

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

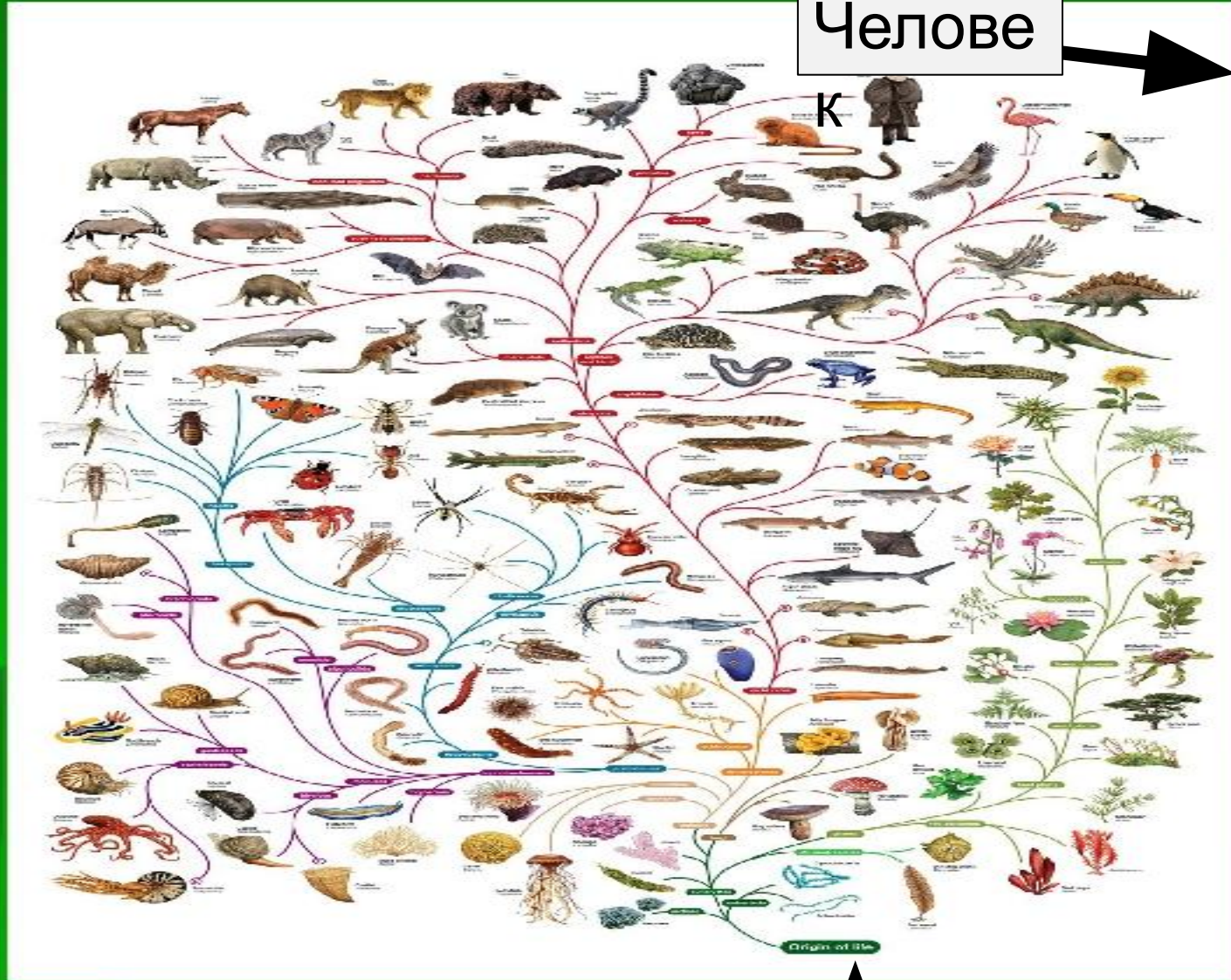
Л.Д. Ландау

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

Челове
к



Социальная
форма материи

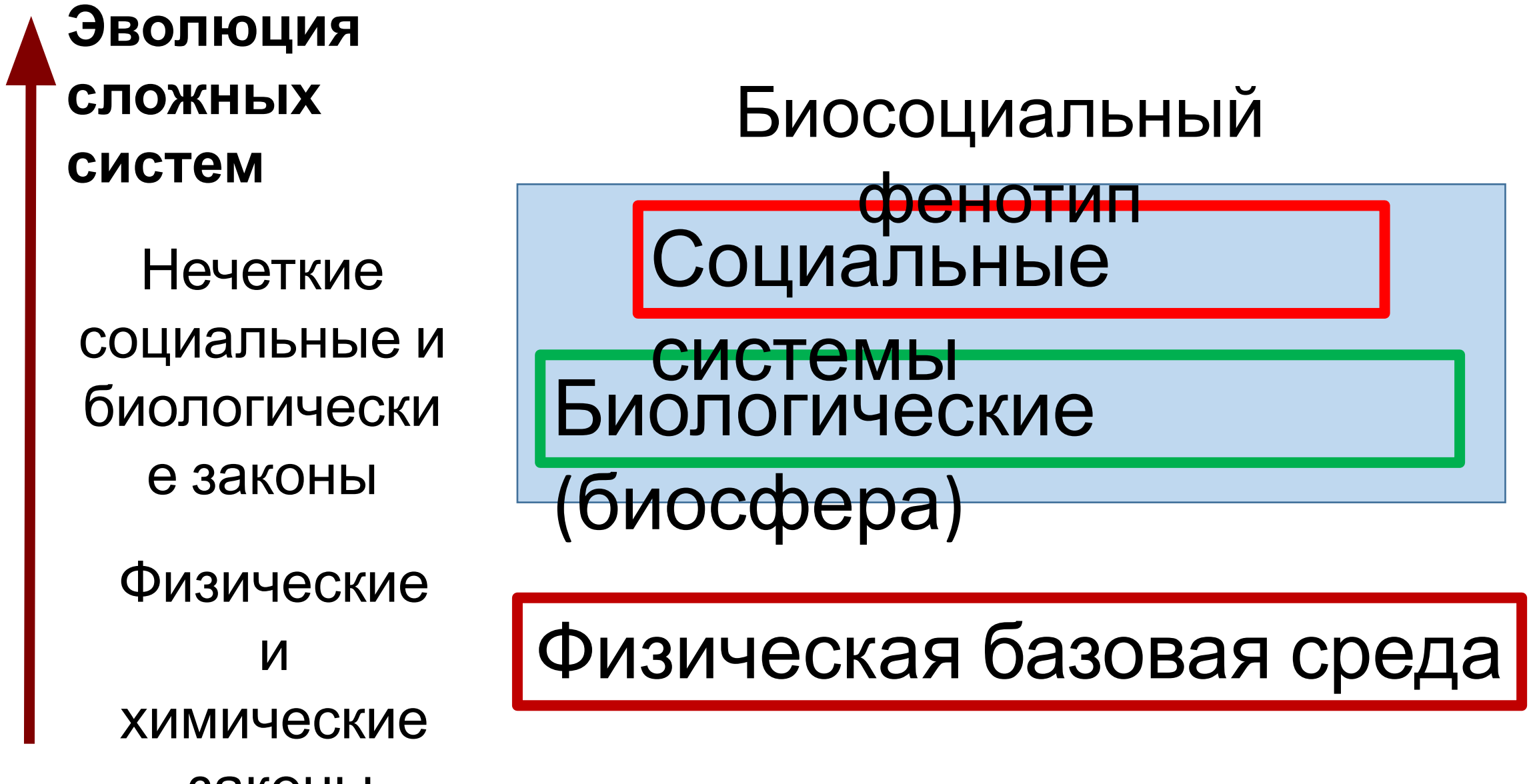


Своеобразное
древо жизни
эволюции
всего живого



Первичный родительский организм на Земле ~ 4 млрд

Формы системной организации материи



Эволюция
сложных
систем

Нечеткие
социальные и
биологически
е законы

Физические
и
химические
законы

Билосоциальный

фенотип

Социальные

системы
Биологические

(биосфера)

Физическая базовая среда

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

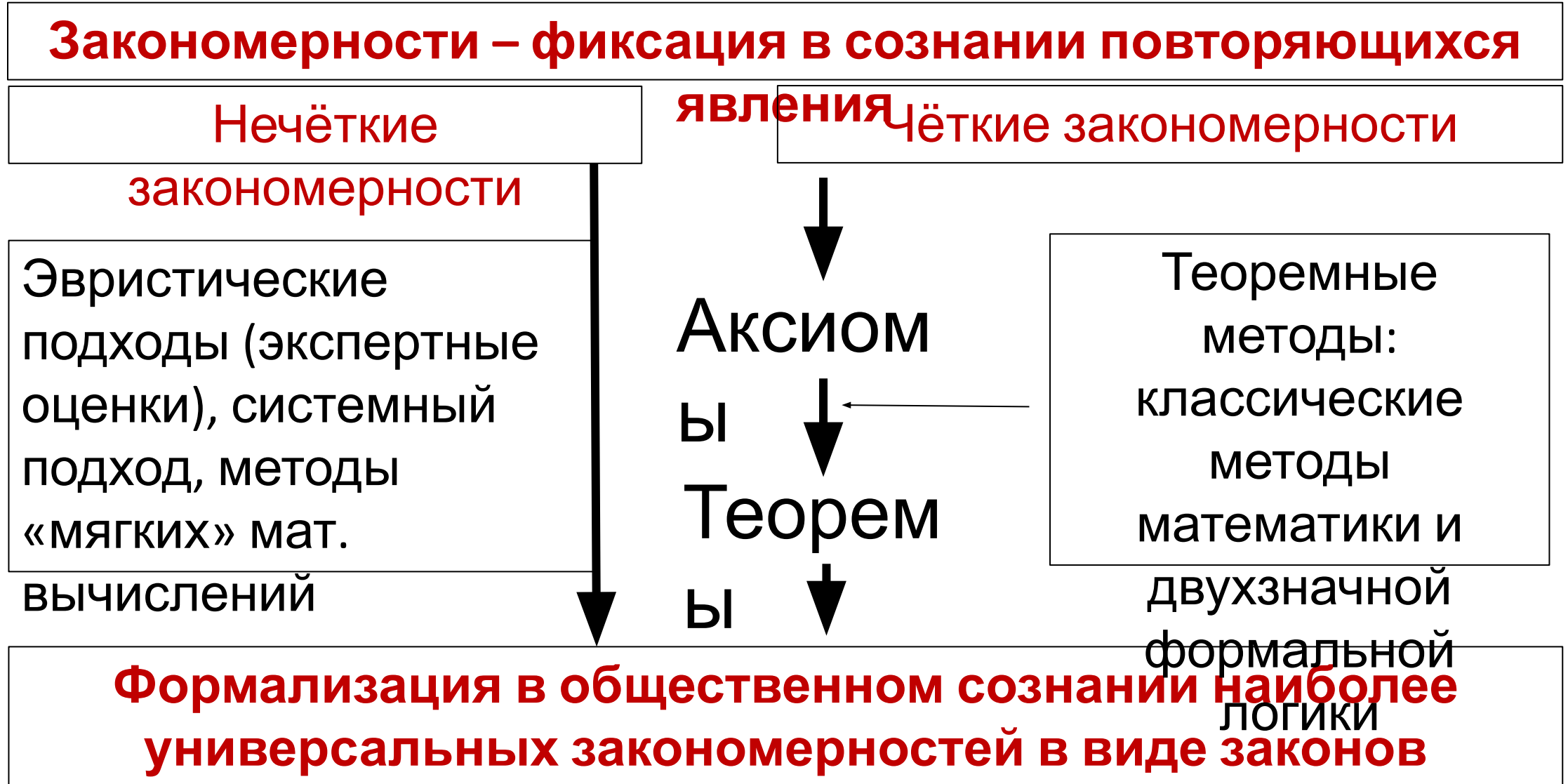
Четкие законы:

