

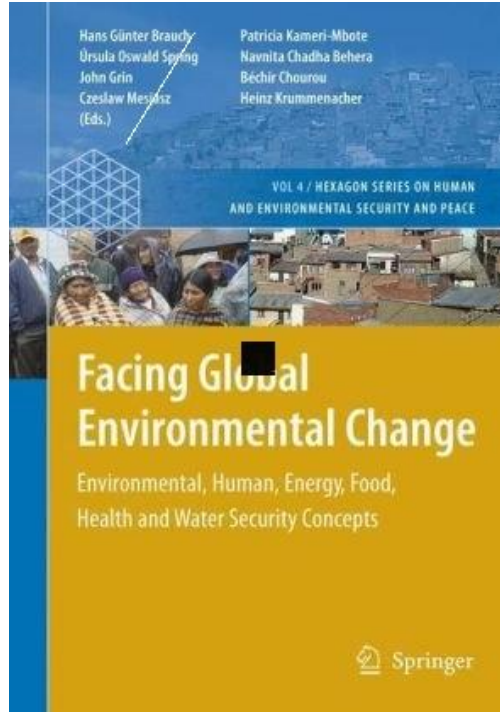
ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЯ АНТРОПОЦЕНА: антропоцен и планетарные границы

Марьинских Дмитрий Михайлович, к.г.н.,
доцент кафедры физической географии и экологии ИНЗЕМ

План лекции

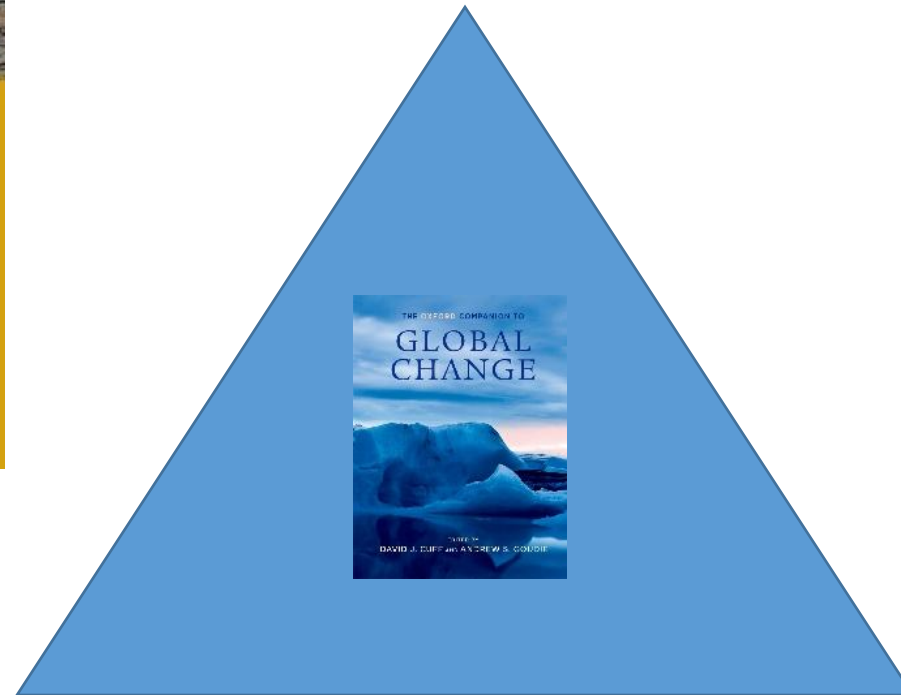
1. Глобальные изменения окружающей среды (системы Земля) и связанные с ними экологические проблемы в эпоху антропоцена.
2. Антропоцен – новый научный термин или метафора?
3. Эпоха антропоцена: дискуссионные вопросы содержания понятия и его временных рамок с точки зрения естественнонаучного познания.
4. География антропогенных биомов (антромов).
5. Планетарные границы

Global Change – дискурс и проблематика глобальных изменений окружающей среды



Глобализация

Глобальные
изменения
окружающей
среды



Глобальный
дефицит
ресурсов

Современные экологические проблемы – проблемы окружающей среды

Атмосфера

- Загрязнение атмосферы
- Увеличение содержания парниковых газов (CO₂ и др.)
- Озоновые дыры
- **Изменение климата (глобальное потепление)**

□ Дефицит ресурсов

□ Накопление отходов

Гидросфера

- Загрязнение мирового океана
 - химическое
 - биологическое
 - физическое
- Закисление океана
- Загрязнение континентальных водоёмов

Биосфера

- Опустынивание (дезертификация)
- Обезлесение (дефорестация)
- Сокращение биоразнообразия
- Биологическое загрязнение (инвазии)

Глобальные изменения окружающей среды – международные научные программы и сети

Международная программа по исследованию геосферы-биосферы МПГБ



Всемирная программа исследования климата



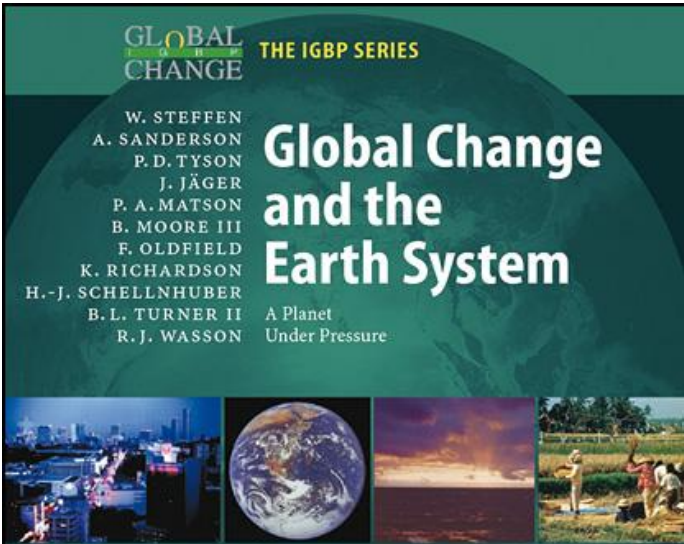
Международная программа человеческого измерения глобальных изменений



Межправительственная научная платформа в области биоразнообразия и экосистемных услуг



Будущая Земля



Глобальные изменения окружающей среды – международные программы

Международная программа по исследованию геосферы-биосферы МПГ (International Geosphere-Biosphere Programme, IGBP) создана в 1987 г.



Дефиниции IGBP:

Система Земли: взаимодействующие на планете биологические, химические, физические и социально-экономические процессы.

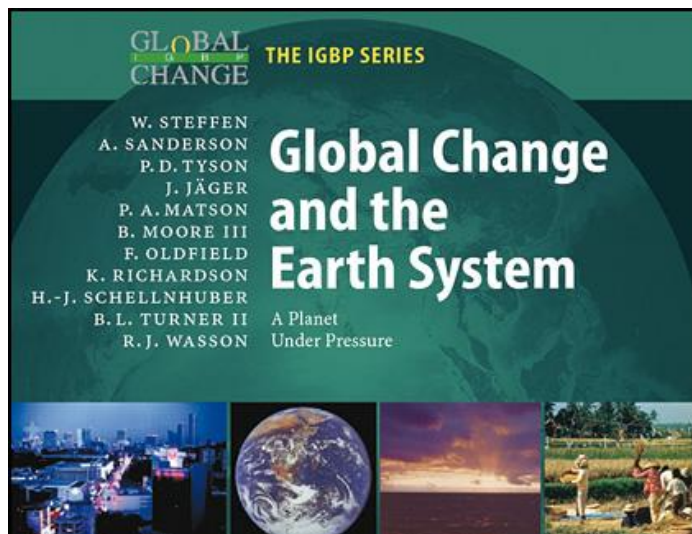
Глобальные изменения относятся к изменениям планетарного масштаба в Системе Земли.

Включают:

- планетарные изменения в атмосферной циркуляции, циркуляции океана,
- изменение климата, углеродный цикл, цикл азота, воды и другие циклы,
- изменения морского льда, уровня моря,
- Изменение пищевых сетей, биологического разнообразия,
- Изменение загрязнения окружающей среды, здоровья, рыбных запасов и др.

