

Как из школьных предметов собрать научную картину мира?



Лицей "Вторая школа"
25 мая 2020 г.

Андрей Ворчик

О чём пойдет речь?

- В чём задача науки?
- Что такое обучение?

- Каким образом связаны разные дисциплины?
- Какую роль в науке играет математика?
- Чем полезны междисциплинарные исследования?

- Что такое моделирование?

Вид изнутри vs. вид сверху

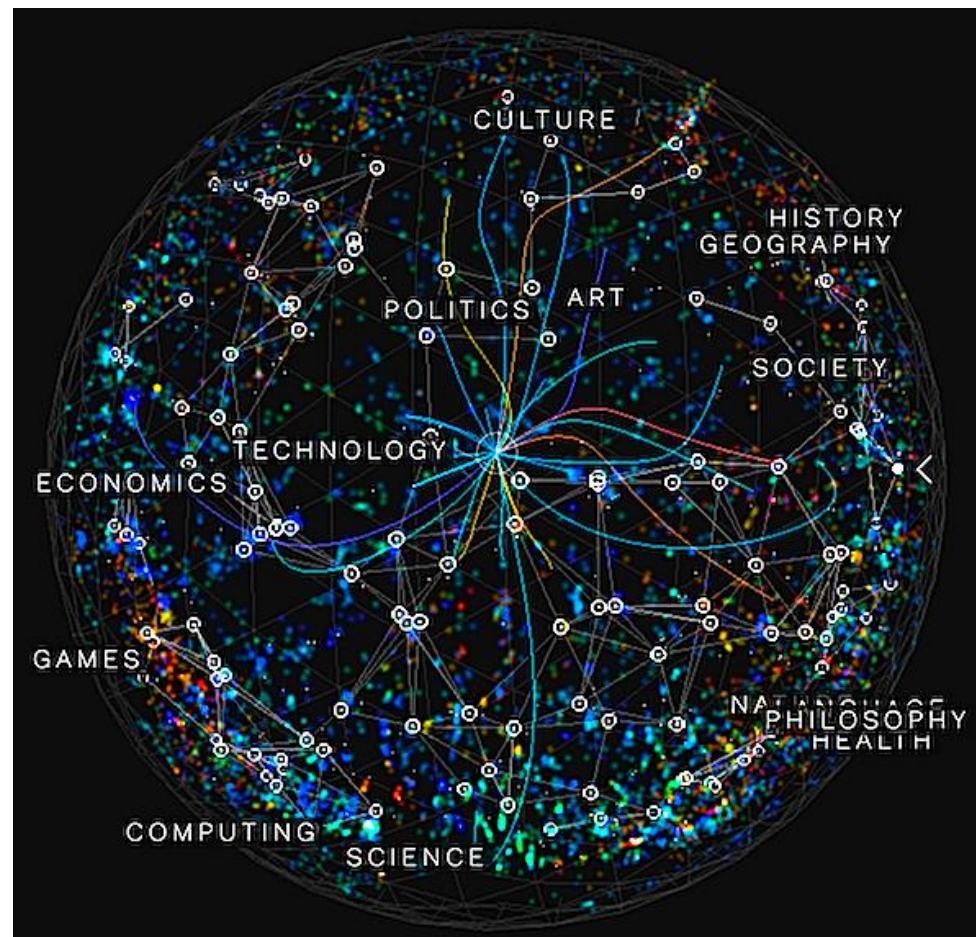


**Как
выглядит
наука
с высоты
птичьего
полёта?**



Где хранится научная картина мира?

- Ни один учёный не знает всего.
- Научная картина мира – совокупность знаний множества учёных.
- Другой носитель знаний – научная литература.
- Википедия – способ отражения научной картины мира.

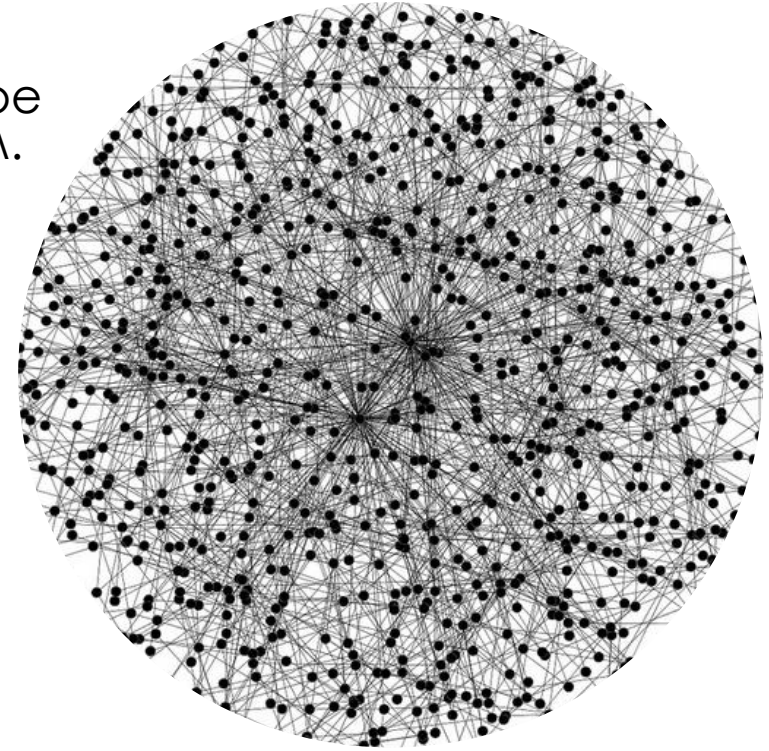
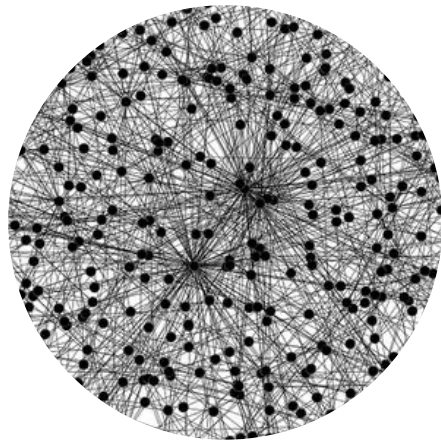
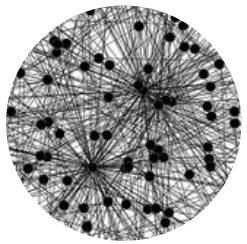


Карта Википедии

Источник: wikiverse.io

Что такое понимание? А обучение?

- Задача науки – понять, как устроен мир, то есть составить полную и непротиворечивую картину мира.
- В основе картины мира – несколько базовых положений. Остальные утверждения сводятся к этим аксиомам.
- **Понимание** – привязывание новых утверждений о мире к уже понятым утверждениям и базовым положениям.
- **Обучение** – расширение графа знаний (картины мира).
- Тесты – поиск концов графа знаний.

