



Информатика, Экономика, Бизнес-консалтинг

Преподаватель: Зеликин Николай Валерьевич

Мехмат МГУ - 2026

Структура и объем курса

Введение – цели и задачи курса, основные подходы и правила.
Предмет бизнес – консалтинга. Виды услуг и структура рынка БК.

Часть I – Единство социально-экономического пространства

- Методологическая основа курса:
категорный метод в приложениях
- **Единство и целостность социально-экономического пространства.**

Часть II - Предприятие

- Предприятие как объект управления
- Бизнес-процессы предприятия.
- Экономика предприятия
- Учет и управление

Часть III – Автоматизация управления

- Интегрированные системы управления ERP – системы: SAP, Oracle и др.
- Проекты разработки и внедрения КСУ
- Особенности проектной деятельности

Часть IV – Корпоративная культура и карьера консультанта

- Понятие корпоративной культуры
- Общие ценности коллектива консалтинговой компании
- Карьера консультанта

О категориях и
Категорном методе
(Основы системного подхода)

Мир – это Объекты, Связи, Отношения

... и главное –
Мир - это единство!

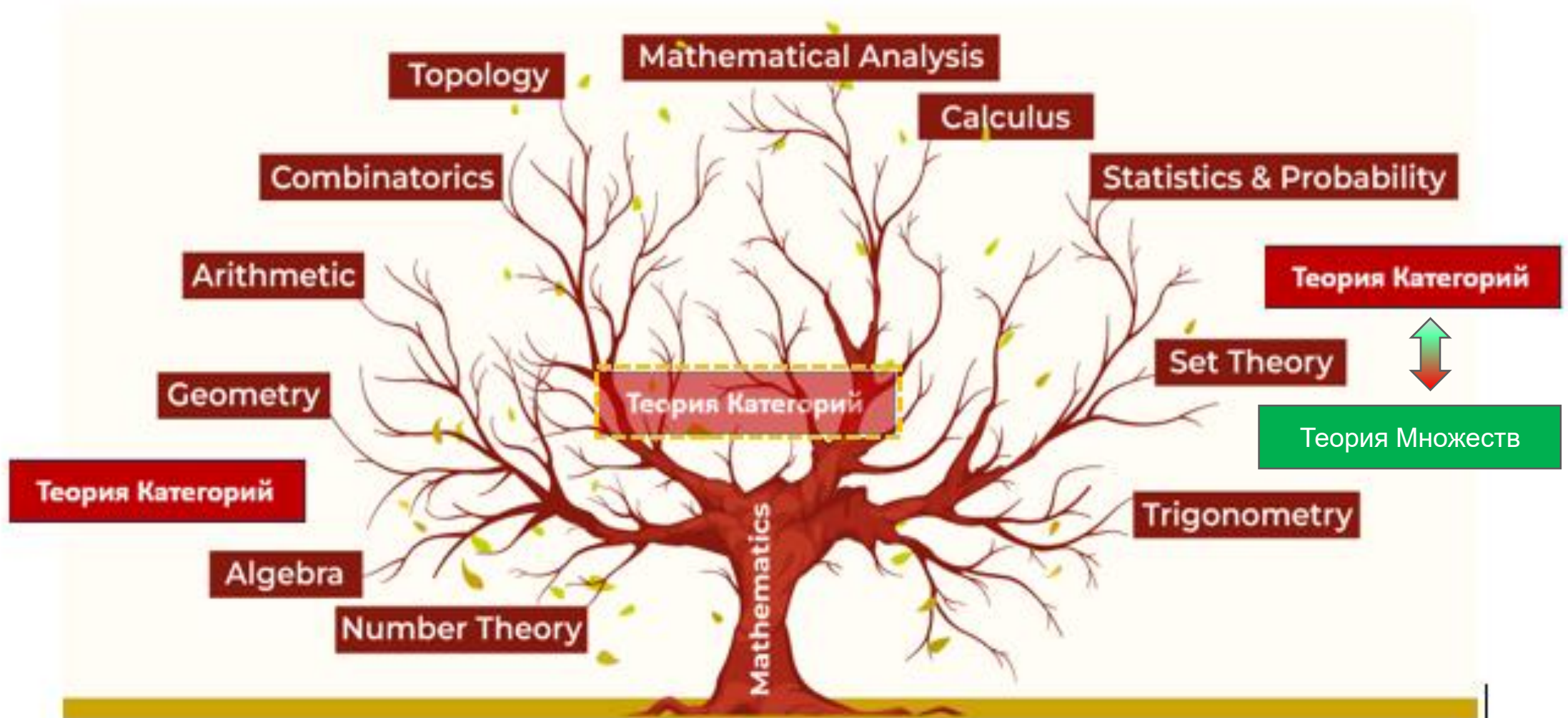


«Стремление мышления к созданию **единой, целостной модели**, - писал советский философ **Эвальд Ильенков**, - **естественно и неискоренимо**. Оно не может и не хочет удовлетвориться простым агрегатом, нагромождением частных обобщений, а всегда старается свести их воедино. **Эммануил Кант** различал **рассудок и разум**. Разум, считает он, это тот же рассудок, только взявшийся за решение особой задачи – **выявление абсолютного единства в многообразии**».

Категории позволяют
видеть мир как единство



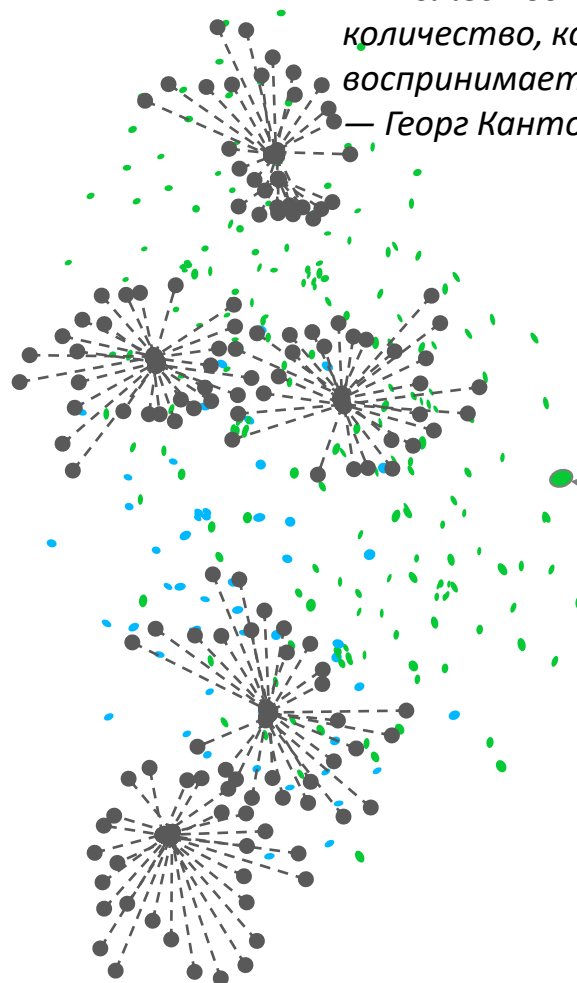
Место теории категорий в семействе математических наук



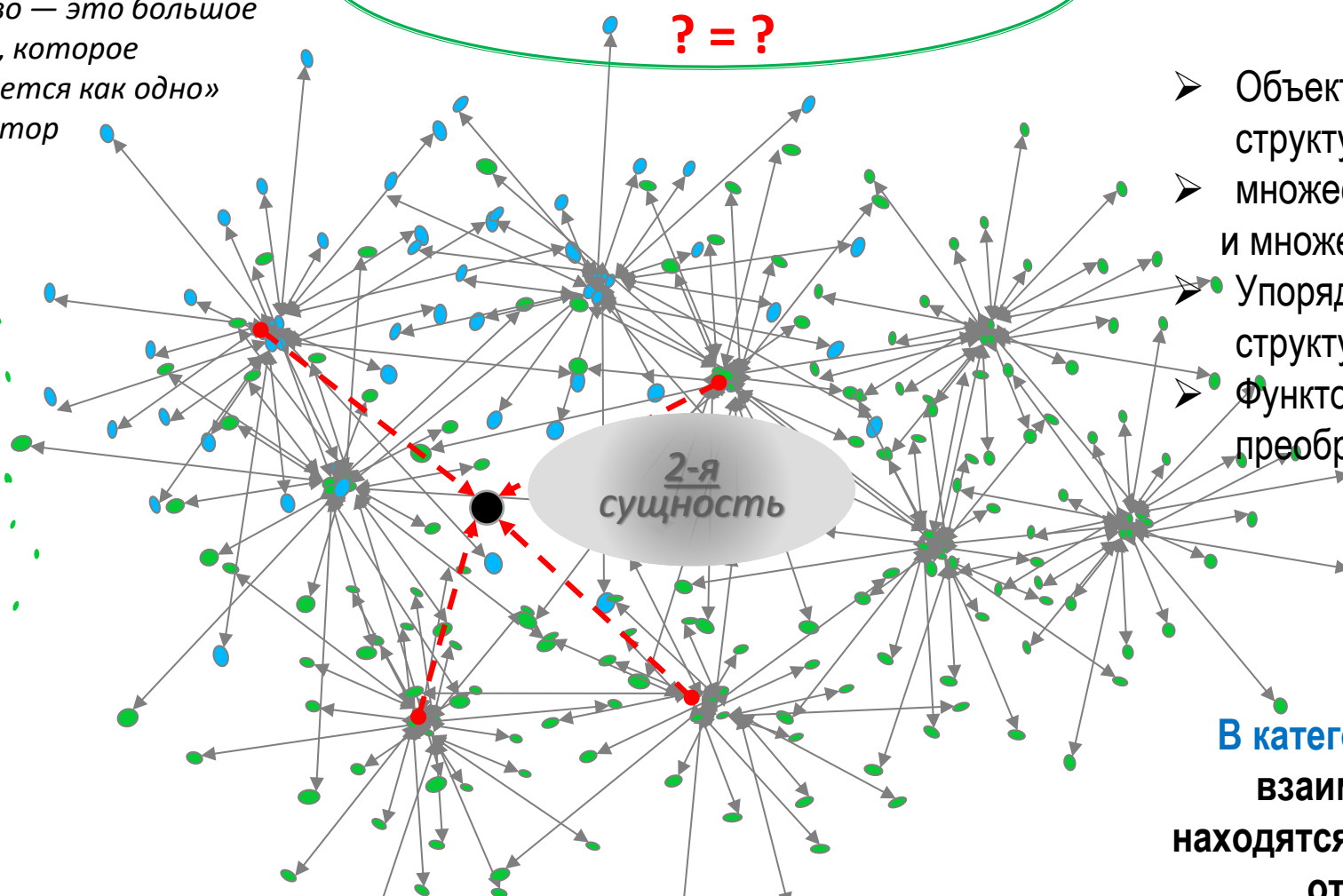
<https://media.geeksforgeeks.org/wp-content/uploads/20231214114432/branches-of-mathematics-banner-images.png>

Категории: **множества** объектов + **множества** связей

«Множество — это большое количество, которое воспринимается как одно»
— Георг Кантор



Объекты и **морфизмы**
(связи между элементами)



- Объекты с внутренней структурой,
- множества объектов и множества стрелок
- Упорядоченные и структурированные
- Функторы и естественные преобразования

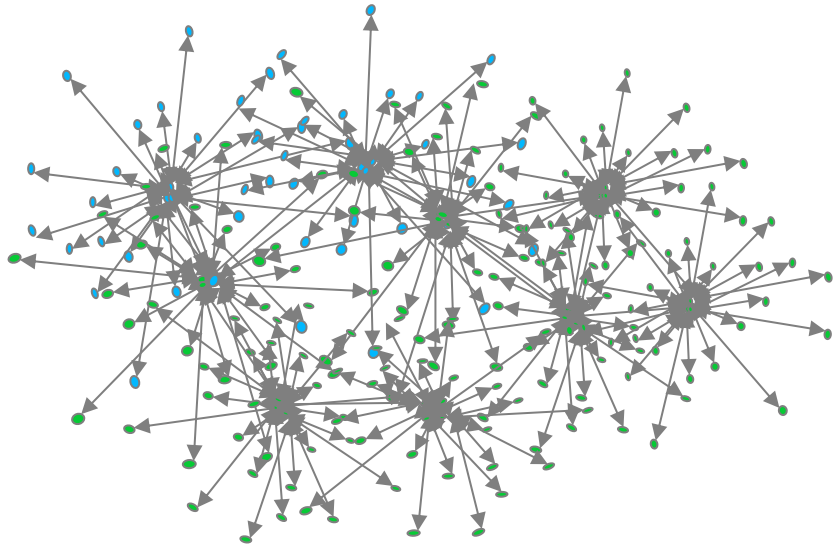
В категориях объекты взаимодействуют, находятся в определённых отношениях.