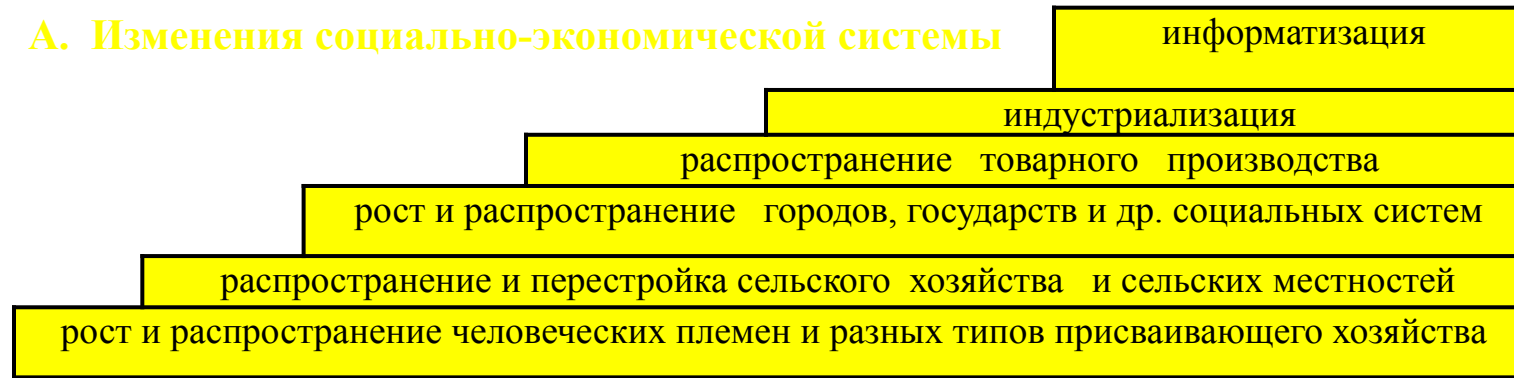
Цивилизация как драйвер глобальных изменений:

□

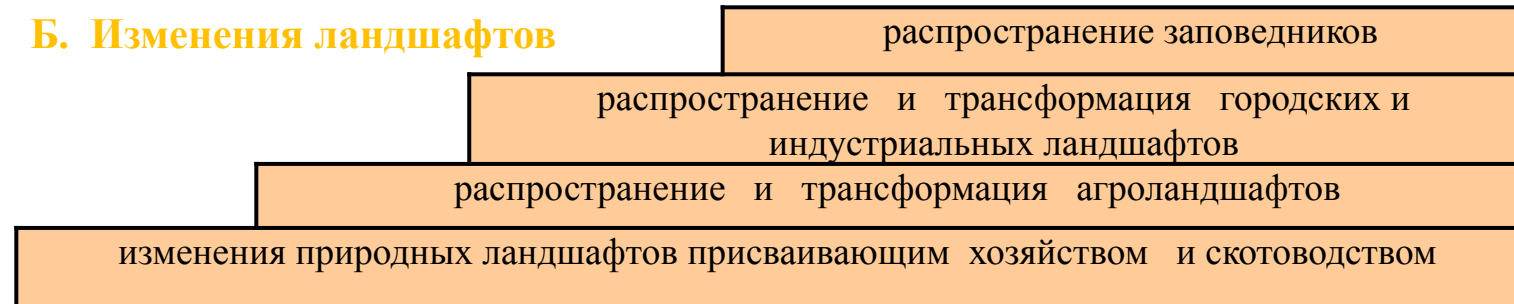


Лестница антропогенных изменений земной системы (по Анненкову В.В.)

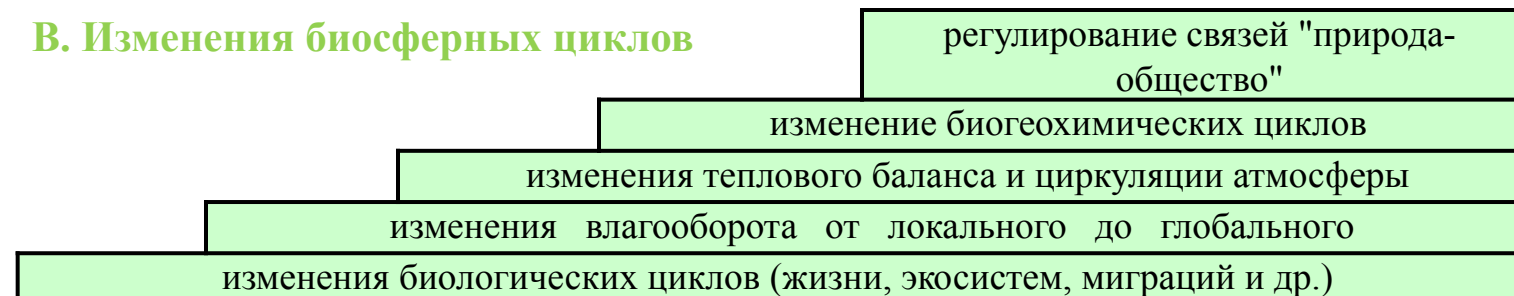
А. Изменения социально-экономической системы



Б. Изменения ландшафтов



В. Изменения биосферных циклов



Г. Изменения естественно-ресурсной базы развития

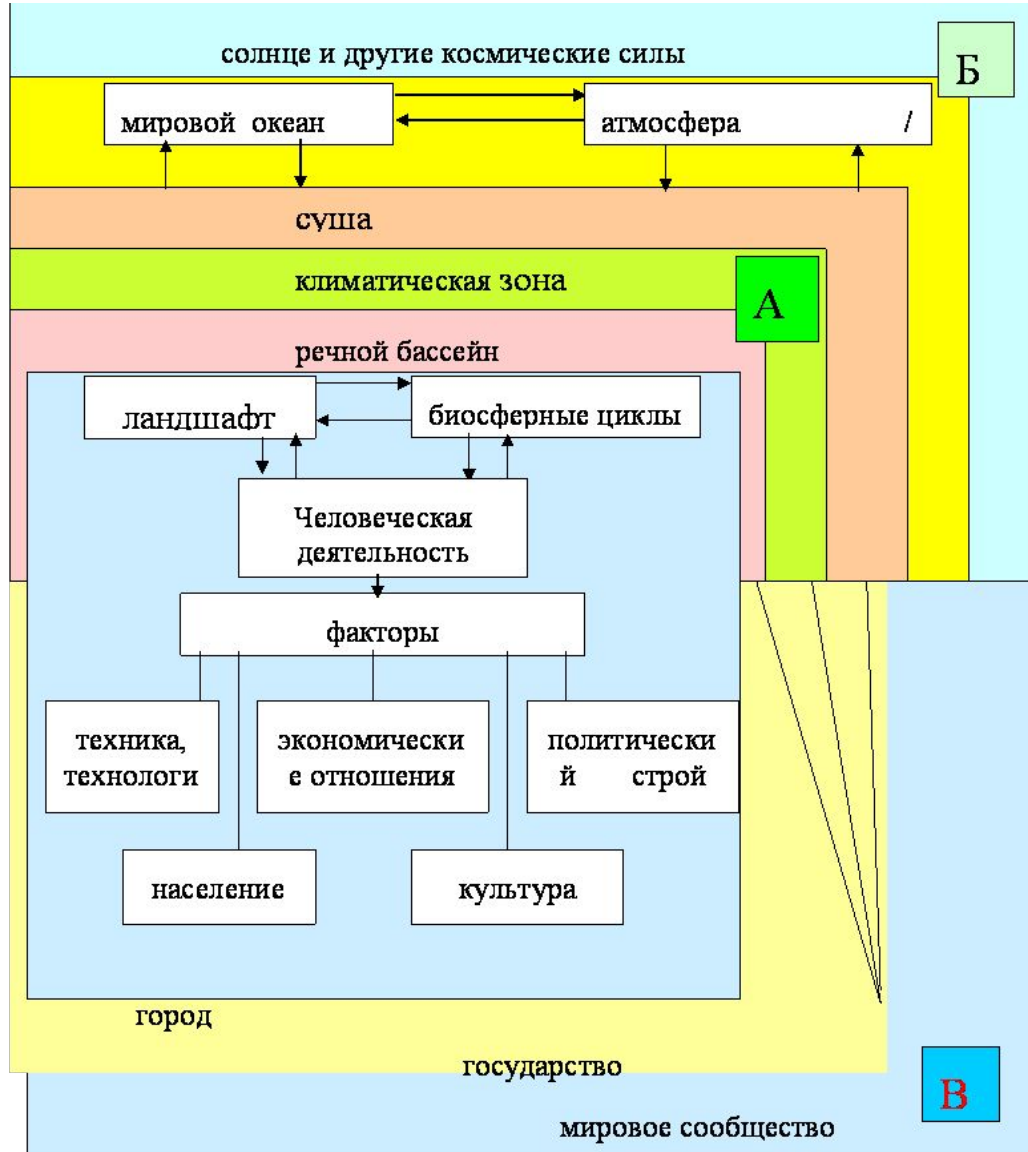


Изменения окружающей среды

"Матрешки" природно-социальной системы Земли.

А - локальный экологический комплекс; Б - поле природных иерархий;

В - поле социальных иерархий.



Изменения ОС:

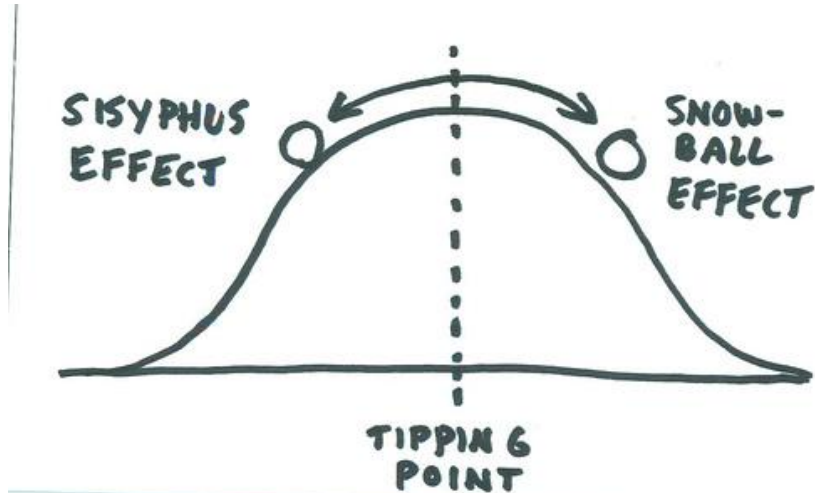
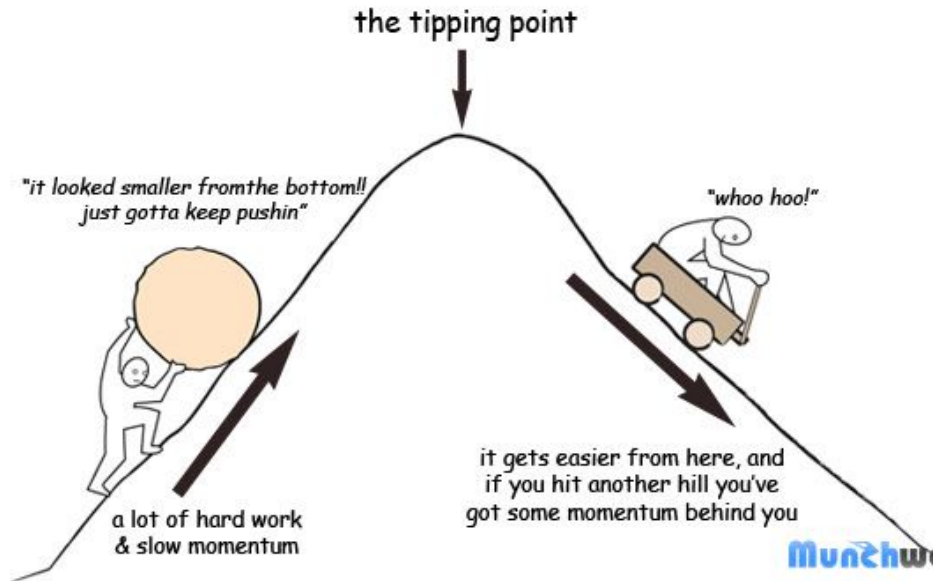
- ✓ глобальные
- ✓ региональные
- ✓ локальные

