

**Гусев Евгений Юрьевич**  
**Институт иммунологии и физиологии УрО**  
**РАН**

**Некоторые методологические**  
**подходы для характеристик и**  
**оценок биологических и социальных**  
**систем**

Екатеринбург 2020

# Науки делятся на естественные, неестественные и противоестественные

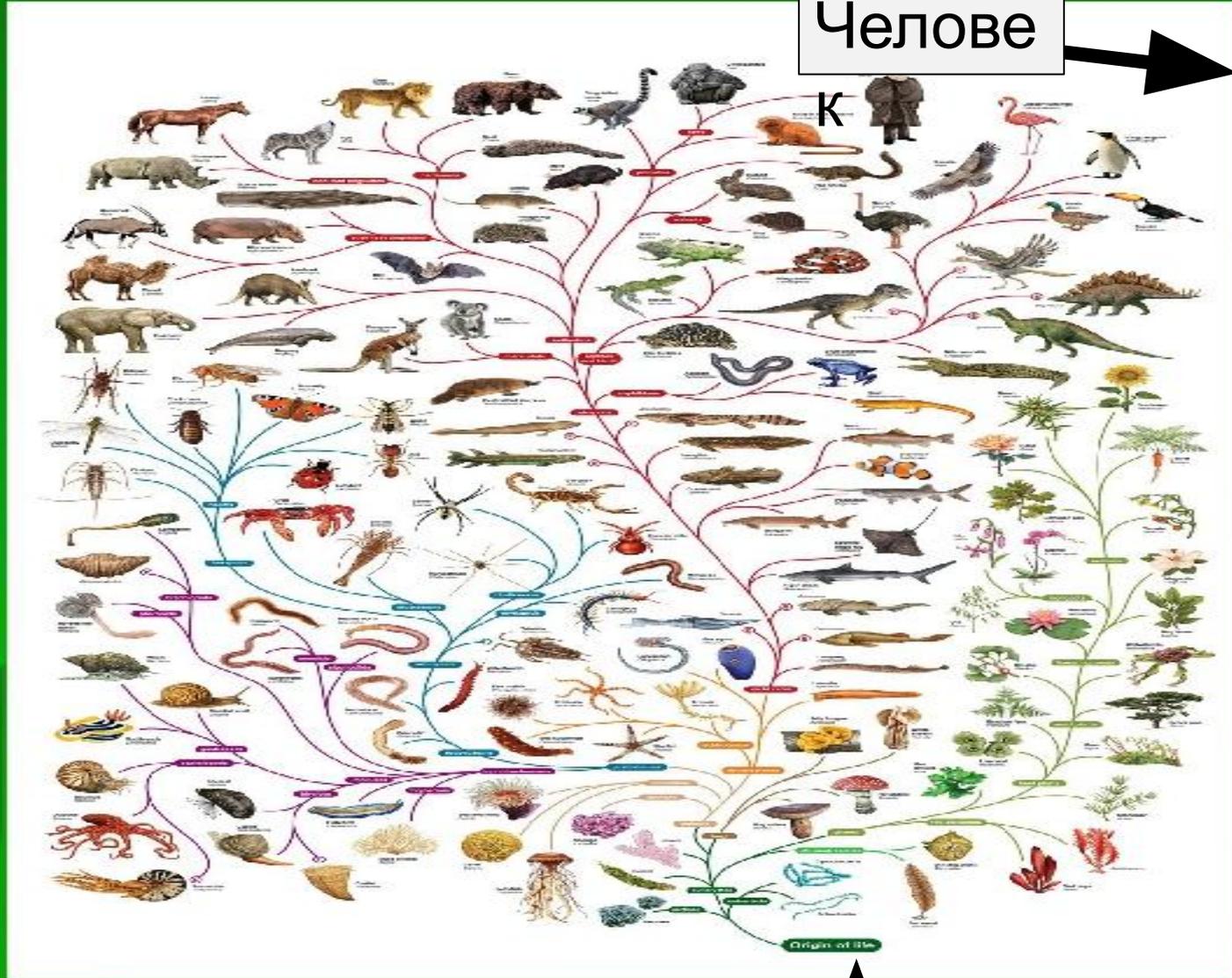
Л.Д. Ландау

1. Естественные науки (физика, химия, биология)
2. Математика технические науки
3. Медицина, гуманитарные науки

Челове  
к



Социальная  
форма материи

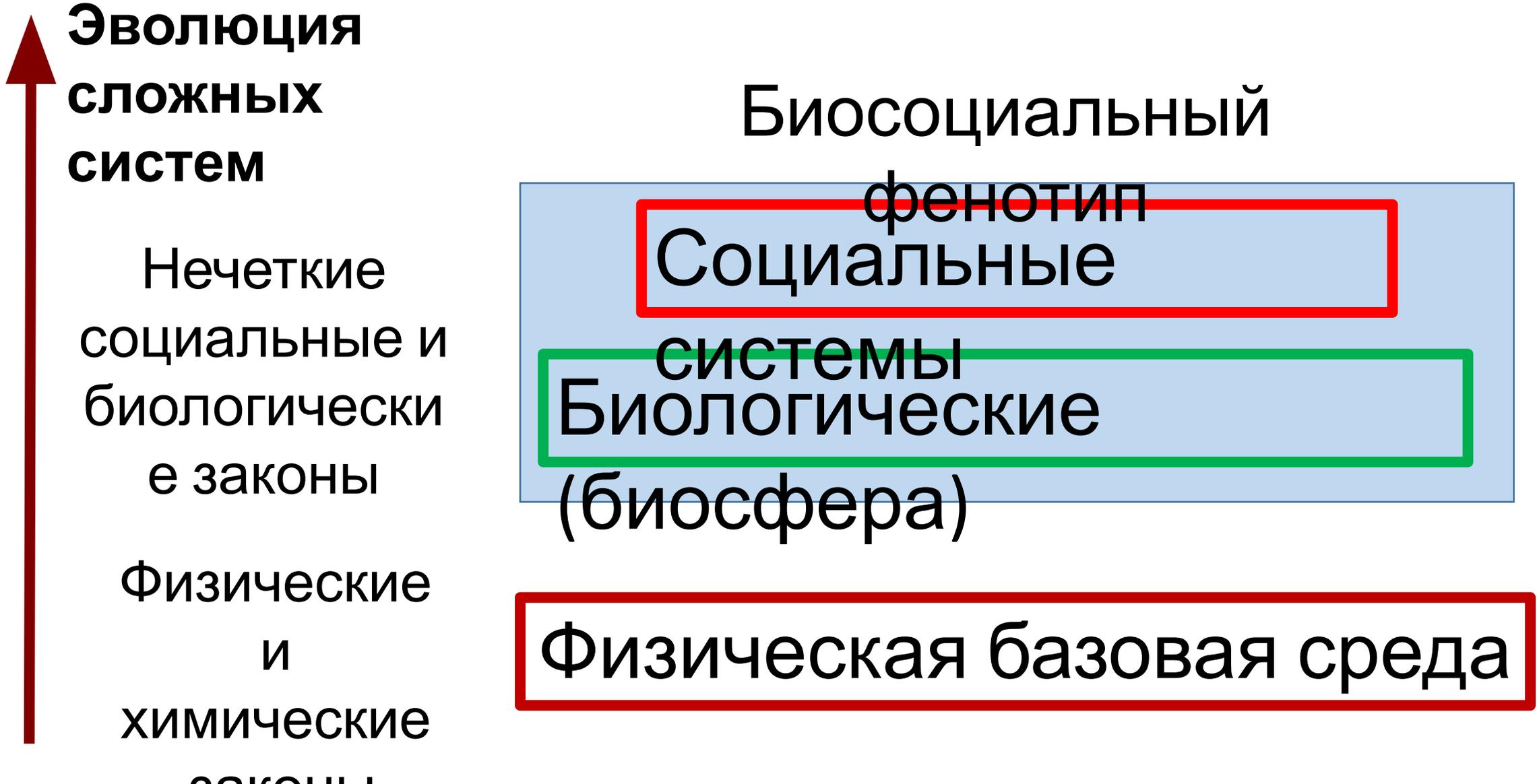


Своеобразное  
древо жизни  
эволюции  
всего живого



Первичный родительский организм на Земле ~ 4 млрд

# Формы системной организации материи



# Особенности чётких законов физических систем и нечёткие законы «живых» систем (биологических и социальных, начиная с клеточного уровня)

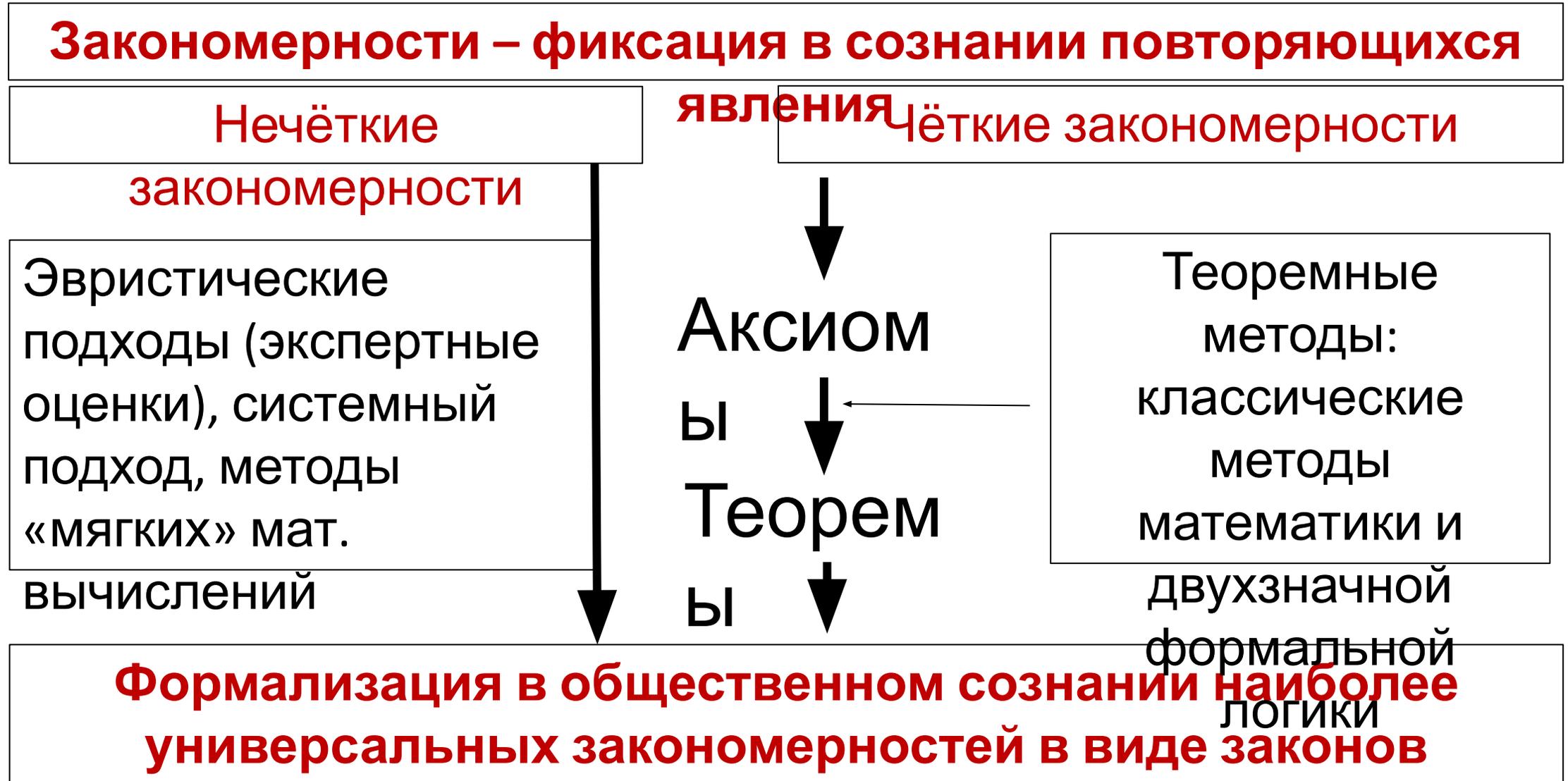
## Четкие законы:

1. Правдивы
2. Аксиомы - константы, теоремы –цифровые
3. Волновые свойства
4. Точная прогнозируемость
5. Стабильны

## Нечёткие законы:

1. Правдоподобны
2. Понятия, которые надо конкретизировать
3. Волнообразность
4. Вероятностная
5. Эволюционируют

# Законы и закономерности



# Математические методы используемые для анализа нечётких, вероятностных закономерностей

---

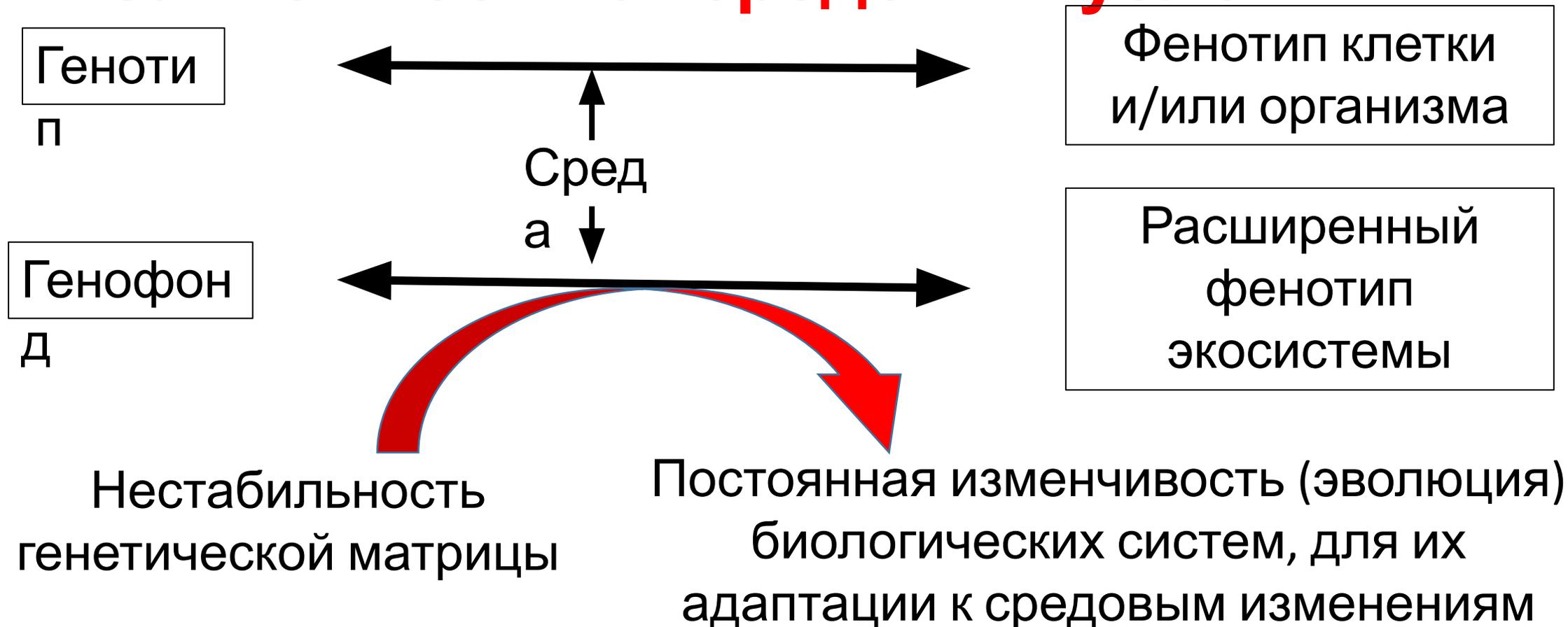
- теории вероятности, игр, катастроф (включая теорию бифуркаций), хаоса (включая фрактальную геометрию), теория графов (раздел дискретной математики)
- методы статистики (включая многофакторный дисперсионный и корреляционный анализ)
- распознавания образа (нейронные сети, дискриминантный и кластерный анализ)
- нечетких множеств (стык математики и экспертных оценок), другие методы многозначных логик (трехзначные, конечнозначимые, бесконечнозначимые логики и др.)
- различные гибридные методы, например, нейронные сети + нечеткие множества

# Системообразующий фактор

---

Системообразующий фактор (СОФ) является сущностным компонентом любой системы. Он определяет характер взаимосвязи подсистем и внешних взаимодействий системы и лежит в основе её законов. При необратимых изменениях СОФ система распадается или трансформируется в качественно иную систему.

Системообразующий фактор (СОФ)  
биологических систем **ЭТО ВЗАИМОСВЯЗЬ**  
**генетической матрицы и фенотипа в**  
**зависимости от средовых условий**



**«Для того чтобы что-то реально узнать о прошлом, нам прежде всего надо стремиться понять, что было в головах людей»**

**Марк Блок**

(один из основателей исторической школы «Анналов»)

# **СОФ социальных систем это взаимосвязь культурной матрицы общественного сознания, включая его стереотипы с экосоциальной средой (биосфера, техносфера + социальные институты)**

Движущей силой эволюции социальных систем является появление новых идей под влиянием средовых факторов – своеобразных мутаций сознания, которые возникают на уровне индивидуального сознания, потом распространяются на общественном уровне (эффект востребованности) и материализуются как культурный феномен

# Стереотипы общественного сознания (дифференцированная ментальность)

---

- Совокупность интересов, ценностей, идеалов, запретов, программ поведения, осознание принадлежности к социальным стратам, групповые особенности образа окружающего мира, язык, возрастные, профессиональные, акцентуации характера и др.
- Ландшафт стереотипов уникален в каждой социальной системе
- Видоизменяются в процессе накопления социального опыта, но включает и консервативные параметры – базовые потребности, социальные инстинкты.
- Нечётко проявляют себя как стереотипы группового поведения при реализации общественно значимой деятельности

# Эволюционные аспекты сознания

- **Сознание есть и у животных** («Декларация о Сознании» - Кембридж, 2012), включая, эмоции, мотивации, планирование поведения, абстрактное мышление и даже речь (дельфины)
- **Палеолит – переходный период** (~2,5 млн – 12 тыс. лет назад). Каменные орудия труда. Обряды. Обычаи. Несколько видов рода людей (Гомо сапиенс, от ~ 200 тыс.). Использование огня – 1,5 млн
- **Верхний палеолит: Искусство** – живопись, скульптуры, музыка ~ от 40-20 тыс. (остался один вид людей - **Гомо сапиенс**).
- **Неолитическая революция. Переход к доминированию культурной матрицы** (8-12 тыс. лет) – первые культовые сооружения, переход к сельскому хозяйству, первые города, социальная дифференциация

# Субъектность

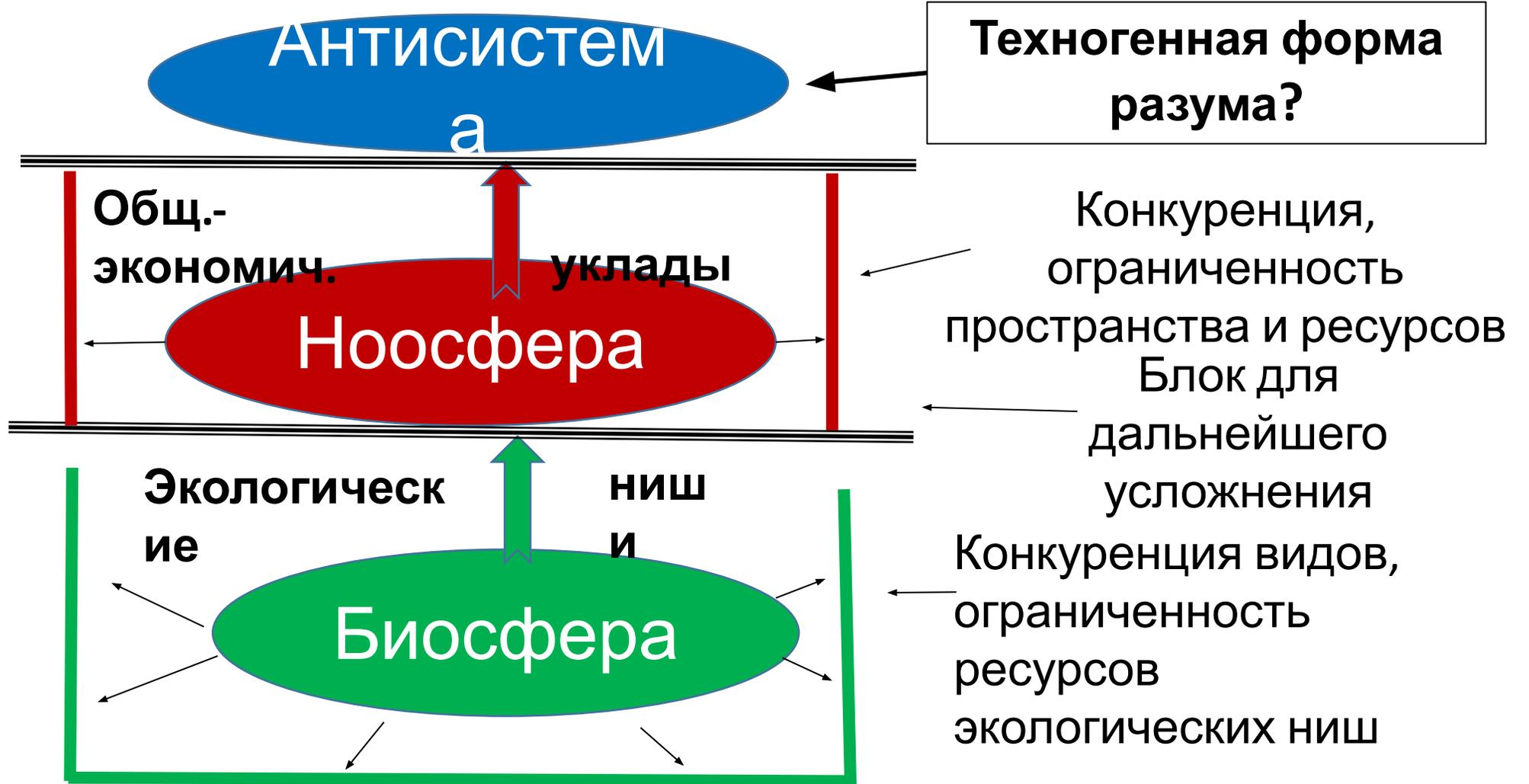
**есть важнейшее свойство сознания и поведения человека (или социальных групп) - это его (их) способность осознавать свои потребности и интересы, формулировать и реализовывать на этой основе цели и программы поведения, воздействуя на окружающую среду, включая и других людей (объектов воздействия)**