Из 10 категорий Аристотель (в трактате "Категории") выделяет: **сущность** (первая – единичная, конкретная), вторая – общая (вид, род, суть - общность...)

От “универсальной” (!?) категории $\mathcal{C}$ к **структурированной Set**

Базовые понятия и термины (**в основном – это морфизмы и функторы!**):

- ❖ **Hom** функтор – $[\text{Hom}(_, A) \text{ или } \text{Hom}(A, _)]$ – множество стрелок, исходящих или сходящихся к A , он же - пучок
- ❖ **Представляющий** Hom функтор - пучок, “привязанный” к определённому объекту.
- ❖ **Вложение** Йонеды [перенос фрагмента структуры, то есть связи **объект + пучок** из категории $\mathcal{C}$ в **Set**]

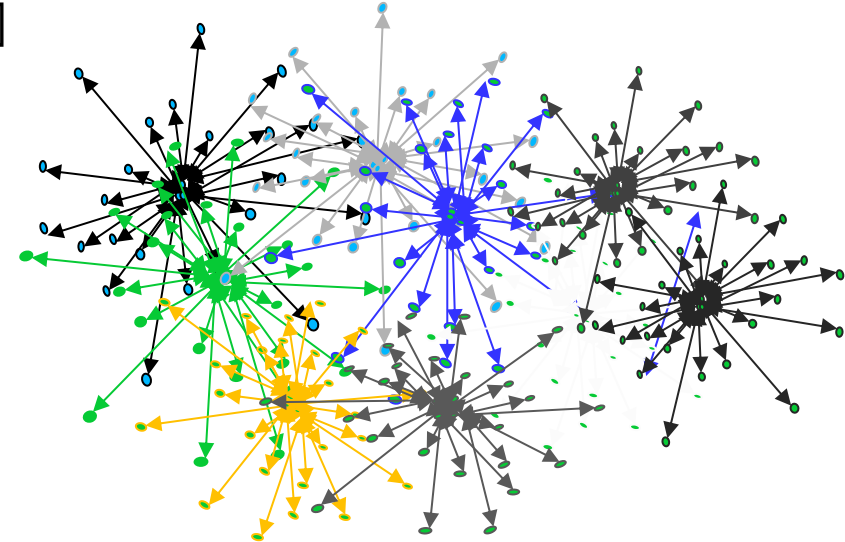


Обобщенная функция трансформации категорий называется **функтором**.

Наиболее важны “естественные” трансформации, сохраняющие **структуры и внутреннюю логику** смежных категорий!

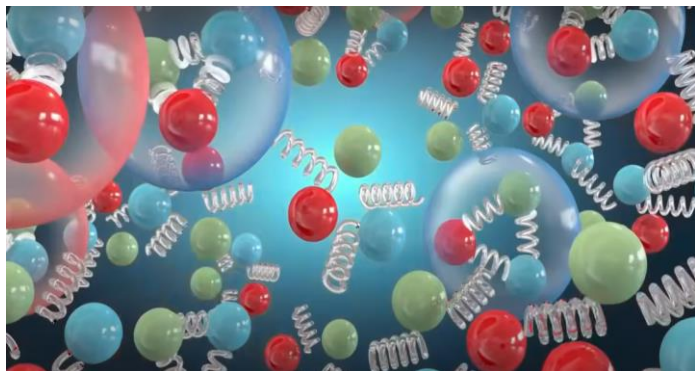
- ❖ **Естественность** [Трансформации, сохраняющие структуры и логику]
- ❖ **Топосы** [Универсальные, многоуровневые категории]
- ❖ **Пучки** [$\sim$ (!) представляющие Hom функторы, зависящие от “локальной среды” категории]

**Двойственность и
Сопряженность
отношений**

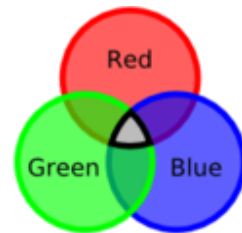


Множества категории **Set** всегда конечны, как множества объектов, так и множества отношений.

Примеры/уровни (самопроизвольной) структуризации



<https://www.youtube.com/watch?v=wBij-ULOYaE>

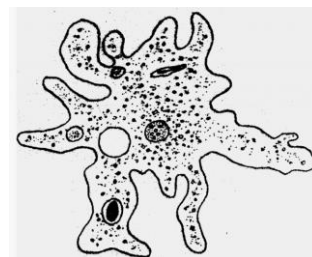
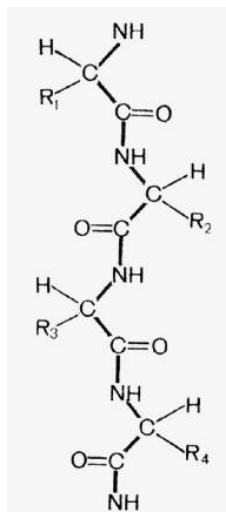
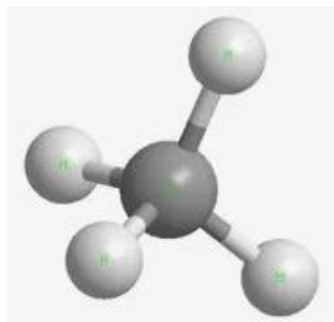
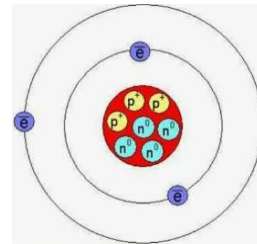


Барионы
(протоны,
нейтроны)

ν_e

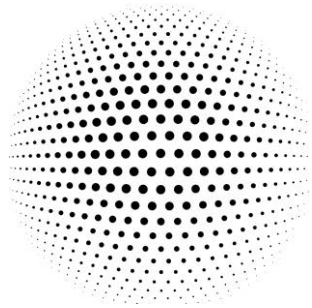
e

Лептоны
(электроны,
позитроны,
нейтрино)



Сущности = Множества = Общности = Категории = Структуры = Системы = Объекты

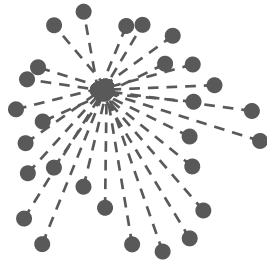
Предметно-смысловые области – больше, чем Категории!



Множество – это то, что в нем лежит!
Вещь, объект – это её элементы!



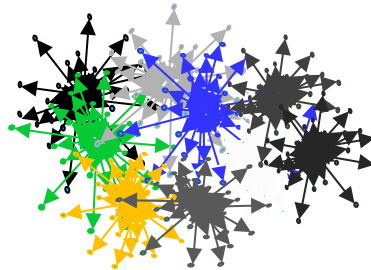
+ отношения



Категория – это связи!
Объект – это сеть внутренних отношений!



+ свойства



Предметно-смысловая область – это
свойства элементов и связей!

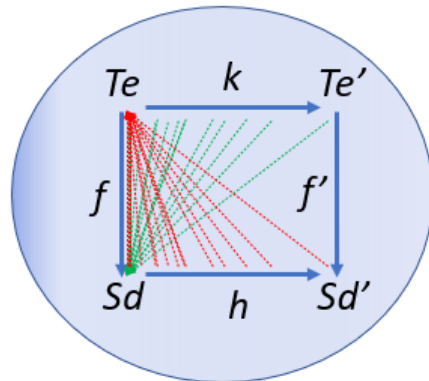
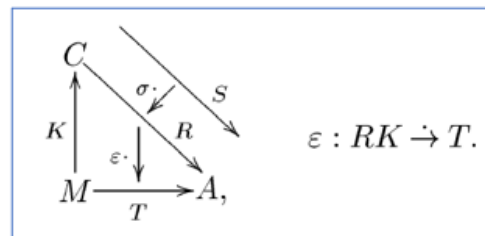
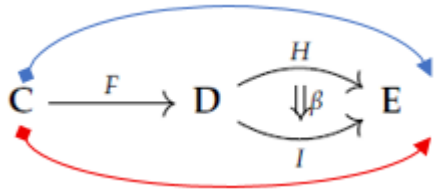


Количество + Качество

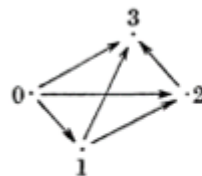
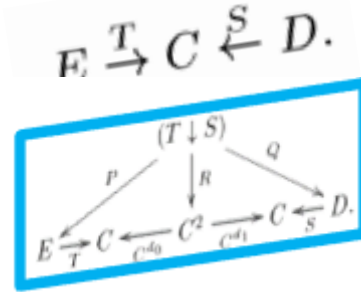


Объект Философии – это единство!

Почему КМ – это не просто Категорный инструментарий!



Расширения Кана
 $\text{Lan}_k f ; \text{Ran}_h f$

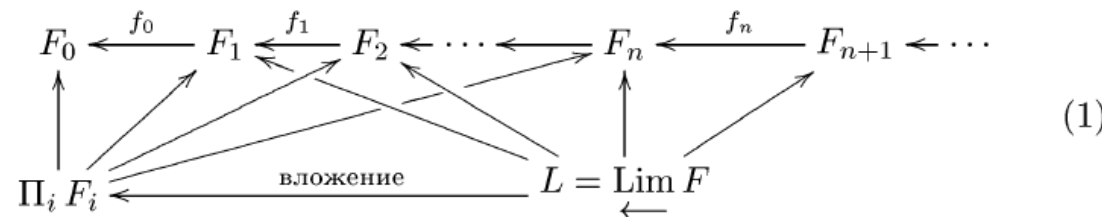


0 – категория объектов и морфизмов, основная/базовая категория;
1 – подкатегория объектов
2 – подкатегория морфизмов
3 – первая над-категория, *** ?!

Паоло Перроне высказал мысль, что **категория есть набор операций** (collection of operations, composed in a consistent way).

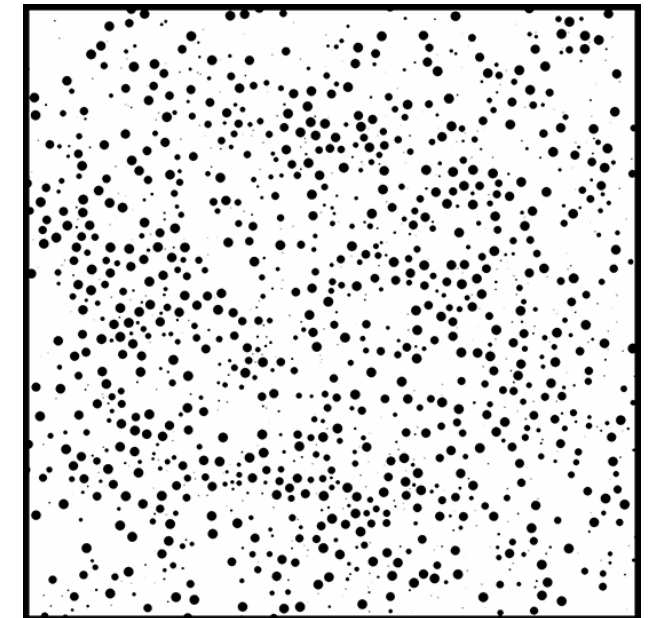
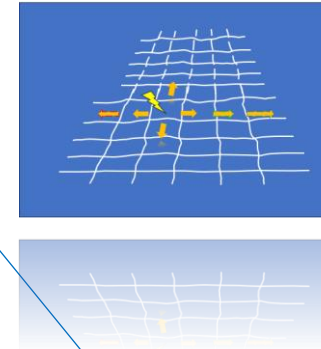
У Маклейна это иллюстрирует категория запятой $x \downarrow C \rightarrow C$

Функтор $F : \omega^{\text{op}} \rightarrow \text{Set}$ — это перечень множеств F_n и функций f_n , см. первую строку следующей диаграммы:



(1)

Категория есть произведение всех элементов с их связями!