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



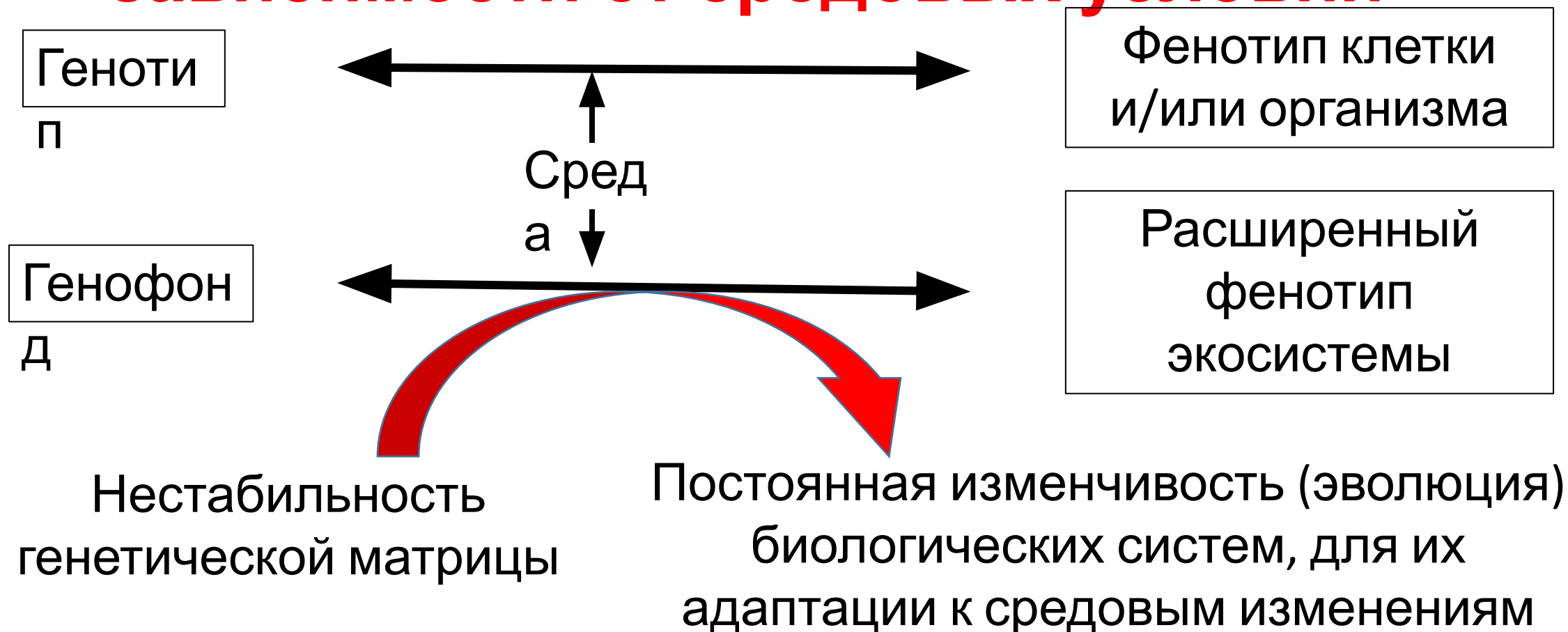
Математические методы используемые для анализа нечётких, вероятностных закономерностей

- 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

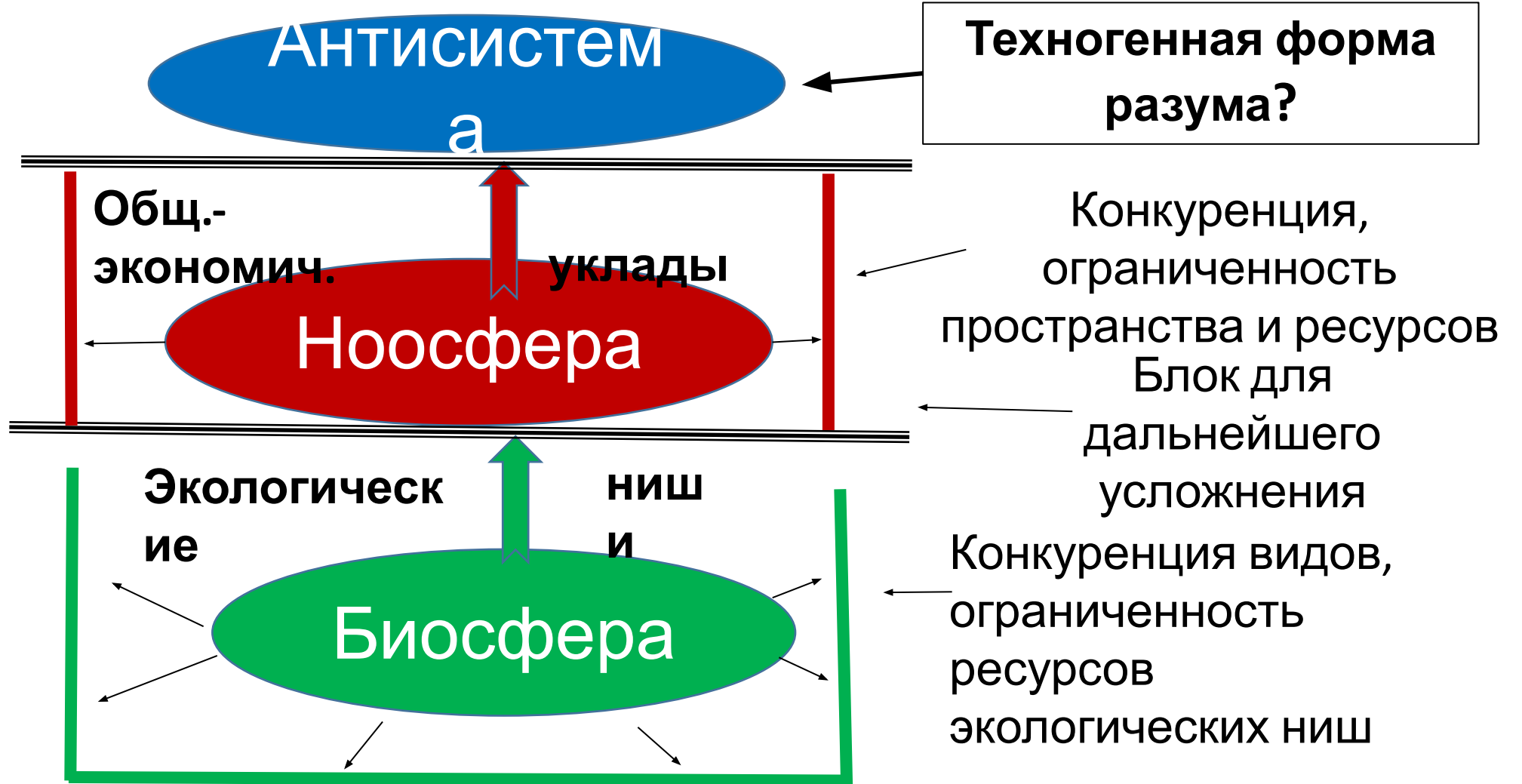
есть важнейшее свойство сознания и поведения человека (или социальных групп) - это его (их) способность осознавать свои потребности и интересы, формулировать и реализовывать на этой основе цели и программы поведения, воздействуя на окружающую среду, включая и других людей (объектов воздействия)

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

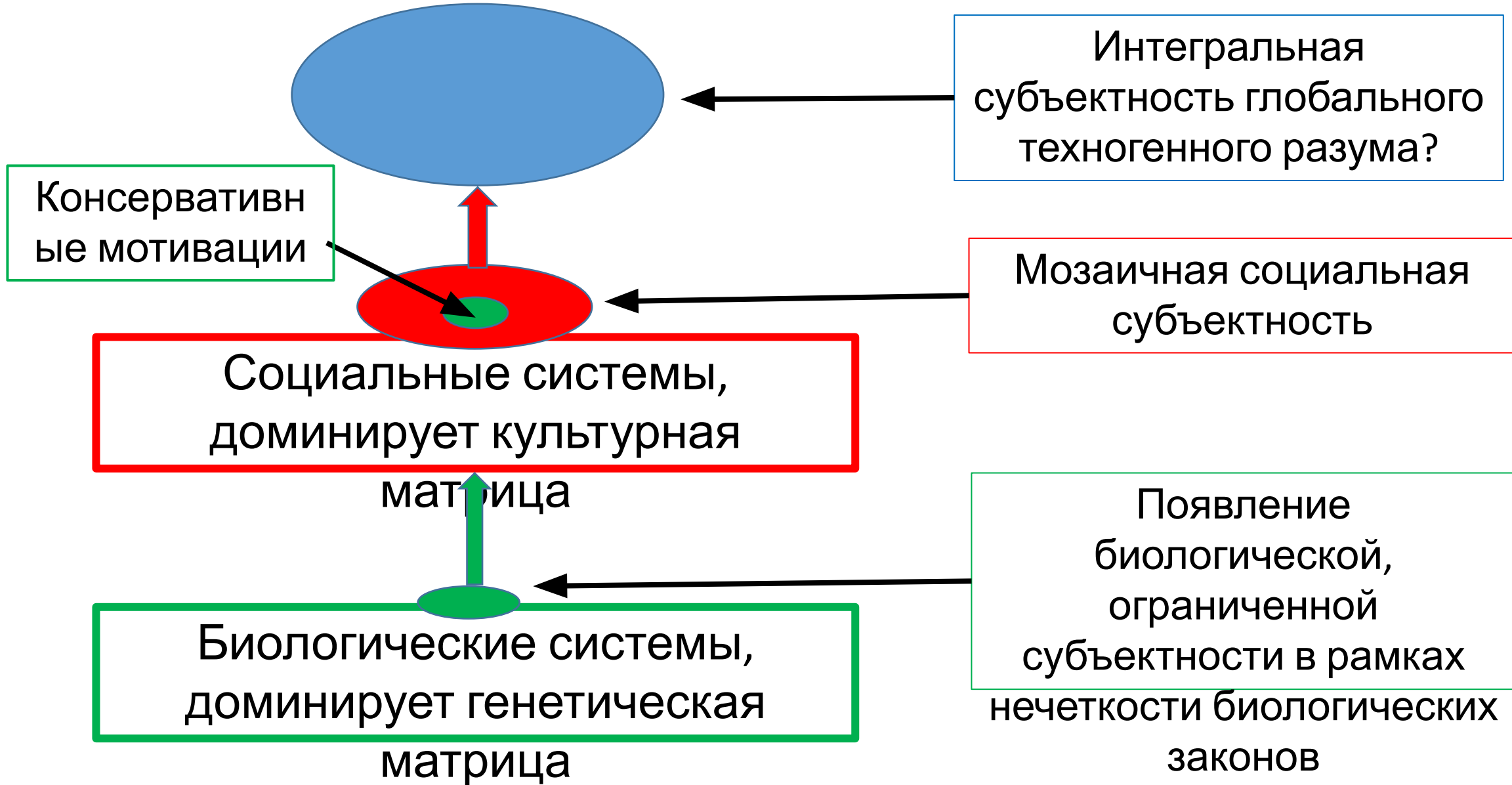
Направления эволюции живых систем (стремление к выживанию)