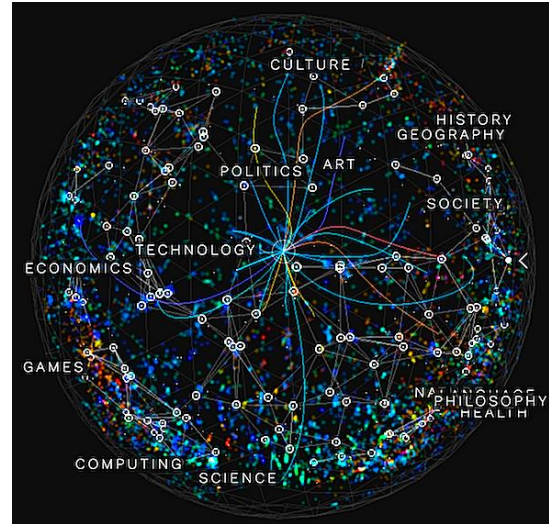


Как построить верную картину мира?

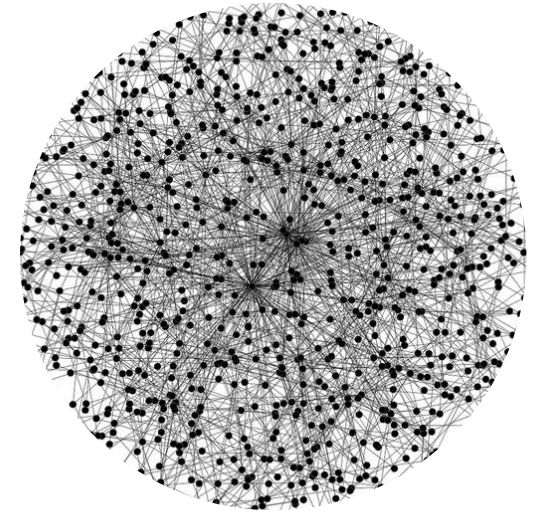
- Реальный граф vs. Виртуальный граф (картина мира)



наука →



← учение

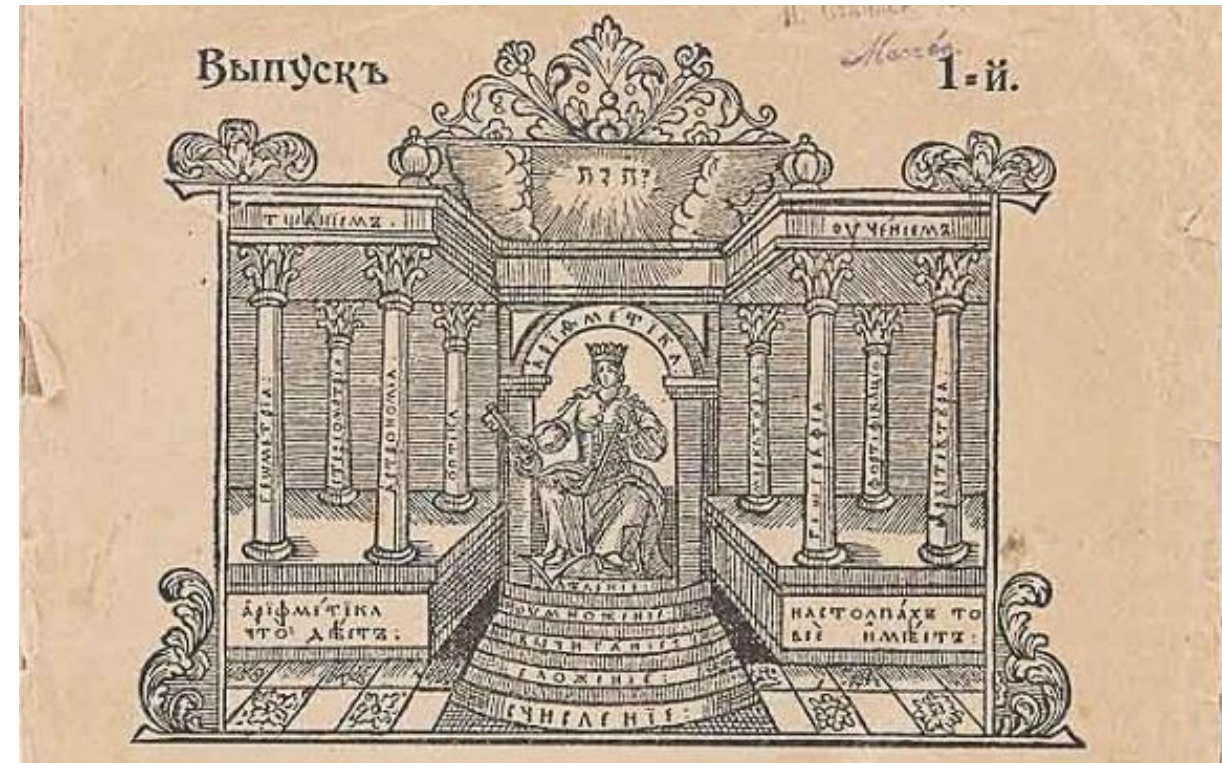
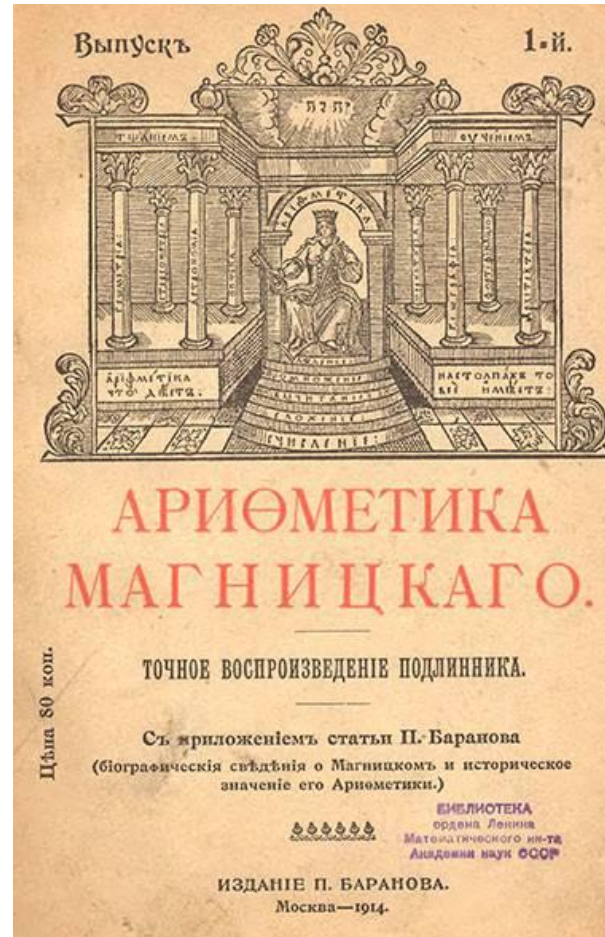


- Как виртуальный граф максимально приблизить к реальному?
- Нужен верный шаблон (максимально реальный).