КМ – это:

- Постоянное движение
- Сложные связи
- Меры свойств
- Вложения объектов
- Структуры
- Ракурсы единого

Теория категорий в математике и в жизни

*Теория категорий –
это аквариум в океане жизни*



Свод конструкций и моделей... и реальный Мир

Теория Категорий

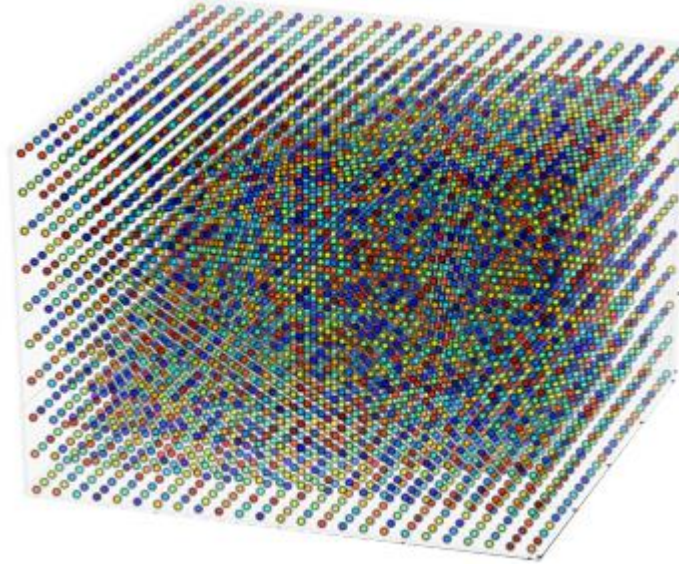
- ❖ Объект = узел = элемент
- ❖ Связь = морфизм = отношение = ребро...
- ❖ конусы морфизмов, их
- ❖ пределы,
- ❖ межобъектные пучки отношений
- ❖ Нот функторы,
- ❖ вложения Йонеды,
- ❖ категории функторов,
- ❖ расширения Кана,
- ❖ категории запятой,
- ❖ топосы и
- ❖ n-категории



Категорные Методы

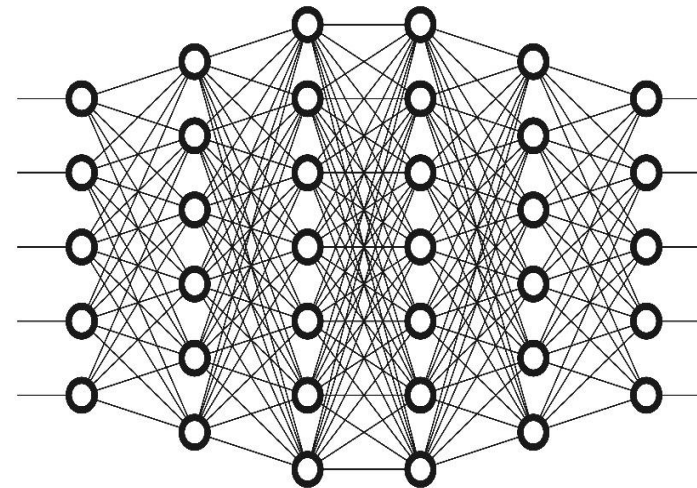
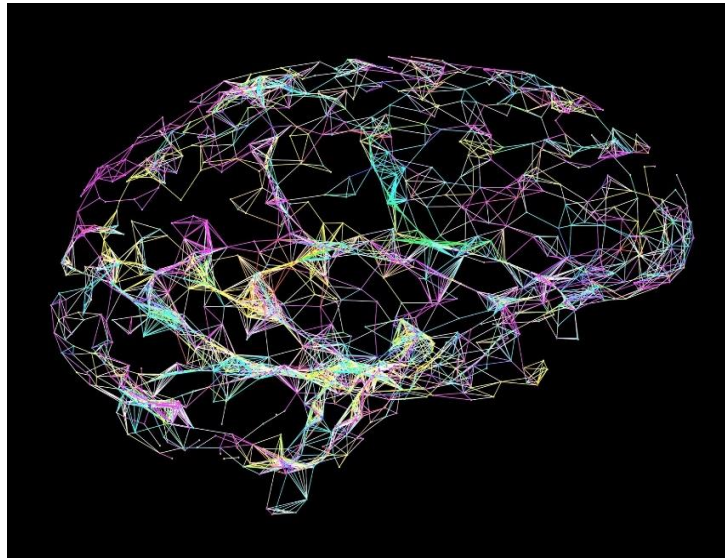
- ❖ Признаки и
- ❖ Показатели
- ❖ Меры
- ❖ Двойственность
- ❖ Сопряженность
- ❖ Текучесть
- ❖ Цикличность
- ❖ Вложенность
- ❖ Единое и его ракурсы
- ❖ Горизонтальные и
- ❖ Вертикальные ϵ
- ❖ ПСО = объект = общность = система = структура

Интеграция, порядок, система, сущности, узлы и связи



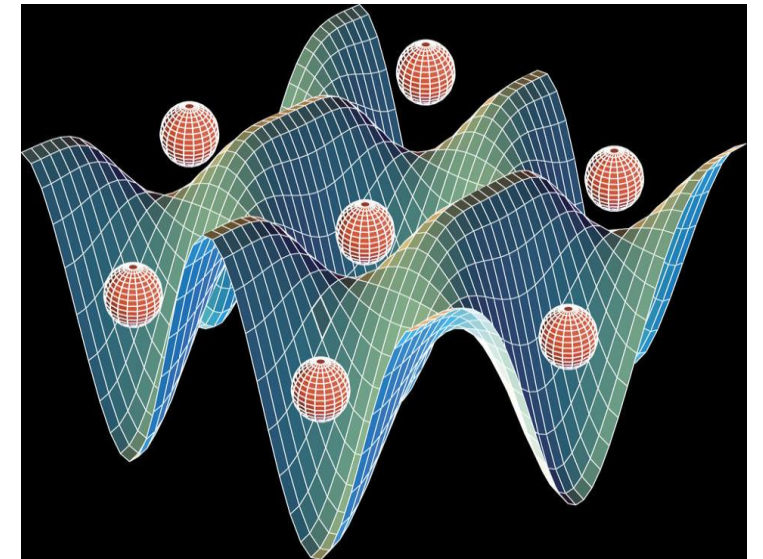
Сущностные

Присущие..

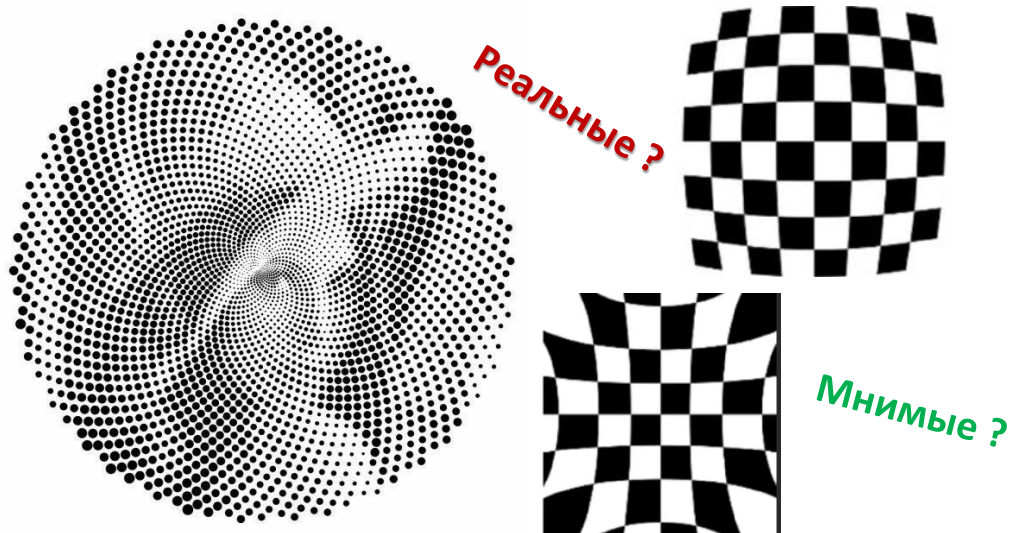
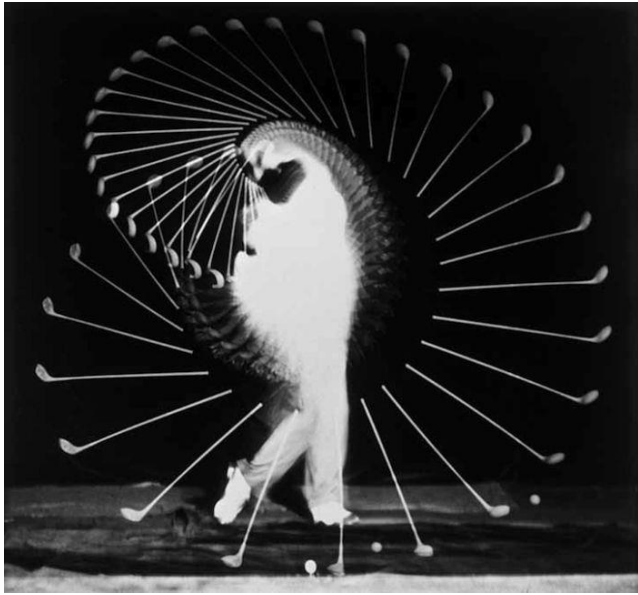


Наблюдаемые

Модельные



К размышлениям о категориях в математике и в приложениях



Суть и общая схема категорного метода/подхода

- ❖ Объекты
- ❖ Свойства
- ❖ Связи

❖ Последовательно раскрывающаяся внутренняя структура

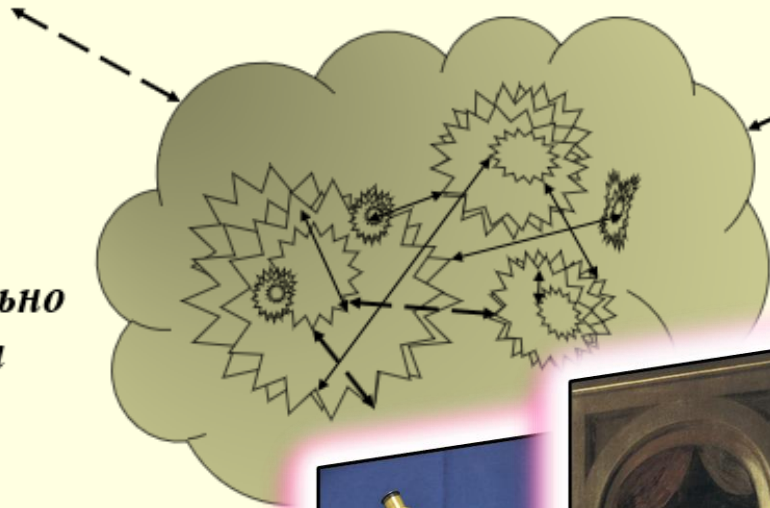
❖ Каждая категория – лишь целого, отражение на подм момент развития...

момента развития...

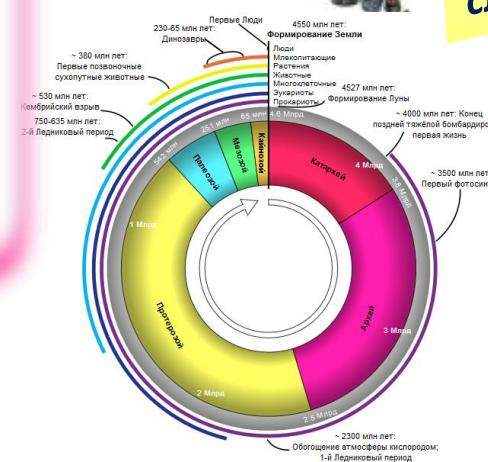
каждого отражение на подм моменте своего развития

❖ Каждая категория – лишь часть системы, фрагмент

Цель – охватить предмет единым взглядом



- Увидеть его как сложный объект и как часть более сложной системы



*** Видимая вселенная *** Мета-галактика Галактика Звездная система Планета Физический макро-объект Молекула Атом "Элементарная" частица Бозоны Кварки ***

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad F = k_0 \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Применимость категорных подходов

- Процессы, протекающие в реальном времени, циклы, фазы единого процесса
- Упорядоченные, причинно - следственные диаграммы, графы и нейронные сети.
- Суперпозиция ракурсов (подкатегорий) единой предметно-смысловой области.
- Структуры и Иерархии.
- Фазовые переходы, реакции и трансформации
- Симметрия, инвариантность
- Классы, иерархические системы классов.
- Ветви развития из общего источника, корня, основания.

Приложения теории категорий оказываются во многом **богаче** 'строгой' математической теории^{*}:

- Морфизмы обретают подвижность, им свойственно развитие, мутации и отбор.
- Естественные процессы (физические, биологические, социальные) всегда упорядочены.
- Направленность и постоянное движение – свойство естественных объектов и систем.