# Отличительные особенности биологических и социальных систем

Критерий	Биологические	Социальные
Информационная матрица	Генетическая	Культурная
Субъектность	Ограничено и в биологическом смысле	Доминирующая роль в реализации соц. законов
Функциональные единицы матрицы	Функции отдельных генов	В сознании -?
Элементарные подсистемы	Разнообразные организмы в экосистемах	Человек, наделённый стереотипами общественного сознания
Адаптация к среде	Преобладает пассивная	Преобладает активная

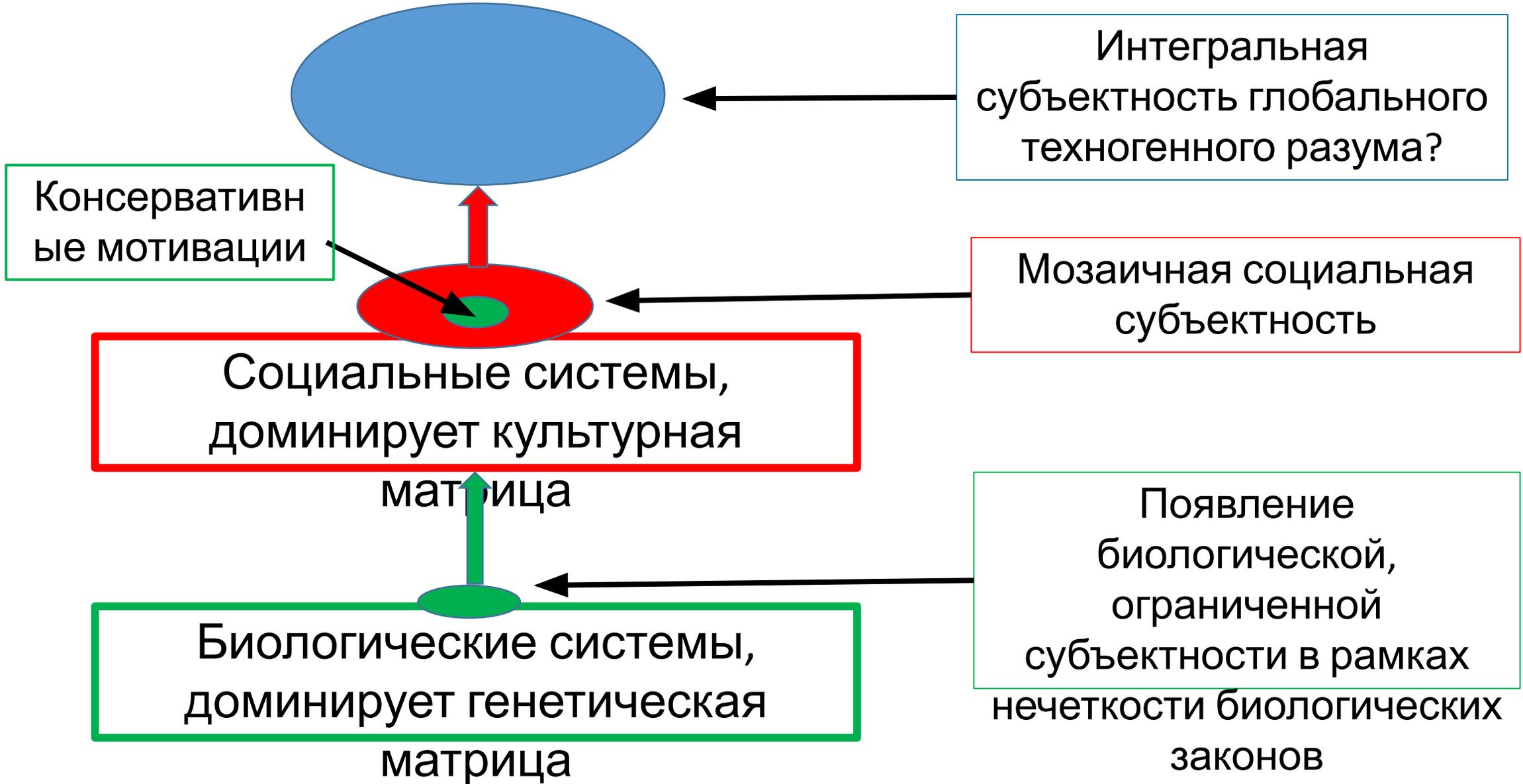
# Направления эволюции живых систем (стремление к выживанию)

Прогресс -  
системное  
усложнени  
е



# Проявление субъектности в эволюции

## СИСТЕМ



# Основные причины неизбежного кризиса глобальной человеческой цивилизации

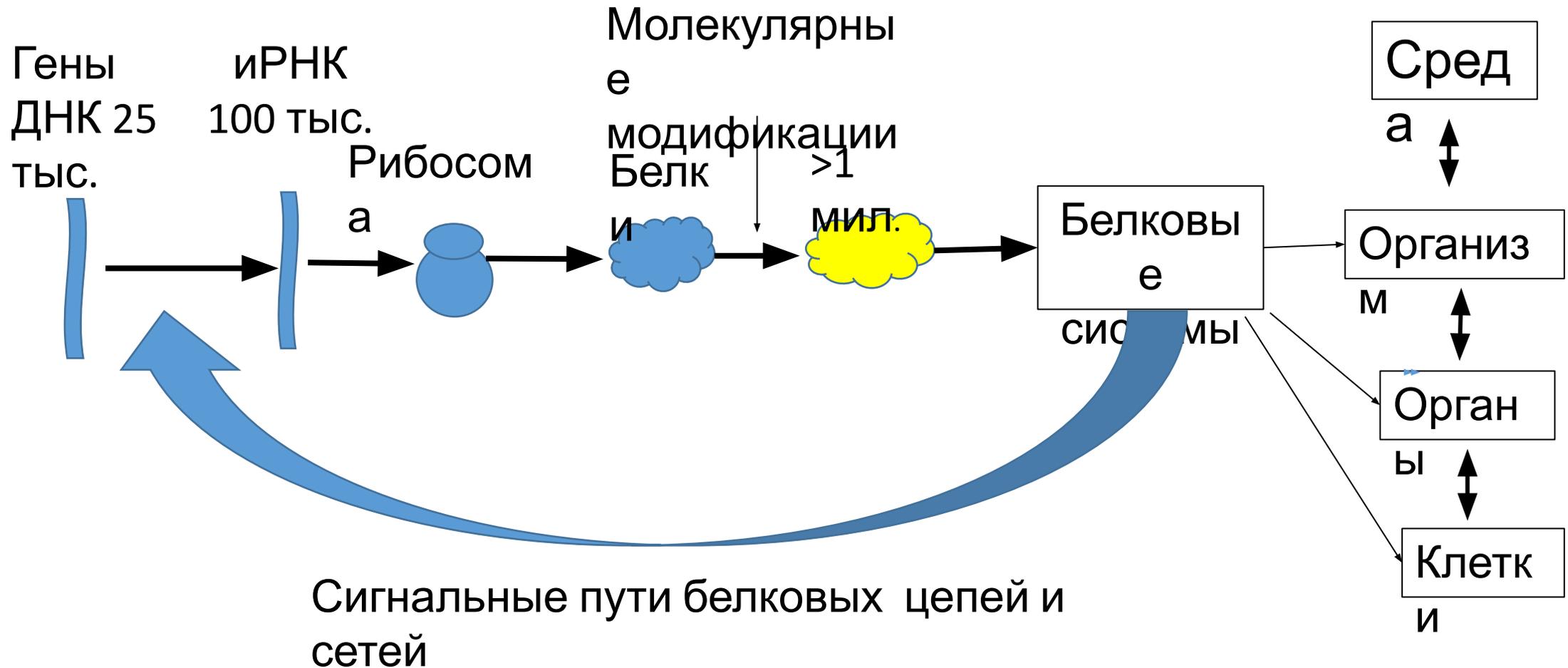
Расширение функции сетевых информационных сетей и систем искусственного интеллекта

Сопротивление биосферы, биологическая деградация человека

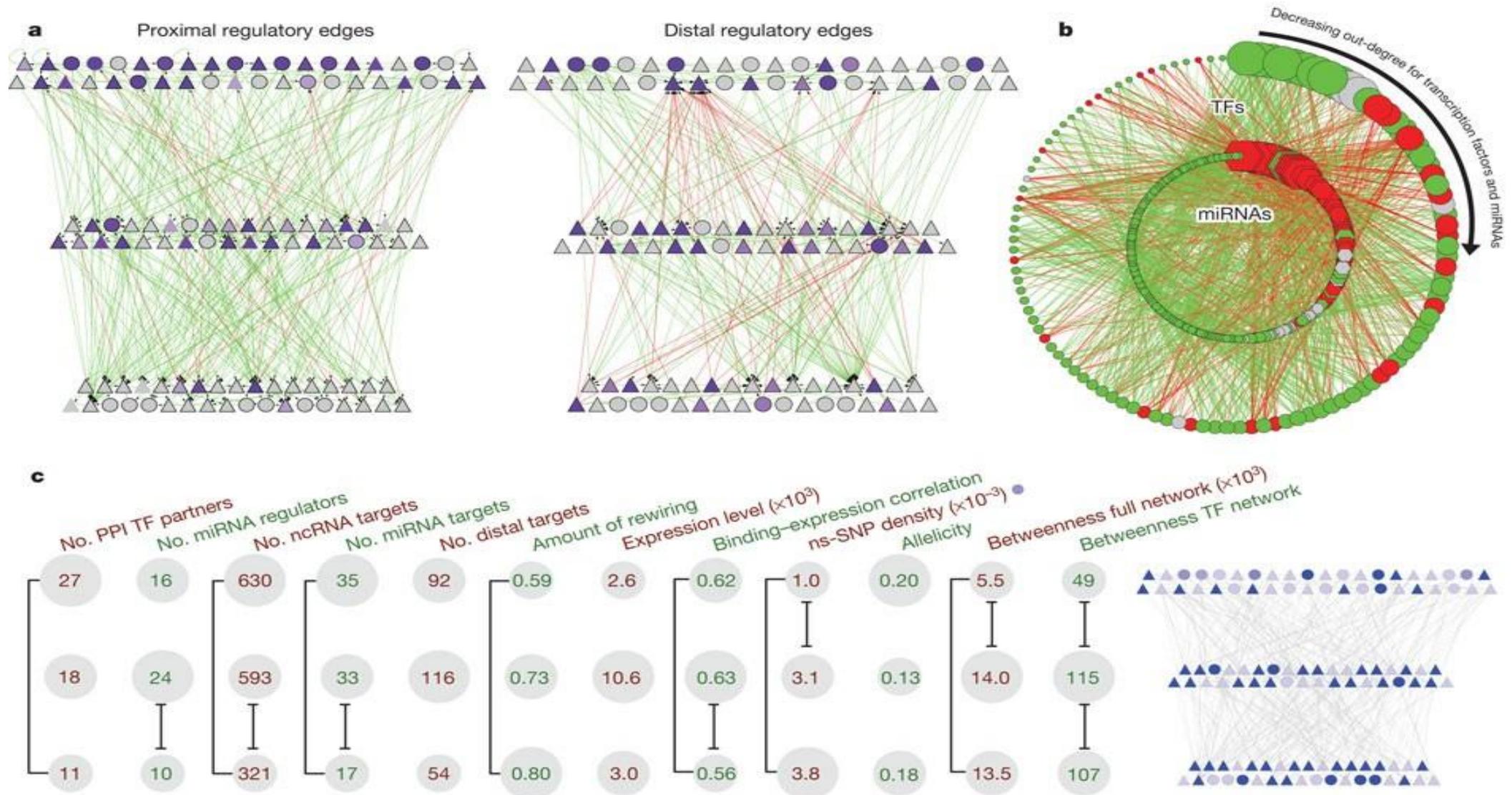
парадоксы  
противоречия между мозаичностью общественного сознания и возрастающим культурным

