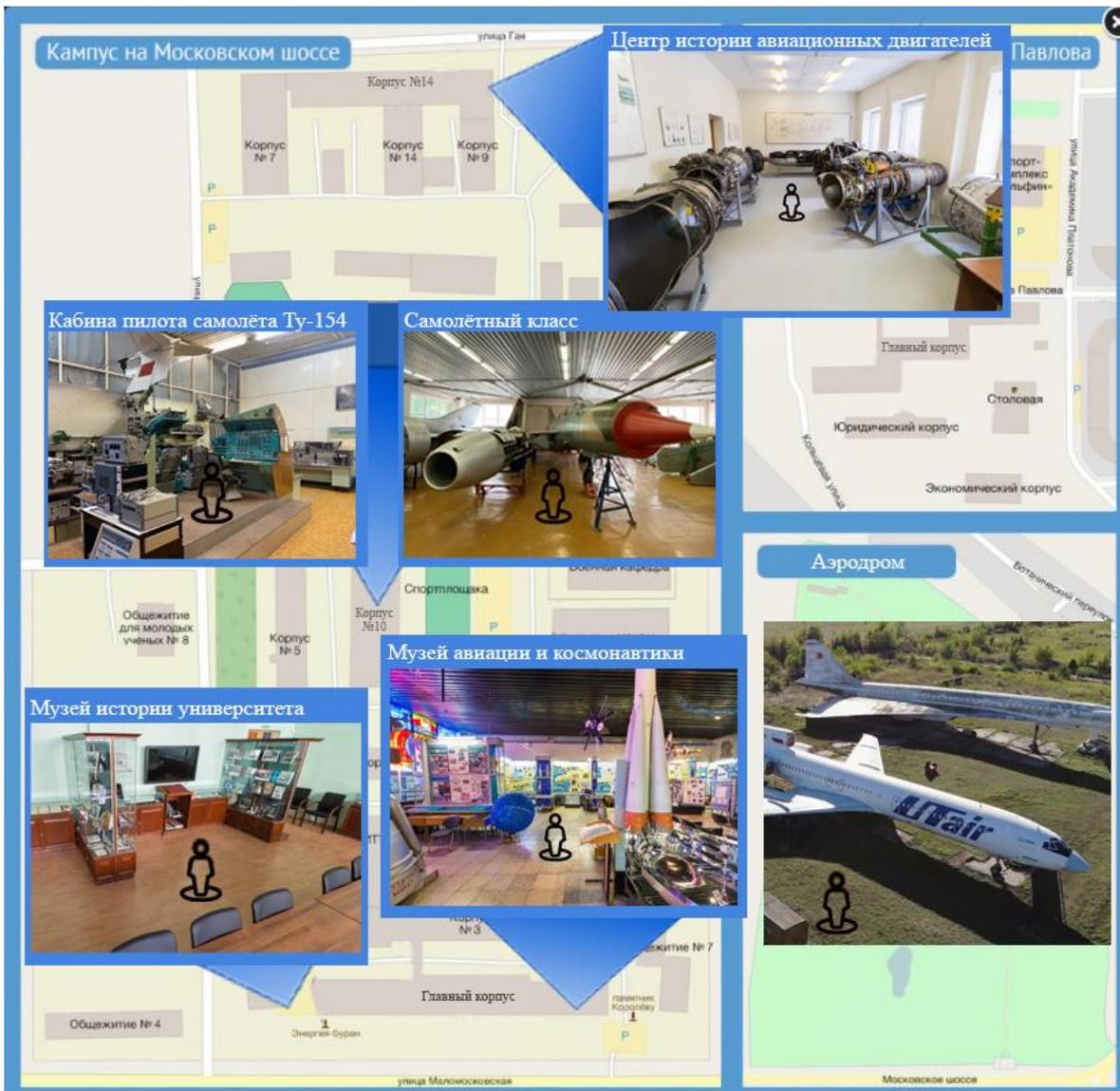
Результаты  
матчинга по  
формированию  
ВПБ  
(группа 1 – слева,  
группа 2 - справа)

**Боргест Н.М.** Введение в онтологию проектирования. Саарбрюкен, Германия: LAP Lambert Academic Publishing, 2015. 140 с.

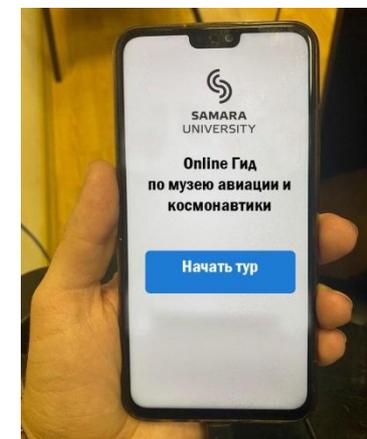
**Боргест Н.М.,** Е.В. Симонова, Д.В. Шустова. Онтологический анализ решения проектных задач на примерах. Саарбрюкен, Германия: LAP Lambert Academic Publishing, 2015. 144 с.