Изменения ОС:

- ✓ глобальные
- ✓ кумулятивные

Глобальные изменения – региональные и локальные отклики

Hotspots and Tipping Points of Global Change- «горячие точки» и «переломные моменты» глобальных изменений



Paul Mahony 2012

Hotspot – горячая точка, проблемный ареал

Tipping Point – переломный момент, критический переход, точка фиксации, перегиба, опрокидывания

Tipping Point Definition

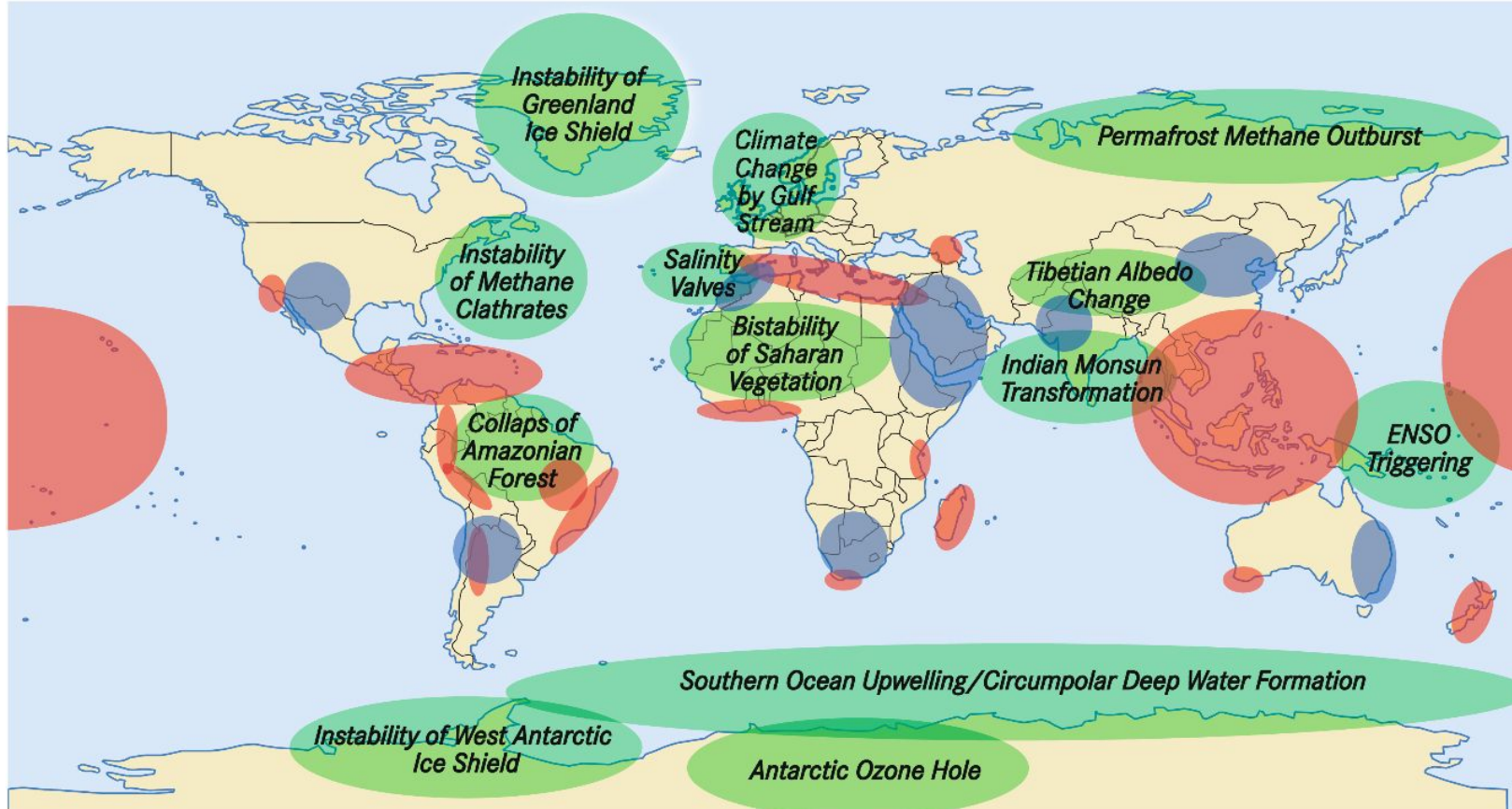
A critical threshold at which a small change in human activity can have large, long-term consequences for the Earth's climate system.



Science Daily, "Tipping Elements in Earth's Climate System", 4th Feb 2008 (Accessed 4 February 2012)
<http://www.sciencedaily.com/releases/2008/02/080204172224.htm>; Image: iStockphoto Jan Rysavy

Переломный момент – критический переход, когда небольшое изменение в деятельности человека, приводит к масштабным долгосрочным последствиям в планетарной (климатической) системе

«Горячие точки» и «переломные моменты» глобальных изменений



Существующие проблемные ареалы:

Потенциальные проблемные ареалы:

● Biodiversity Hotspots

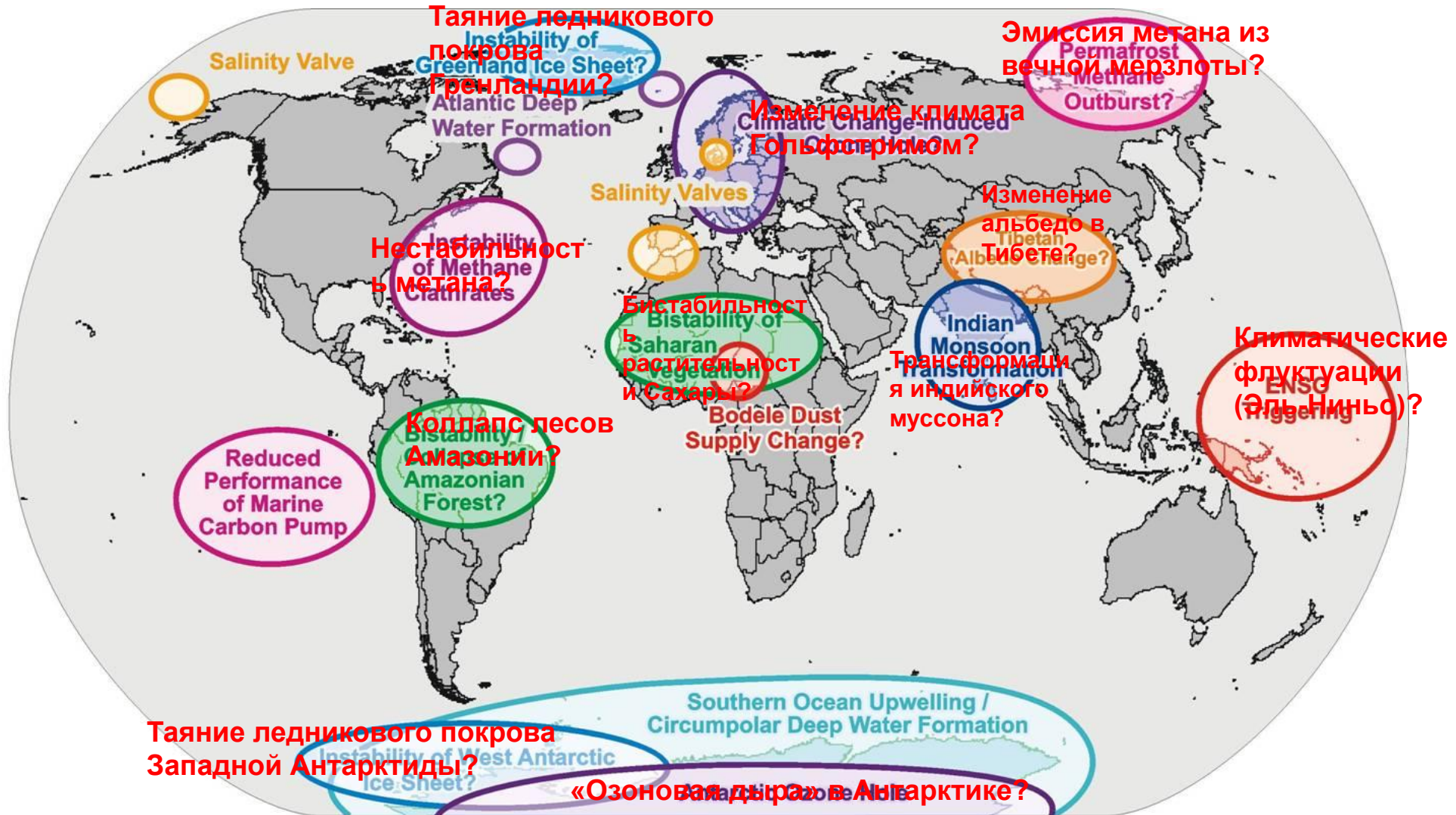
● Water Scarcity Hotspots

● Risky Hotspots of Catastrophic Tipping Points

«Горячие точки» дефицита воды
«Горячие точки» биоразнообразия

«Горячие точки» риска
катастрофических переходов

«Горячие точки» и «переломные моменты» глобальных изменений



Антропоцен как социально-культурный

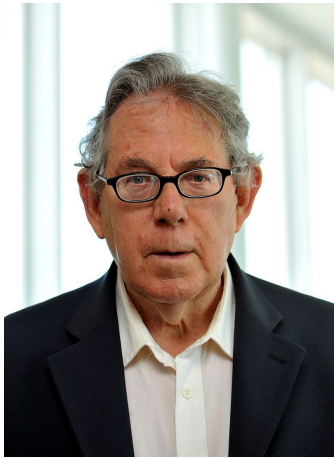
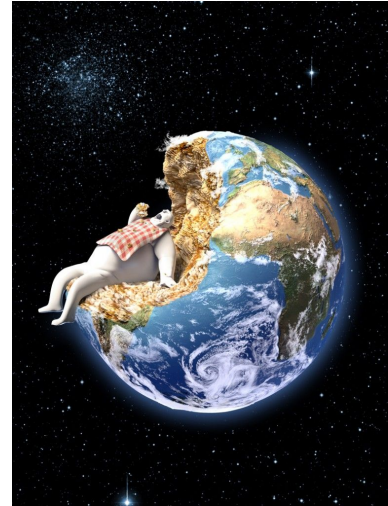


Антропоцен — новая геологическая эпоха, в которой основным фактором изменений стала деятельность человека.

Предлагаемые варианты начала эпохи:

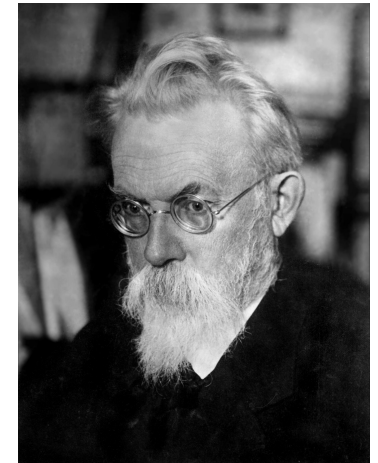
- **конец XVIII века**
- **1950 г.**

Мы миновали «мягкую эру голоцена», когда шло развитие человеческих цивилизаций, и вошли в намного более непредсказуемый и опасный период, когда человечество подрывает планетарные системы своего жизнеобеспечения. В эпоху антропоцена Декартова двойственность природы и общества оказывается разрушенной и это приводит к «глубокому переплетению судеб природы и человечества».



Пауль Крутцен — голландский химик атмосферы, Нобелевский лауреат, автор термина (2000)

Тезис Б. Латура о природе как «квазиобъекте», социокультурном явлении – основа развития дискурса антропоцена



В.И. Вернадский

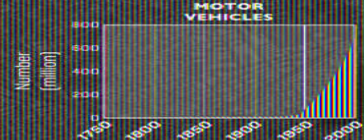
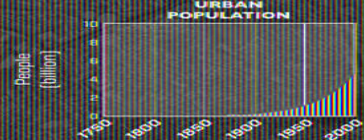
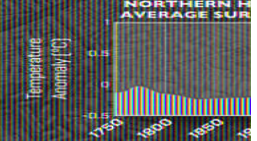
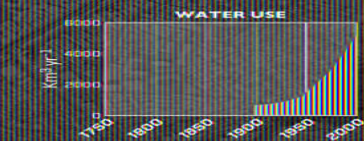
ИНДИКАТОРЫ АНТРОПОЦЕНА: период большого ускорения

THE ANTHROPOCENE

The Anthropocene defines Earth's most recent geologic time period as being human-influenced, or anthropogenic, based on overwhelming global evidence that atmospheric, geologic, hydrologic, biospheric and other earth system processes are now altered by humans.

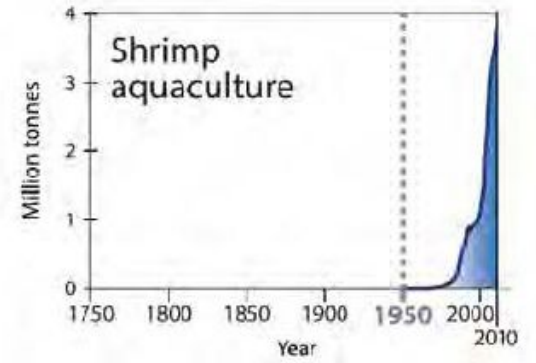
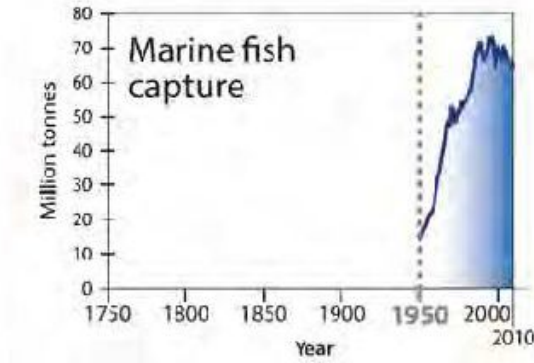
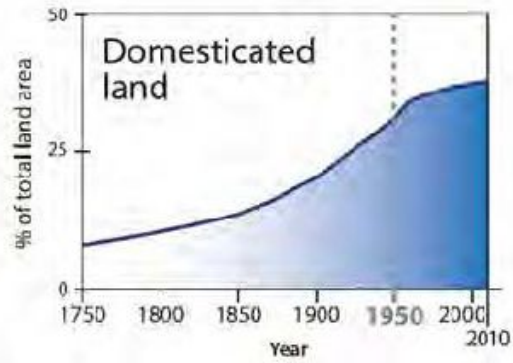
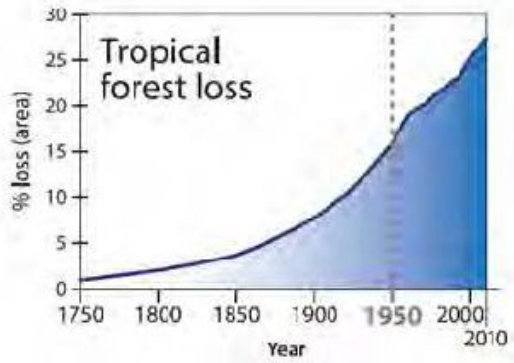
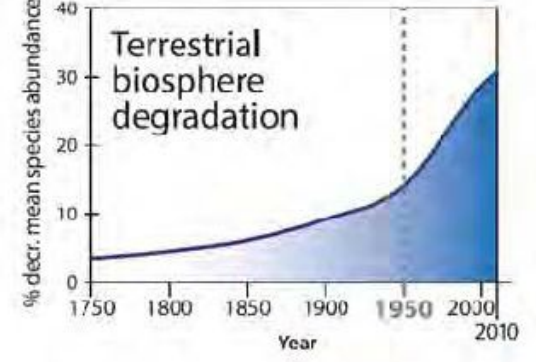
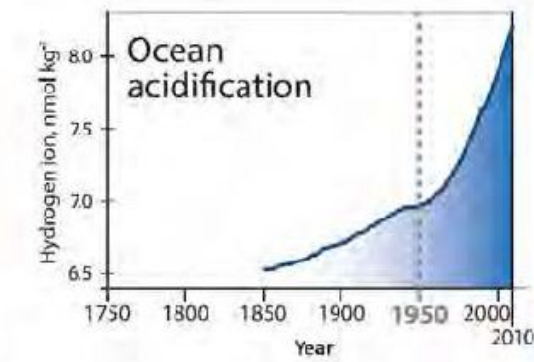
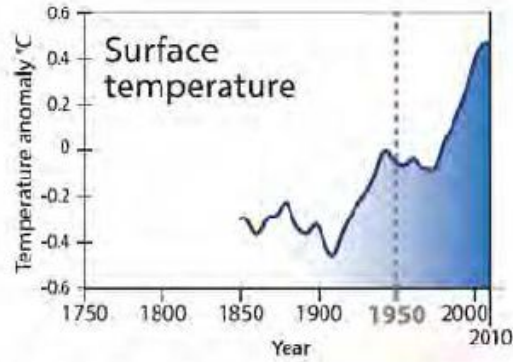
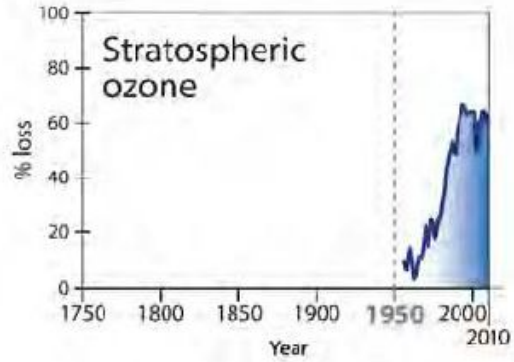
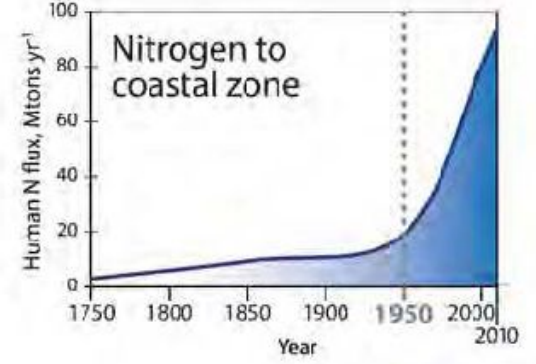
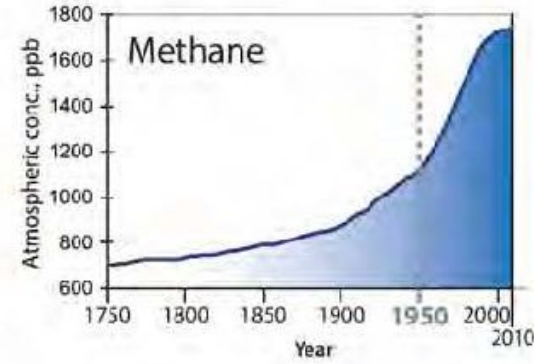
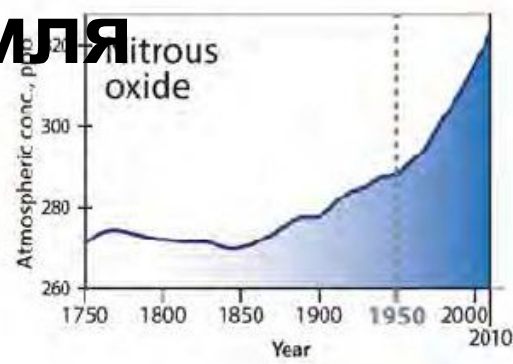
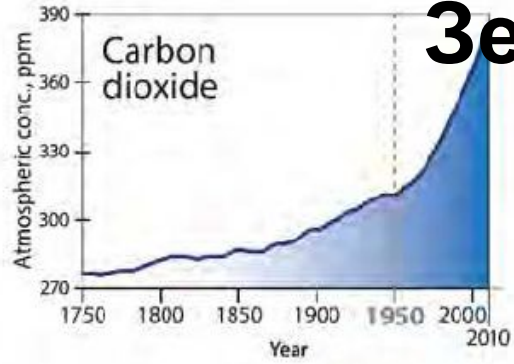
The line corresponding to 1950 highlights the **Great Acceleration**, the post-World War II worldwide industrialization, techno-scientific development, nuclear arms race, population explosion and rapid economic growth.