**Быстрый прогресс безлюдных технологий и информационных технологий принятия решений**

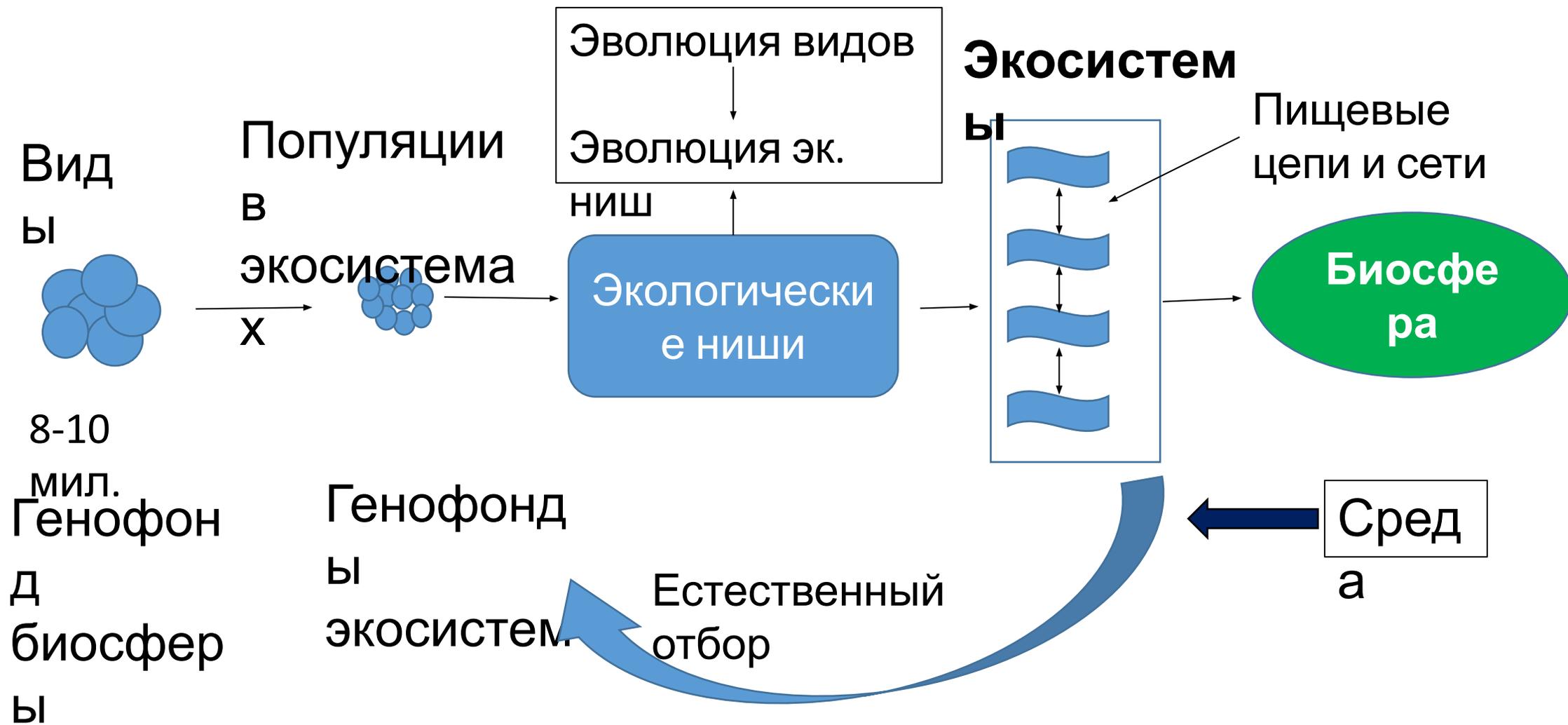
# Модель взаимосвязи генетической матрицы и фенотипа человека



# Внутриклеточные информационные сети (метод построения графов)

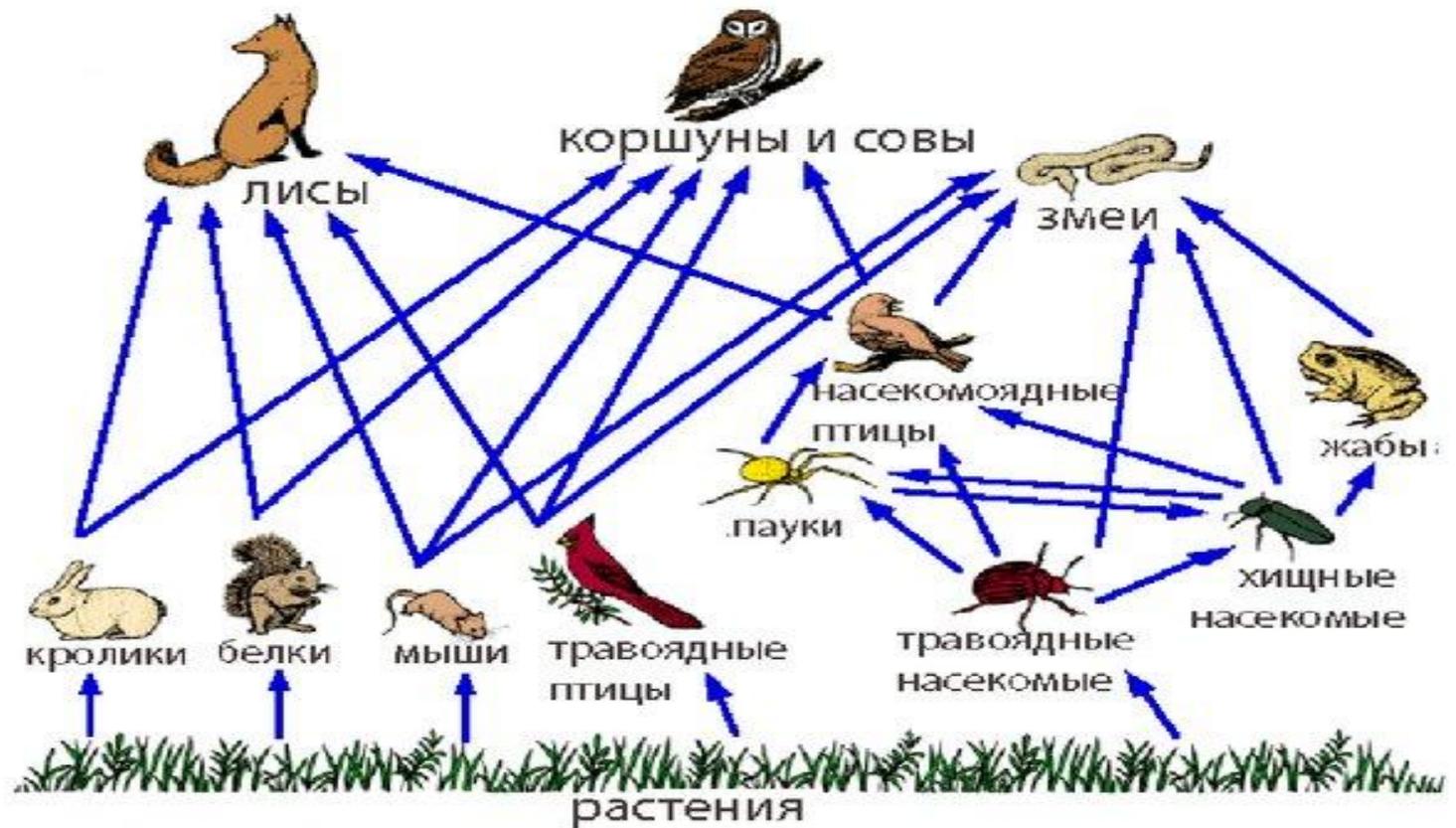


# Экосистемы (биоценозы, геобиоценозы, биомы, в России 13 наземных биомов)



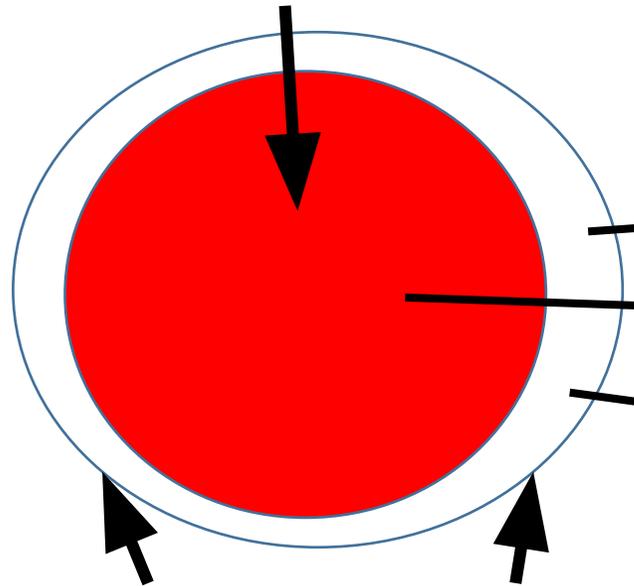
# Пищевые сети

**Пищевые сети** — схемы всех пищевых взаимосвязей между видами, входящими в сообщество



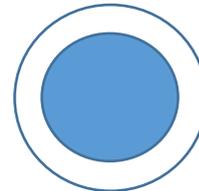
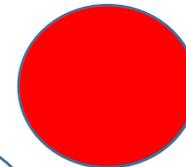
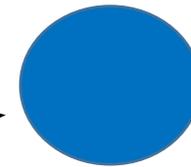
# Роль маргинальных зон нечёткости в эволюции видов (примеры)