**Боргест Н.М.** Будущее университета. Онтологический подход. Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 112 с.

## Университетский профильный музей

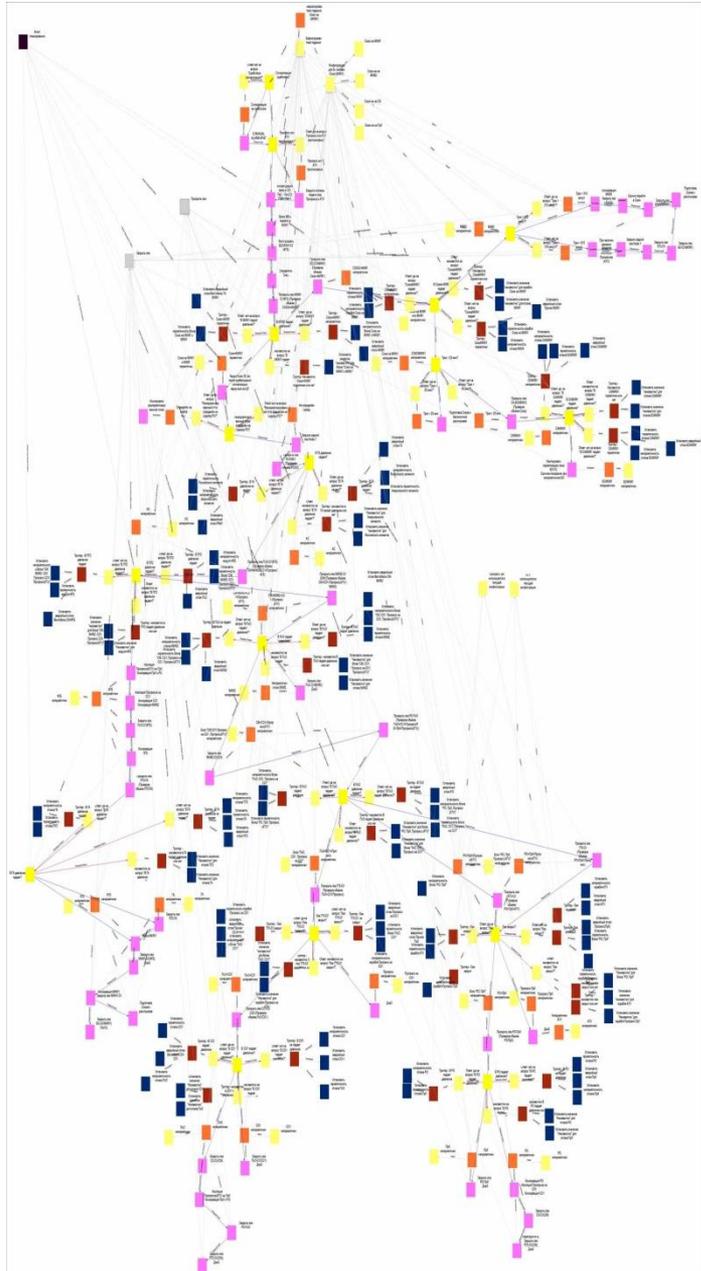


Ресурсы Самарского университета, которые могут быть задействованы в музее авиации и космонавтики имени академика С.П. Королева