^{*} ИИ меня поправил

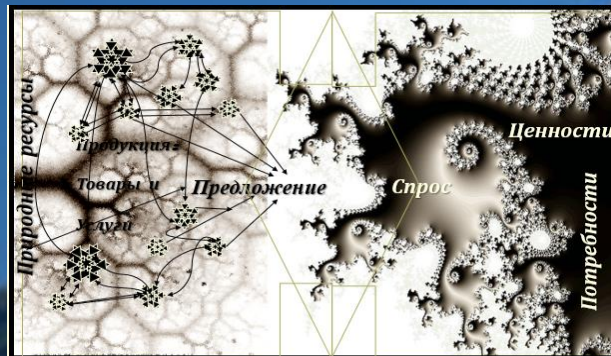
Универсальные Категории



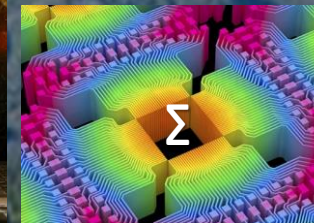
Физический мир



Живая природа



Социум



Искусственная цивилизация

Разнообразные приложения теории категорий



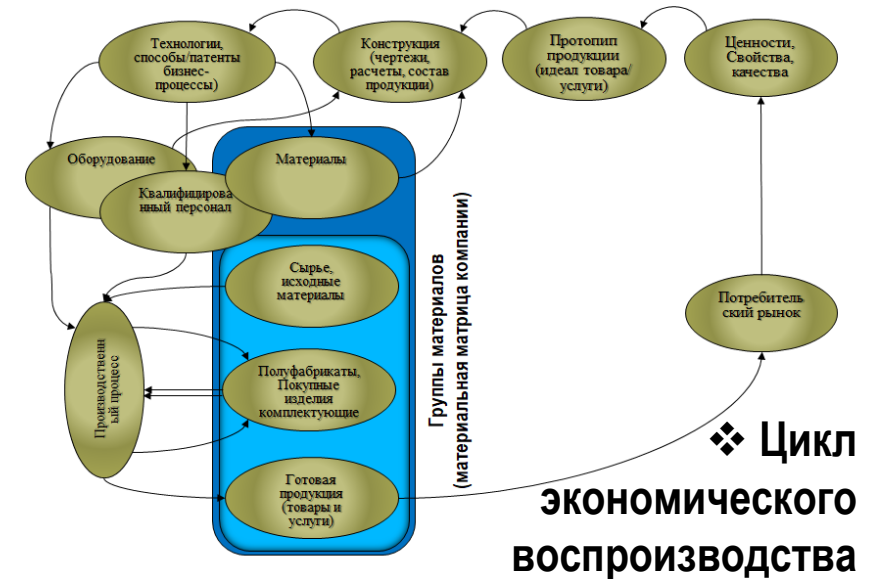
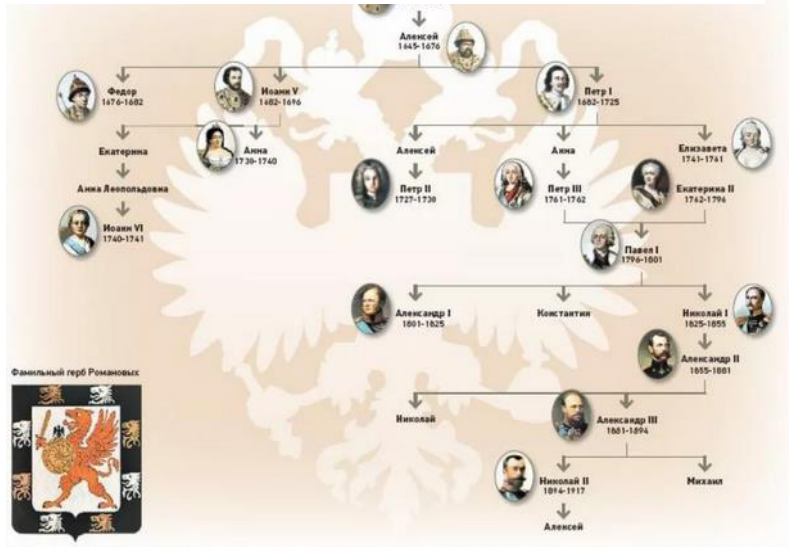
❖ Музыка



❖ Живопись

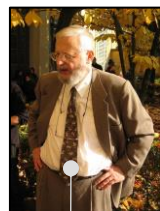
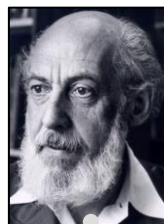
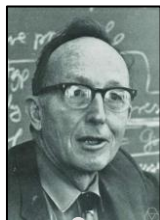


Семья, Род, Нация, Вид



Творцы теории категорий

S. Awodey 1959 -	С. Маклейн 1909 - 2005	С. Эйленберг 1913 Варшава 1998 Нью-Йорк	У. Ловер 1937-	Д. Кан 1927-2013	А. Гротендик 1927-2013	Ш. Эресманн 1905-1975	Martin Hyland	Дж. Лурье 1977 -
---------------------	---------------------------	---	-------------------	---------------------	---------------------------	--------------------------	---------------	---------------------



Колумбийский университет

Гарвард, MIT [Jacob Lurie, John Baez, Brendan Fong, David Spivak]

Группа "Н.Бурбаки"

Cambridge



Oxford



Dominic Verity
Macquarie University
Австралия



Emily Riehl
John Hopkins
Marina C. Lechner



Paolo Perrone
Oxford

Leinster, Thomas
Cheng, Eugenia
Verity, Dominic

Зарождение и развитие категорных методов



2014

Dagstuhl Perspectives Workshop 14182

Categorical Methods at the Crossroads

(Apr 27 – May 02, 2014)

**APPLIED
CATEGORY
THEORY**

ACT 2018

Monday, April 30 – Friday, May 4
The Lorentz Center in Leiden, the Netherlands

<https://www.appliedcategorytheory.org/workshops/>

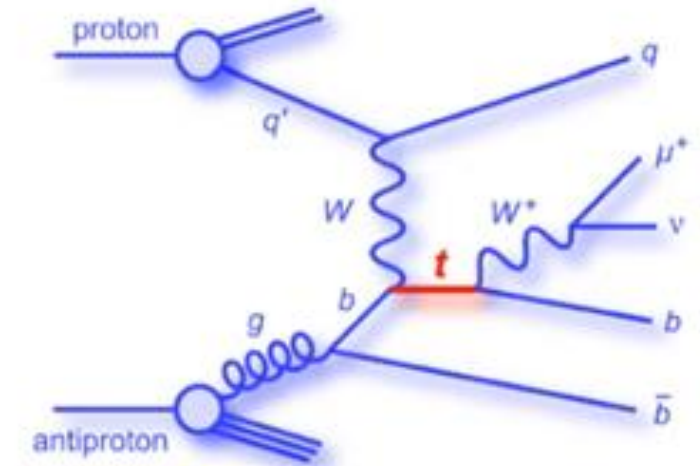
2018

- Samson Abramsky (Oxford)
- John Baez (UC Riverside)
- Dan Ghica (Birmingham)
- Kathryn Hess (EPFL)
- Bart Jacobs (Radboud)
- Tom Leinster (Edinburgh)
- Gordon Plotkin (Edinburgh)
- Mehrnoosh Sadrzadeh (Queen Mary)
- David Spivak (MIT)
- Fabio Zanasi (UCL)



SCHLOSS DAGSTUHL – LZ1 GMBH
licensed under Creative Commons License CC BY-NC-ND

Зарождение и развитие категорных методов



R. Feynman

In the 1980s, particle physicists realized that any quantum field theory specifies a category $\mathcal{C}$ where objects are collections of particles and morphisms are ways for particles to interact and turn into other particles. Feynman diagrams are pictures of morphisms in such categories.

КМ – универсальная **проекция** теории категорий на реальность

- ❖ Морфизмы становятся связями, **двойственными** и **сопряженными**, обретают **меру**, **мутируют** и развиваются
- ❖ Внутри категории (множества элементов любого объекта) связи однородны. Внутри объекта они замкнуты. Каждая структурная часть объекта (множества + связи) полностью характеризует объект в целом.
- ❖ Межкатегорные связи (функторы) соединяют объекты естественными трансформациями сущности, сохраняя логику и структуру внутренних отношений.
- ❖ Функторные отношения (естественные трансформации) “разносят” связи по неограниченному универсальному пространству, делая его единым и целостным.
- ❖ Благодаря двойственности и сопряженности связей внутри каждого объекта происходит самопроизвольная структуризация (самоорганизация) – естественное свойство всех без исключения объектов материального мира.
- ❖ Важнейшим свойством реальных объектов является неограниченная вложенность форм и структур по уровням организации материи. Математическая ТК просто игнорирует эту проблему, не видя структуры элементов.
- ❖ Трансформация теории категорий в категорный метод (как *естественная* проекция) сохраняет структуру, логику, даже поэлементное соответствие (по многим узлам и связям).
- ❖ Элемент множества полностью характеризует все множество. Вектор полностью адекватен пространству векторов. Болт полностью характеризует пространство глобальной экономики. Человек является носителем всех социальных признаков. Лемма Йонеды!
- ❖ Отношения с мерой можно описать определенной близостью, вводя понятия непосредственного (ближнего) порядка и относительно дальнего. Структуризация начинается с элементов ближнего порядка, постепенно вовлекая все остальные, по мере их сближения до порога сопряженности. Образованные структурные элементы при определенных условиях (на следующем уровне организации) вступают в иные отношения с иной природой сопряженности (кварки → бозоны и лептоны → ядра → атомы → молекулы...)

Категорные Методы и “строгая” Теория Категорий

Случайно или закономерно, с развитием категорных методов в прикладных науках в последнее время развивается и сам аппарат “строгой” Теории категорий, включая дискретную вероятность (“Марковские ядра”), категории временных состояний (мутирующие морфизмы) и др...

Теория Категорий

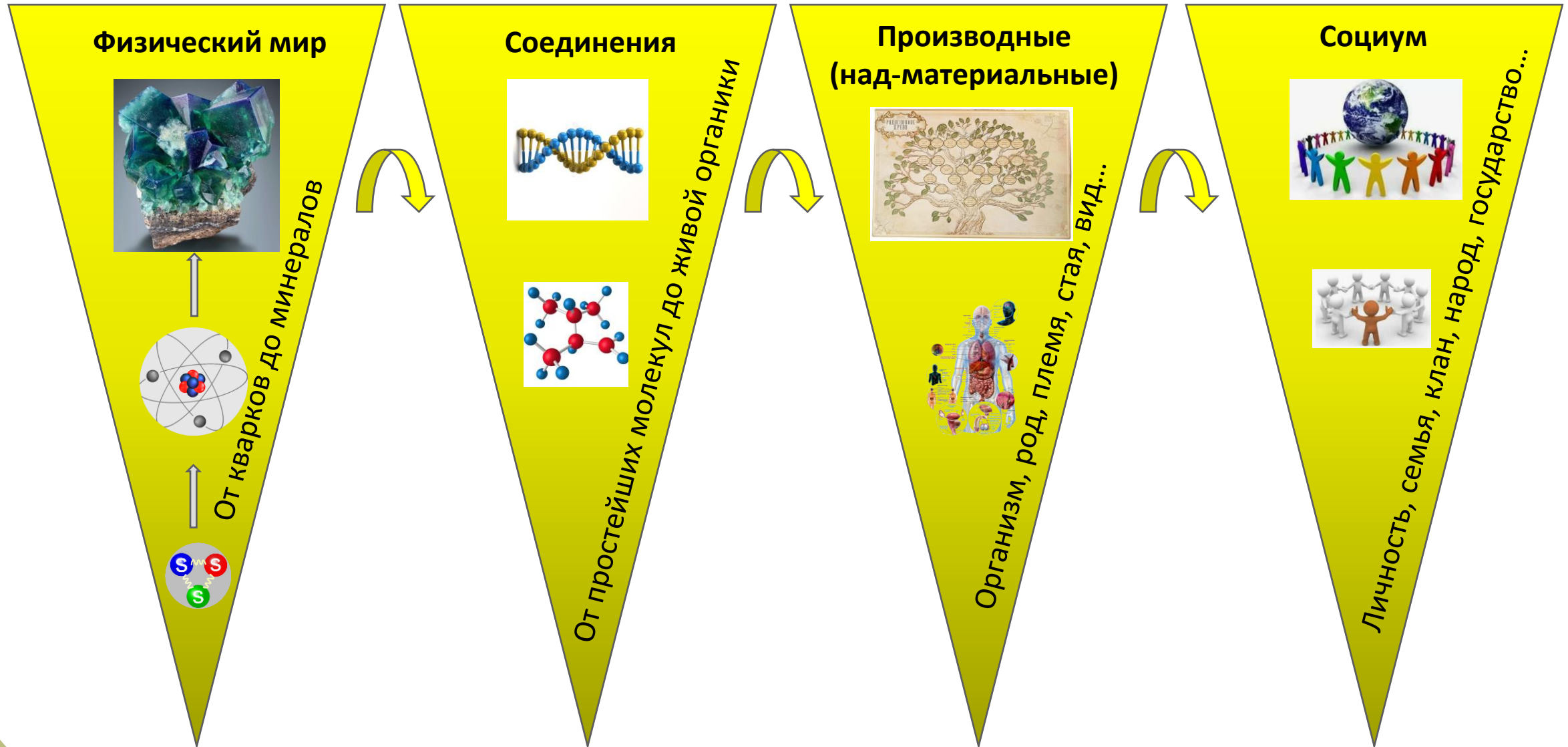


См., например, <https://www.youtube.com/watch?v=Y1RkPhwJOMo>
<https://topos.institute/events/topos-colloquium/slides/2024-06-06.pdf>

Где пролегает реальная граница между ТК и КМ?:

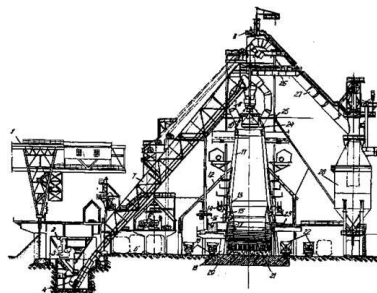
- ❖ Объекты внутри ПСО обладают рядом свойств, связывающих их между собой по линиям взаимодействия. Эти связи разнообразны, часто разнонаправлены, что проявляется в двойственности и сопряженности (duality & adjunction)
- ❖ Объекты ПСО имеют меру, каждый объект и их множество в целом
- ❖ Каждый объект является сложным образованием, имеет внутреннюю структуру, и в то же время он есть часть объекта - более общей структуры
- ❖ ...