Ядро вида – наиболее адаптированные к средовым условиям особи популяции



Генетический дрейф увеличивает зону нечеткости, а естественный отбор - уменьшает

Средовые изменения, приводящие к гибели ядра популяции вида



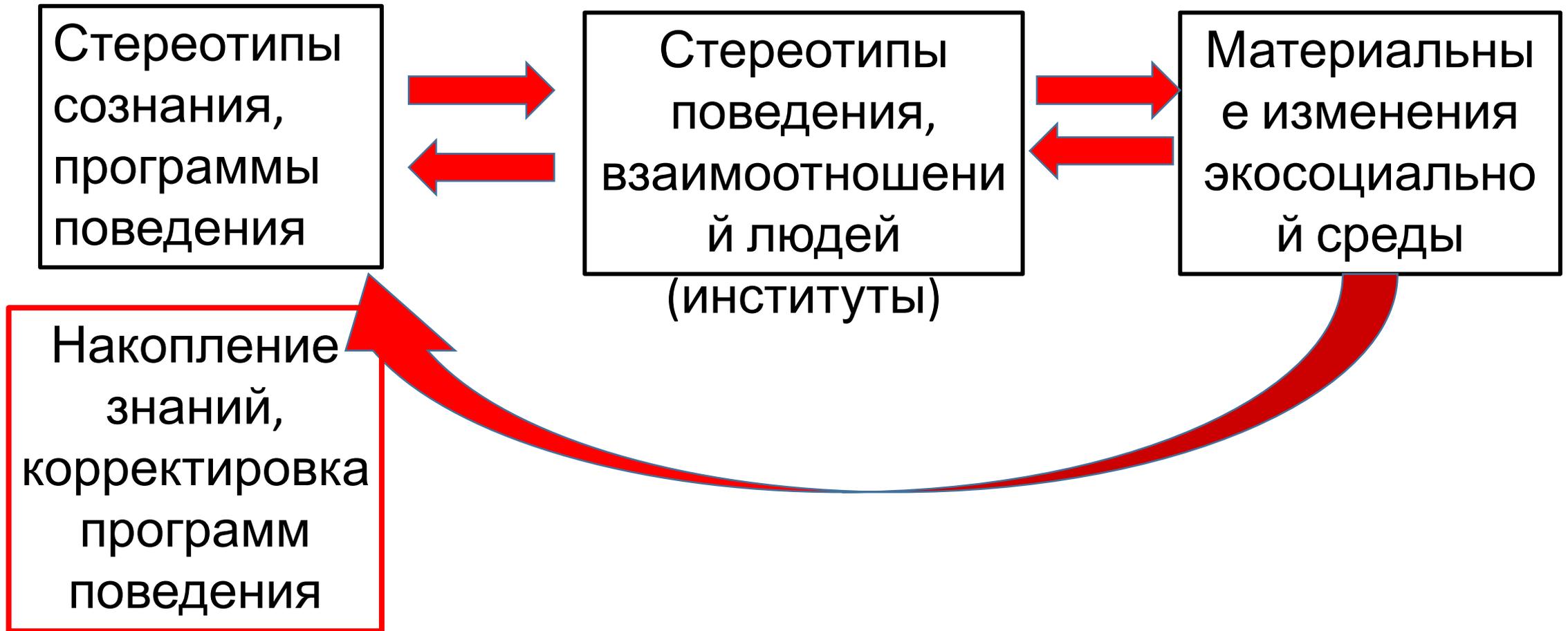
Конкурирующий вид в данной экологической нише (антисистема)

Образование новых экологических ниш

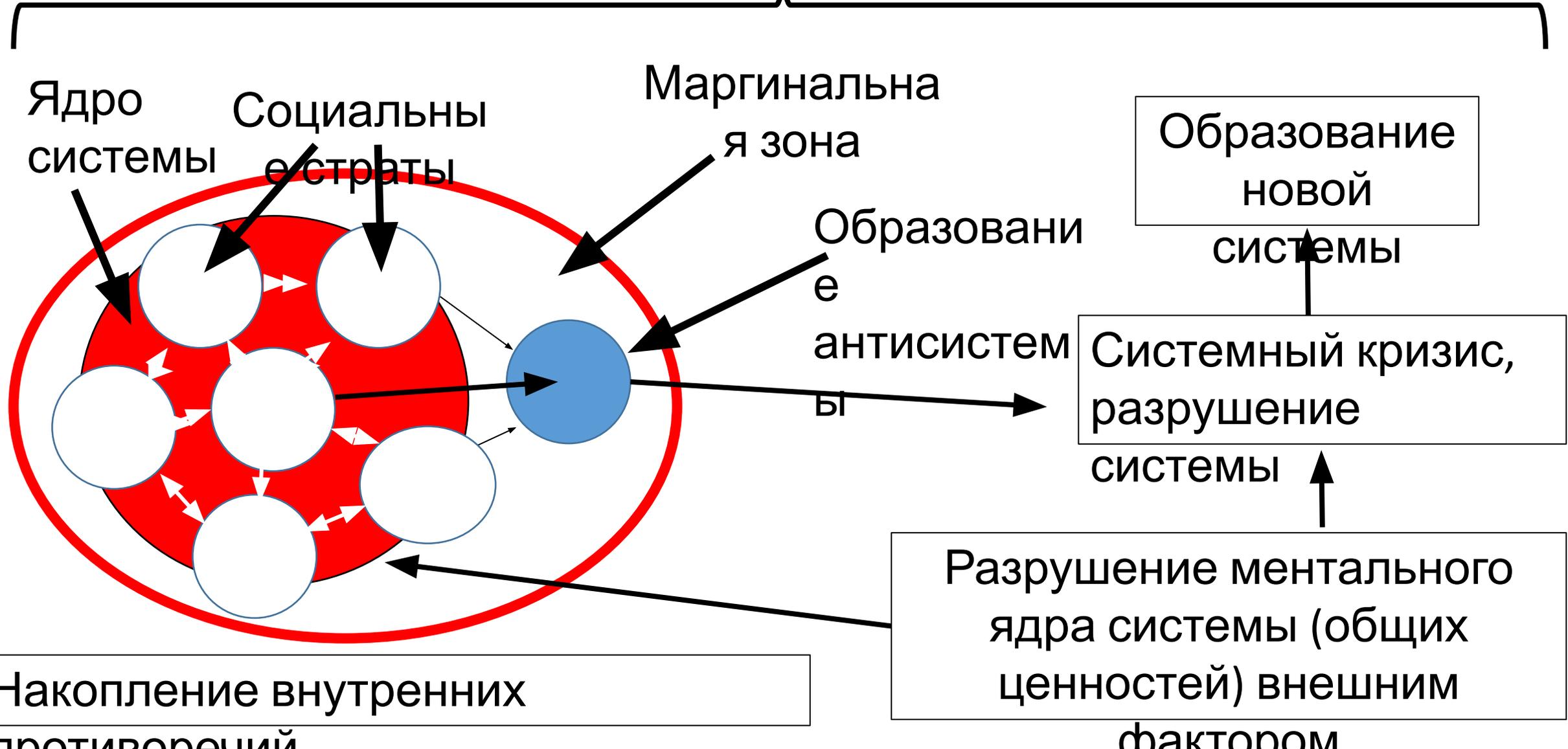
Ускоренное видообразование (эволюционный скачок)

Постепенная трансформация в новый дочерний вид в силу внутривидовой борьбы

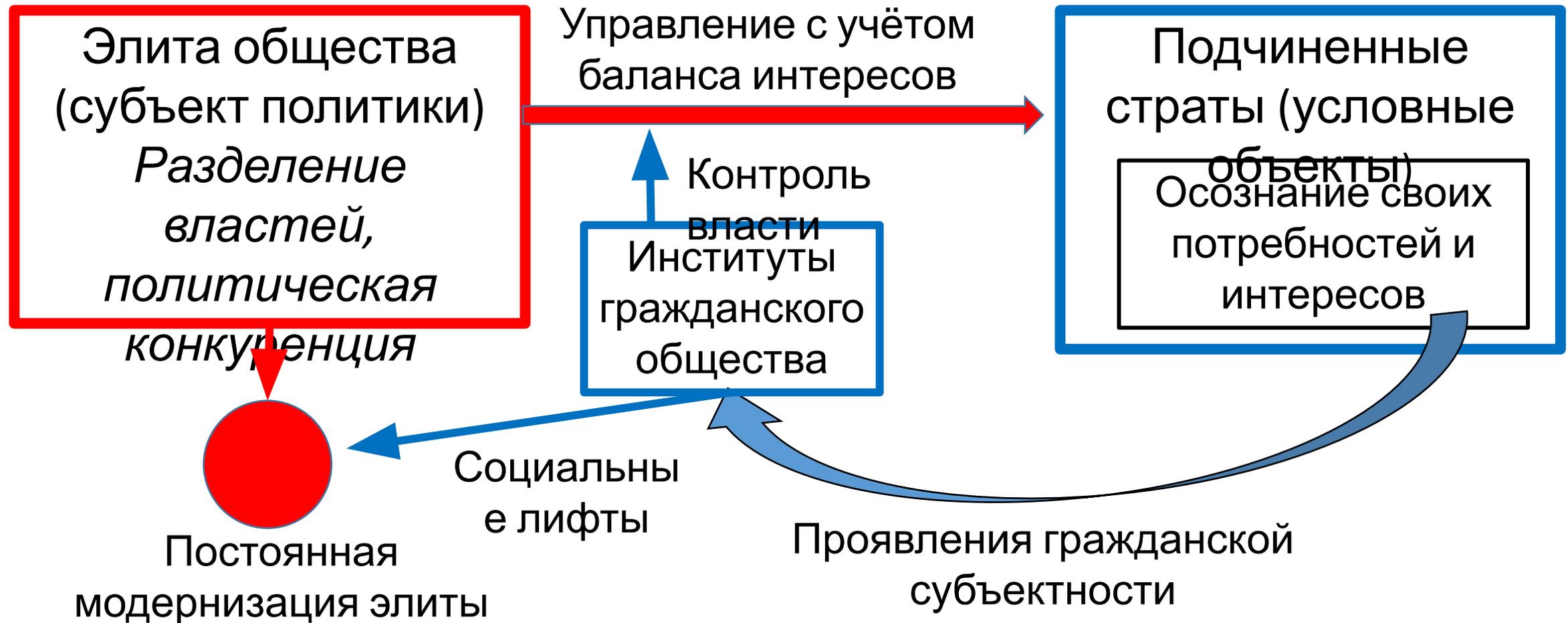
# Принципиальная схема реализации функции СОФ в социальных системах