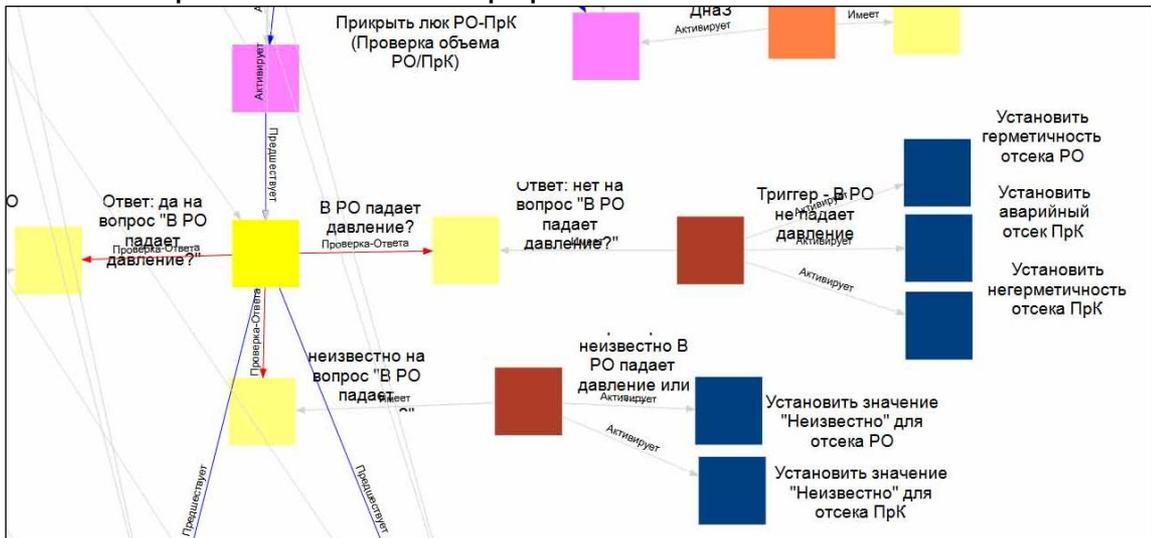


Проект онлайн-экскурсовода по музею авиации и космонавтики имени С.П. Королёва Самарского университета

# Нештатная ситуация на космической станции



## Фрагмент схемы парирования НШС на МКС



## Руководства по лётной эксплуатации

Механизм реализации онтологии в *Fluent Editor* - контролируемый язык CNL (Controlled Natural Language)

Yak-52 is a airplane.  
 Yak-52 have Screw and have Cow1 and have Louver and have Engine and have Landing-Gear and have Flaps and have Right-Wing-Console and have Left-Wing-Console and have Vhf-Antenna and have Empennage and have Right-Aileron and have Left-Aileron and have Skin-Starboard-Side-Fuselage and have Skin-Left-Side-Fuselage and have Arc-15-M-12-Antenna and have Left-Aileron and have Left-Wing-Console.

Описание конструктивных элементов самолёта Як-52, подлежащих предполётному осмотру

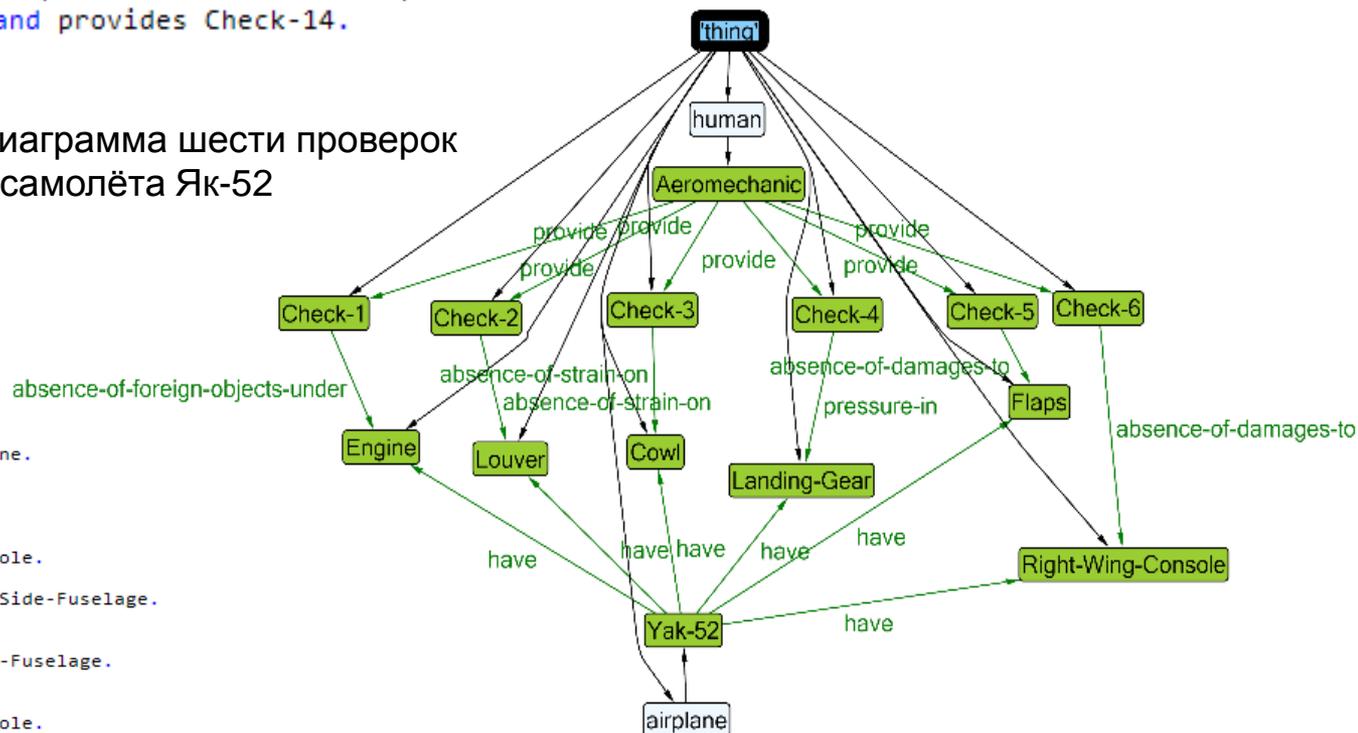
Aeromechanic is a human.  
 Aeromechanic provides Check-1 and provides Check-2 and provides Check-3 and provides Check-4 and provides Check-5 and provides Check-6 and provides Check-7 and provides Check-8 and provides Check-9 and provides Check-10 and provides Check-11 and provides Check-12 and provides Check-13 and provides Check-14.