Уровни структурной организации различных классов объектов



Обратимся к Экономике: от элементов к системам

Работник
Бригада
Цех
Завод
Корпорация
Союз
Экосистема
Глобальная Э.
Драйв прогресса



Спрос:

- как голод
- как каприз
- как жадность
- как интерес
- как воля



- ❖ Воспроизводство как цикл...
- ❖ Неизбежность прогресса
- ❖ Объединяющие внеэкономические факторы
- ❖ Воронка конкуренции – “ничего личного...”
- ❖ Кооперация и сотрудничество
- ❖ Взаимодействие в процессе
- ❖ Обмен и обращение продукции и процессов
- ❖ Разделение и специализация для единого результата
- ❖ Соединение предмета, средств и труда

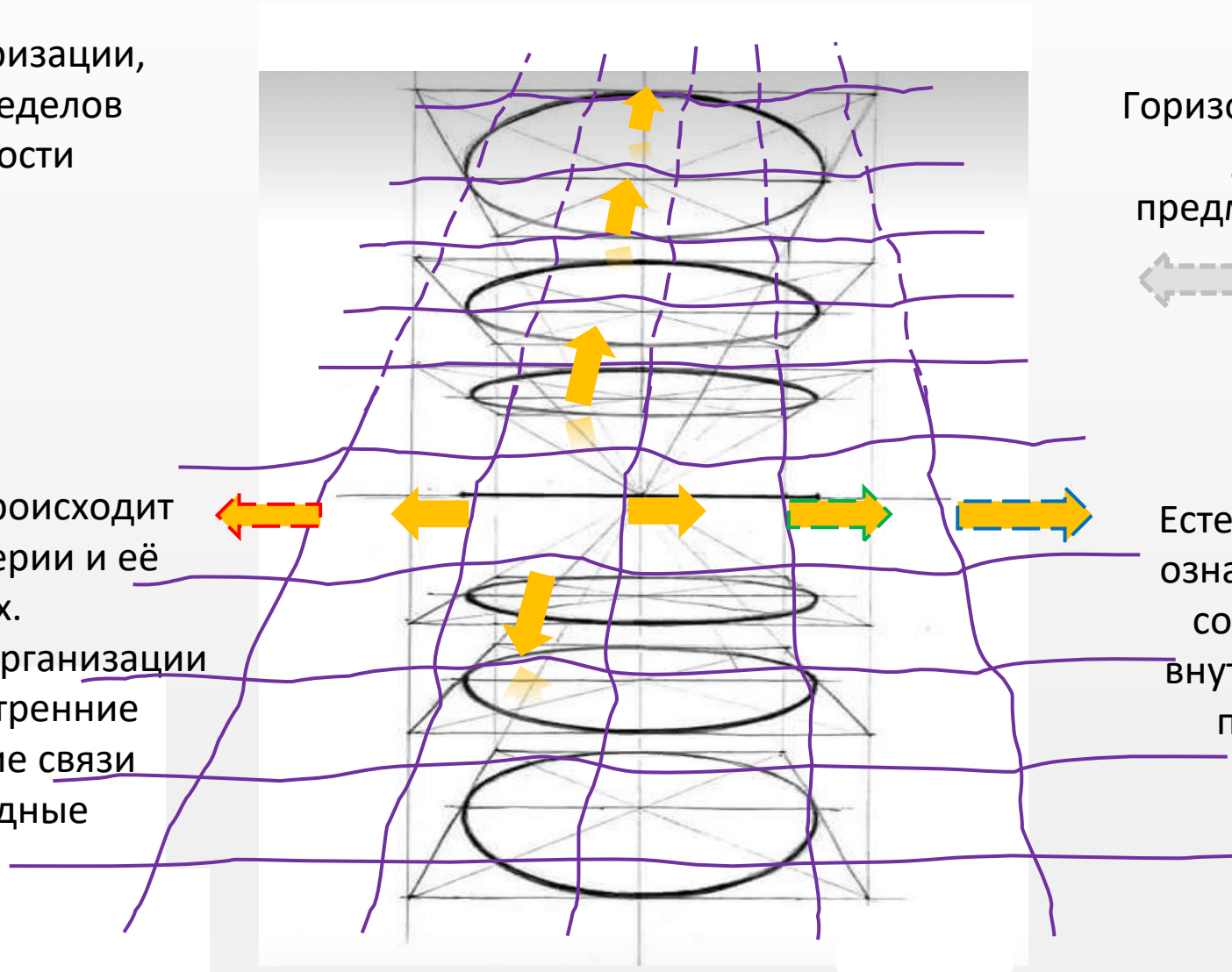
Единство и Целостность универсального пространства

Уровень структуризации,
расширение пределов
универсальности



На каждом уровне происходит
структуризация материи и её
производных.

Прилегающие уровни организации
инкапсулируют внутренние
отношения, внешние связи
- это их производные



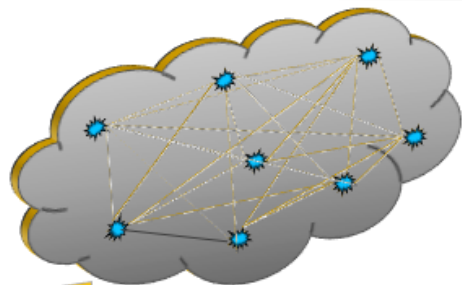
Горизонтальная трансформация
развитие в пределах
предметно-смысловой области



Естественная трансформация
означает переход сущности с
сохранением структуры и
внутренней логики смежных
предметно-смысловых
областей

Приложения теории категорий (физика)

Представление об энергии, как самостоятельной сущности, надо пересмотреть! Энергия как атрибут того или иного объекта, как результат порождающего явления: события с выделением энергии носителя разности состояний, "до" и "после". Никаких квантов как сгустков некой "энергии" самих по себе не существует!



Попытка решения проблемы квантовой гравитации при помощи методов теории категорий.

Это - следствие категорного подхода: нет возникающих объектов самих по себе, они - результат предыдущего, и старт следующего

Описание отношений объектов без определения системы координат, связанной с тем или иным объектом. Сумма относительных скоростей объектов с внутренней структурой выражается композицией морфизмов $f: A \rightarrow B, g: B \rightarrow C$. Пространство-время строится в терминах относительных скоростей и не предполагает никаких "абсолютных" элементов. Топос пучков "локальных" множеств считается внутренним языком данного пространства-времени.

$$\dot{H} = -\frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) + \frac{m\omega^2}{2} (x^2 + y^2 + z^2)$$

Энергия – это атрибут, а не сущность!

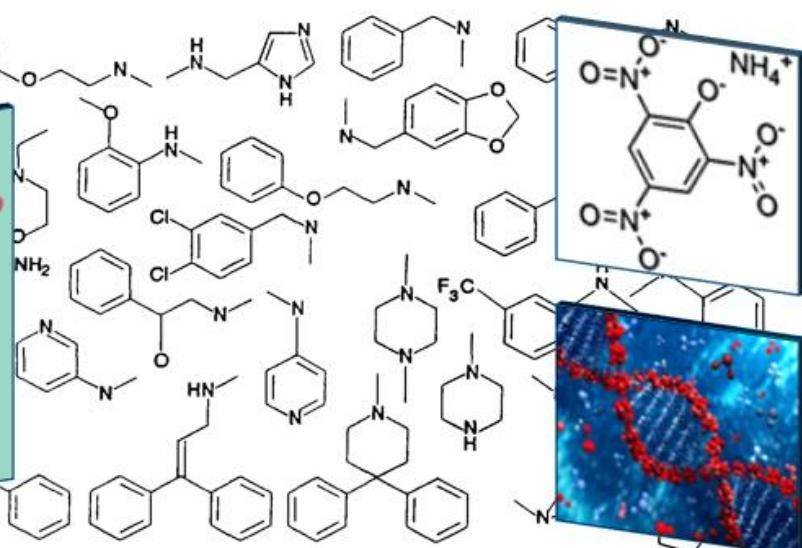
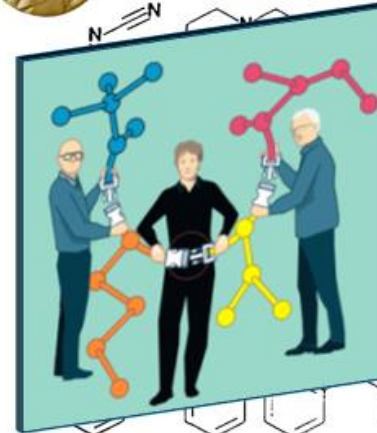
Зеленый Николай Валерьевич

Мехмат МГУ – Москва 2026

Приложения теории категорий (химия)



Карл Барри Шарплесс
Каролин Рут Бертоцци
Мортен И. Мелдал

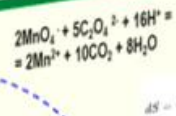
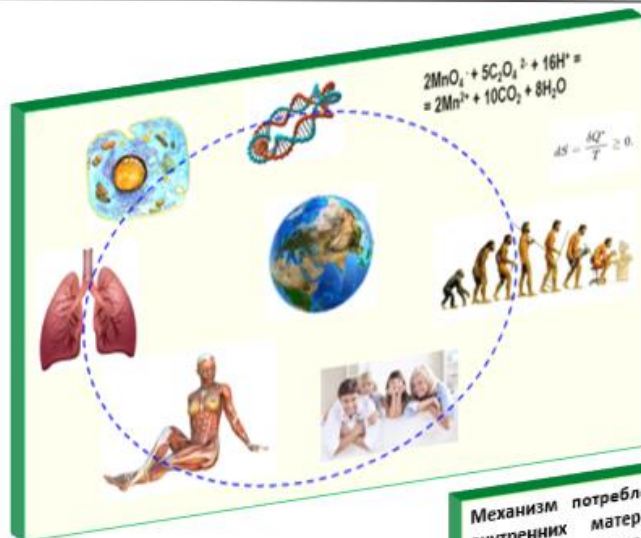


29

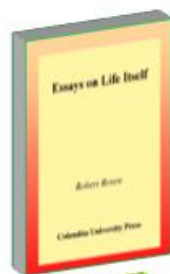
Зеленый Николай Валерьевич

Мехмат МГУ – Москва 2026

Приложения теории категорий (биология)



$$dS = \frac{dQ}{T} \geq 0$$



Robert Rosen



Nikolas Rashevsky

Механизм потребления внешних материалов для создания новых, внутренних материалов (метаболизм), содержит определённый ключевой элемент, ядро всех жизненных процессов и структур, воспроизводство и наследование с удержанием положительного опыта. Robert Rosen (1958)

Зеленый Николай Валерьевич

Мехмат МГУ – Москва 2026

Приложения теории категорий (экология)