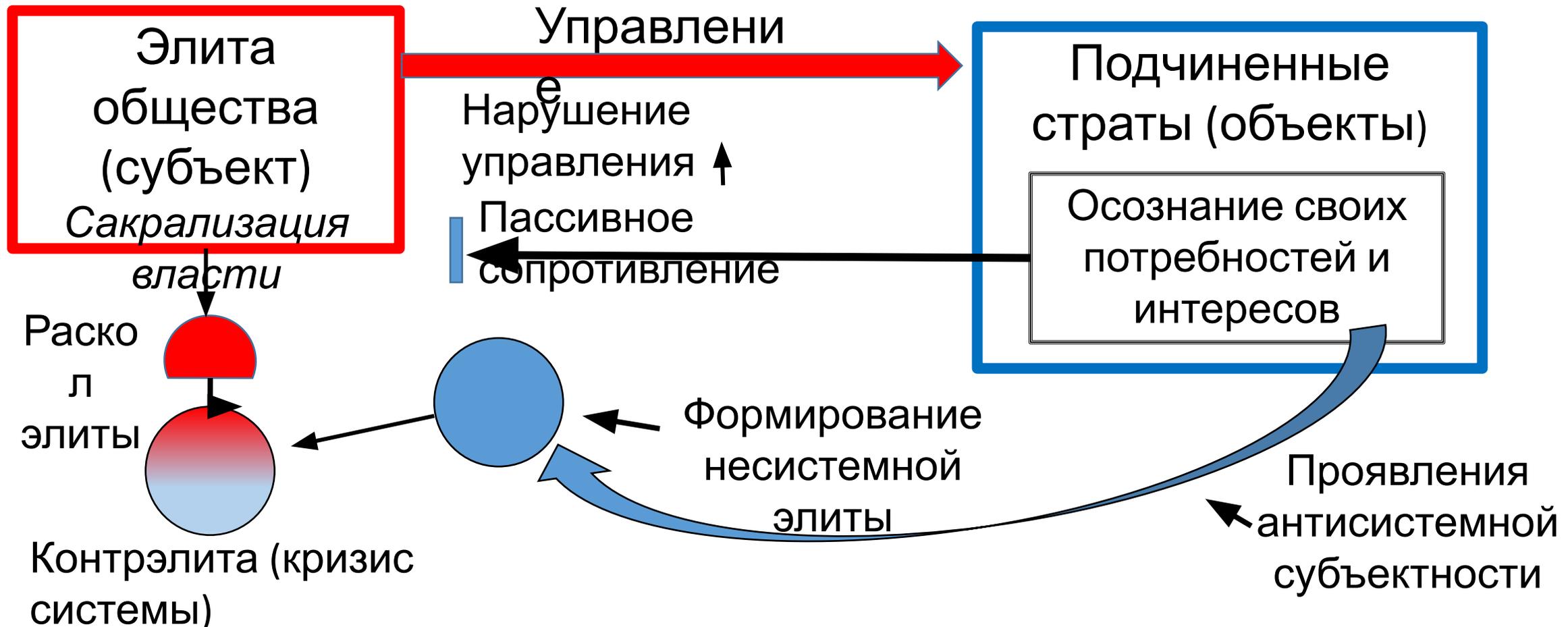
# Кризис стереотипов общественного сознания



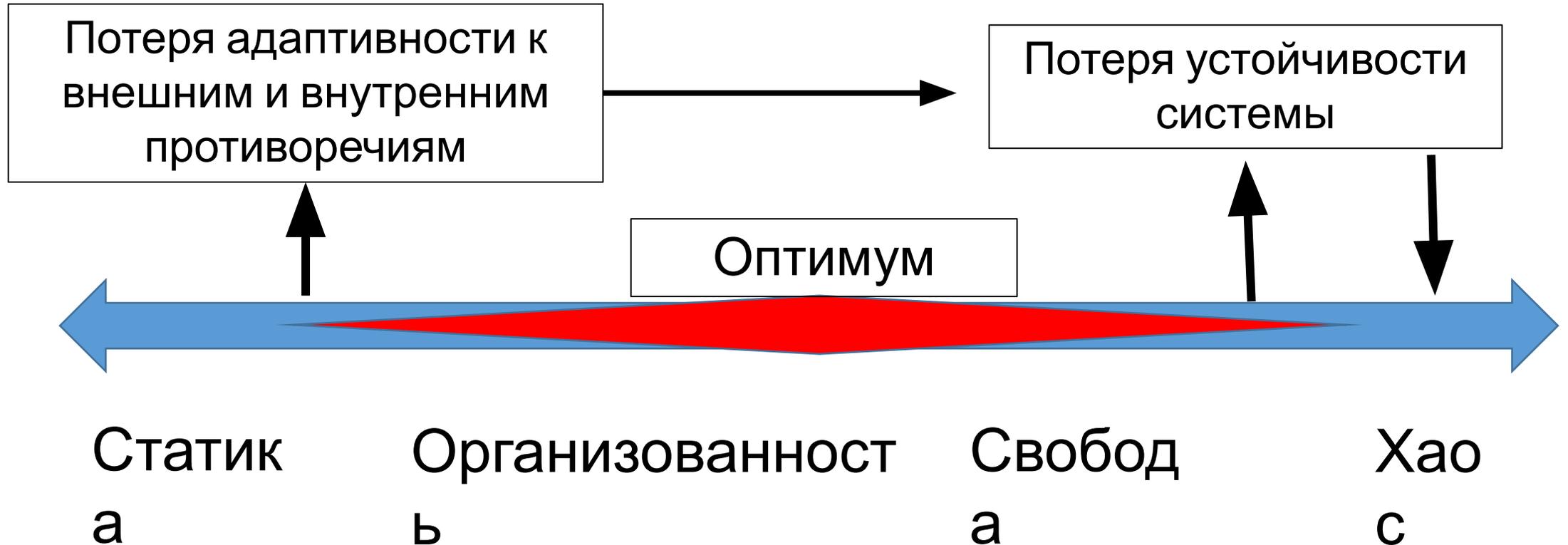
# Взаимосвязь политической субъектностей и социальных взаимоотношений в обществе, не нарушающих баланс интересов



# Взаимосвязь политической субъектности и социальных взаимоотношений в обществе, нарушающие баланс интересов



# Зона оптимального соотношения свободы и организованности живых систем



# Менее организованные **бета системы**

(например, экологические системы)

---

- Неоднородность и нестабильного СОФ (генофонд)
- Взаимосвязь подсистем противоречива: синергизм-антагонизм
- Внутренняя среда нестабильна не имеет чётких границ
- Время существования системы и её подсистем не лимитировано и не скоординировано на уровне подсистем
- Системный кризис как правило завершается не полной гибелью системы, а её трансформацией в новую систему
- Доминируют сетевые принципы регуляции, но отсутствует иерархический принцип управления системой
- Иерархические структуры (например, пищевые цепи) встроены в подсистемы с преимущественно сетевым принципом регуляции

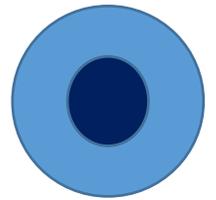
# Биологические **альфа системы** (например организм человека)

---

- Относительная стабильность СОФ при единой генетической матрице
- Стабильность внутренней среды системы
- Барьерная обособленность от окружающей среды
- Подсистемы функционально специализированы, не самодостаточны и не способны существовать вне альфа системы
- Наличие иерархически структурированных органов управления
- Между подсистемами преобладает кооперация, а не конкуренция
- Подчиненность программ выживания подсистем программе выживания целостной системы
- Программа развития и продолжительности жизни лимитирована СОФ

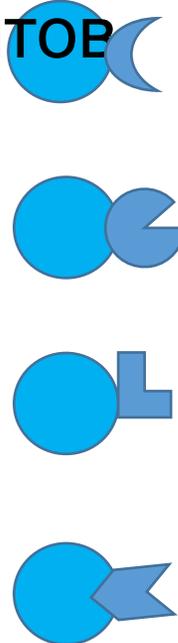
# Иммунная система как пример локального управляемого хаоса в альфа системах

Локальные управляемые мутации генов иммунного распознавания



Лимфоцит

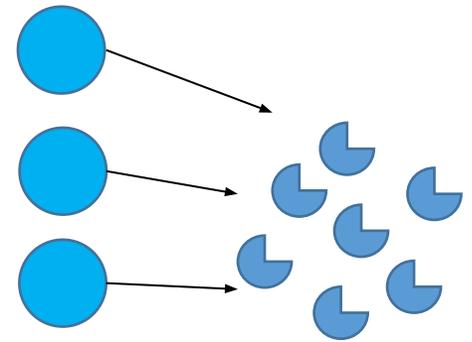
Образование клонов антигенраспознающих клеток ~ 10 мил. вариантов



Антиген

H

Клональная пролиферация (размножение)