Присвоение объекта (или субъекта) для выполнения каждой проверки

CNL-диаграмма шести проверок из РЭ самолёта Як-52

### Онтология РЭ самолёта Як-52 на CNL

- Check-1 absence-of-foreign-objects-under Engine.
- Check-2 absence-of-strain-on Louver.
- Check-3 absence-of-strain-on Cow1.
- Check-4 pressure-in Landing-Gear.
- Check-5 absence-of-damages-to Flaps.
- Check-6 absence-of-damages-to Right-Wing-Console.
- Check-7 absence-of-damages-to Right-Aileron.
- Check-8 absence-of-damages-to Skin-Starboard-Side-Fuselage.
- Check-9 mounting Vhf-Antenna.
- Check-10 absence-of-damages-to Empennage.
- Check-11 absence-of-damages-to Skin-Left-Side-Fuselage.
- Check-12 mounting Arc-15-M-12-Antenna.
- Check-13 absence-of-damages-to Left-Aileron.
- Check-14 absence-of-damages-to Left-Wing-Console.





## Семантическое описание в виртуальных мирах



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.

Borgest N.M., Vlasov S.A. Using Virtual Reality Technology in the Design of Complex Systems, Programmaya Ingeneria, 2022, vol.13, no.6, p.285-290. DOI:10.17587/prin.13.286-290.

Vlasov S.A., Borgest N.M. Application of VR and AR Technologies in Educational Process. Proceedings of the 8th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS 2020) Series: Advances in Intelligent Systems Research. volume 174. P.78-81. <https://doi.org/10.2991/aisr.k.201029.016>.

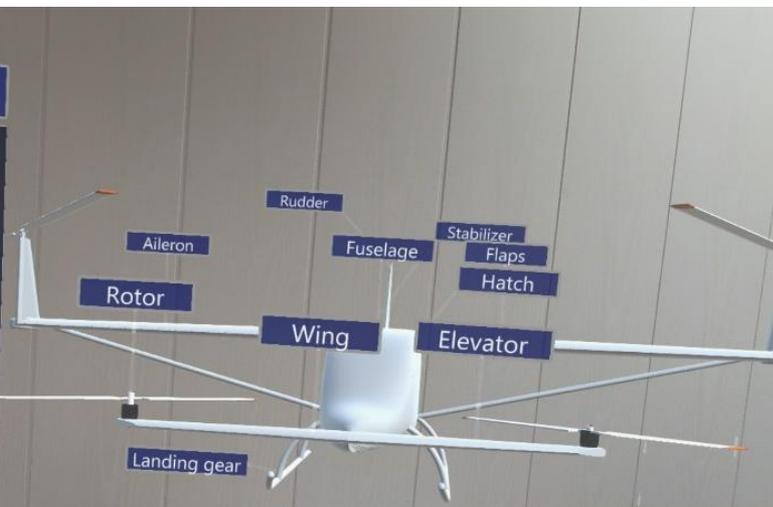


# Семантическое описание в виртуальных мирах



**Drones**

Fixed-Wing Hybrid VTOL  
Vertical take-off and landing UAVs are fixed-wing aircraft that can take off and land vertically. Due to the ability to combine the range and flight time of a fixed-wing UAV and the possibility of vertical



**Components**

- Drone
- Fuselage
- Wing
- Aileron
- Elevator

**Elevator**

Elevators are flight control surfaces, usually at the rear of an aircraft, which control the aircraft's pitch, and therefore the angle of attack and the lift of the wing. The elevators are usually hinged to the tailplane