These graphs were compiled in a publication of the **International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP)**.



Тренды изменений в системе

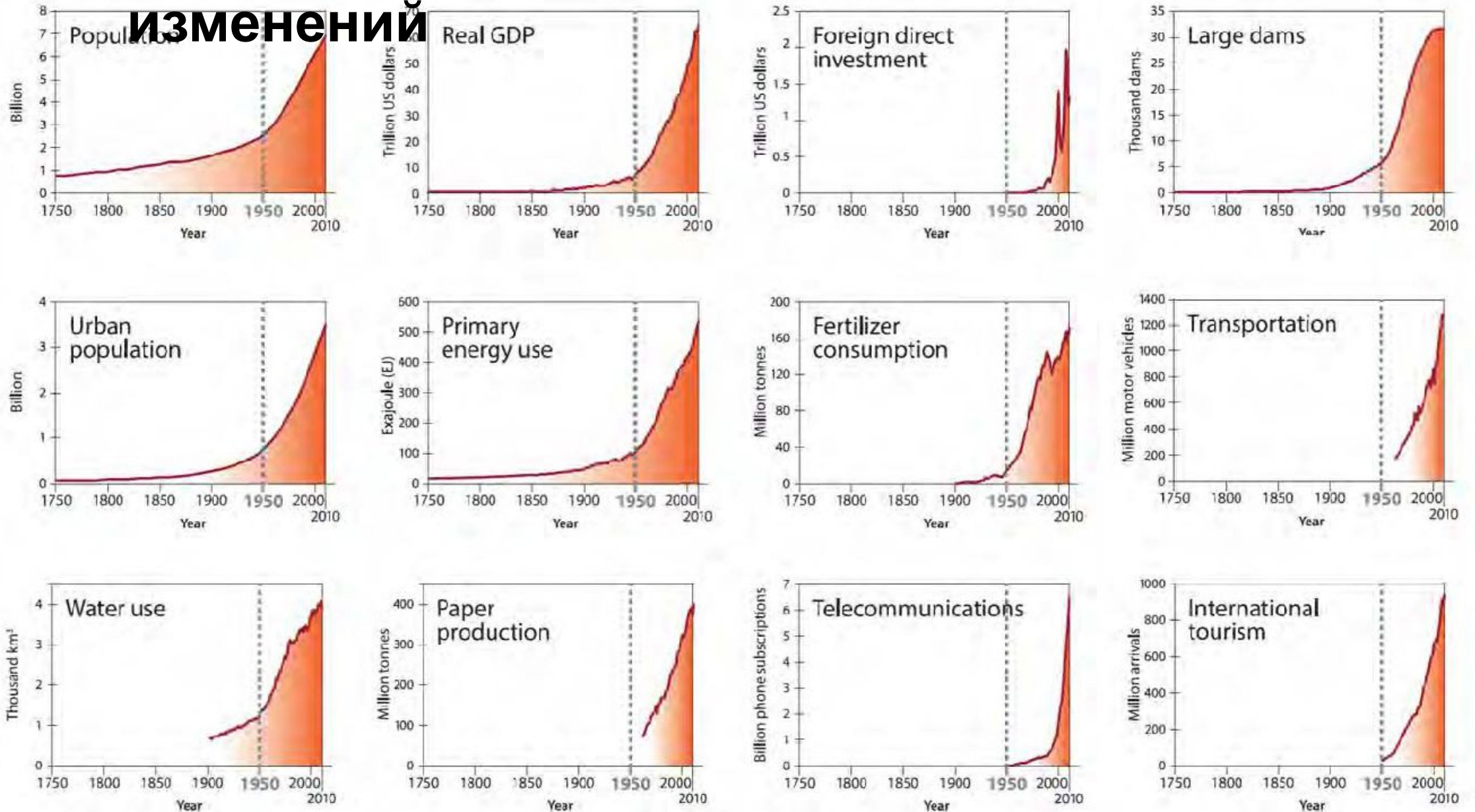
Земля



Steffen et al. (2015): The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration

Тренды социально-экономических

изменений



Steffen et al. (2015): The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration

Планетарные границы

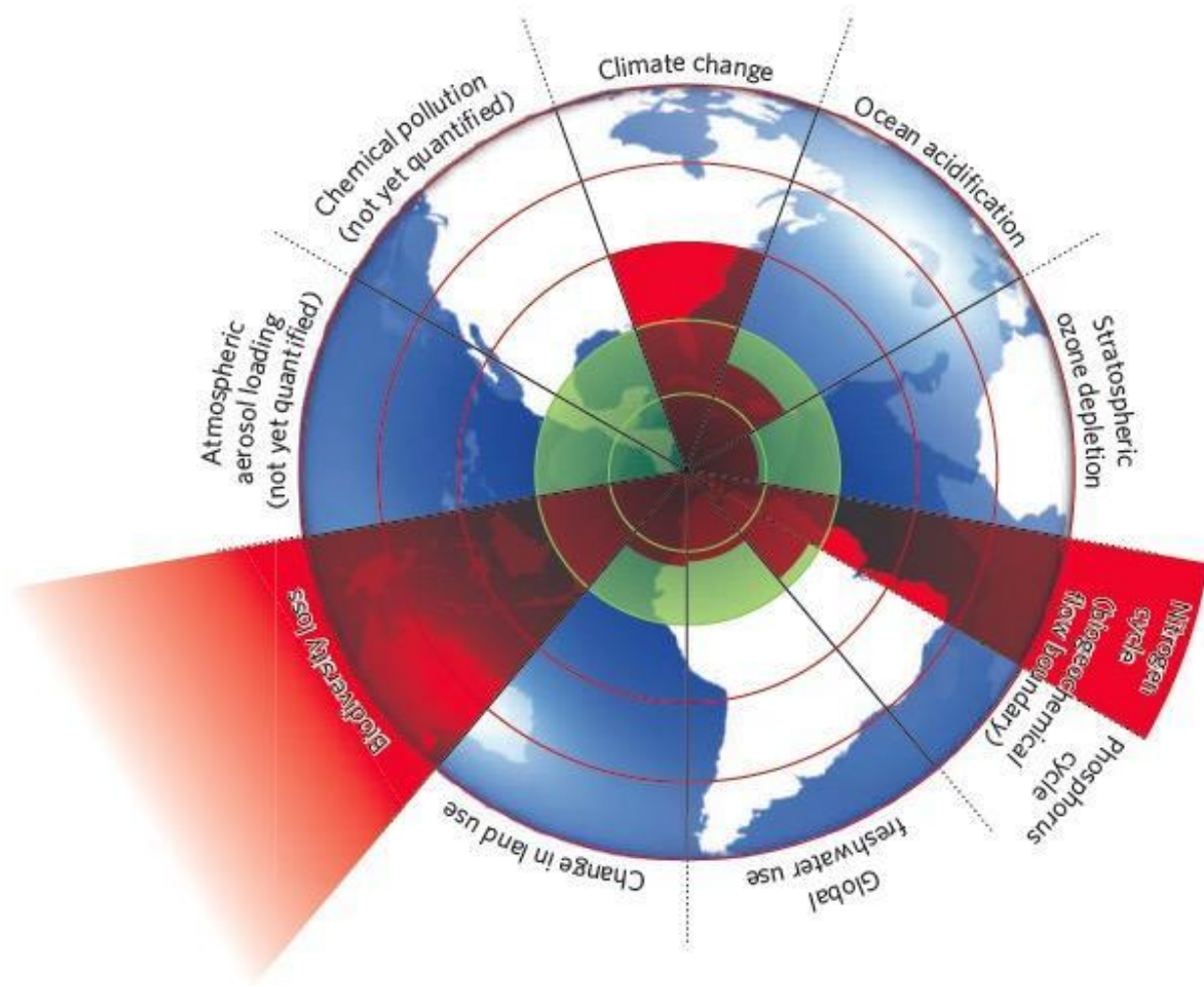
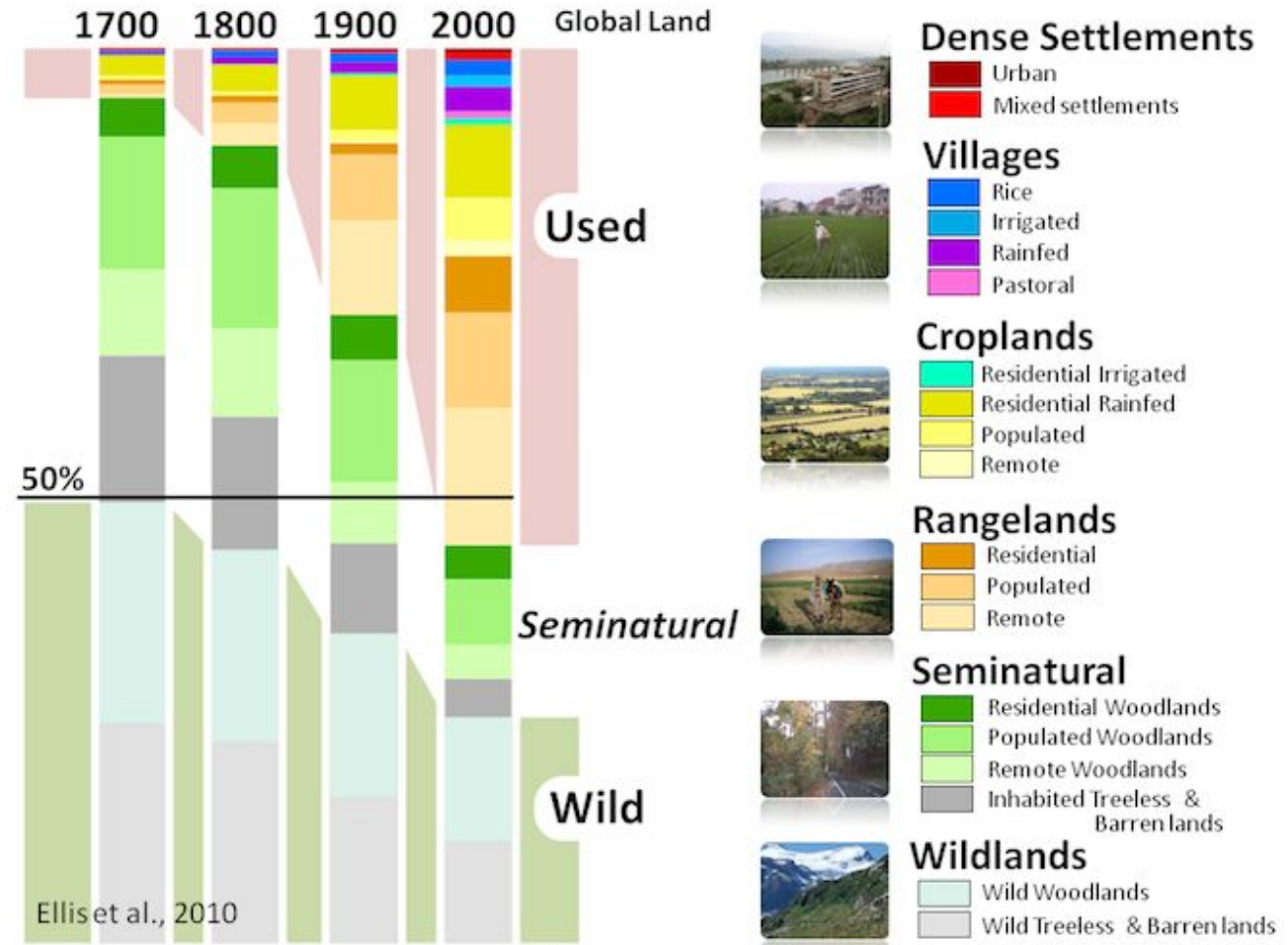
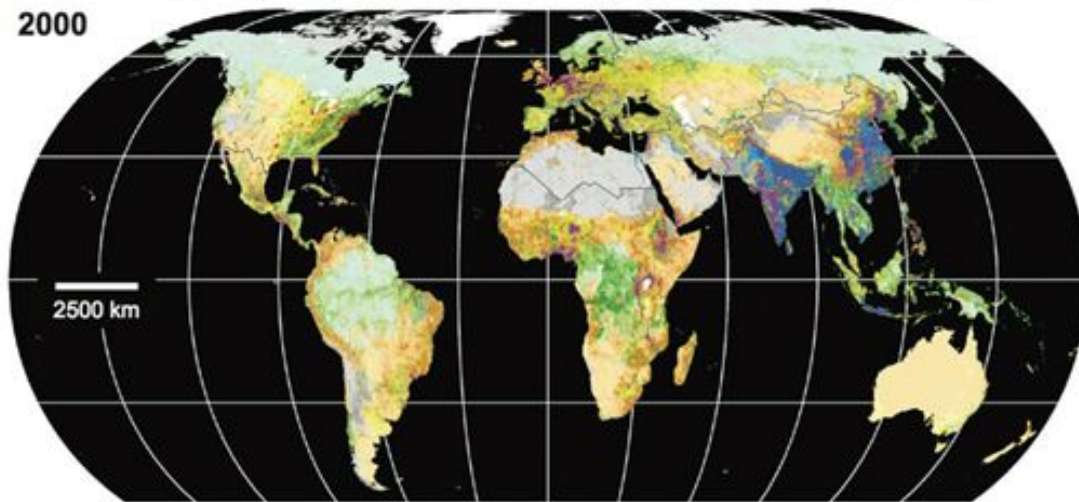
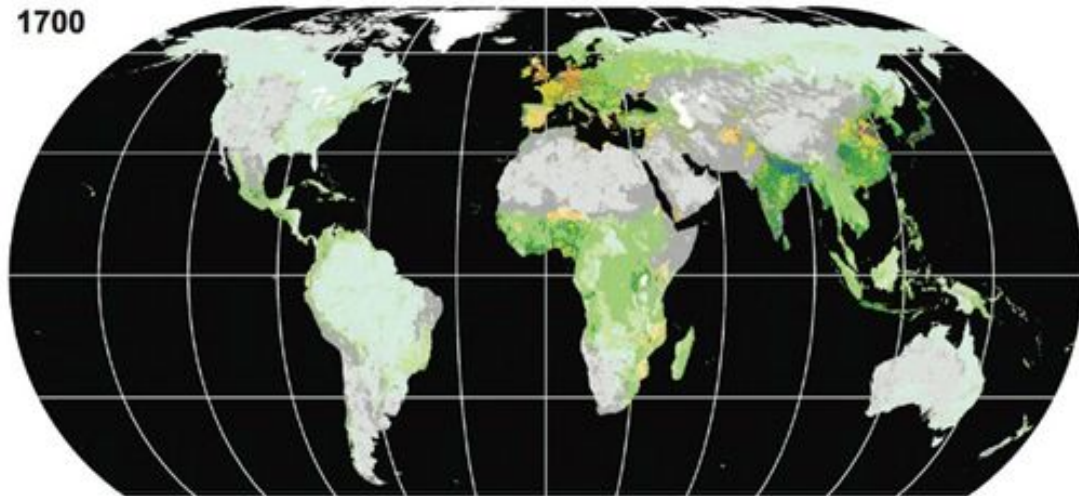


Figure 1 | Beyond the boundary. The inner green shading represents the proposed safe operating space for nine planetary systems. The red wedges represent an estimate of the current position for each variable. The boundaries in three systems (rate of biodiversity loss, climate change and human interference with the nitrogen cycle), have already been exceeded.