Шаблон 1. Расписание и framing effect

Понедельник	Физика	Литература
	Английский язык	Физкультура
	Алгебра	Четверг Алгебра
	Русский язык	Геометрия
Вторник	Геометрия	Английский язык
	География	Спецмат
	Физкультура	Пятница Спецфиз
	Информатика	Химия
Среда	Биология	Обществознание
	МХК	Суббота История
	Физика	Литература

Шаблон 2. Математика – царица наук



Шаблон 3. Науки технические и гуманитарные

Алгебра

Геометрия

Физика

Информатика

Русский язык

Английский язык

Литература

История

Обществознание

МХК

Химия

Биология

География

Науки созерцательные и созидательные



• Прикладная математика
• Философия

Созидательные науки:

- Абстрактная математика
- IT и программирование
- Изучение языков
- Бизнес и финансы
- Искусство и дизайн
- Архитектура и инженерное дело
- Медицина
- Физическая культура

← **Созерцательные науки
(естественные науки)**

Два вида математики

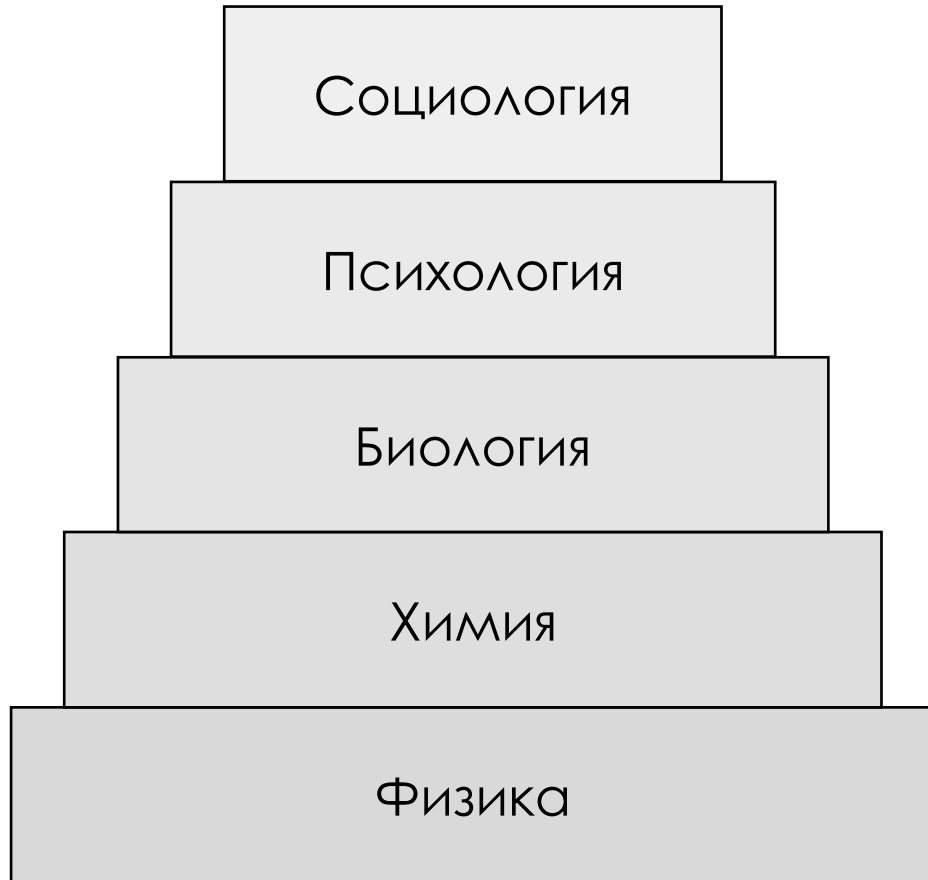
Абстрактная математика

- Произвольные аксиомы \Rightarrow Теоремы
- Теоремы верны, если нет ошибок вывода.
- Используется как инструмент в моделировании.

Прикладная математика

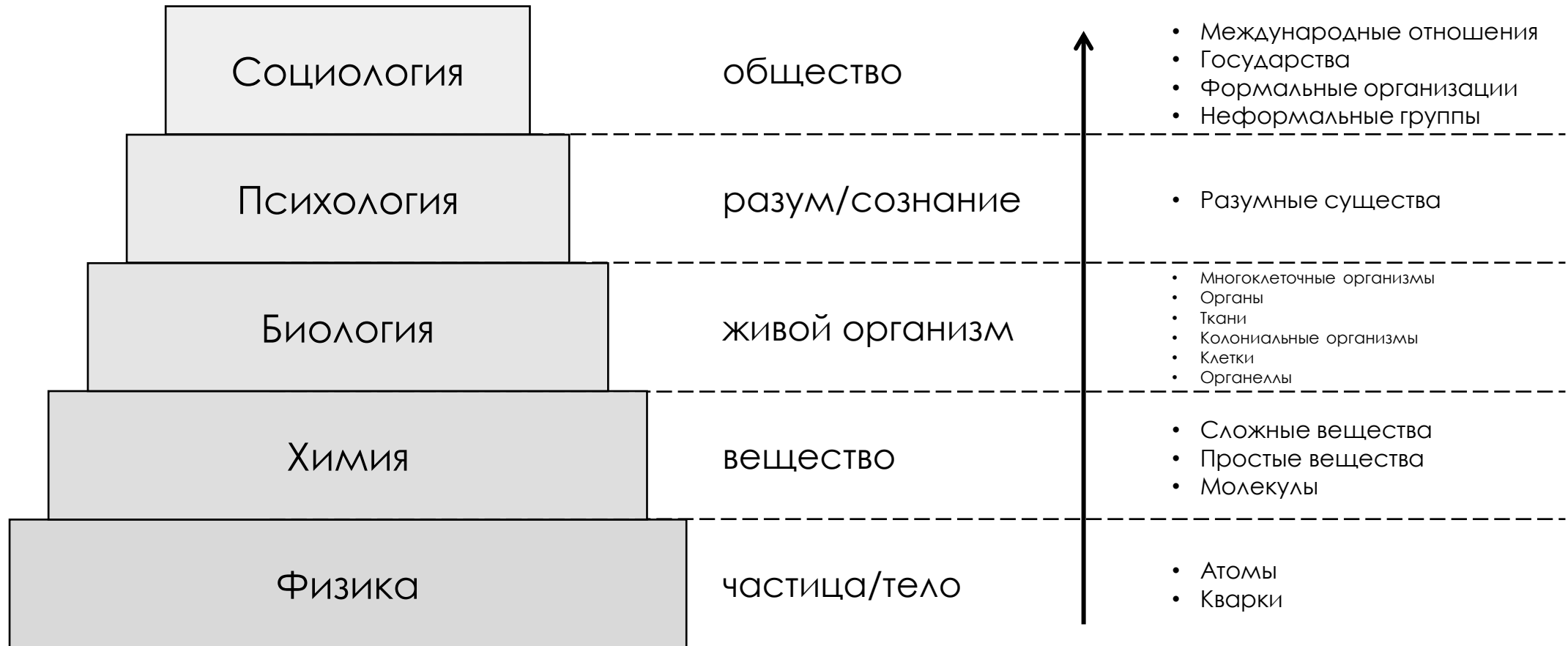
- Эмпирически установленные аксиомы \Rightarrow Теоремы
- Теоремы верны, если аксиомы выявлены верно.
- Использует аппарат абстрактной математики.