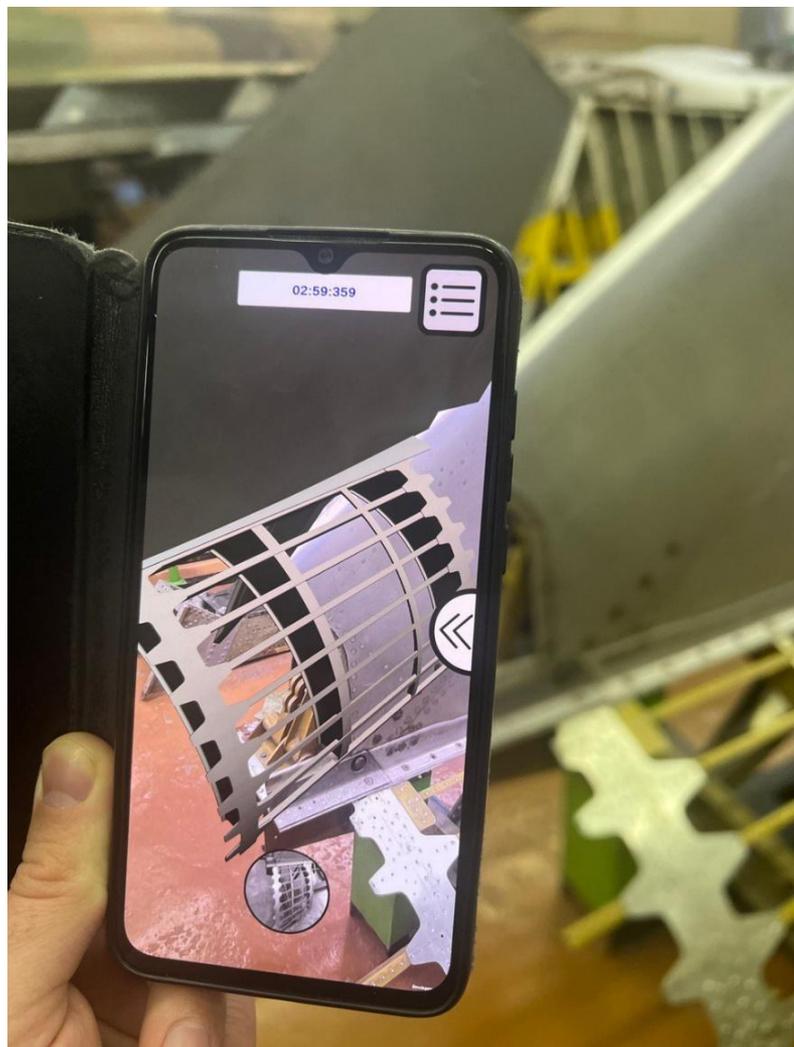
**TOGGLE MENU FEATURES**

- +
- ×
- 🏠
- 🔍
- 🏠

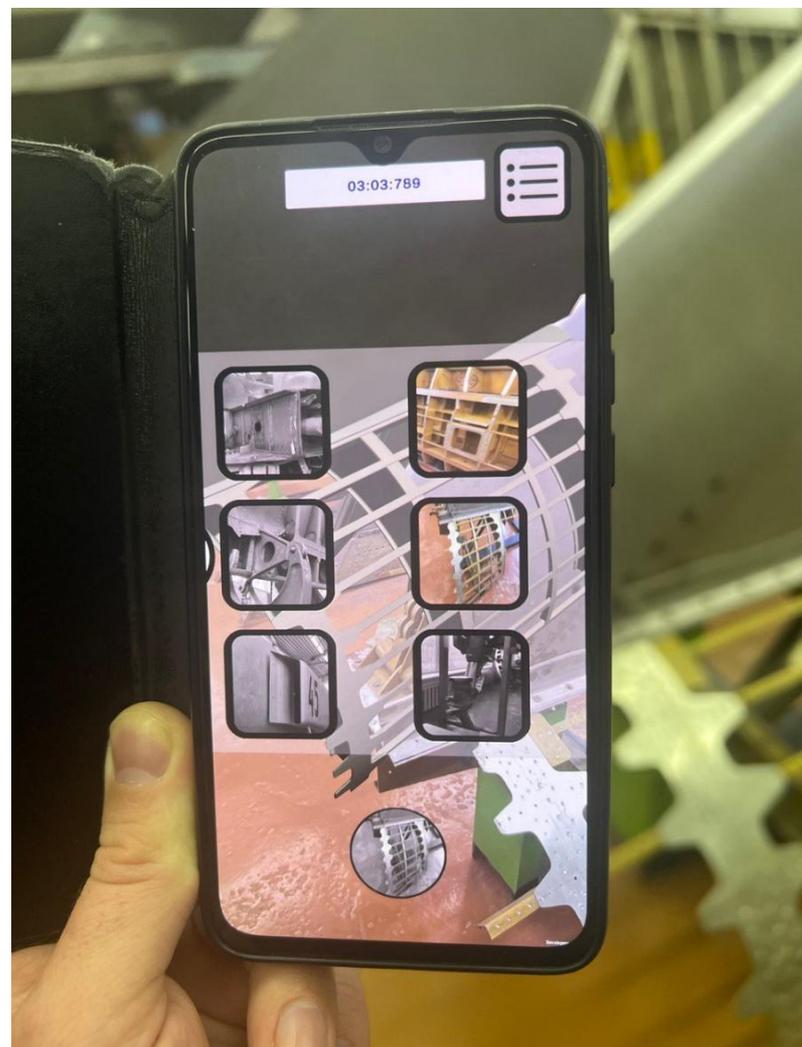


## Семантическое описание в виртуальных мирах

Приложение