PLANETARY BOUNDARIES

Earth-system process	Parameters	Proposed boundary	Current status	Pre-industrial value
Climate change	(i) Atmospheric carbon dioxide concentration (parts per million by volume)	350	387	280
	(ii) Change in radiative forcing (watts per metre squared)	1	1.5	0
Rate of biodiversity loss	Extinction rate (number of species per million species per year)	10	>100	0.1-1
Nitrogen cycle (part of a boundary with the phosphorus cycle)	Amount of N ₂ removed from the atmosphere for human use (millions of tonnes per year)	35	121	0
Phosphorus cycle (part of a boundary with the nitrogen cycle)	Quantity of P flowing into the oceans (millions of tonnes per year)	11	8.5-9.5	-1
Stratospheric ozone depletion	Concentration of ozone (Dobson unit)	276	283	290
Ocean acidification	Global mean saturation state of aragonite in surface sea water	2.75	2.90	3.44
Global freshwater use	Consumption of freshwater by humans (km ³ per year)	4,000	2,600	415
Change in land use	Percentage of global land cover converted to cropland	15	11.7	Low
Atmospheric aerosol loading	Overall particulate concentration in the atmosphere, on a regional basis		To be determined	
Chemical pollution	For example, amount emitted to, or concentration of persistent organic pollutants, plastics, endocrine disruptors, heavy metals and nuclear waste in, the global environment, or the effects on ecosystem and functioning of Earth system thereof		To be determined	

РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА = ИЗМЕНЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ



Ellis et al., 2010 Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ БИОСФЕРЫ

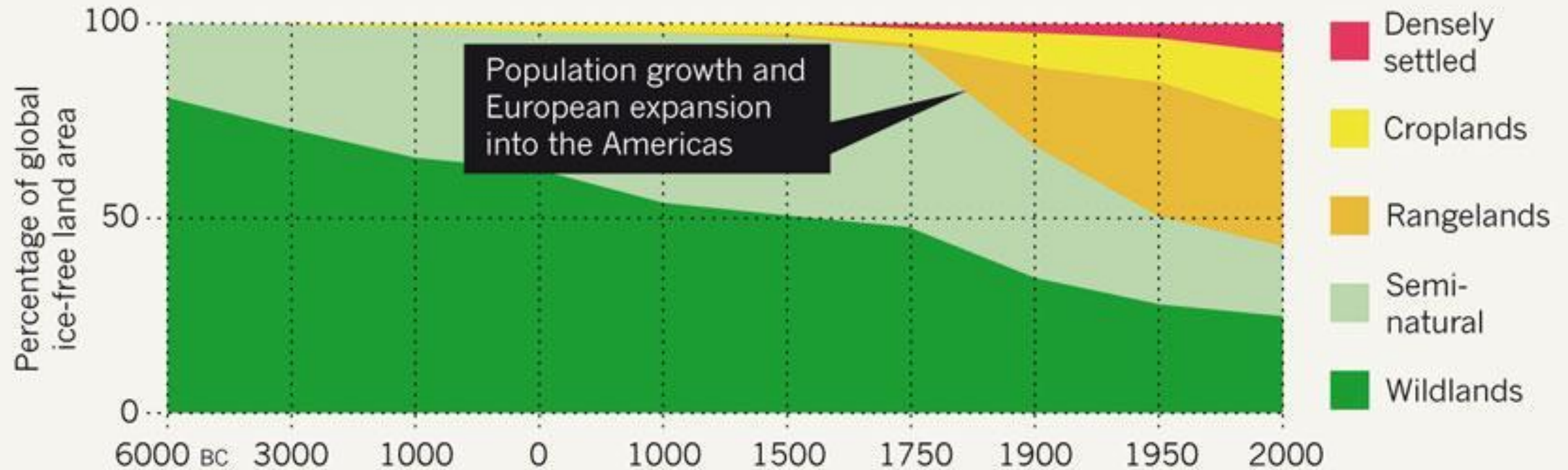
Биомы



Антромы

TRANSFORMATION OF THE BIOSPHERE

The effects of human intervention are now apparent on more than half of Earth's ice-free land mass.

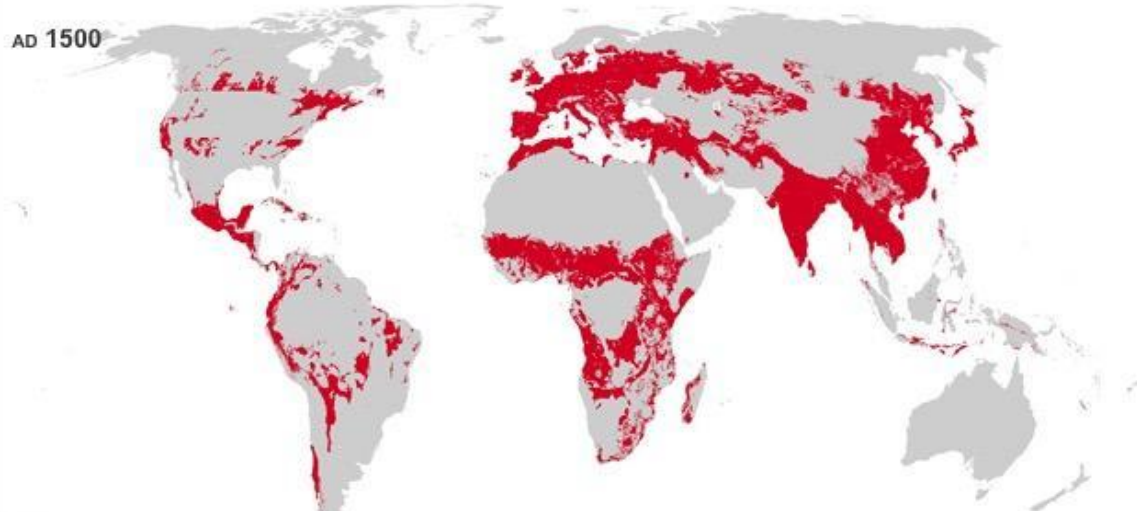


Interactive: Landscape architecture

A model of land use, based on human-population estimates, suggests that people modified substantial parts of the continents even thousands of years ago.

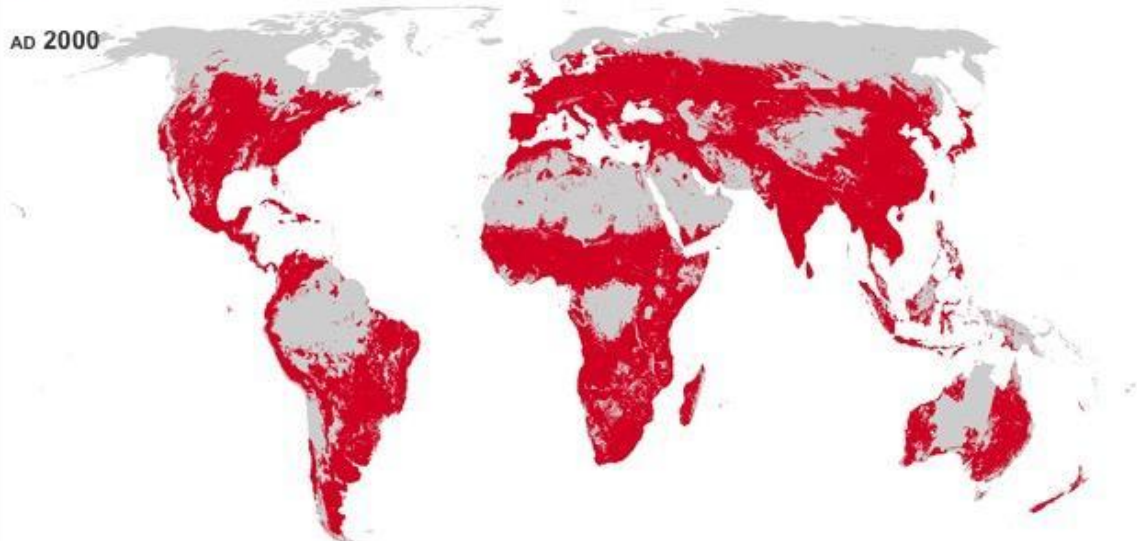
■ Land used intensively by humans.

AD 1500



■ Land used intensively by humans.

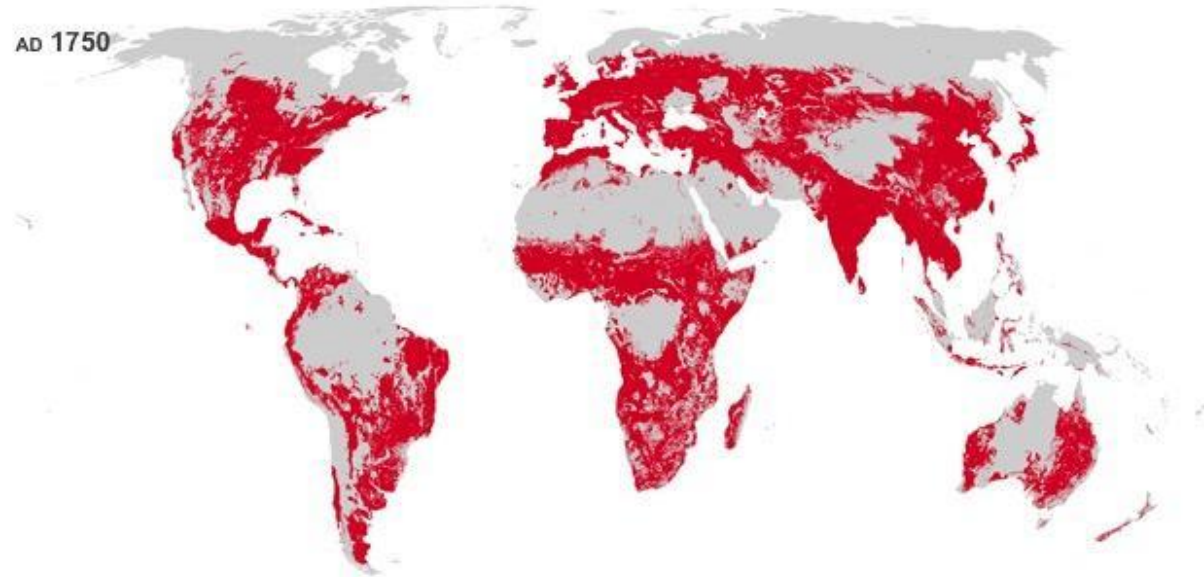
AD 2000



Интенсивно используемые человеком земли в 1500, 1750, 2000 гг.