Пирамида естественных наук

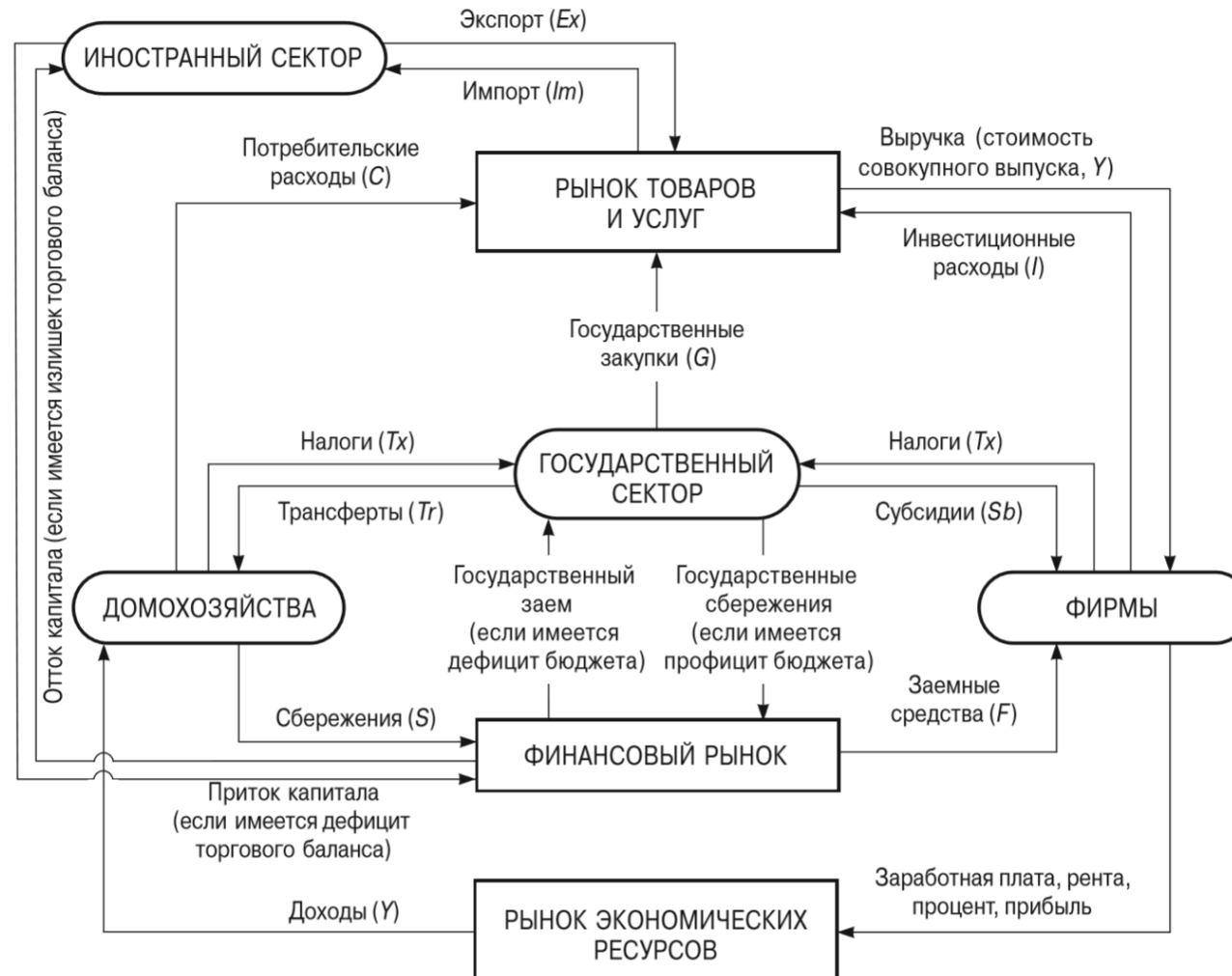


- Временной порядок
- **Онтологический порядок**
- Нарастание сложности
- **Рост упрощения и обобщения**
- Наследование аксиом