с дополненной реальностью для контроля знаний студентов



*Модель Як-26 на экране смартфона*



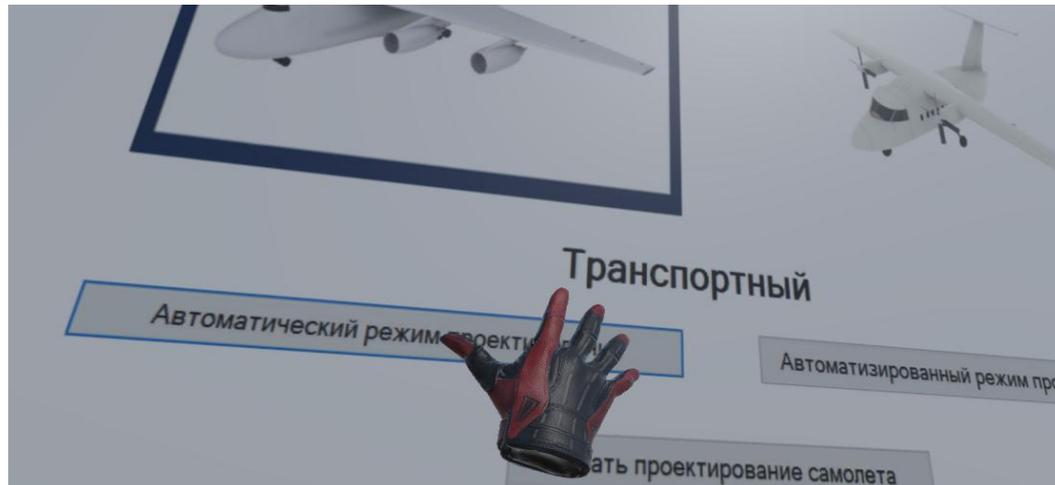
*Меню выбора объекта самолётного класса*