Прогресс -
системное
усложнени
е



Проявление субъектности в эволюции

СИСТЕМ



Основные причины неизбежного кризиса глобальной человеческой цивилизации

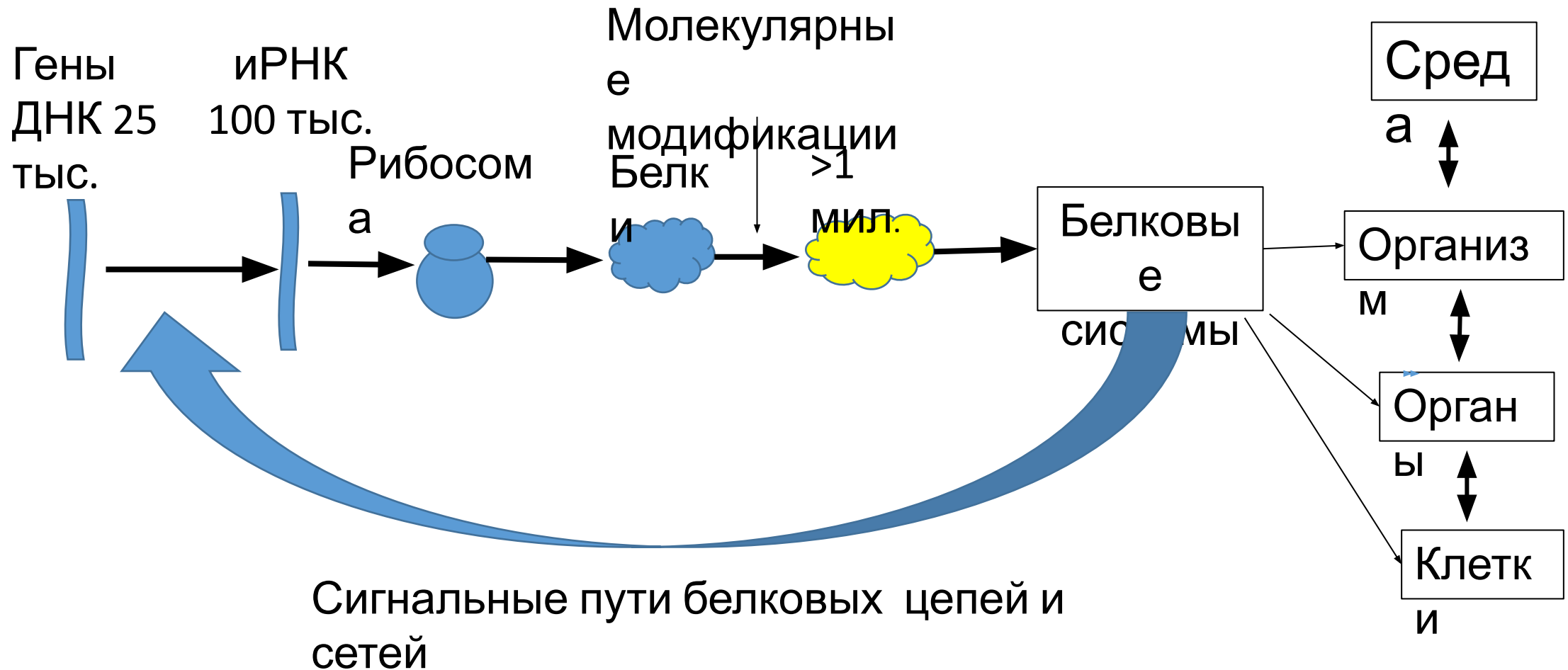
Расширение функции сетевых информационных сетей и систем искусственного интеллекта

Сопротивление биосферы, биологическая деградация человека

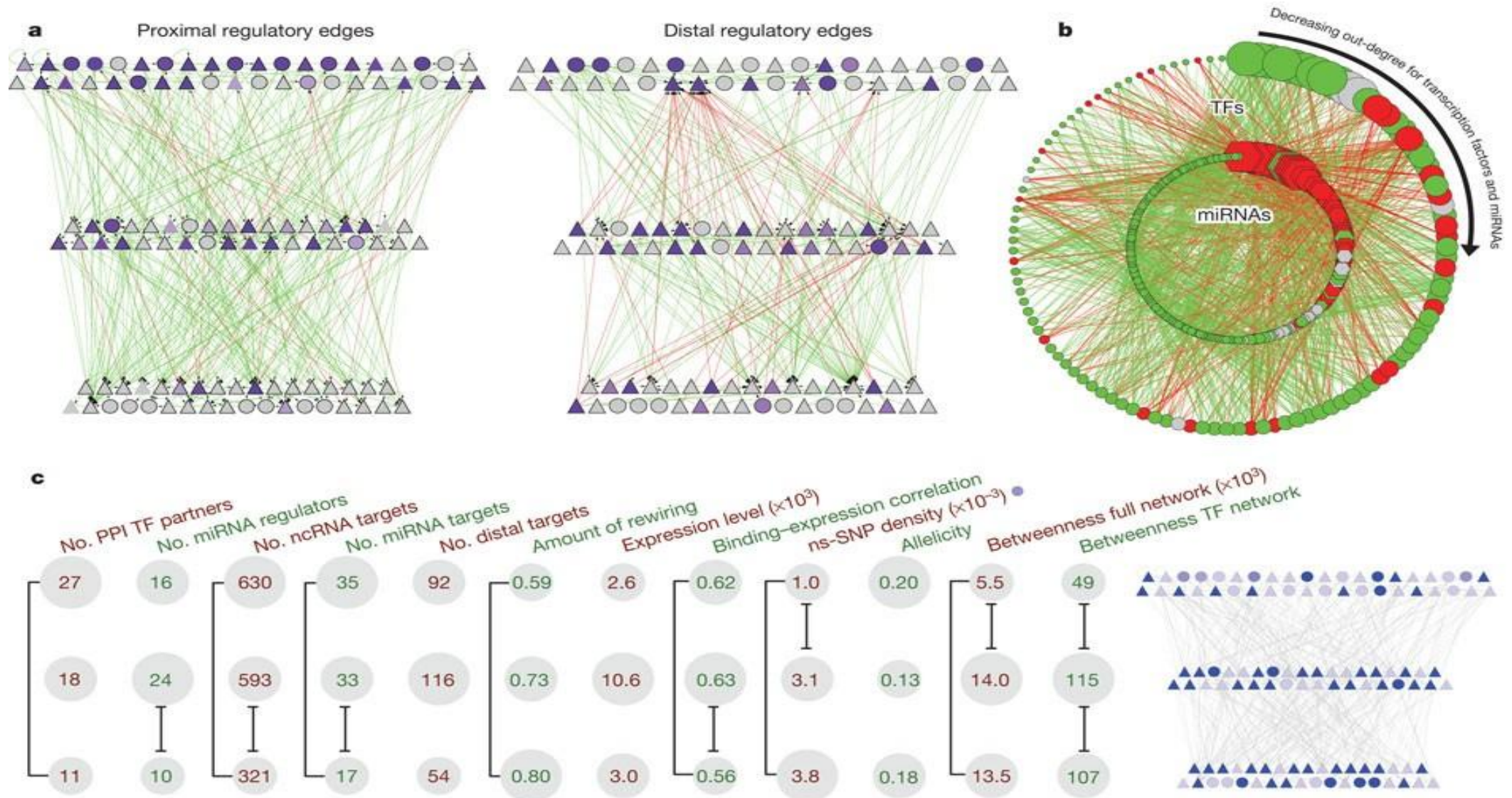
парадоксы
противоречия между мозаичностью общественного сознания и возрастающим культурным

Быстрый прогресс безлюдных технологий и информационных технологий принятия решений