Онтологический порядок



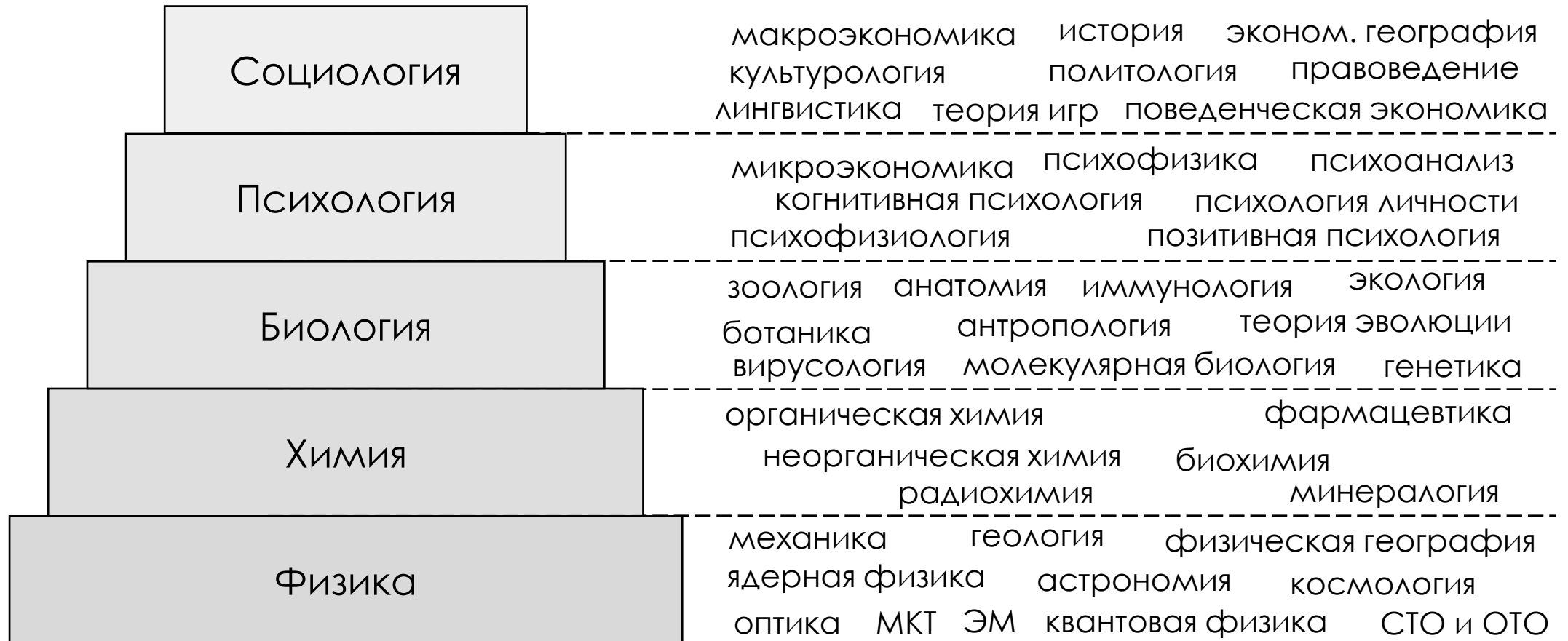
Упрощение и обобщение



Макроэкономическая модель кругооборота

Источник:
Матвеева Т.Ю.,
“Макроэкономика”

Пирамида естественных наук



Пирамида естественных наук

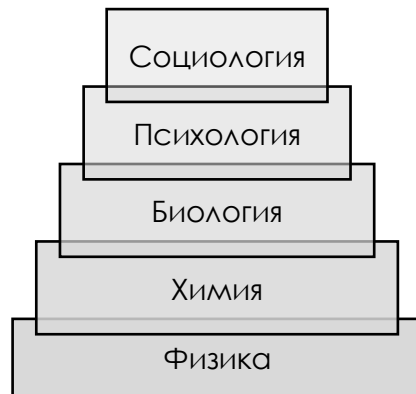


Междисциплинарные исследования

Картина мира достоверна, если в ней **нет противоречий**:

- как с реальность (аксиомы верны);
- так и с самой собой (между внутренними утверждениями).

Чем полезны междисциплинарные исследования?