Суперпозиция, совместное и единое сосуществование видов в экосистеме



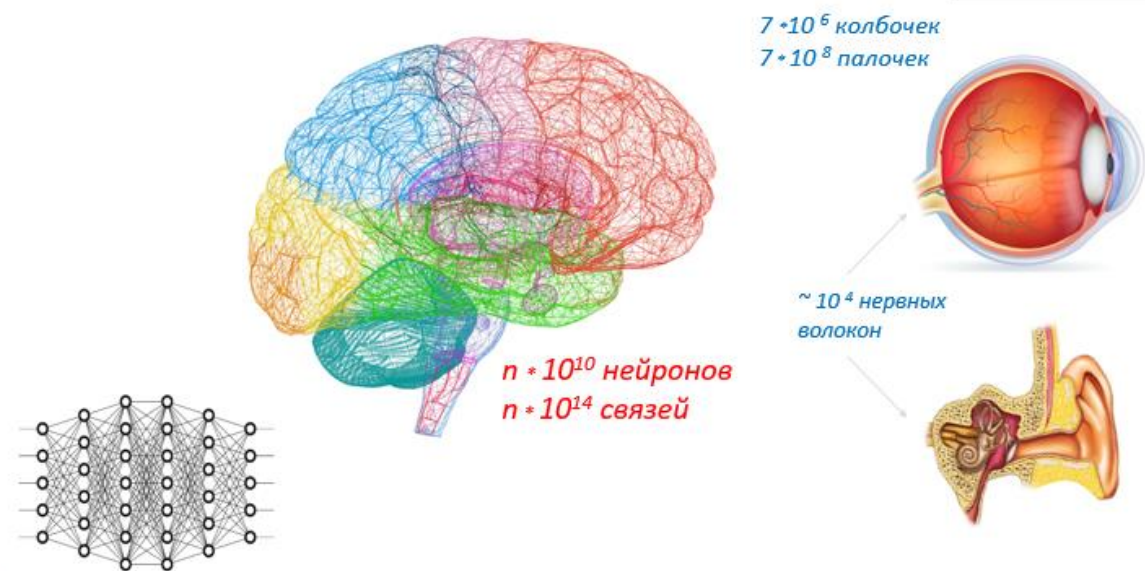
Гомеостаз – соединение экологических ниш ряда видов

30

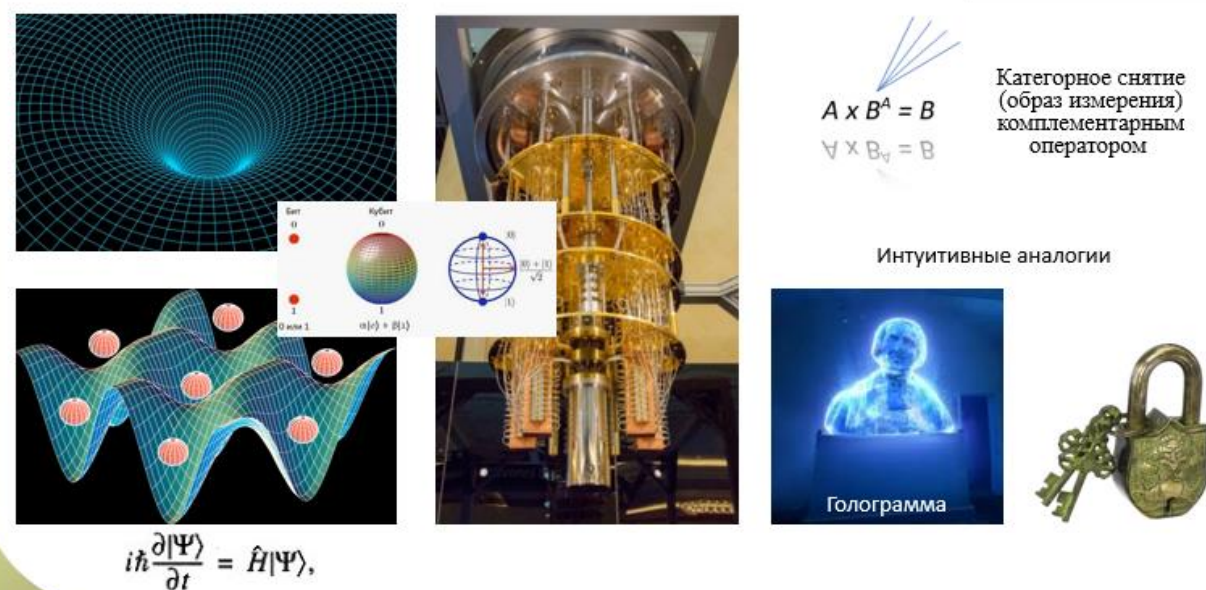
Зеленый Николай Валерьевич

Мехмат МГУ – Москва 2026

Мозг как нейросеть и как категория

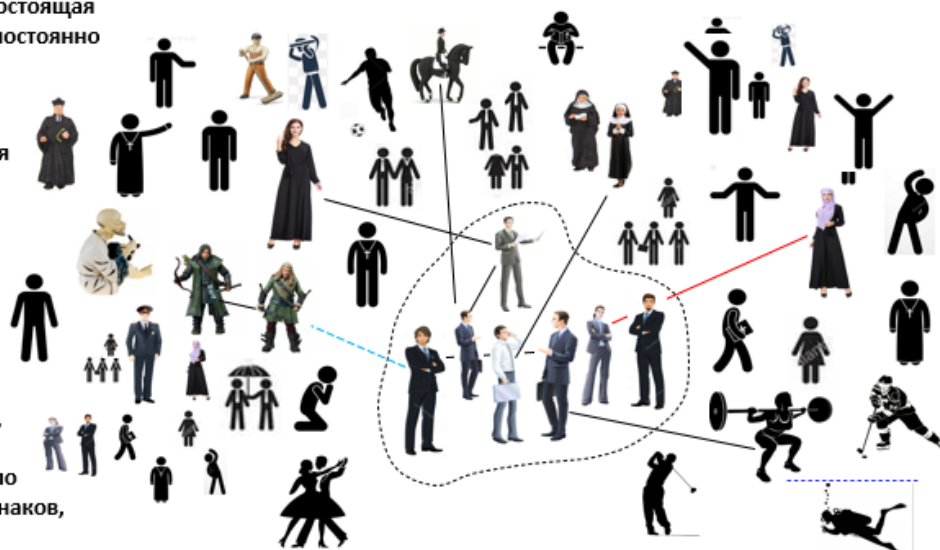


Квантовый компьютер глазами категорного аналитика



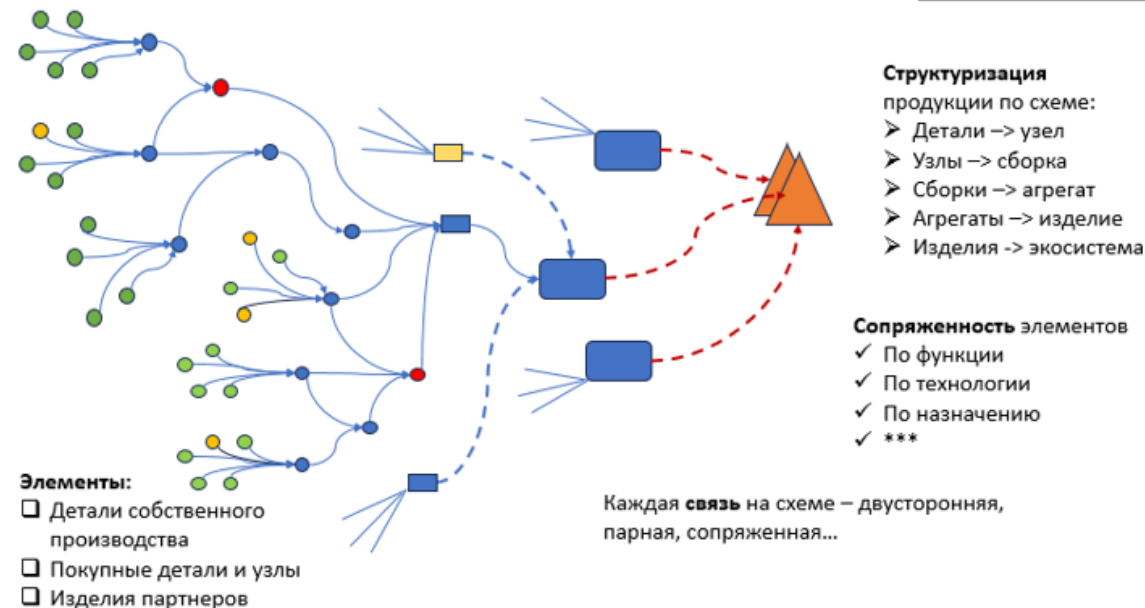
Многомерная категория "Социум"

Единственная категория, состоящая из активных субъектов и постоянно меняющихся отношений. Во всех иных категориях мы говорим об объектах. Субъект категории является носителем воли, активно адаптирующимся к переменной среде. Более того, субъект категории "Социум" формирует собственную среду, выбирает своё окружение... Отношения внутри группы, а также межгрупповые отношения формируются по линиям тех или иных признаков, социально-экономических характеристик.

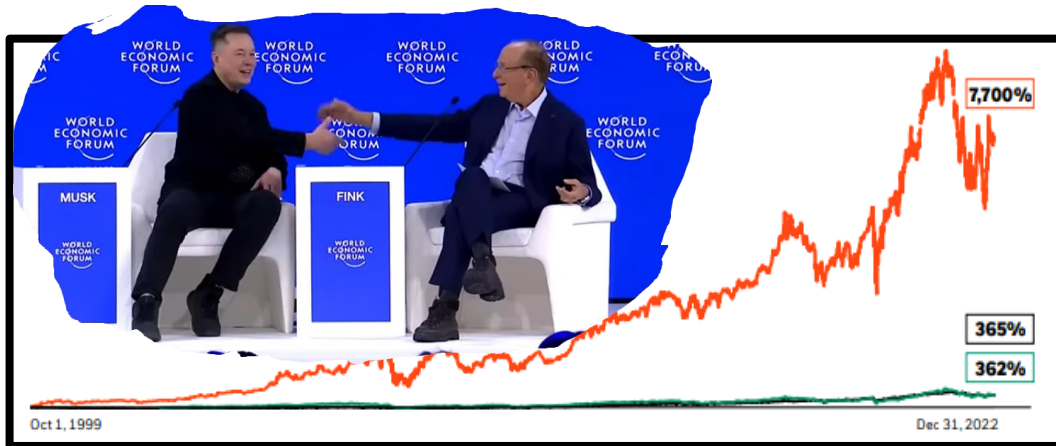
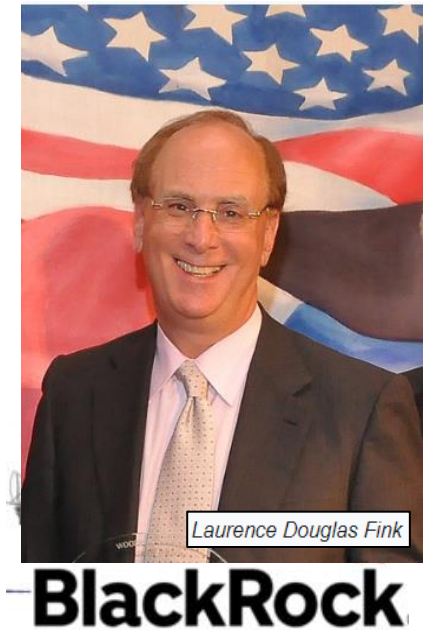
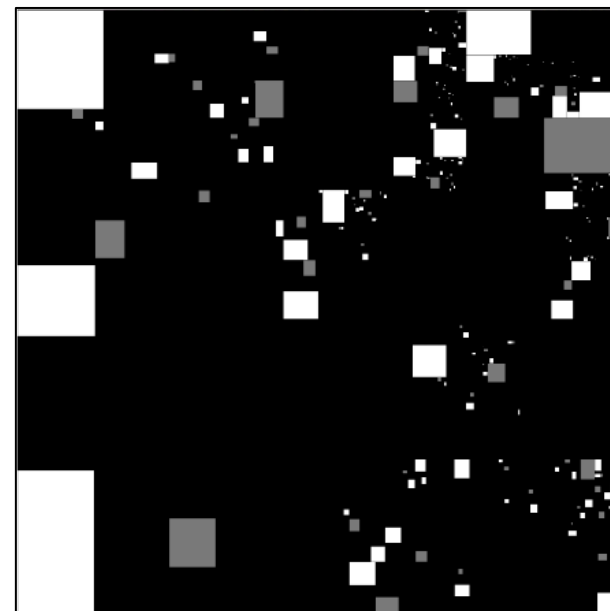
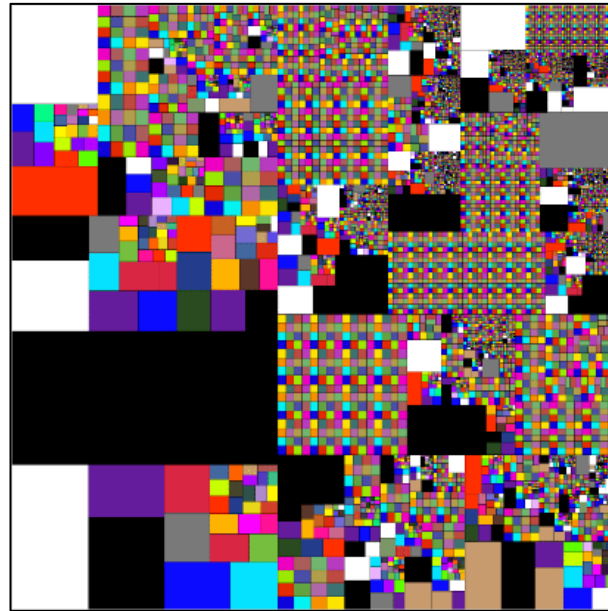


Мы формируем Социум, а Социум формирует нас

Категорная модель производства – интеграция элементов



Глобальная экосистема корпоративного управления*



Larry Fink is the chairman and CEO of **BlackRock**, an American investment management corporation that has over **\$14 trillion** in assets under management. He has a net worth of **\$1 billion**.