## Семантическое описание в виртуальных мирах

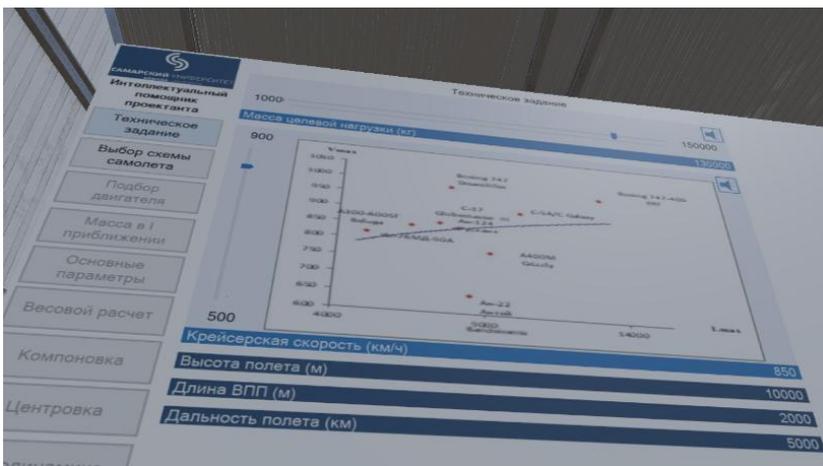
### Робот-проектант в VR



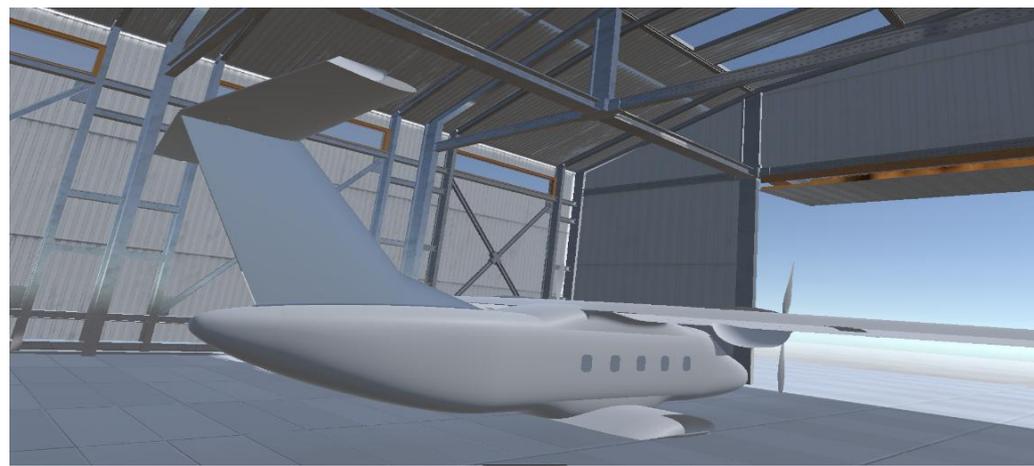
*Основное меню проектанта*



*Выбор режима проектирования*



*Выбор основных параметров*



*Сконвертированная 3D модель*

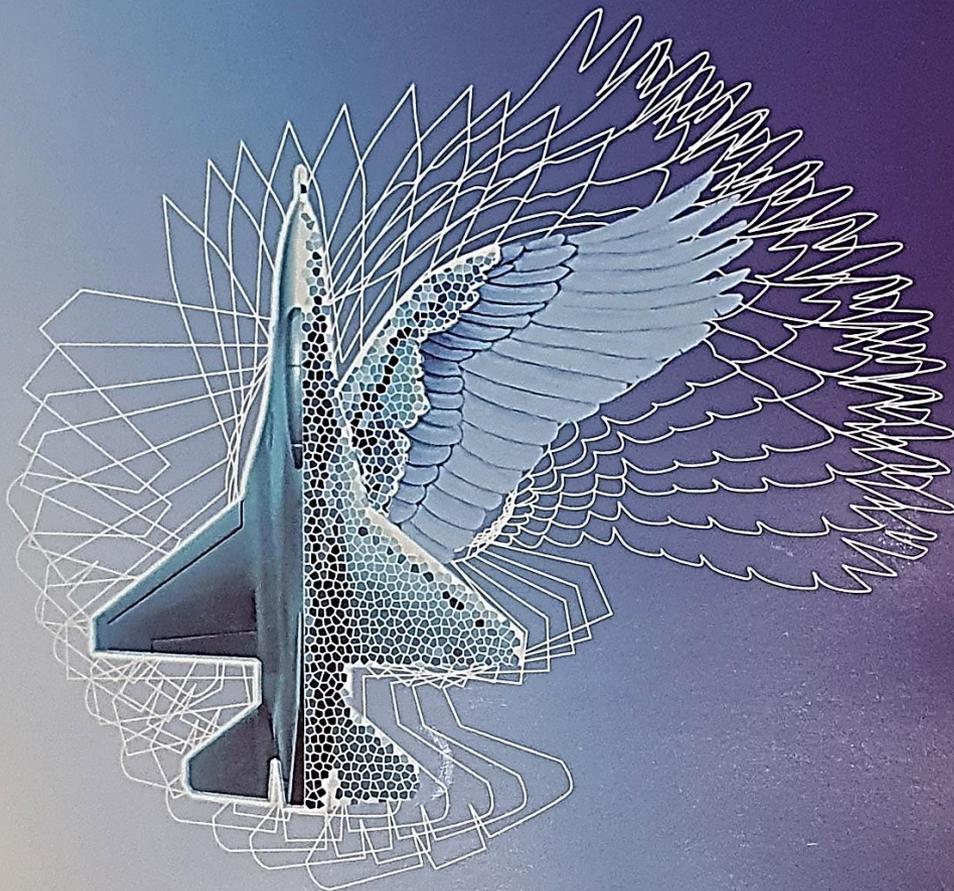
Онтология проектирования **обобщает опыт** проектной деятельности, имеющий долгую историю своего развития.

Существенной проблемой её становления является бесконечное **разнообразие ПрО** созидательной проектной деятельности, большое **количество участников** этой деятельности, на протяжении столетий внёсших свой вклад в формализацию знаний, в построение онтологий изучаемых и исследуемых областей, в создание артефактов разной природы от простых орудий до сложных человеко-машинных, социально-технических и общественных систем.