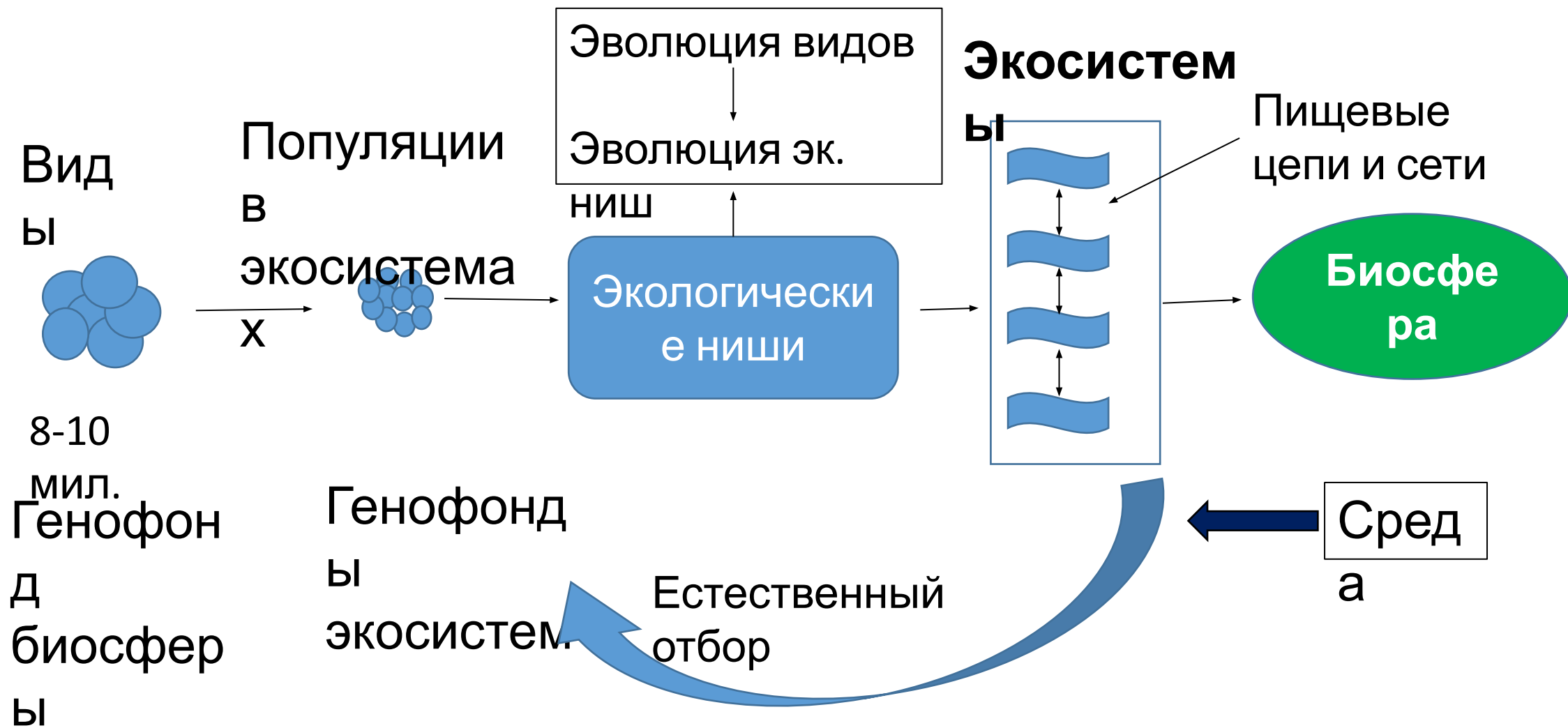
Модель взаимосвязи генетической матрицы и фенотипа человека



Внутриклеточные информационные сети (метод построения графов)

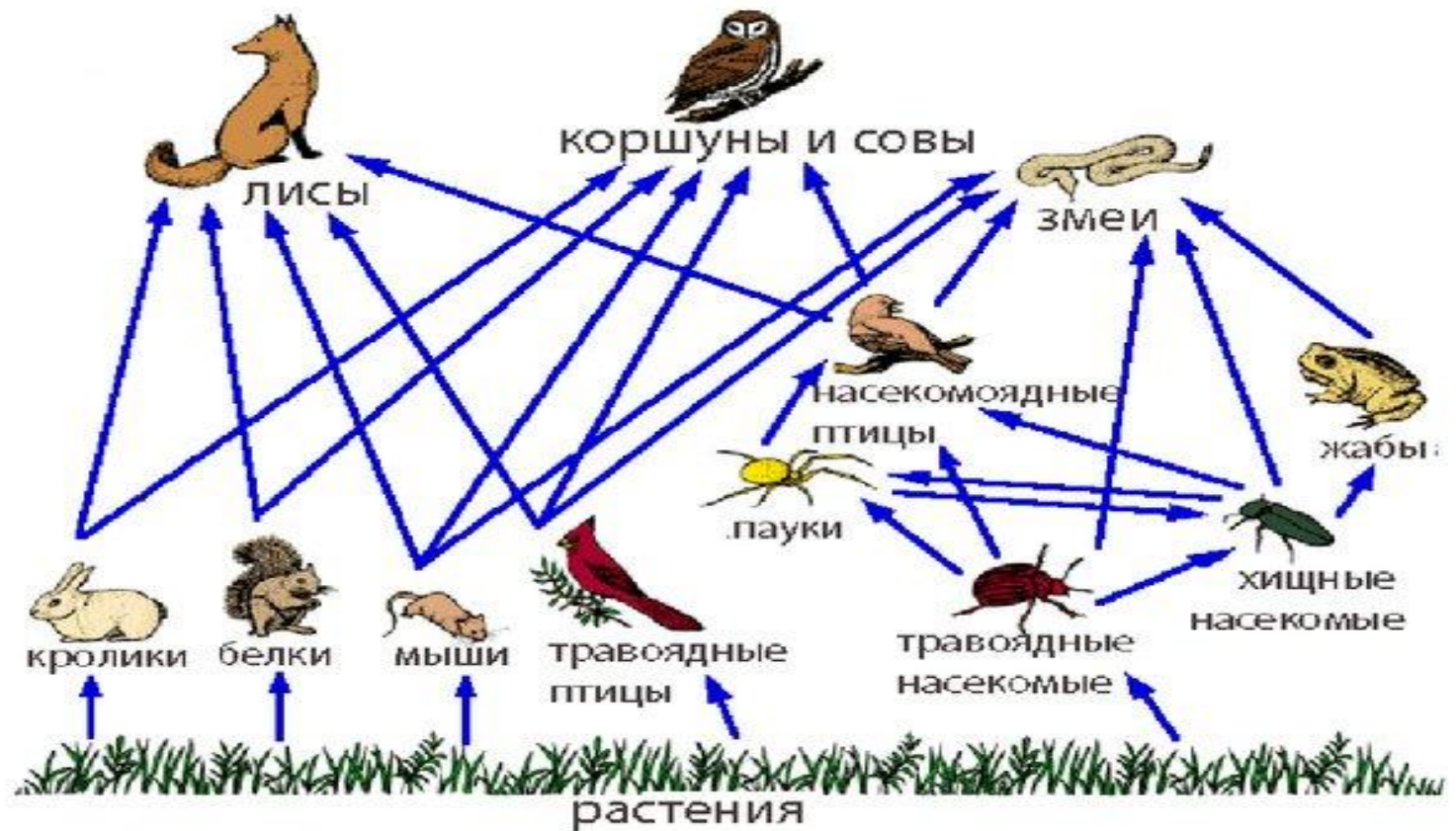


Экосистемы (биоценозы, геобиоценозы, биомы, в России 13 наземных биомов)



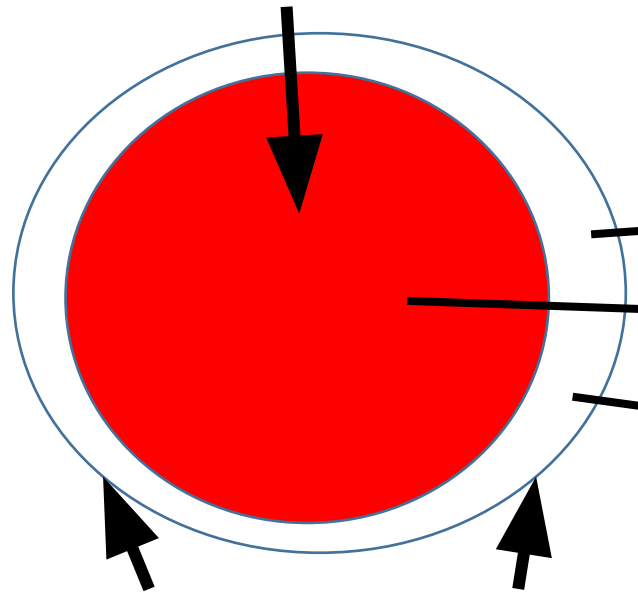
Пищевые сети

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



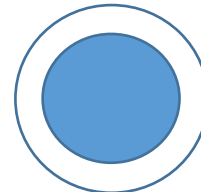
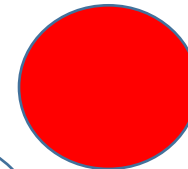
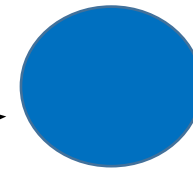
Роль маргинальных зон нечёткости в эволюции видов (примеры)

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



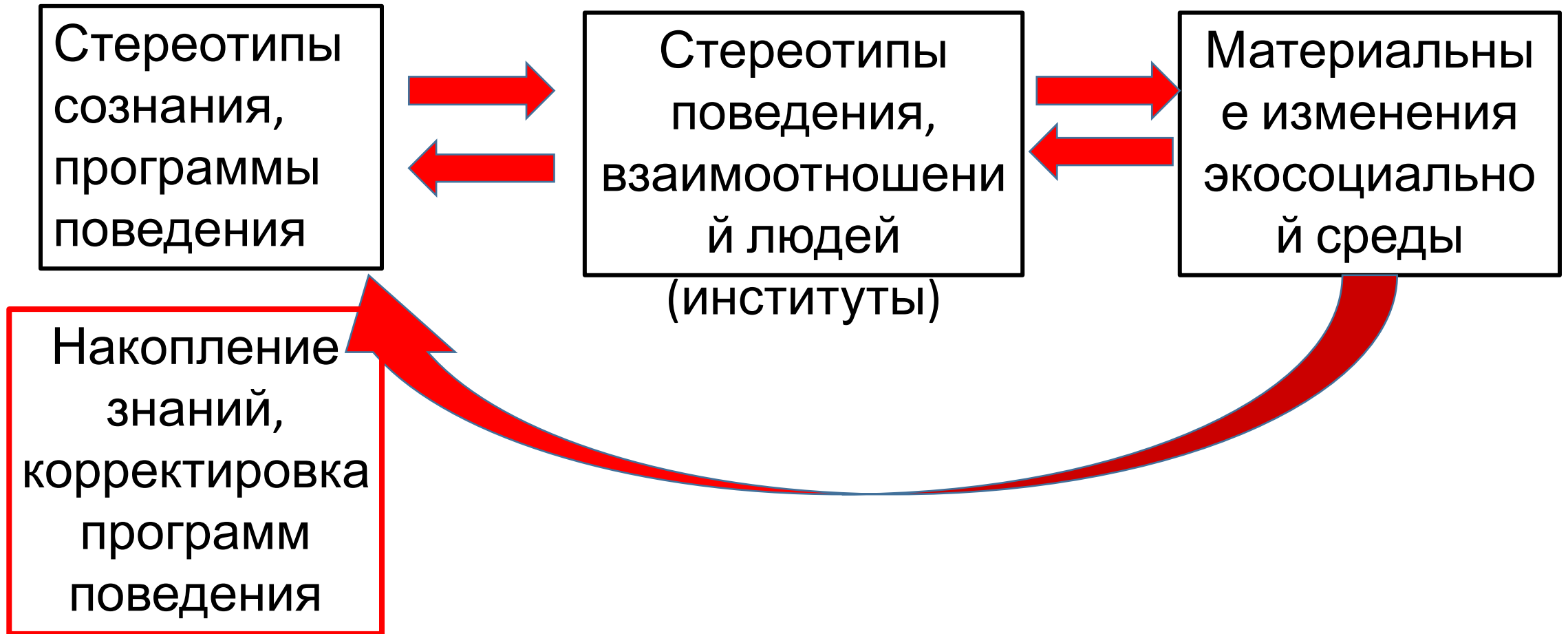
Конкурирующий вид в данной экологической нише (антисистема)