Рыночная капитализация Black Rock – \$100 млрд, чистая прибыль ~ \$ 5,9 млрд, 16 000 сотрудников в 100 странах мира. Black Rock ~ 1/10 мирового рынка инвестиций (~ \$100 трлн)

* *Непрерывная реструктуризация инвестиционных потоков*

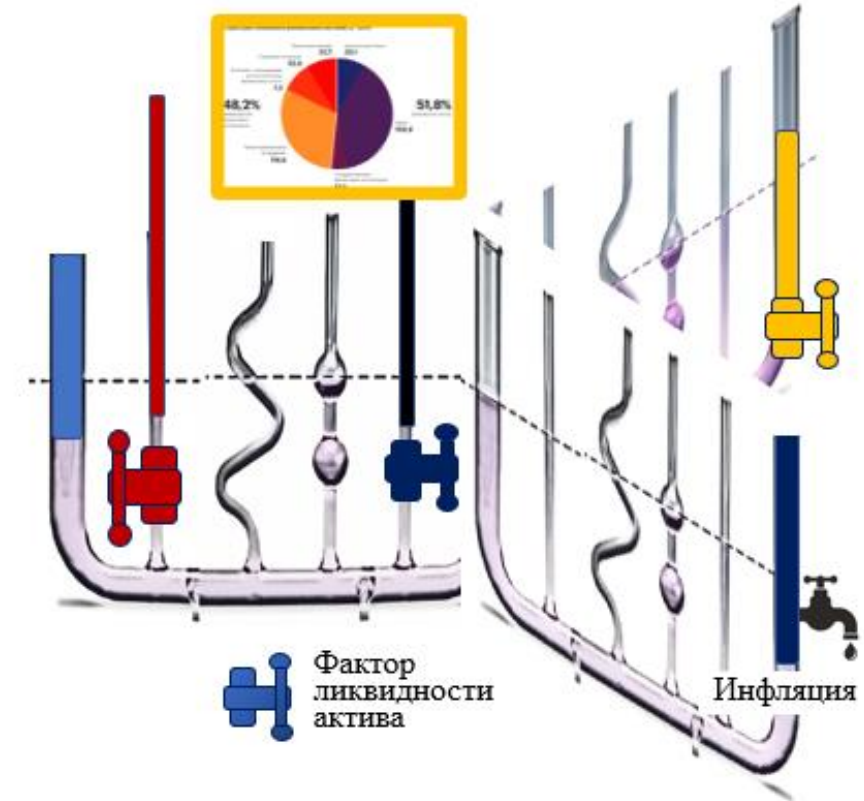
Категория глобальной экономической конъюнктуры



Представим мировую систему основных активов в виде системы **сообщающихся сосудов**. Каждый актив характеризуется “плотностью/стоимостью”, ликвидностью, исторически сложившейся репутацией надежности...

Картина допускает разнообразные дополнения и расширения. Не только активы в виде металлов, энергоносителей, валют и проч. осязаемых вещей, но и всё более значимые **нематериальные активы**, даже **внеэкономические факторы**, которые могут входить в

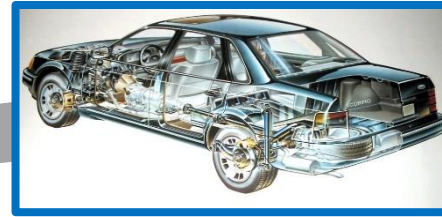
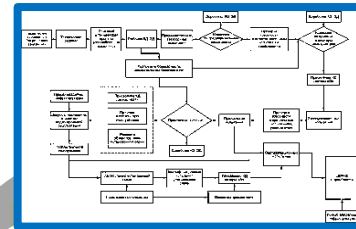
сообщающихся сосудов, с вполне эквивалентным содержанием, вливаясь мощными аккордами в судьбы мира. С точки зрения категорного метода такая система есть категория социально-экономических сущностей, связанных отношениями зависимости двоякого рода: а) принадлежностью единой системы с общей мерой –совокупной стоимостью глобальных активов и б) парными отношениями обмена (межобъектными морфизмами)



Цикл экономического воспроизводства в категорной модели

Технология в схемах

- ❖ Применено для:
- ❖ Изделие
- ❖ Продуктовая линейка
- ❖ Продуктовое направление
- ❖ Рыночный сегмент
- ❖ ***



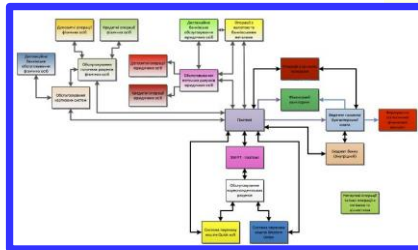
Конструкция в чертежах



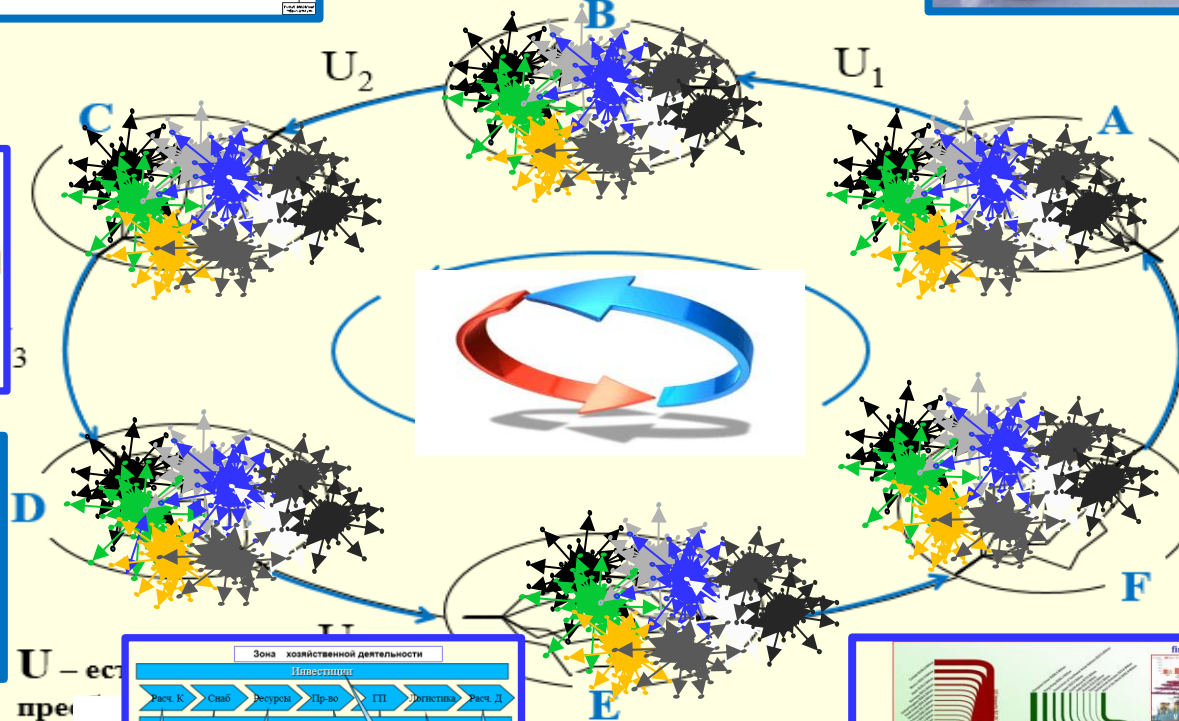
ТЗ на разработку,
Макет "из глины"
Концепт изделия

Идеи, мечты
и желания

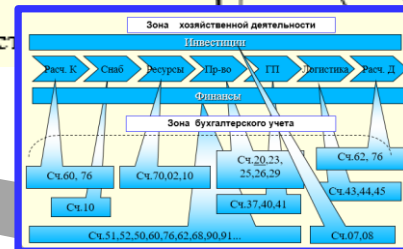
Бизнес-процессы
(модель производства)



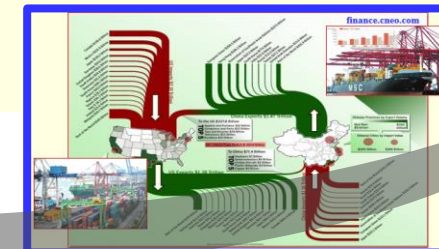
Предприятие как
комплекс оборудования



Потребительский
рынок



Учётный процесс - основа управления

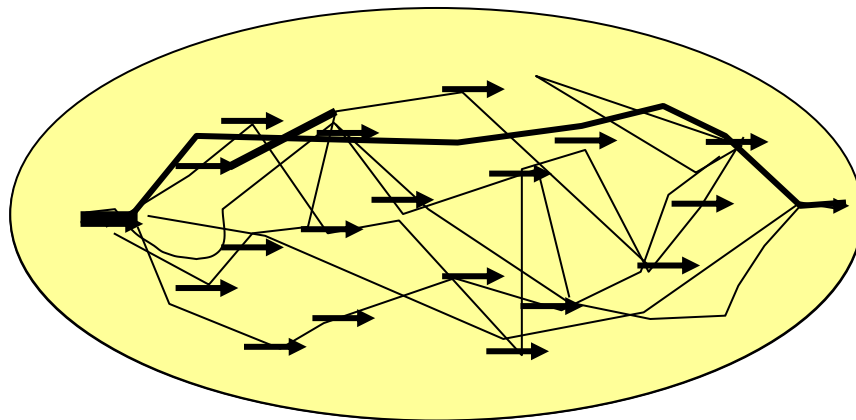
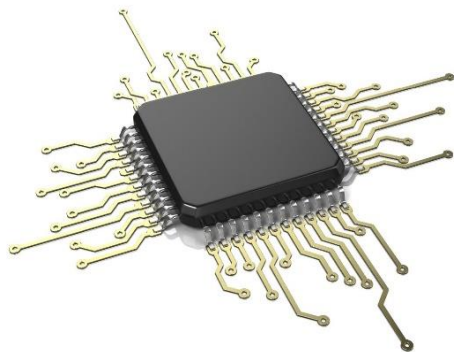


Сбыт и реализация

Приложения теории категорий в экономике

Простая экономическая интерпретация Леммы Йонеды:

- Производство любого вида продукции позволяет восстановить всю сумму глобальных технологий на момент производства.
- Та или иная продукция восстанавливает $\sum_T$ с характерными весами
- Вся масса продукции даёт полностью адекватную картину весов технологий (вклады каждой отрасли, каждого завода в ВВП страны)