Утверждение (1): $a > b$

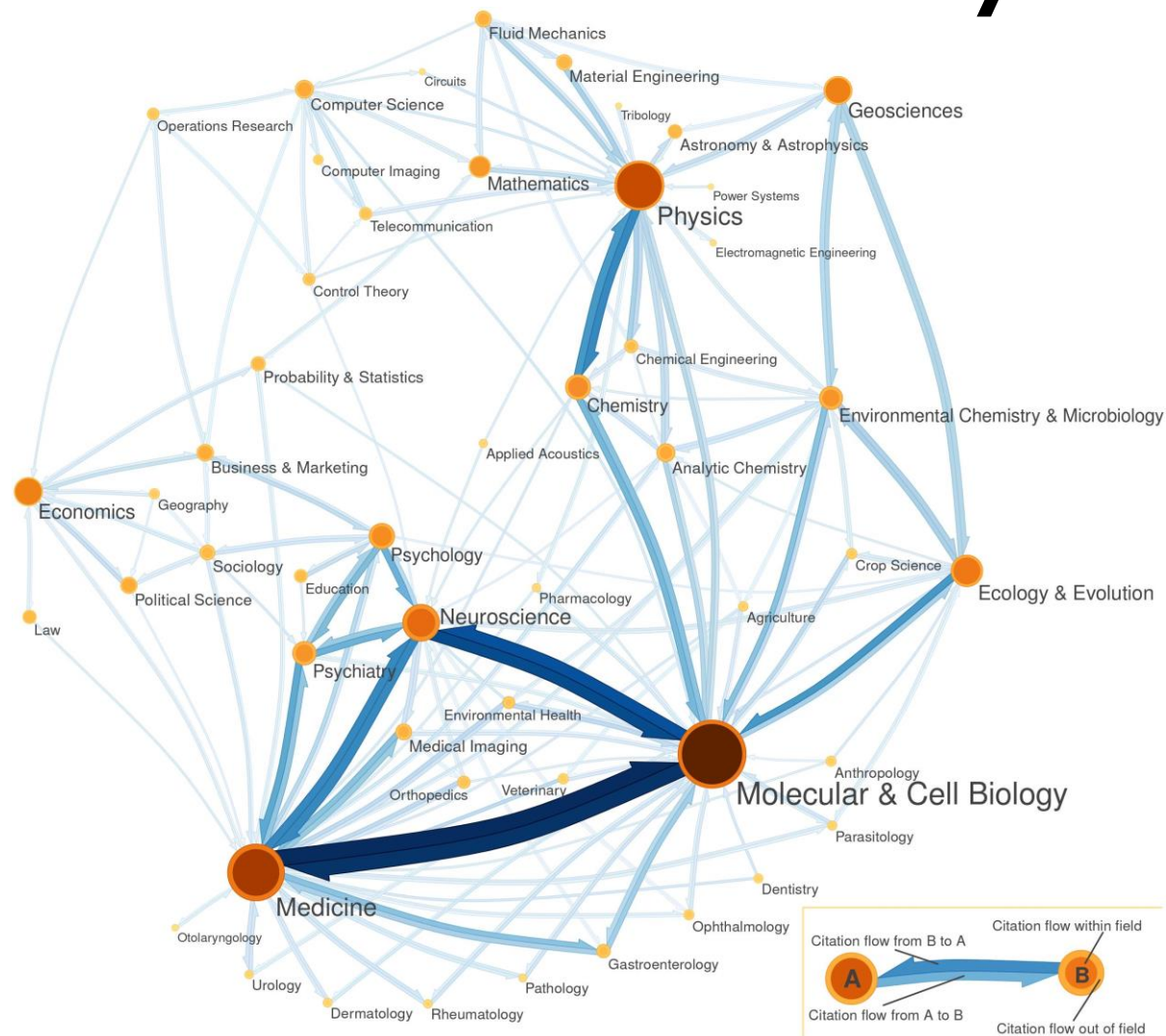
Утверждение (2): $b > c$

Утверждение (3): $c > a$

(1) & (2) & (3) = Противоречие

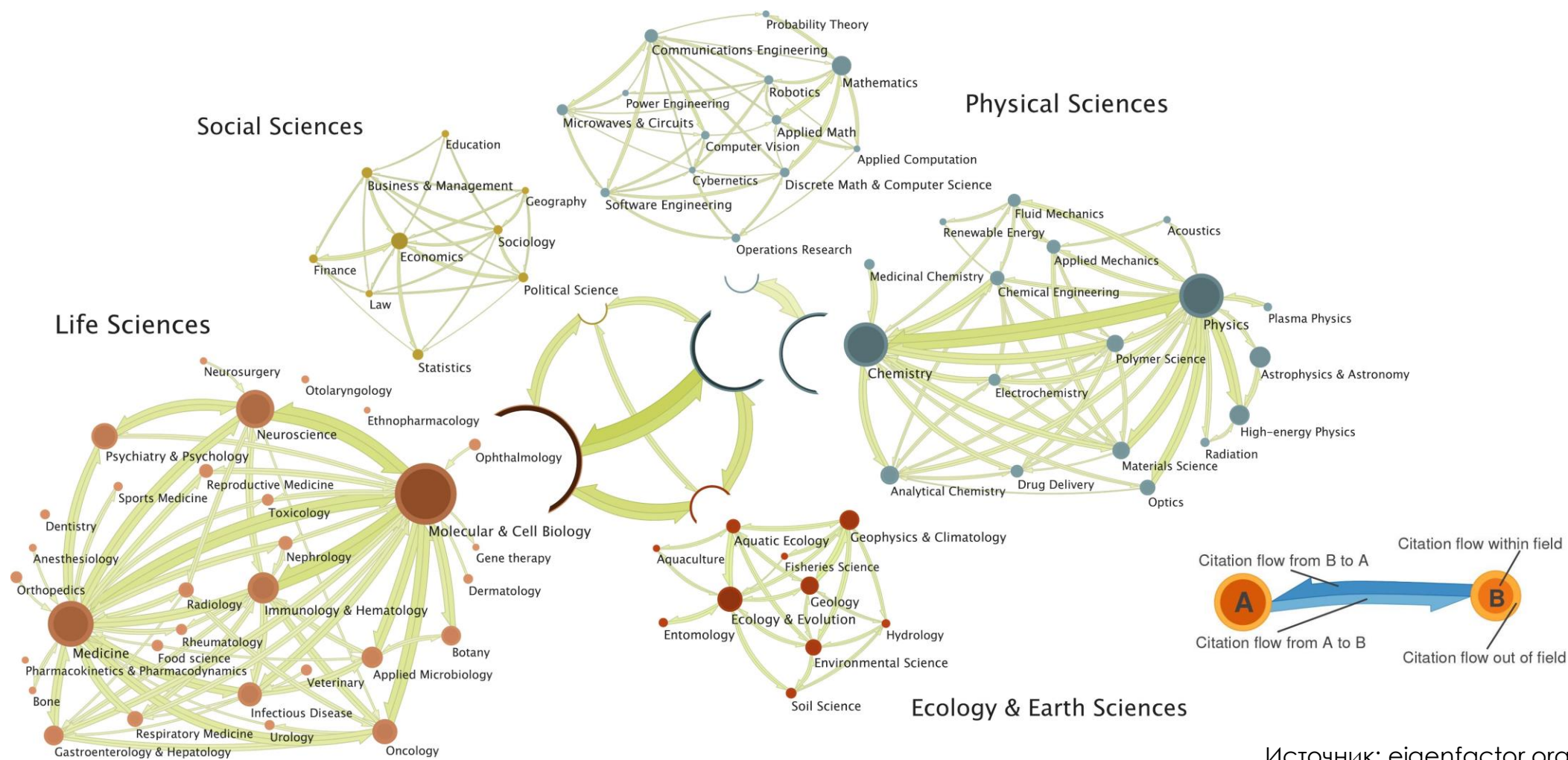
Противоречие: одновременно можно доказать и некоторое утверждение, и его отрицание.

Исследования на стыке наук



Источник: eigenfactor.org

Карта естественных наук



Источник: eigenfactor.org

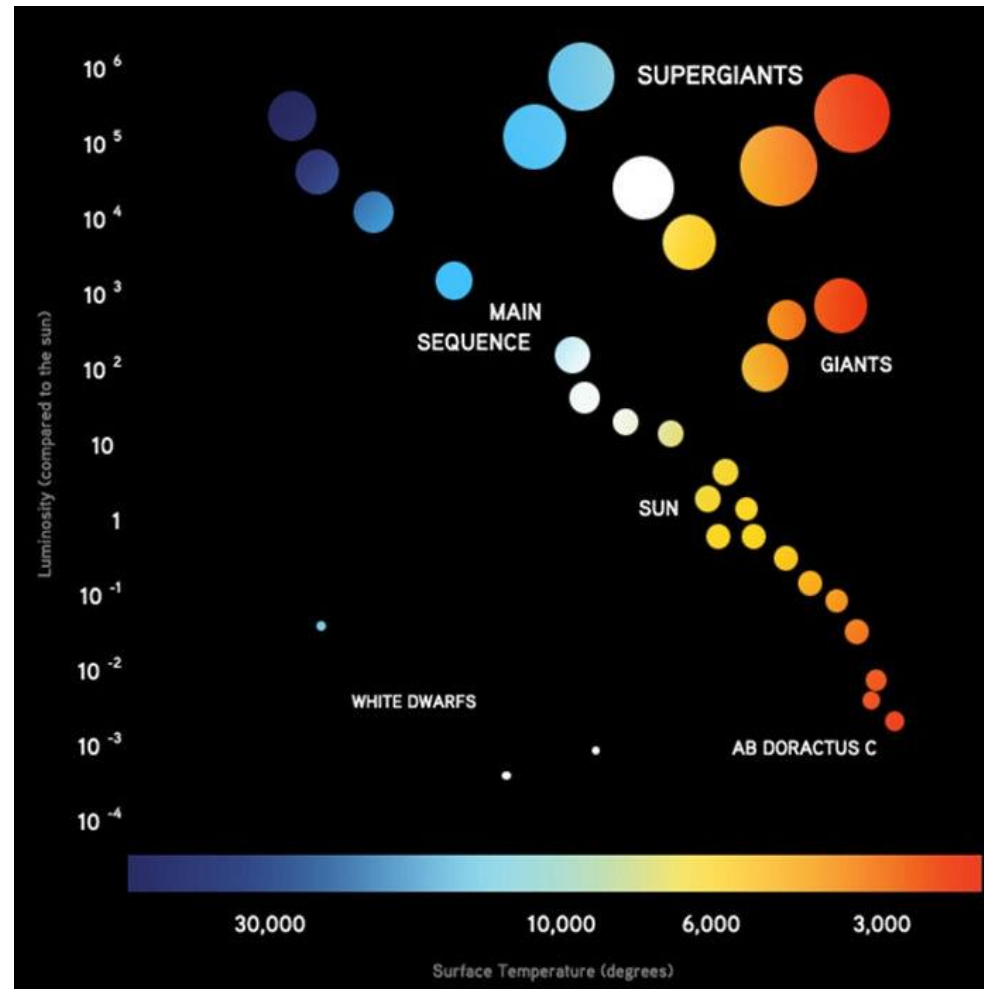
Как работают естественные науки?