Образование новых экологических ниш

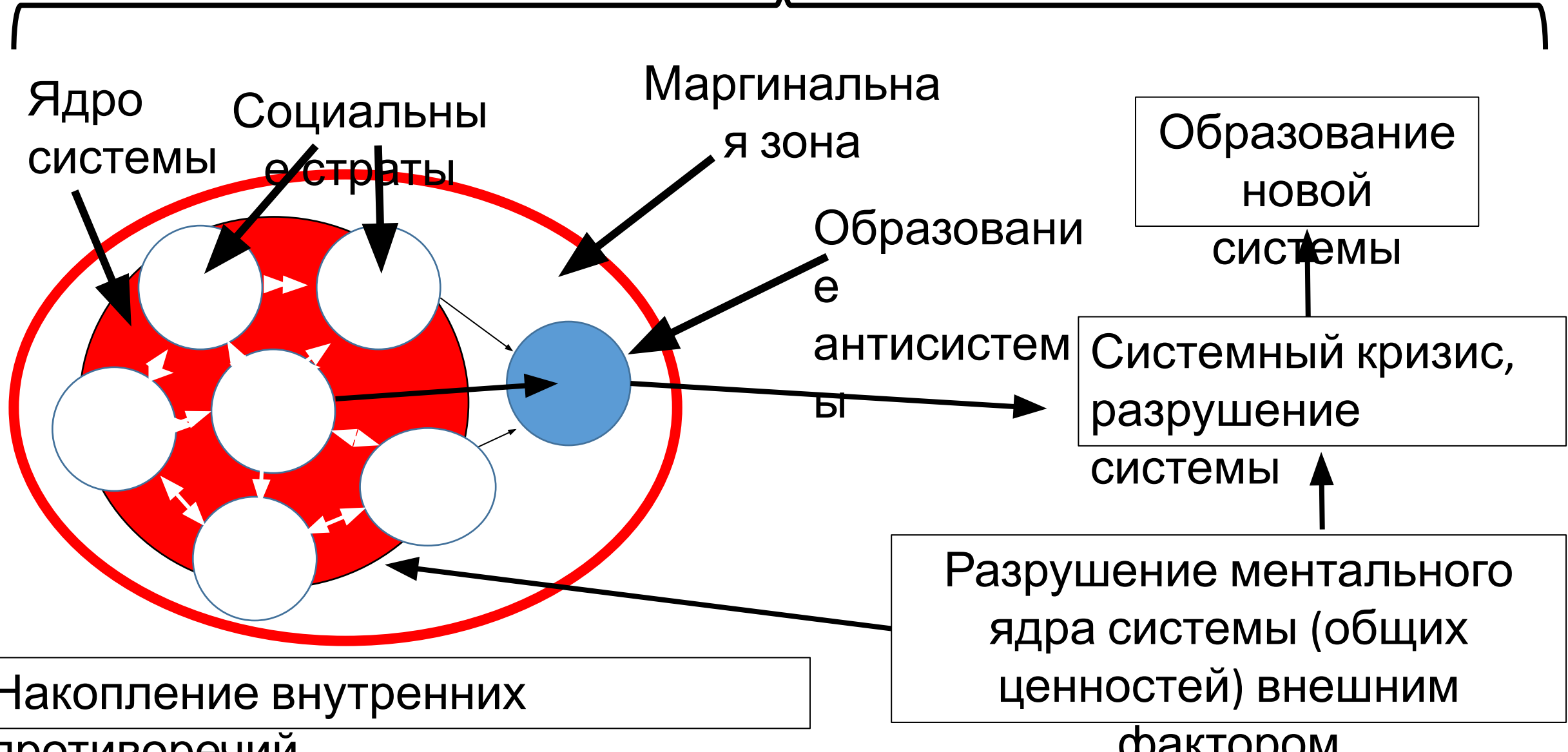
Ускоренное видообразование (эволюционный скачок)

Постепенная трансформация в новый дочерний вид в силу внутривидовой борьбы

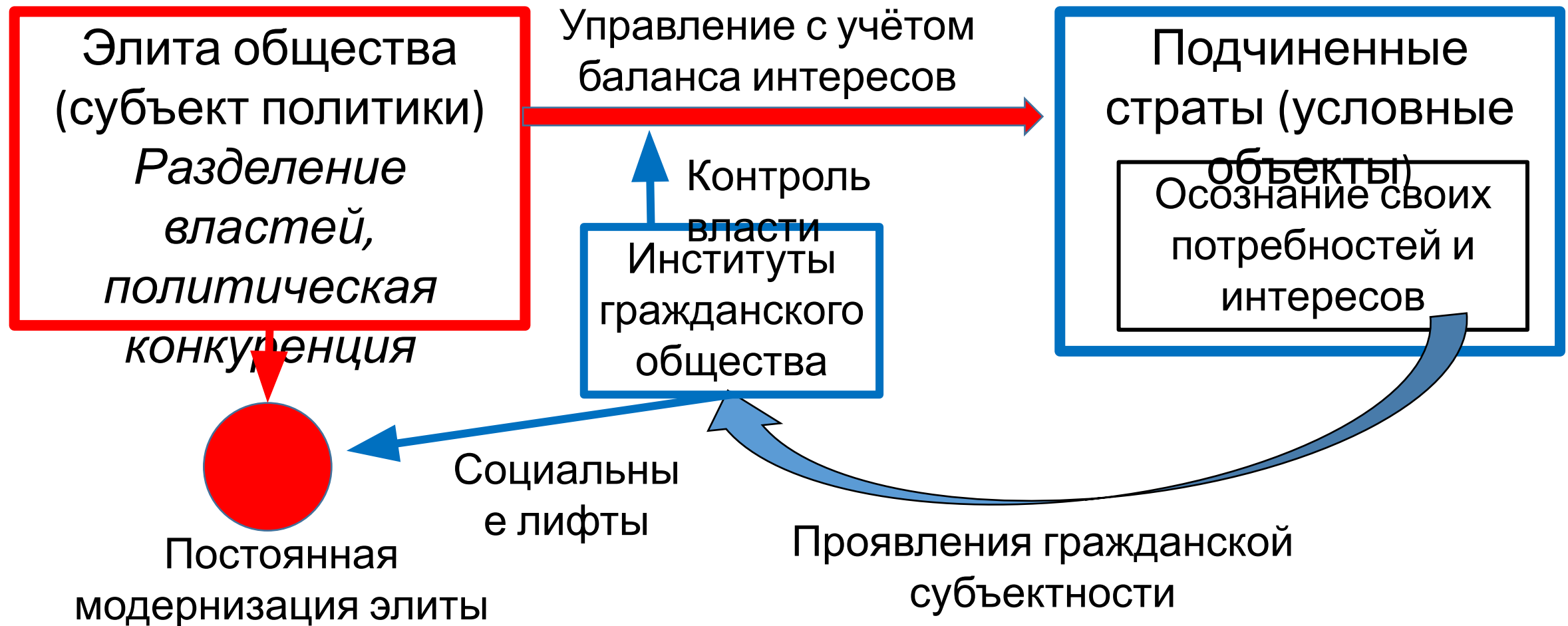
Принципиальная схема реализации функции СОФ в социальных системах



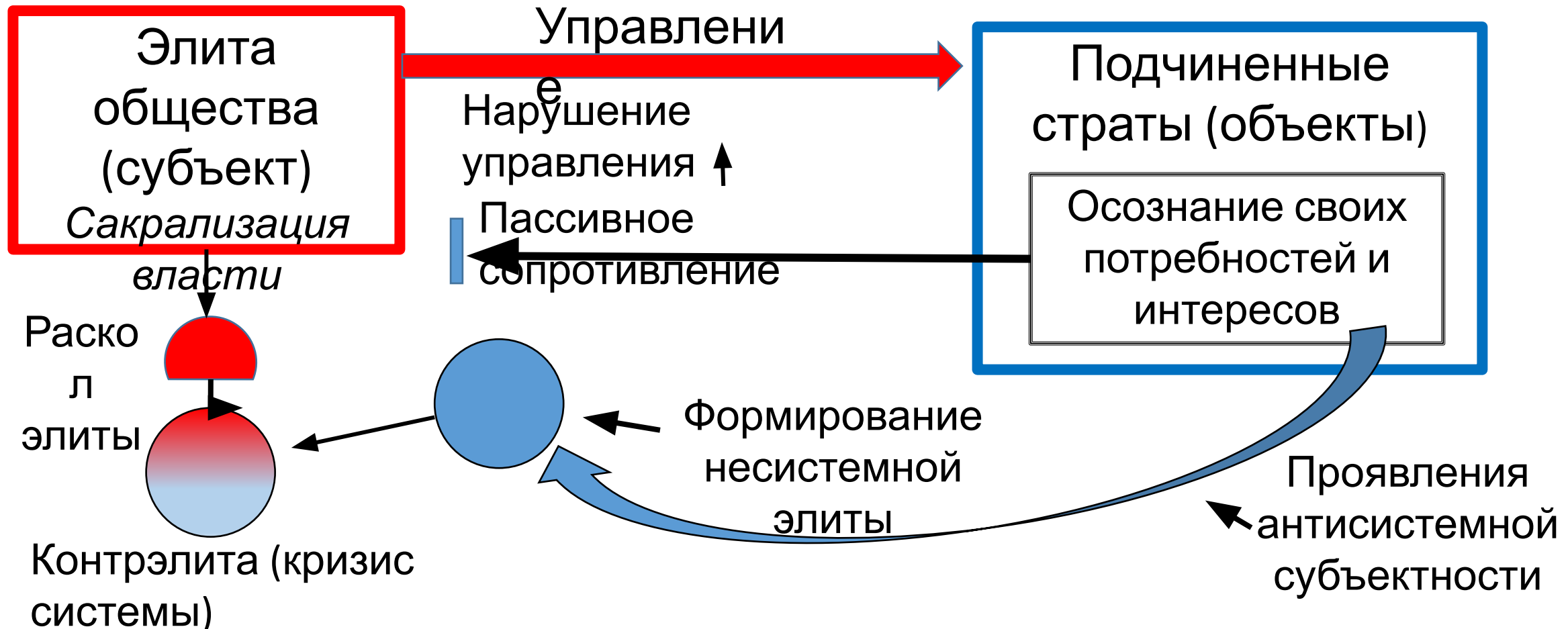
Кризис стереотипов общественного сознания