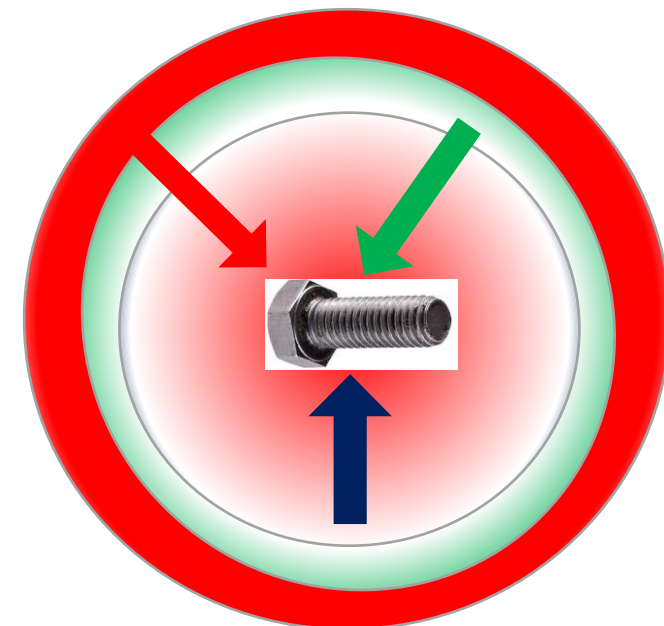


Глобальная экономическая система представляет собой систему сообщающихся национальных экономик, отраслей и предприятий (аналогия сообщающихся сосудов)

Границы национальных экономик формируются таможенными и иными барьерами (вне-экономическими, политическими и проч.)

$$y : \text{Nat} (D(r, -), K) \cong Kr,$$

$$\begin{array}{ccc} D(r, r) & \xrightarrow{\alpha_r} & K(r) \\ f_* = D(r, f) \downarrow & & \downarrow K(f) \\ D(r, d) & \xrightarrow{\alpha_d} & K(d), \end{array} \quad \begin{array}{c} r \\ \downarrow f \\ d. \end{array}$$



$$\begin{aligned} Fc &\cong \text{Set}(*, Fc) \\ &\cong [C, \text{Set}](C(c, -), \text{Set}(*, F-)) \\ &\cong [C, \text{Set}](C(c, -), F-) \end{aligned}$$

Категорная модель корпоративной системы управления предприятием



Универсальность категорного подхода

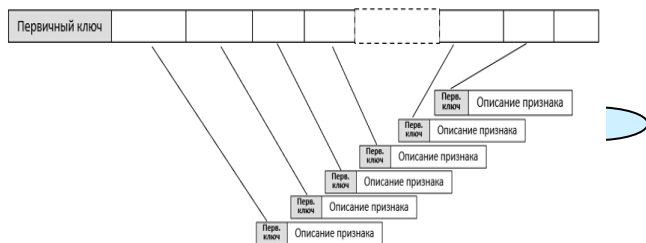
С принятием категорного подхода в той или иной прикладной (предметно-смысловой) области (ПСО), следует выбрать подходящие категорные формы (определить типы и **классы**, дать характеристики **объектам**, либо определить Ном-функторы, **пучки** и **топосы** и др.) для наиболее адекватного представления предметной и смысловой сущности выбранной области. Смысл категорного подхода – увидеть **общее зерно развития в каждой фазе циклического процесса**, и изучить роль инвариантного зародыша, по всей цепочке трансформаций, объединяющей все смежные категории в универсальную категорию.

В итоге – **охватить всю предметно-смысловую область единым концептуальным взглядом**, проследить развитие явления...



Корпоративная база данных: категории классов и объектов

Классификация признаков

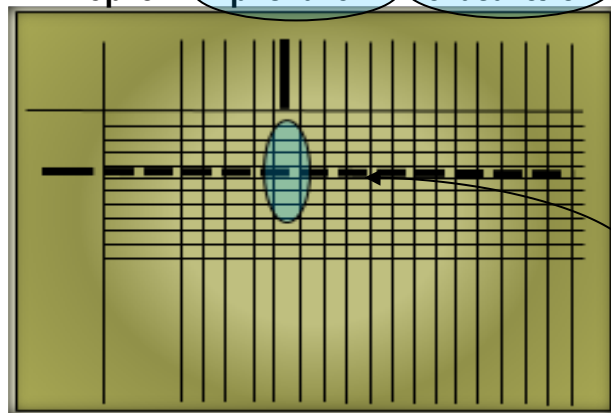


- Определения
- Обобщённый справочник
- Координатное пространство объектов

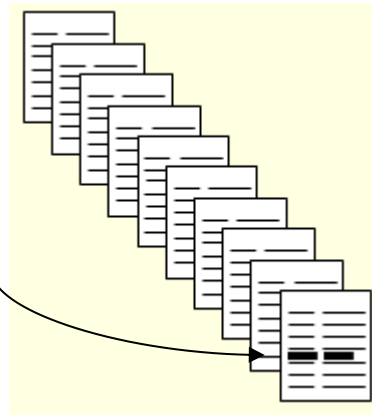
Столбцы = признаки, свойства

Полный перечень объектов

Кортеж признаков и показателей



- Записи
- Учет состояний объектов, через запись событий, изменяющих состояния



Строки = объекты

- ❖ **Класс** – абстракция определённой сущности
- ❖ **Объект** – экземпляр класса, запись таблицы
- ❖ Связи классов – через **определения** признаков (*массивы - справочники*)
 - **Связь классов через отношение!**
- ❖ Связи объектов - через **эквивалентность показателей** ($\sum \text{«дебет»} = \sum \text{«кредит»}$) (из документов), например – **СТОИМОСТИ!**
 - **Связь объектов (учета) через документ о факте экономической деятельности.**

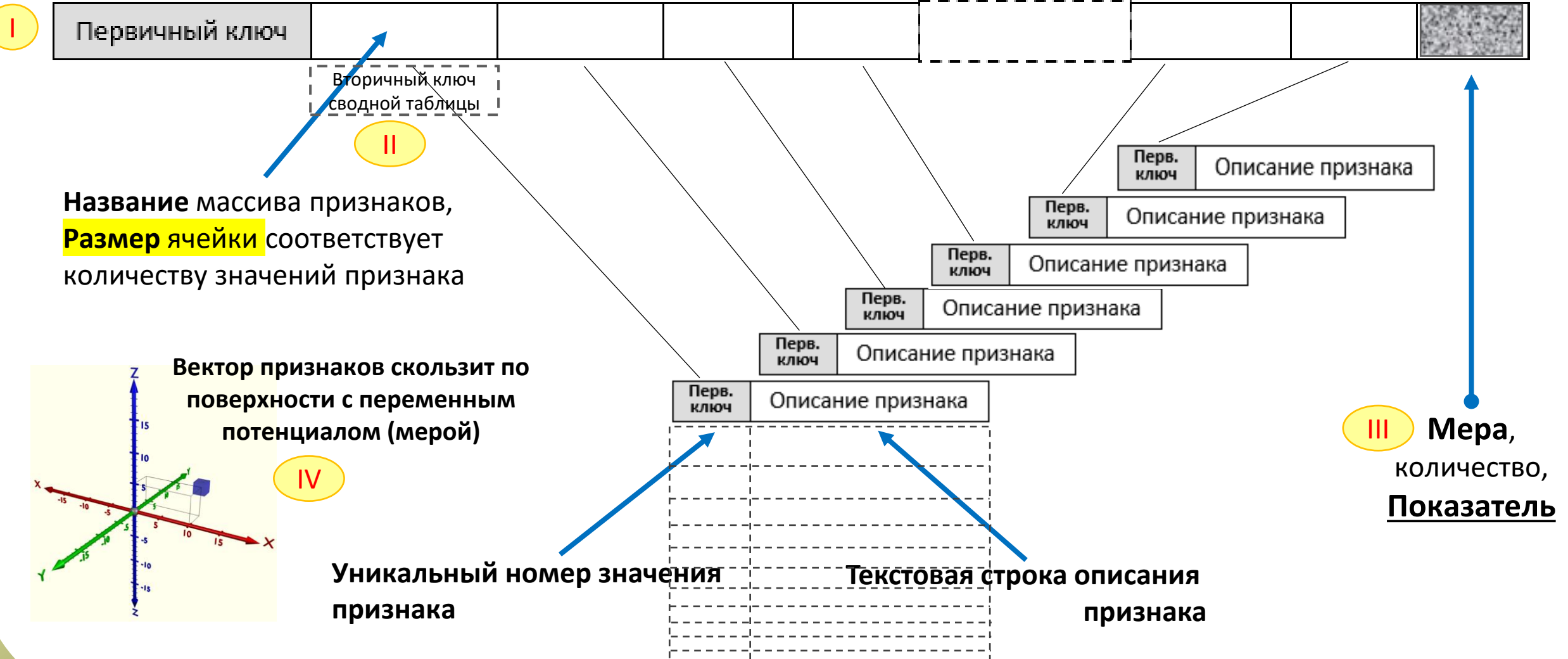
- Очевидно - категории тесно **увязаны!** Каждый объект определен в системе координат (свойств!)
- Измерители объектов, заданных в координатах пространства справочников
- **Первоначально** все объекты **пусты**, их наполнение происходит по мере поступления документов (регистрации **событий**). Это фиксирует **соотношение событий и состояний**

Качественные признаки и количественные показатели

Табличное устройство КБД: категории классов и объектов

Формат таблицы объектов

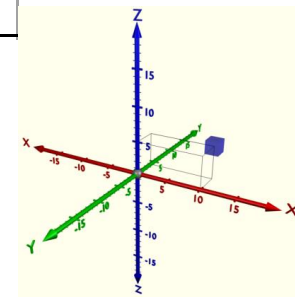
Кортеж атрибутов →



38

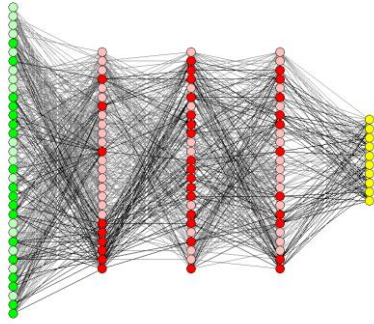
Полное описание признаков объекта

Уникальный номер значения признака



Σ

Модель и механизм анализа/управления

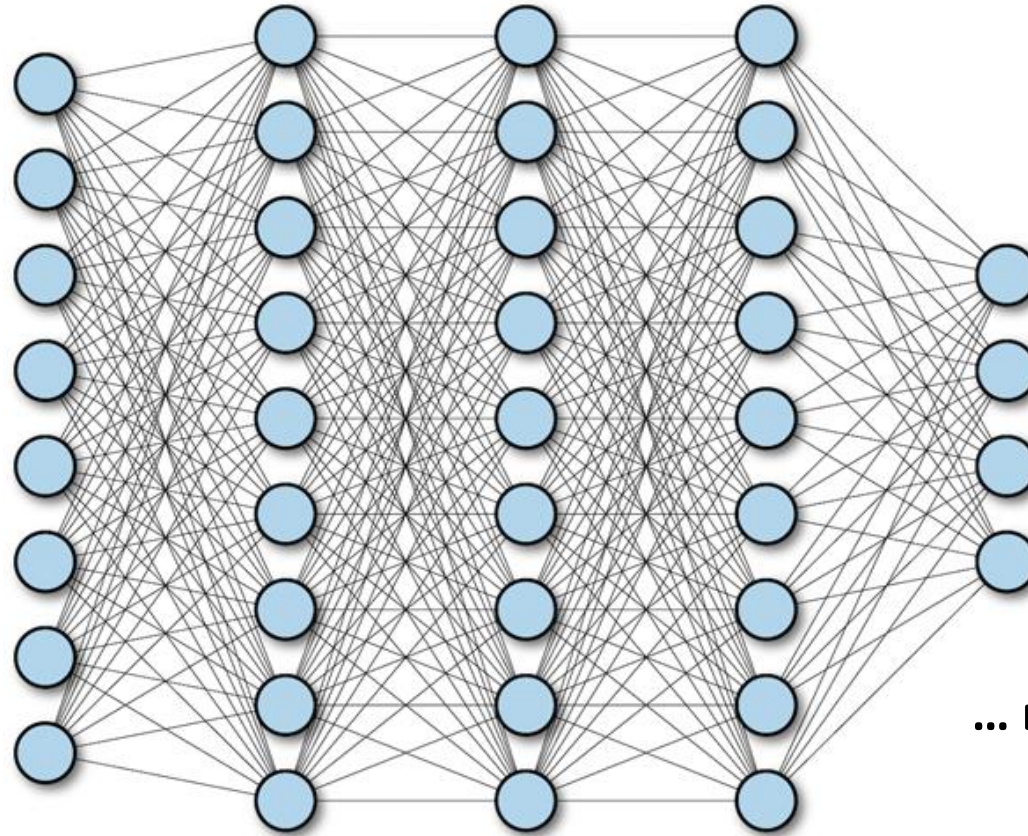


I – Настройка модели ИИ

II – Рабочий режим системы

... в зоне анализа:

- ❖ *Образы*
- ❖ *Сценарии*
- ❖ *Схемы*
- ❖ *Структуры*
- ❖ *Модели*



... в зоне регулирования:

- ❖ *Реакция*
- ❖ *Отклик*
- ❖ *Сигнал*