- Задача науки – понять, как устроен мир.
- Основной метод естественных наук – модель.
- **Модель** – целенаправленное упрощение реальности, сохраняющее её основные характеристики.

Процесс моделирования в терминах Макса Вебера:

- Выделение идеальных типов из реальных
- Изучение идеальных типов
- Выводы о реальных типах

Реальные и идеальные типы: астрономия



Реальные и идеальные типы: ЭКОЛОГИЯ



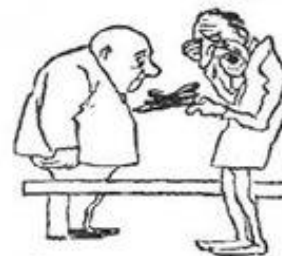
Реальные и идеальные типы: ПСИХОЛОГИЯ



холерик



флегматик



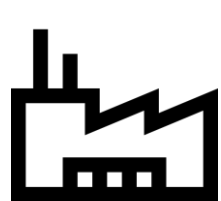
меланхолик



сангвиник

Карикатура
Х. Бидструпа

Реальные и идеальные типы: экономика



Китай

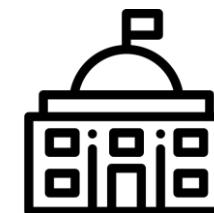
Россия

США

Норвегия

СССР

С.Корея



**рыночная
экономика**

**смешанная
экономика**

**плановая
экономика**

Две практические задачи науки

Реальная задача	Решение задачи с помощью модели
Объяснение прошлых явлений	Сведение феномена к “аксиомам” – более низкоуровневым прошлым явлениям
Предсказание будущих явлений	Прогноз будущего на основе данных о текущей ситуации

объяснение
прошлых
феноменов

настоящее:
МОДЕЛЬ

предсказание
будущих
феноменов

Примеры:

- Почему возникает северное сияние?
- Почему вымерли неандертальцы?
- Каковы продукты реакции $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4$?
- Когда завершится экономический кризис?

Что даёт модельное мышление?

Схожесть, аналогичность предметов разных наук позволяет переносить модели из одной науки в другую:

- **Колебания:**

- маятник
- популяционные волны

- **Нейросети:**

- искусственный интеллект
- изучение мозга

- **Теория эволюции:**

- биологический отбор
- культурный отбор

- **Теория игр:**

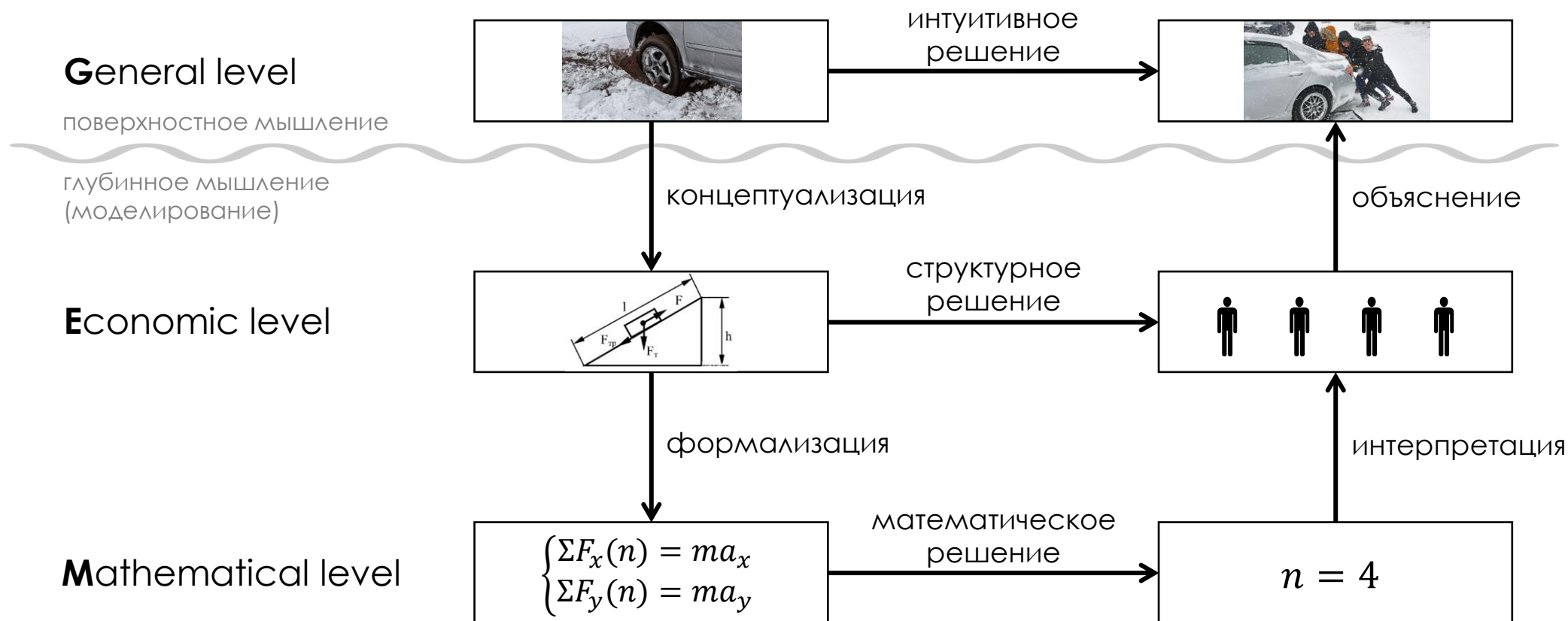
- конкуренция предприятий
- конкуренция биологических видов