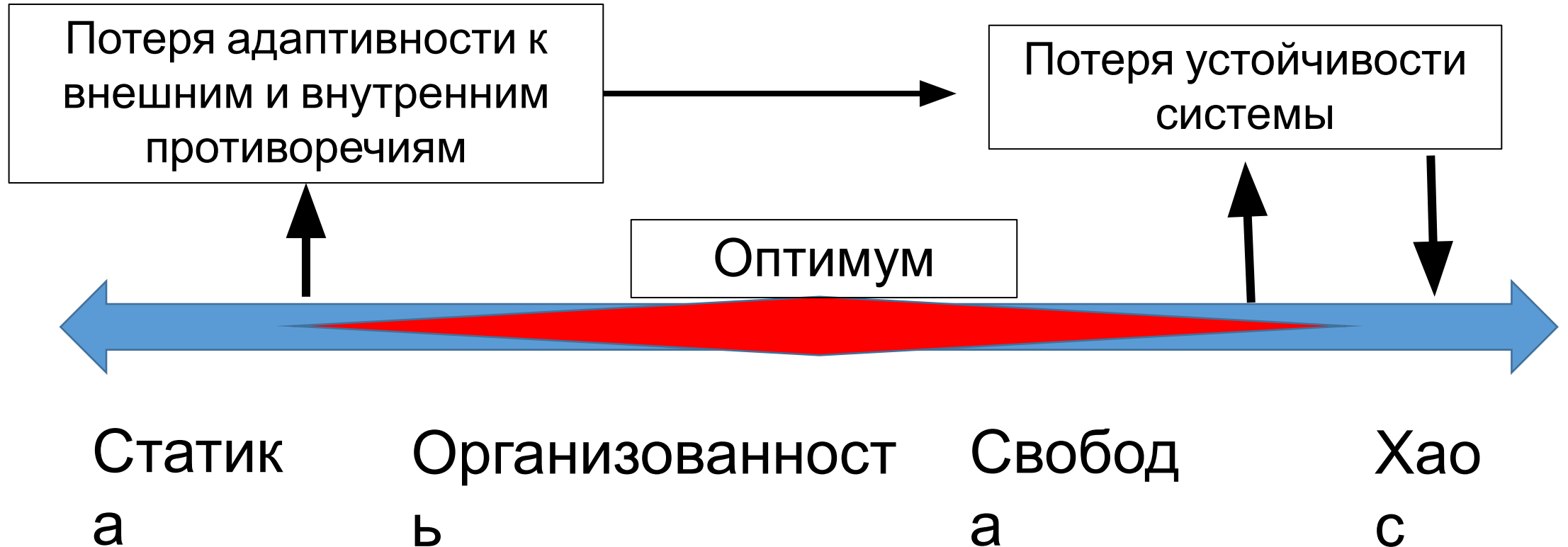
Взаимосвязь политической субъектностей и социальных взаимоотношений в обществе, не нарушающих баланс интересов



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)

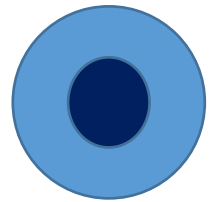
- Неоднородность и нестабильного СОФ (генофонд)
- Взаимосвязь подсистем противоречива: синергизм-антагонизм
- Внутренняя среда нестабильна не имеет чётких границ
- Время существования системы и её подсистем не лимитировано и не скоординировано на уровне подсистем
- Системный кризис как правило завершается 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

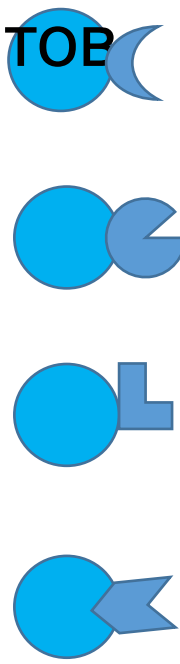
Иммунная система как пример локального управляемого хаоса в альфа системах

Локальные управляемые мутации генов иммунного распознавания



Лимфоцит

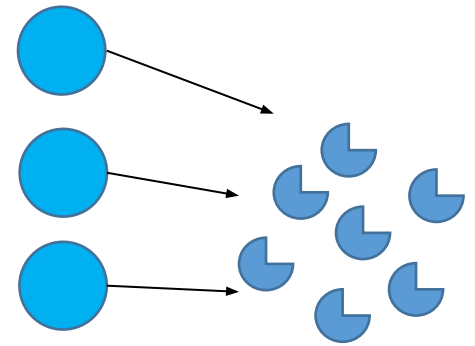
Образование клонов антигенраспознающих клеток ~ 10 мил. вариантов



Антиген

H

Клональная пролиферация (размножение)