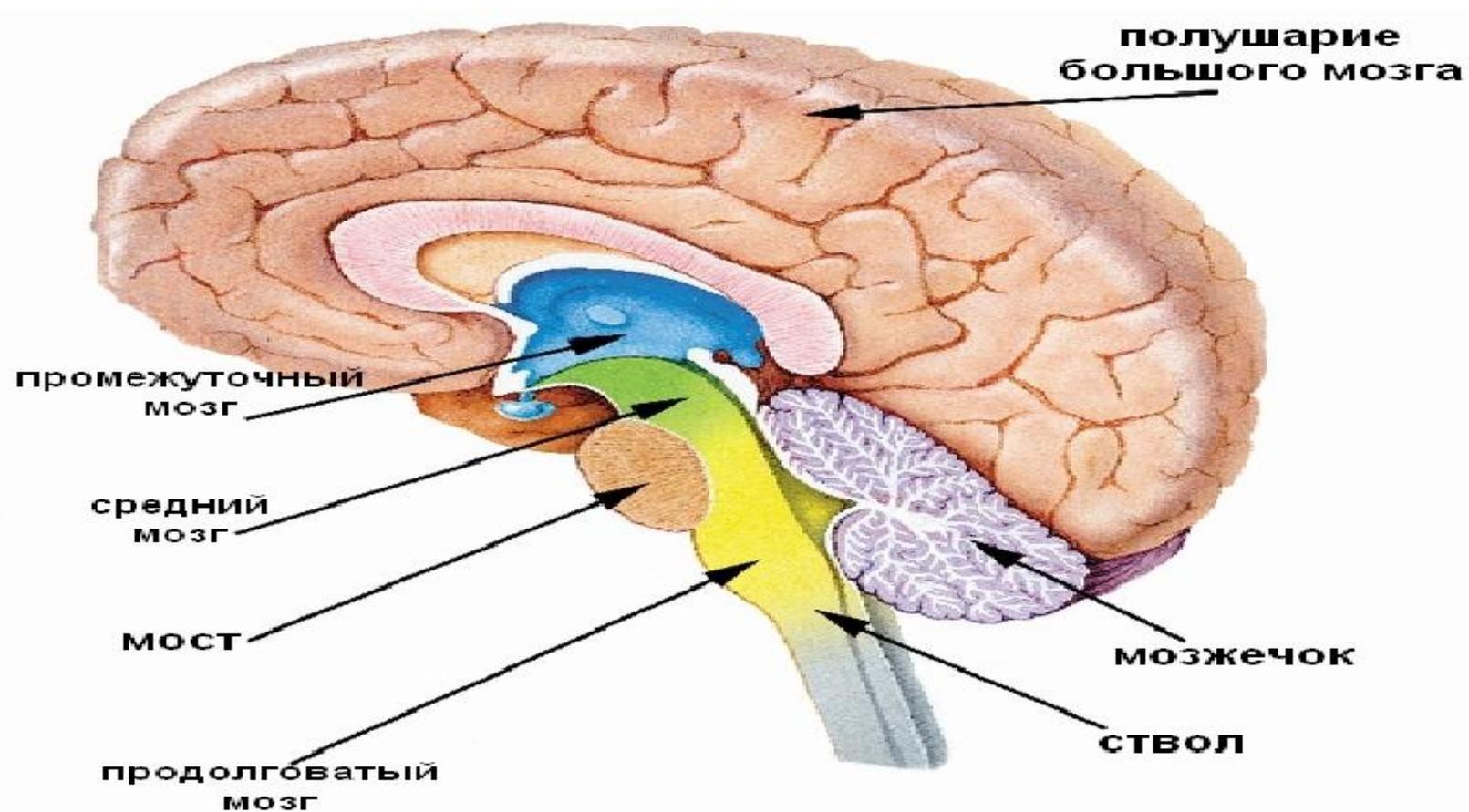


Антитела

Клетки иммунной памяти

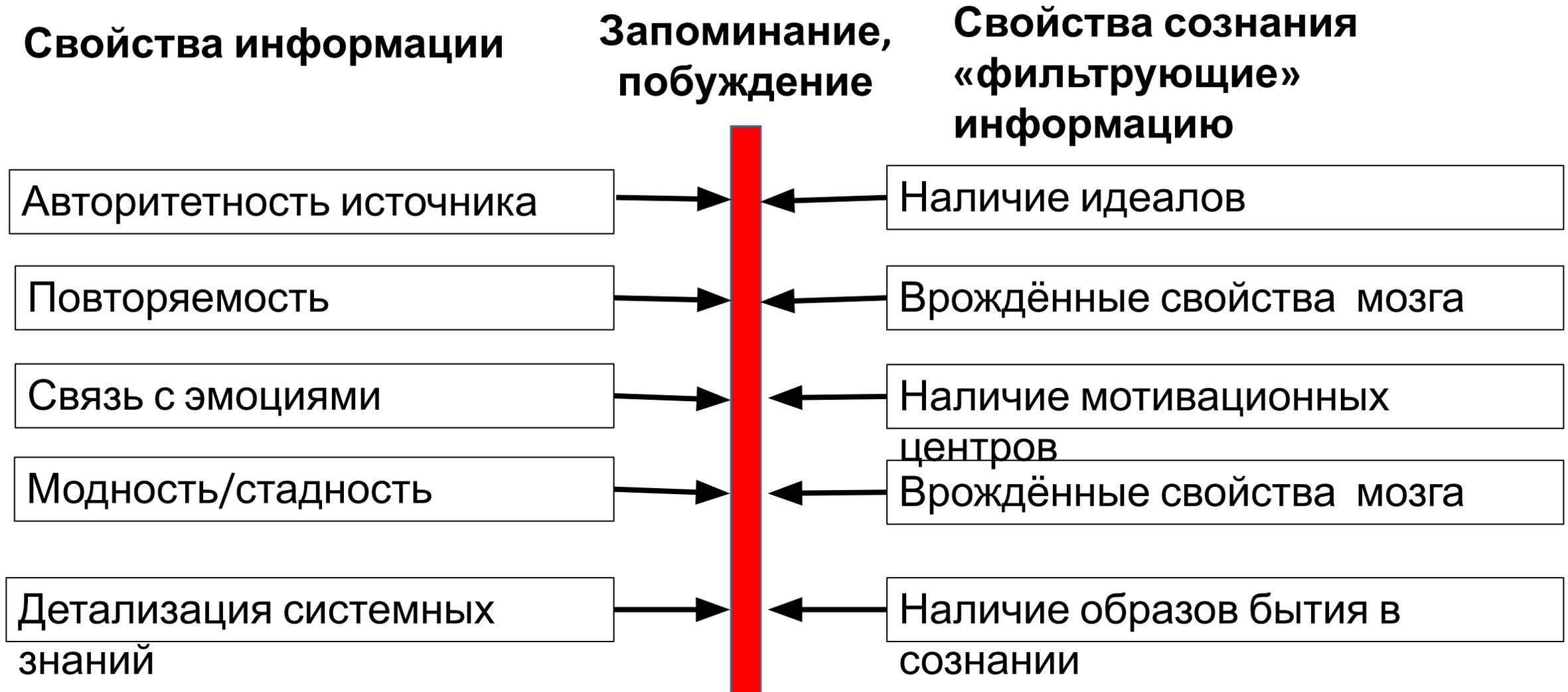
# Кора головного мозга как зона пластичности

## Отделы головного мозга.





# Принципы восприятия и запоминания информации



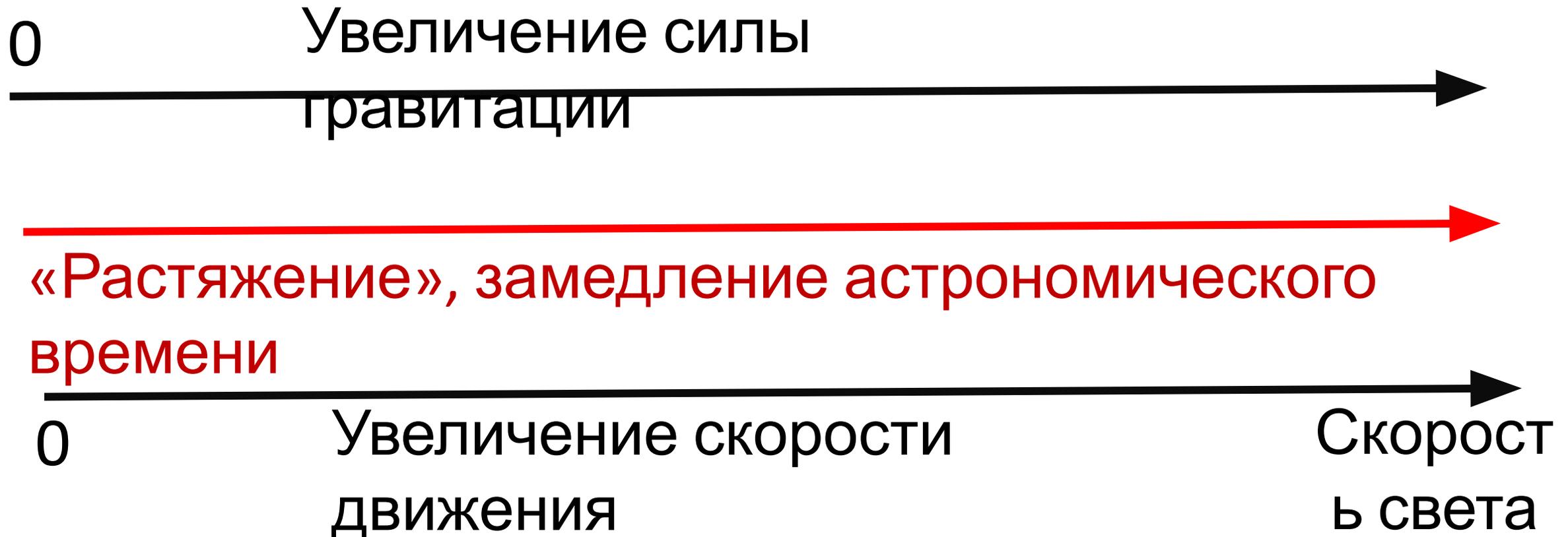
# Время физических, биологических и социальных систем

---

- Время нельзя рассматривать отдельно от той системы и ее законов, в которой мы его фиксируем.
- Общие закономерности движения физической формы материи находятся во взаимосвязи друг с другом и формируют единый пространственно-временной континуум (continuum - непрерывное).
- В космологии и релятивистской физике эта теоретическая конструкция формируется тремя пространственными измерениями и непрерывным вектором времени (пространство Миньковского).
- Фиксация времени определяется наличием синхронизированных равномерно повторяющихся процессов (эталоны времени).

# Относительность астрономического (физического) времени (по теории относительности А. Эйнштейна)

---

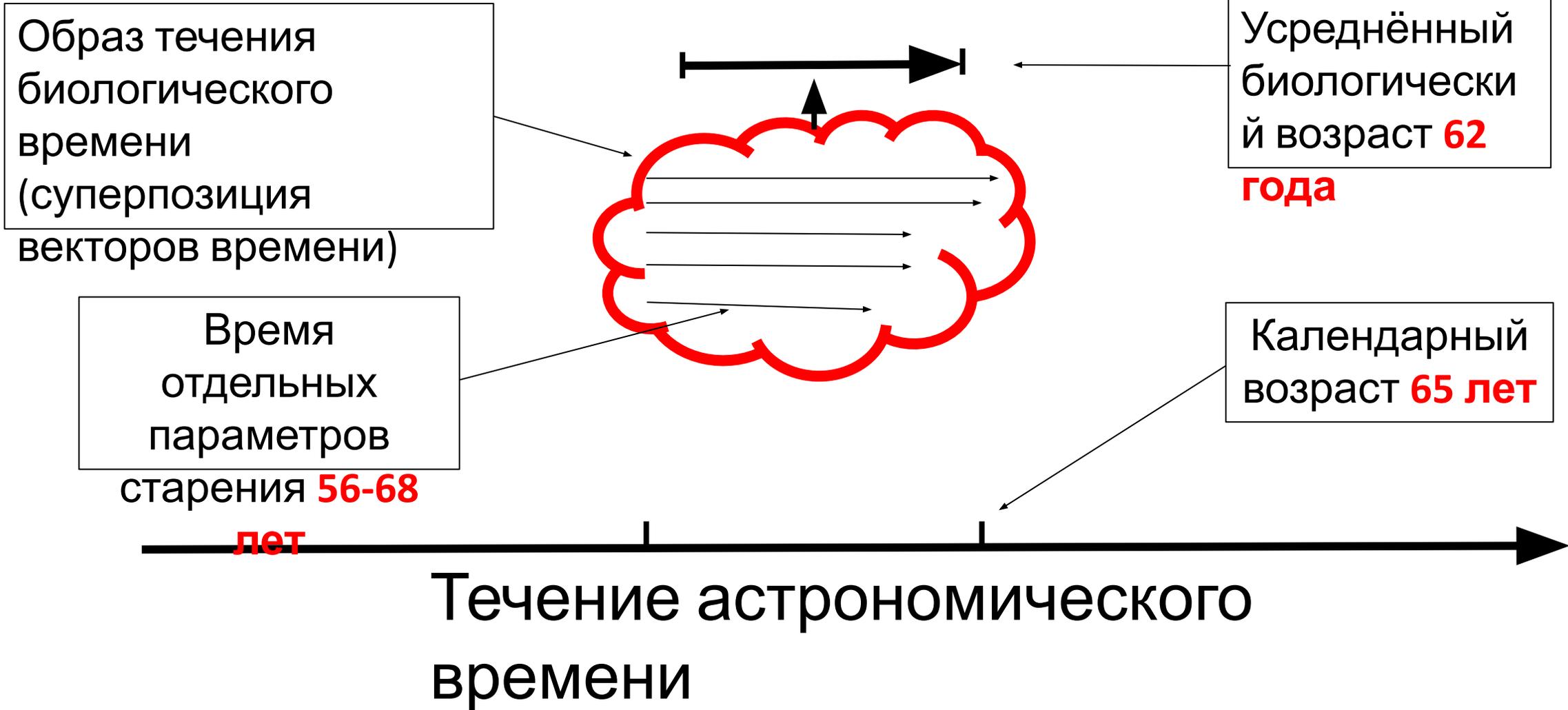


# Особенности биологического времени

---

- Прерывистое (включая биосферу) не является континуумом
- В различных биологических системах протекает неравномерно и формирует образ или суперпозицию отдельных её векторов
- Не влияет на астрономическое (физическое) время, но физические циклы влияют на биологические (например, циркадные циклы или годовые циклы)
- В альфа-системах биологические циклы относительно синхронизированы, нарушение этой синхронности