- **Макромоделирование:**

- макроэкономическая модель страны
- макромодель организма

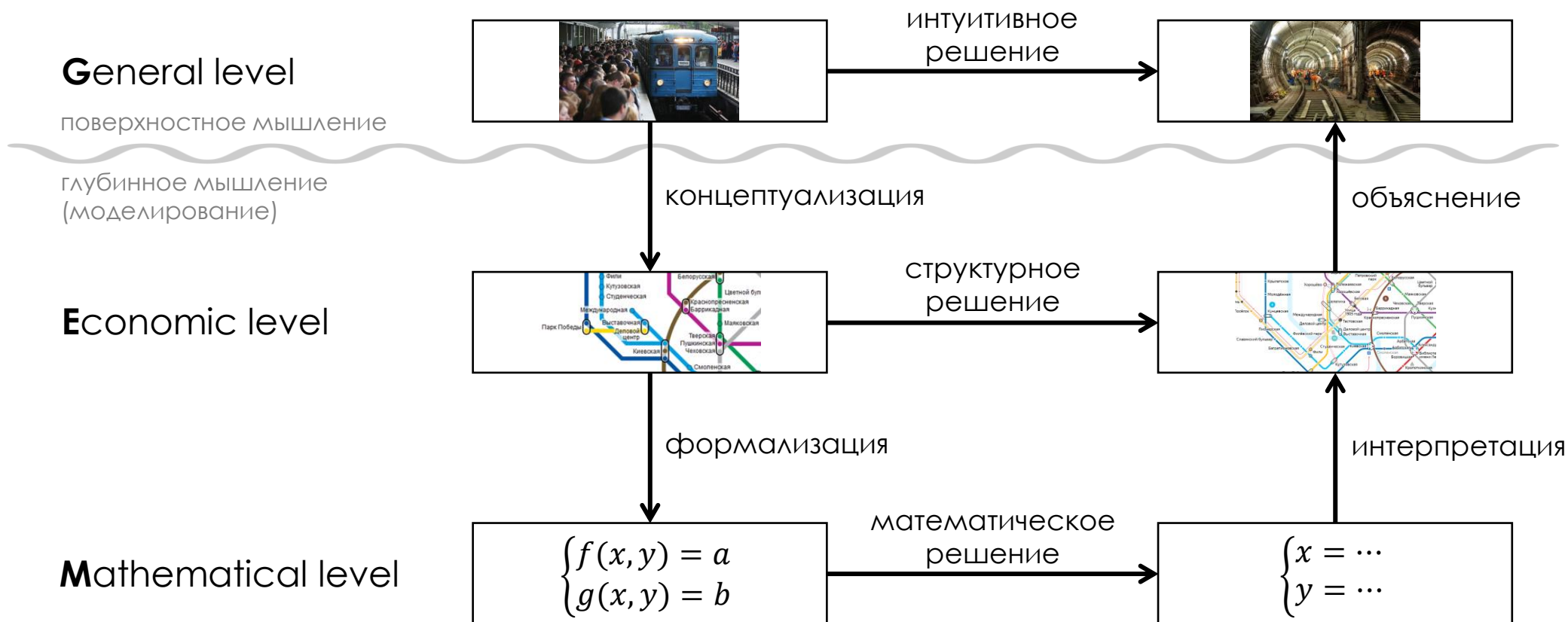
Строим модель: GEM-подход

Проблема 1: как вытащить машину?



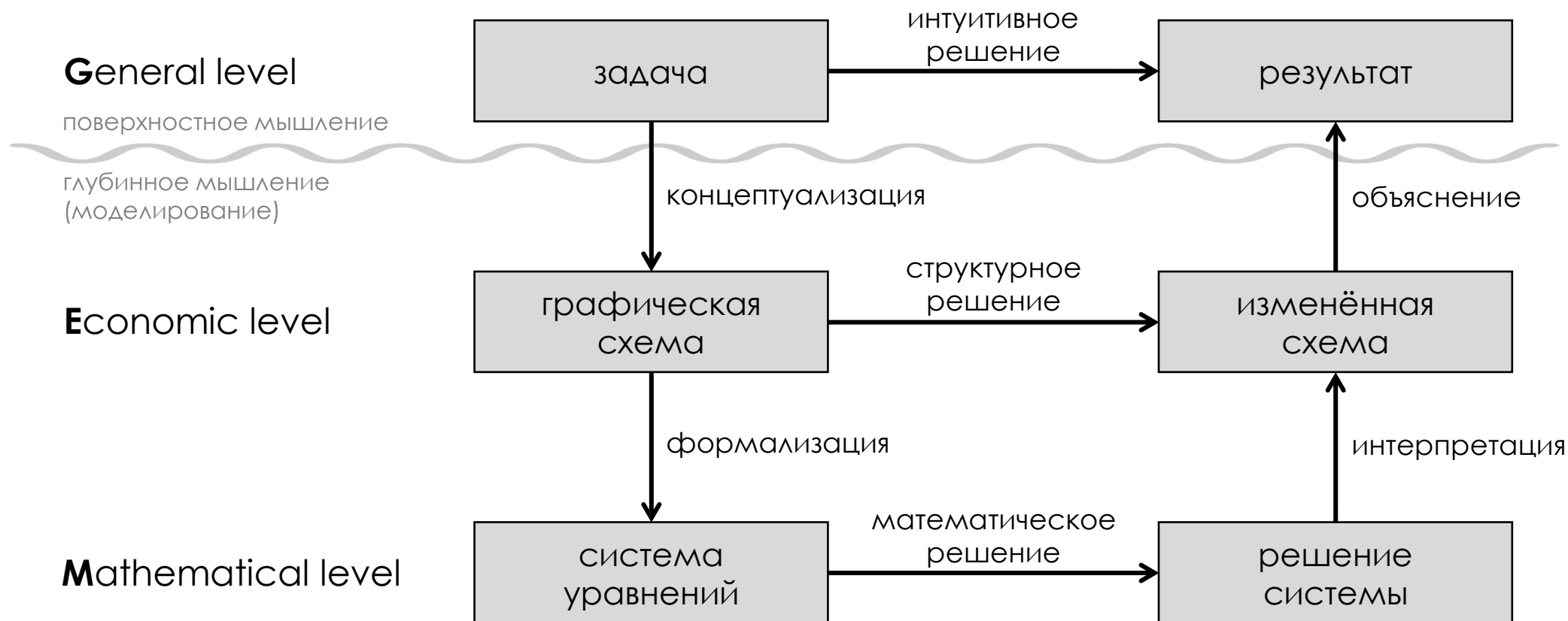
Строим модель: GEM-подход

Проблема 2: где строить станцию метро?



Строим модель: GEM-подход

Общая схема решения проблемы



Резюме

- Задача науки – построить верную картину мира.
- Дисциплины делятся на естественные и созидательные.
- Естественные науки образуют пирамиду.
- Междисциплинарные исследования ловят противоречия.
- Математика бывает прикладная и абстрактная.
- Основной инструмент науки – модель.
- **Периодически полезно смотреть на карту.**



**ИНОГДА
ПОЛЕЗНО
СМОТРЕТЬ
НА КАРТУ.**



Подробнее...

- Статьи на сайте AndrewVorchik.com:
 - “[О пользе междисциплинарных исследований](#)”
 - “[The only thing we know](#)”
(о прикладной и абстрактной математике)
- Короткие лекции от учёных:
 - postnauka.ru
 - serious-science.org
- Образовательные YouTube-каналы:
 - [Kurzgesagt](#) (естественные науки)
 - [3Blue1Brown](#) (математика)