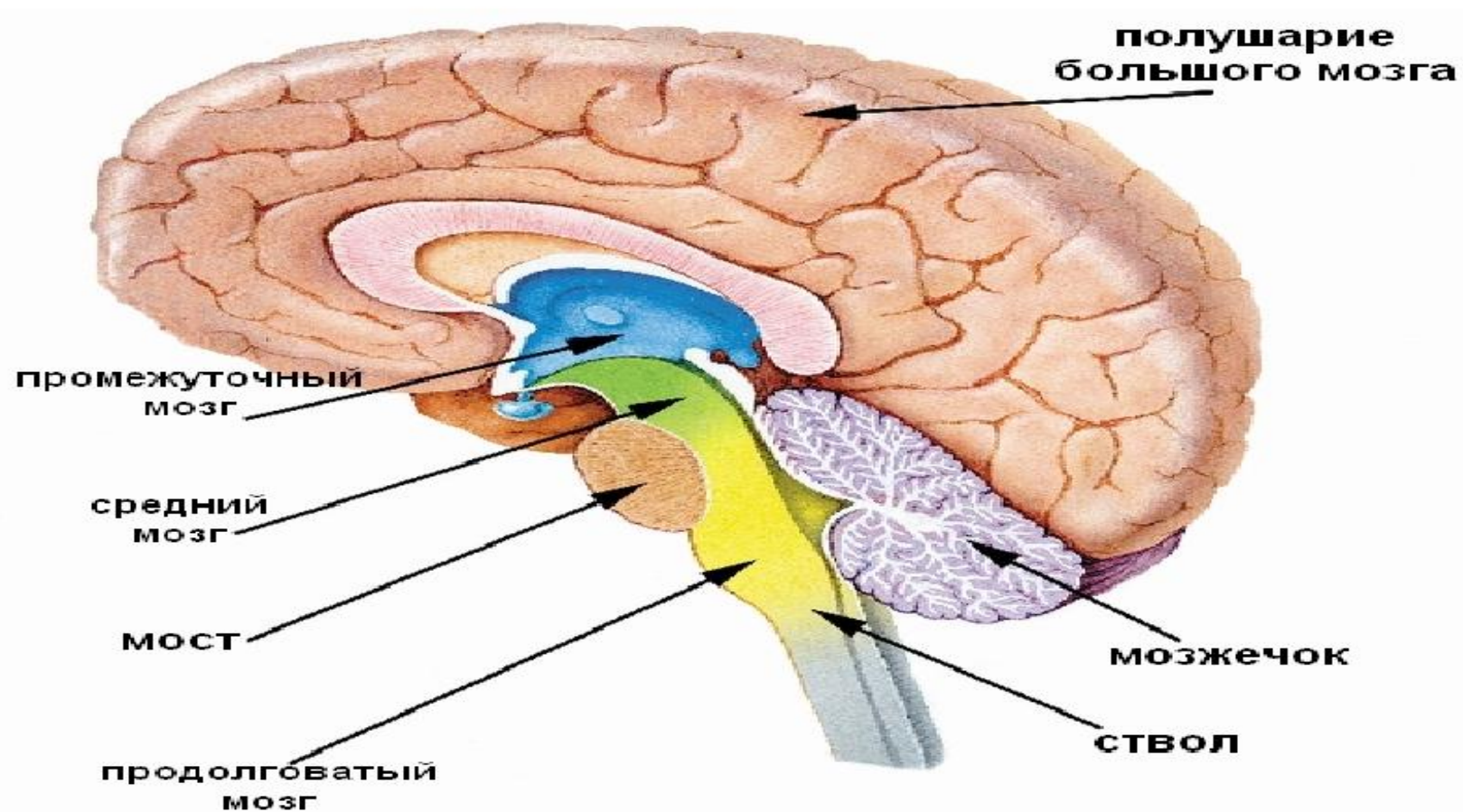


Антитела

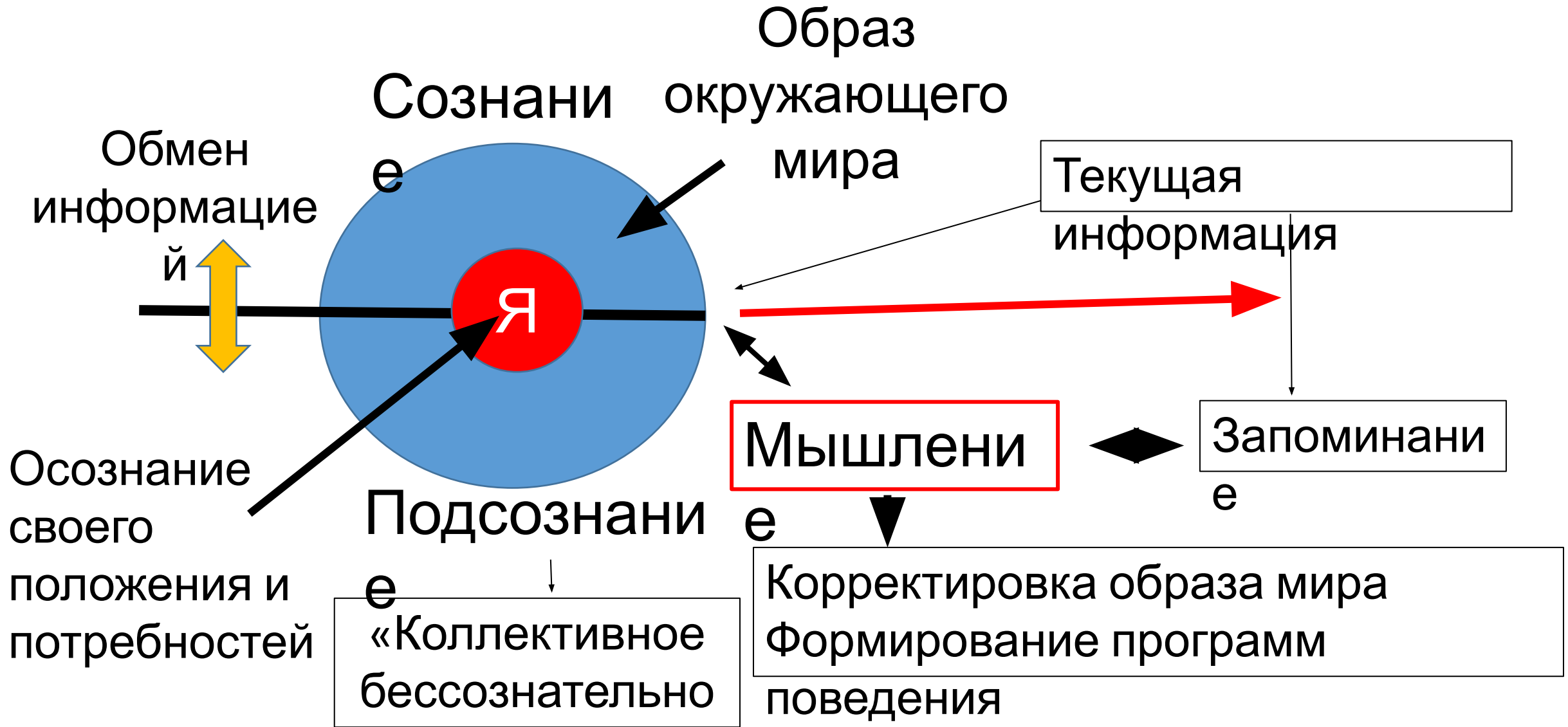
Клетки иммунной памяти

Кора головного мозга как зона пластичности

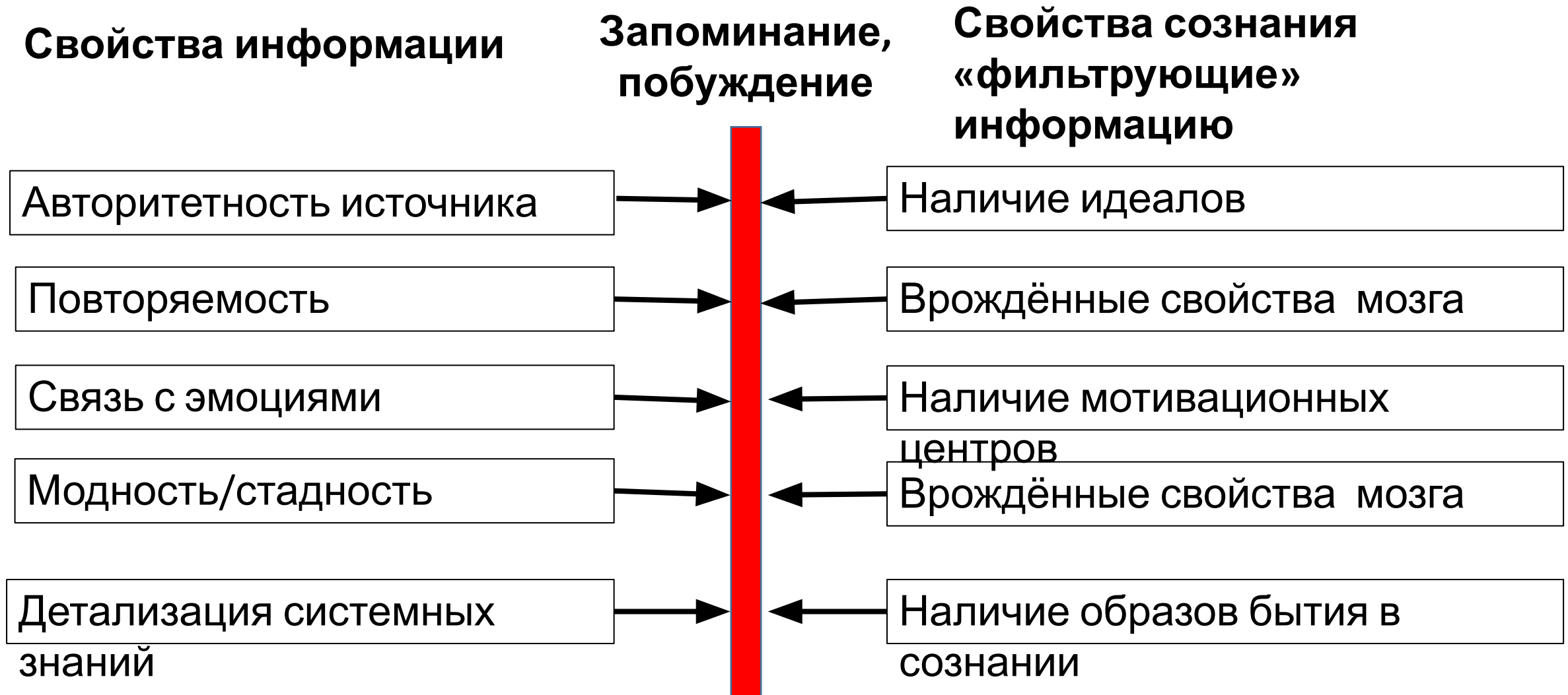
Отделы головного мозга.



Сознание и восприятие внешнего мира



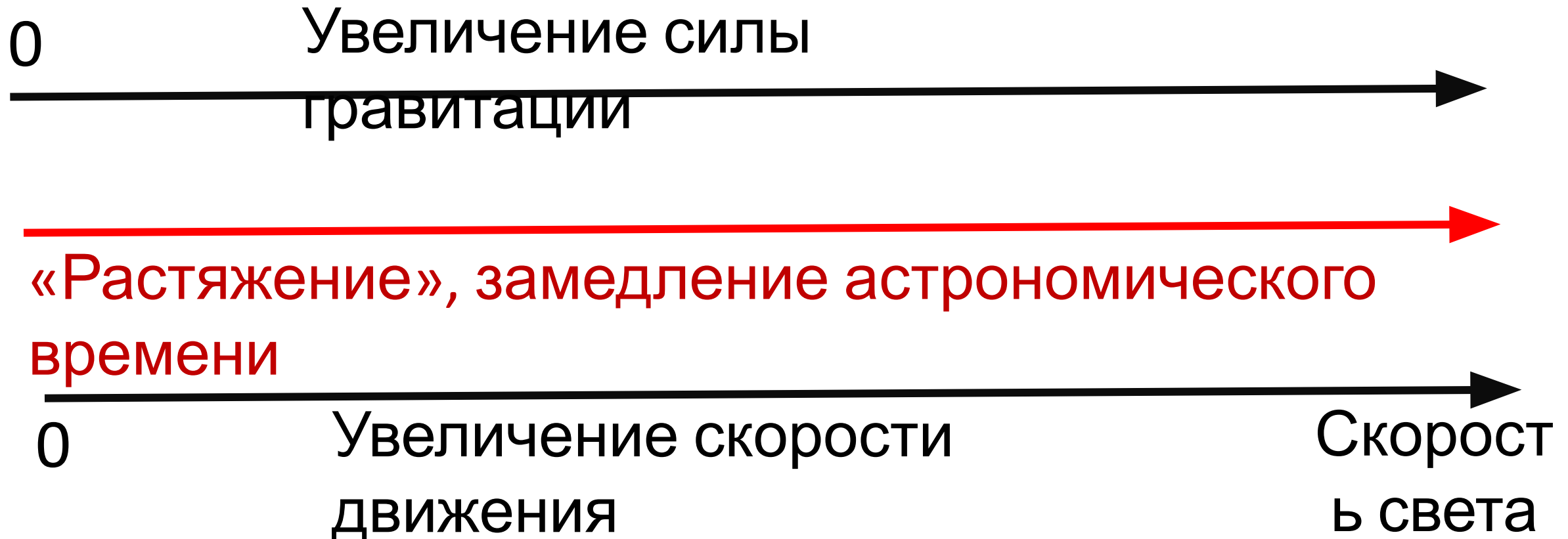
Принципы восприятия и запоминания информации



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).

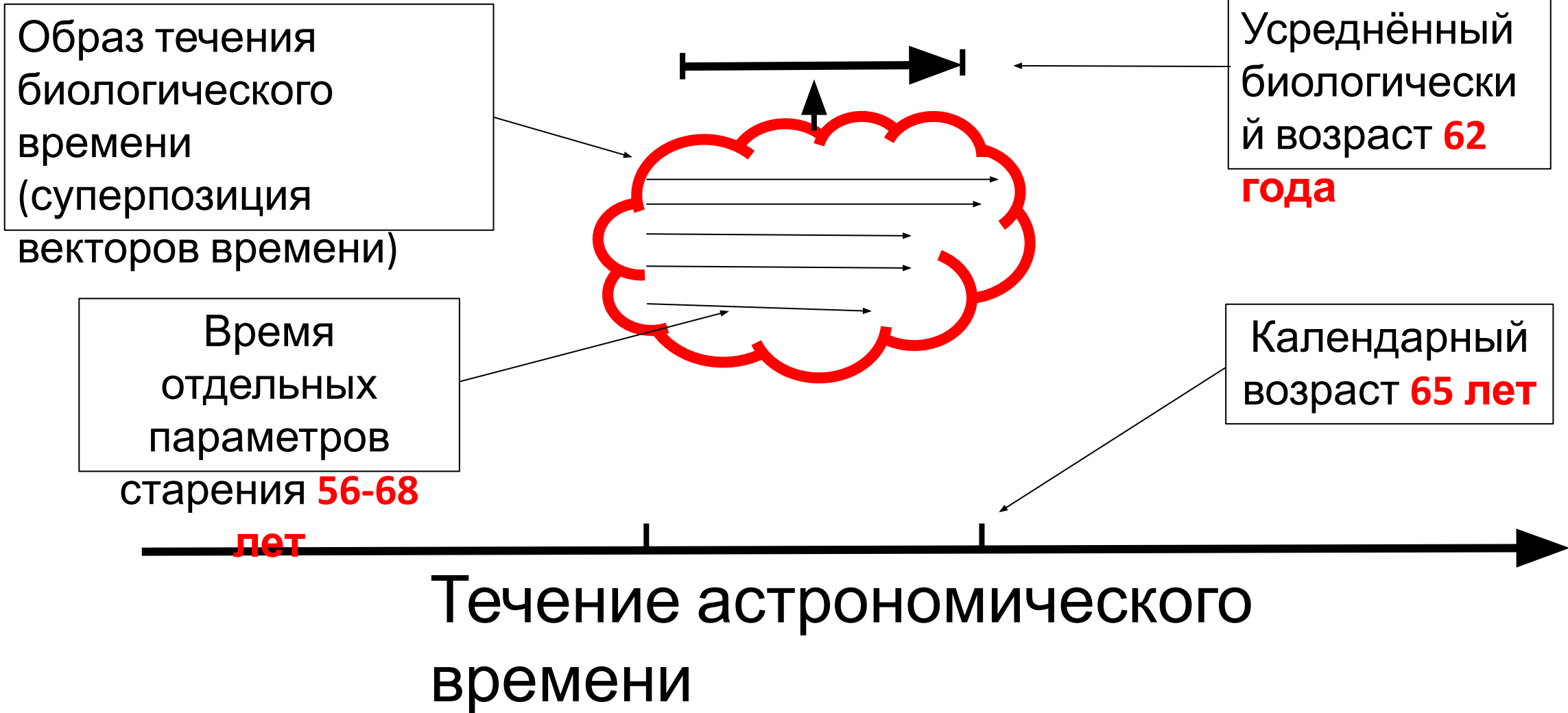
Относительность астрономического (физического) времени (по теории относительности А. Эйнштейна)