Онтология проектирования, как НН в рамках компьютерных и инженерных наук, включает: исследование понятийного аппарата ПрО и разработку на его основе тезауруса, анализ принципов формирования критериев и моделей проектируемого объекта, методов и сценариев проектирования, сбор и обработку информации об объекте как системы и составляющих его элементов. В онтологии проектирования, как разделе ИИ, **исследуются и формализуются знания субъектов проектирования** о процессе проектирования новых или модернизации уже известных артефактов.

# АНТОЛОГИЯ ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

2011-2023



Сборник редакционных статей, опубликованных в научном журнале «**Онтология проектирования**» с 2011 по 2023 годы, подготовлен в связи с выпуском юбилейного **50-го номера** этого журнала.

Материал опубликованных статей рассчитан на аудиторию, которая интересуется научным поиском, становлением научных направлений, формализацией знаний в целом и проектной деятельностью в частности в широком диапазоне научных дисциплин - от технических до гуманитарных.

Сборник статей можно рассматривать и как научно-популярный вестник, отражающий текущую актуальность происходящих событий, их онтологический анализ. Автор и редакторы полагают, что представленная антология будет особенно **полезна студентам и аспирантам, которые ищут свой путь в науке.**

**Боргест Н.М.** Антология онтологии проектирования 2011-2023 / Под ред. Д.М. Козлова и С.В. Смирнова. – Самара: Новая техника, **2023**. – 154 с.

Ontology of Designing

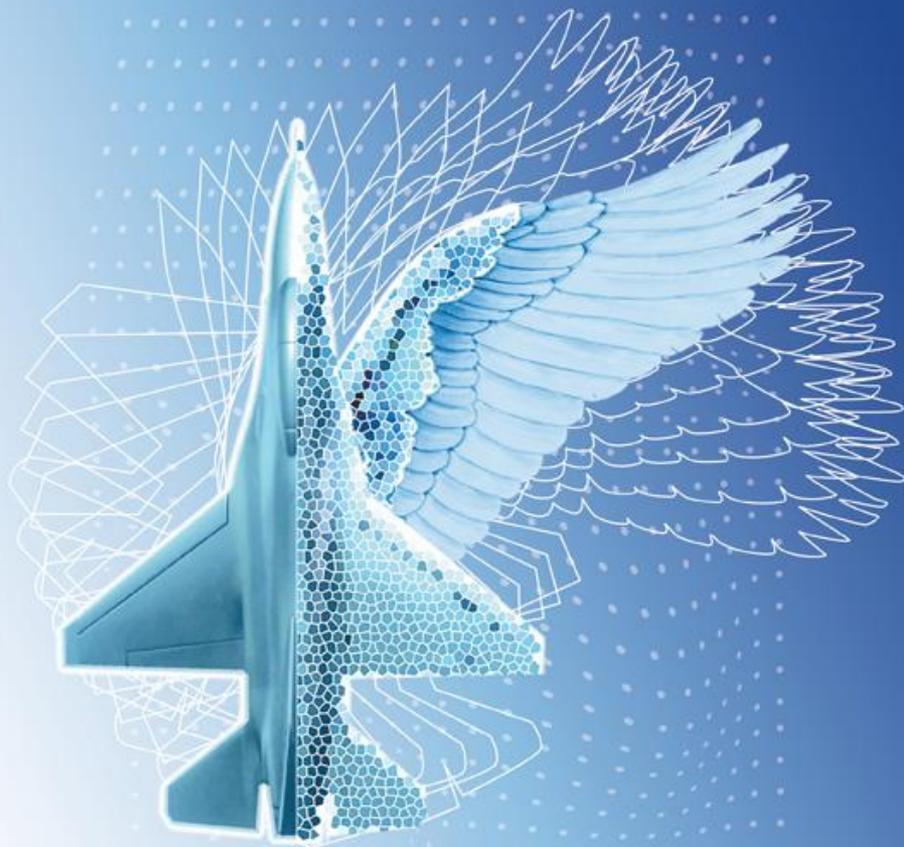
ISSN 2223-9537 (P)  
ISSN 2313-1039 (E)

# ОНТОЛОГИЯ

Vol 13  
2023  
№3

Научный журнал -  
Scientific journal

## ПРОЕКТИРОВАНИЯ



Передовые  
инженерные  
школы

Ждём и с  
удовольствием  
быстро  
опубликуем в  
нашем журнале  
**НОВЫЕ !**  
**ИНТЕРЕСНЫЕ !**  
**КАЧЕСТВЕННЫЕ !**  
**ИССЛЕДОВАНИЯ !**

Редакция журнала

# Онтологизация должна всегда предшествовать цифровизации



Спасибо за терпение!