# Время систем с нечёткими законами (возраст человека)



# Критерии оценки времени (часы)

Формы материи	Примерные	Точные
Физическая	Суточные, годовые циклы	Колебательные свойства атомов цезия и других элементов
Биологическая	Циклы деления клеток в эмбриогенезе (Детлаф, 1960 г. )	нет
Социальная	Эталонов –нет, экономические циклы (Кондратьев и др.), этногенеза (Гумилёв)	нет

**Образ времени (прошлое, настоящее, будущее) в сознании человека интегрирован с образом окружающего мира в единый пространственно-временной континуум**

Источник информации

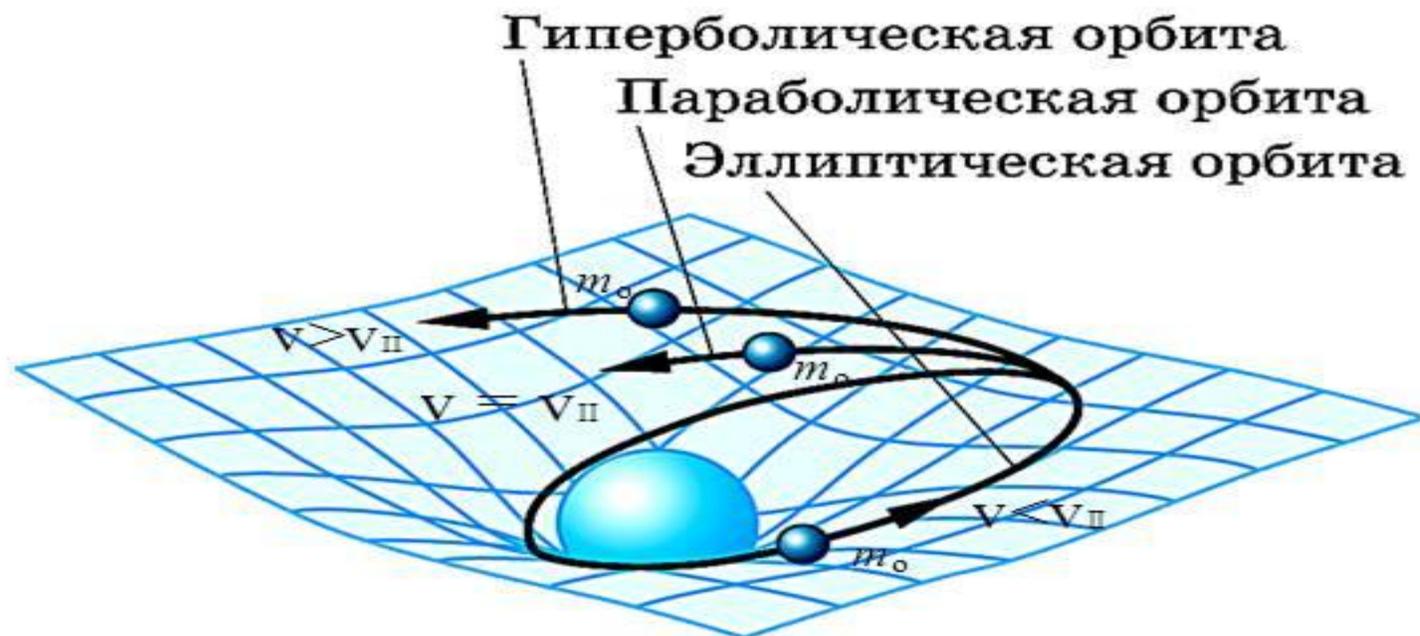
Отпечаток  
прошлого времени  
в виде памяти и  
опыта

Настоящее  
время

Образ  
предполагаемого  
будущего времени

Мышление – формирование и реализация программ поведения

# ГРАВИТАЦИЯ И ИСКРИВЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВА



Модель пространства, искривленного гравитацией, можно представить в виде плоского листа резины, на который помещается тяжелый шар. Под действием шара резина растягивается, образуется воронка, имитирующая искривление пространства. Чем больше масса шара, тем больше кривизна пространства.

Объект массой  $m_0$  (например, сферическая оболочка Вселенной), обладающий скоростью  $v = v_{II}$ , движется по параболической траектории. В случае  $v > v_{II}$ , движение объекта происходит по гиперболе. Если скорость объекта  $v < v_{II}$ , возникает замкнутое эллиптическое движение.

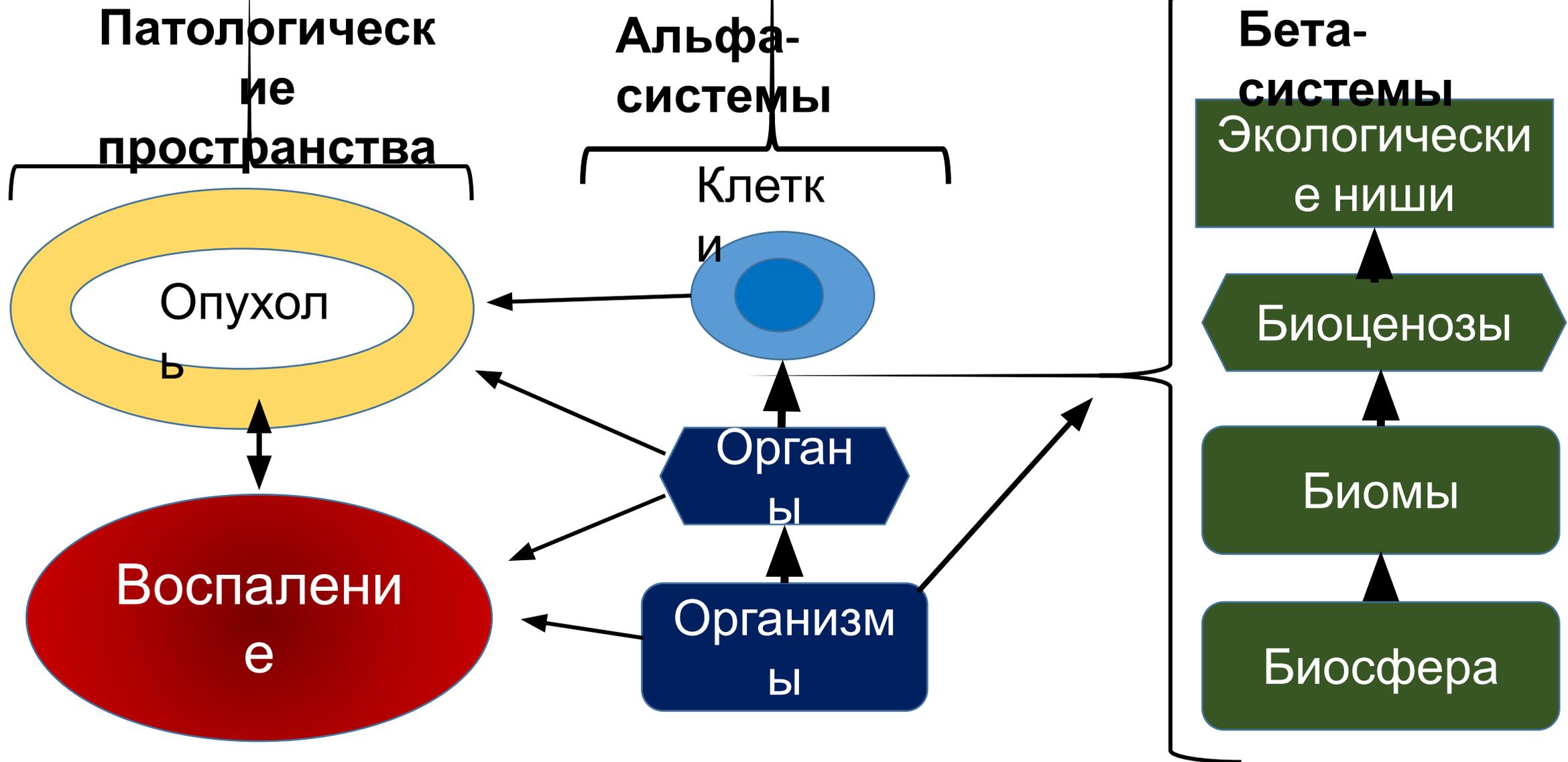


# Свойства пространств живых систем

---

- Находятся внутри физического пространства и зависят от него
- Это информационная среда действия биологических и социальных законов (определяют иерархические и сетевые взаимодействия)
- Дискретны, не формируют общего для всех систем континуума
- Однако образуют нечеткий пространственно-временной образ («образ –матрёшка») в каждой живой системе
- Разрушение этого образа в альфа-системах приводят к их гибели, а в бета-системах – к трансформации в новые системы

# Пространства биологических систем



# Социальные пространства

Пространства власти, социальной субъектности

Среда  
мегаполисов

Пространство  
социальных  
страт

Этнические  
пространства

Семейно-  
бытовые  
пространства

Государственно-территориальные  
образования

Информационно  
е

Экономически  
е

Культурные

Правовое поле

Ойкумена

# Некоторые общие свойства биологических и социальных систем

---

- Сутью СОФ этих системы является функции взаимосвязи информационного кода и результатов его материализации
- Характеризуются динамичной и противоречивой взаимосвязью свойств организованности и свободы
- Имеют нечёткие пределы своего развития, при достижении которых накапливают противоречия, порождают антисистемы

- Модели сложных живых систем правдоподобны, могут потребовать использования многозначных логик, эвристических подходов, экспертных оценок
- Непротиворечивость модели внутренне противоречивой системы может быть достигнута только при снижении степени правдоподобия этой модели
- При моделировании живых систем совокупность исходных точных элементов не приводит к формированию такого же уровня точности описания ими образованной системы

- Нельзя с одинаковой степенью эффективности использовать единые методологические подходы для описания систем с качественно иными уровнями организации
- В прикладных моделях СОФ, исходя из целей моделирования, конкретизируется, а качество модели определяется её практической эффективностью
- Для характеристики системы необходима оценка ее подсистем и надсистемы, в которую эта система входит