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

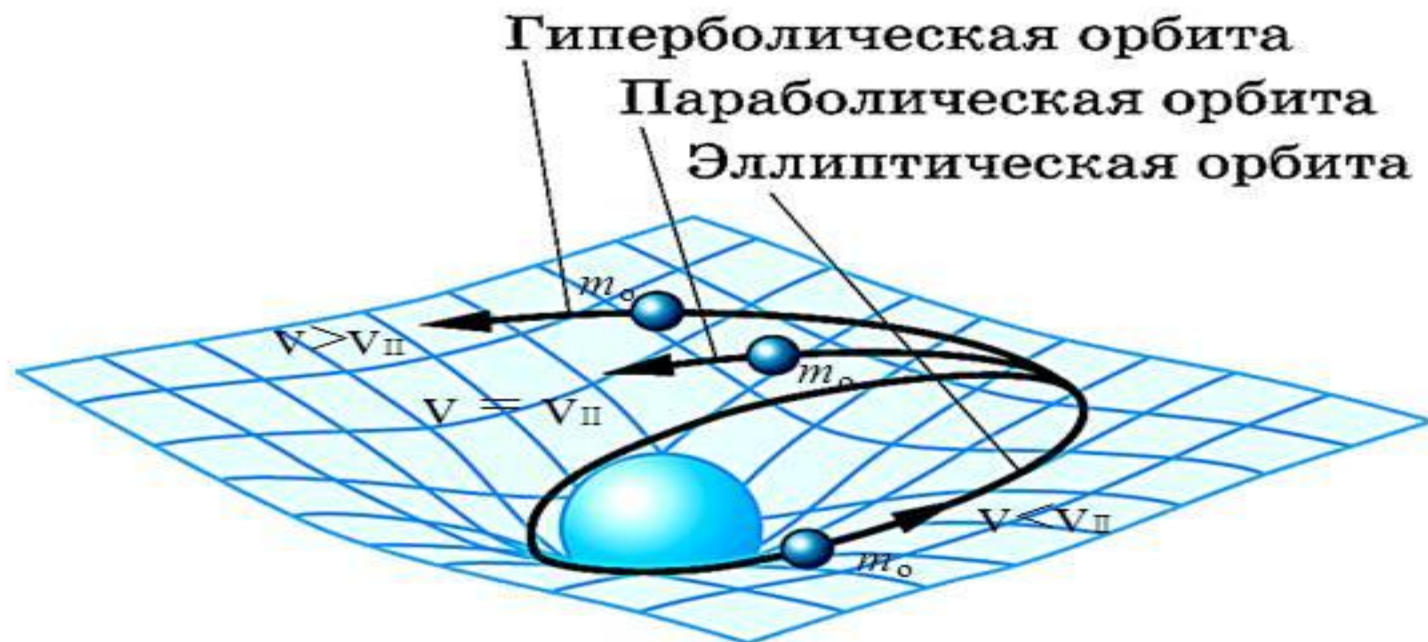
Отпечаток
прошлого времени
в виде памяти и
опыта

Настоящее
время

Образ
предполагаемого
будущего времени

Мышление – формирование и реализация программ поведения

ГРАВИТАЦИЯ И ИСКРИВЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВА



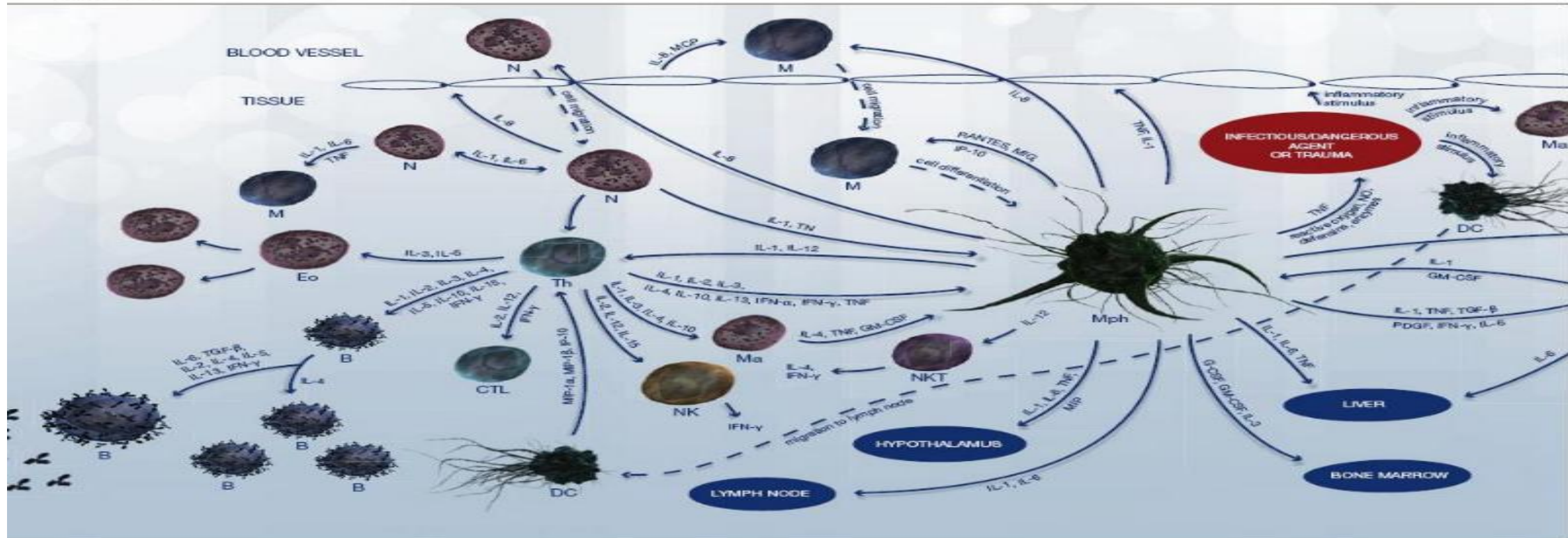
Модель пространства, искривленного гравитацией, можно представить в виде плоского листа резины, на который помещается тяжелый шар. Под действием шара резина растягивается, образуется воронка, имитирующая искривление пространства. Чем больше масса шара, тем больше кривизна пространства.

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.

Изменения пространственно-функциональных клеточных траекторий при формировании сети тканевых гормонов



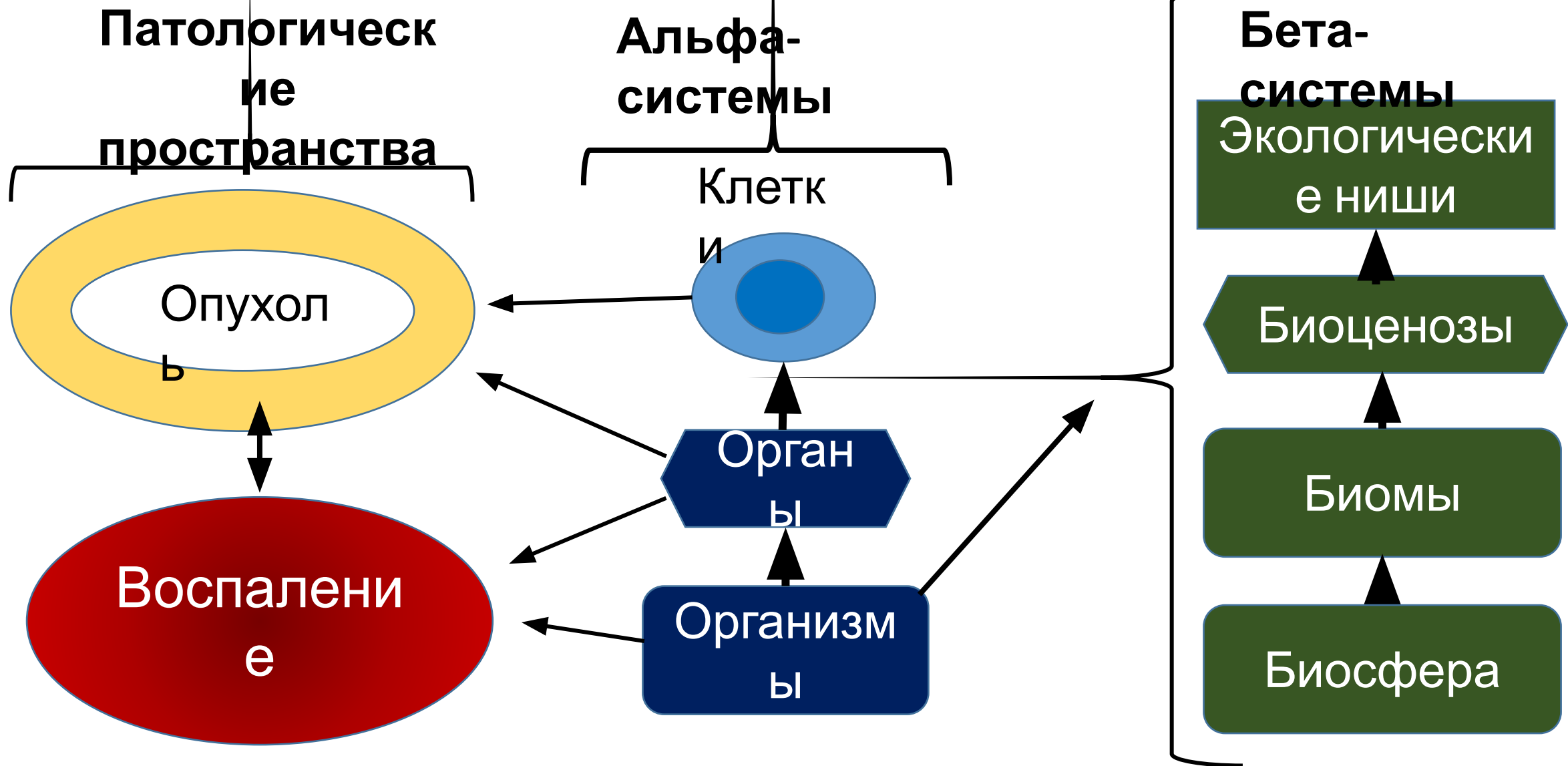
Цитокиновая сеть воспалительного ответа (норма)



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