■ Land used intensively by humans.

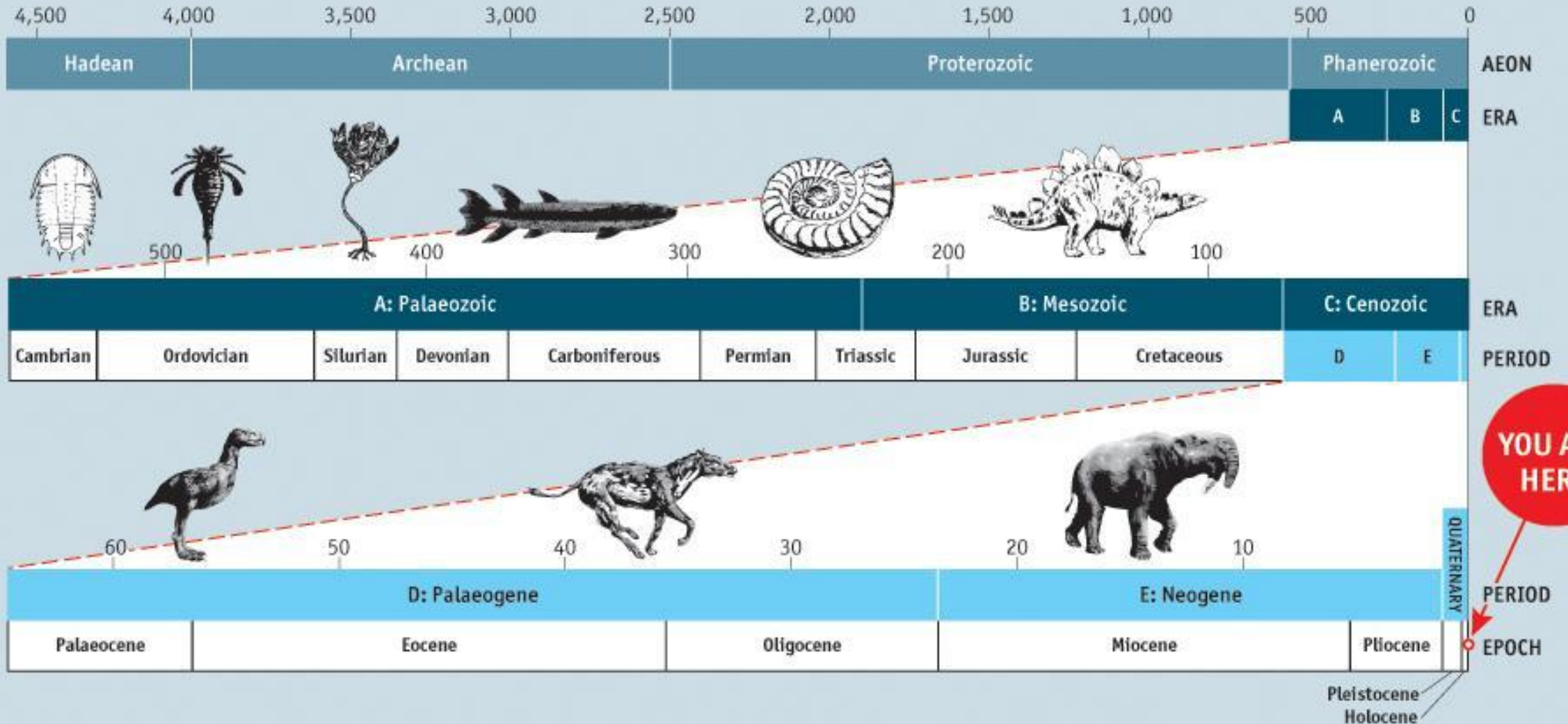
AD 1750



Геохронологическая шкала

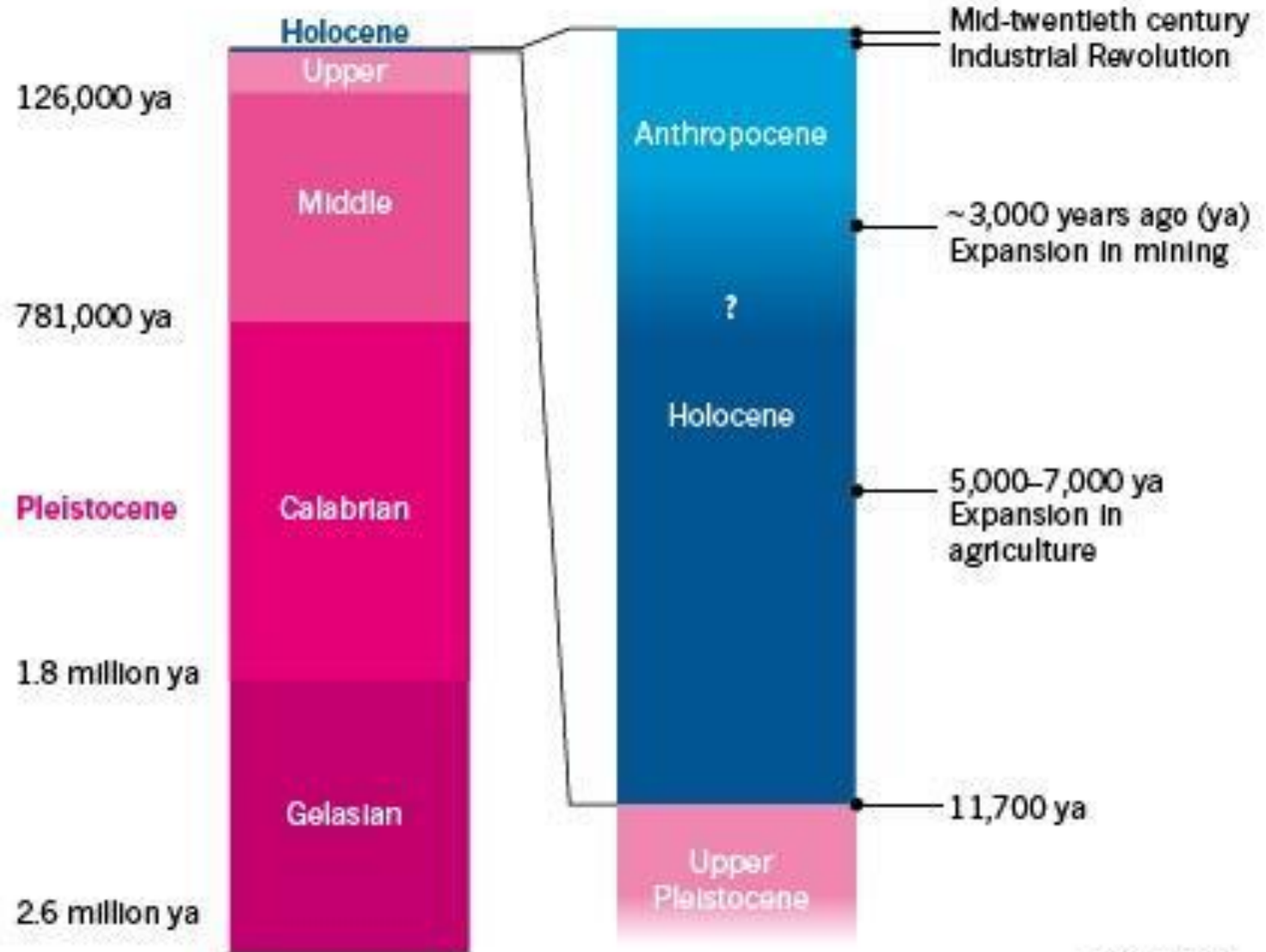
A geological timeline of the Earth

MILLIONS OF YEARS AGO



Геохронологическая шкала

The **Anthropocene** could be added as a new epoch on top of the Holocene. Or the timescale could remain unchanged, in which case the Anthropocene would function as an informal time unit.



©Nature

ШИРОКИЙ ОБЗОР

- 7** Антропоцен: научные споры, реальные угрозы
Лиз-Режане Исбернер и Филипп Лена
- 11** Человечество – геологическая сила
Дипеш Чакрабартти отвечает на вопросы Шираз Сидхви
- 15** Невыносимое бремя техносферы
Ян Заласевич
- 18** Золотая лягушка: спасти культурный символ Панамы
Карла Хименес Комри
- 20** Изменение климата как потенциальный источник конфликтов
Кейтлин Е. Уэррелл, Франческо Фемия
- 23** Взгляд из Доминики: антропоцен или капиталоцен?
Андреас Малм
- 26** Осторожно! Апокалиптический дискурс
Франсис Шаторено отвечает на вопросы Режиса Мейрана
- 28** Глоссарий по теме «Антропоцен»



Что
читать
по антропоцену?

Глоссарий по теме

«Антропоцен»

Для полного понимания дискуссий об антропоцене может оказаться недостаточно знаний только об этом понятии, предложенном в 1980-х годах американским биологом Юджином Ф. Стормером и получившем широкую известность в начале третьего тысячелетия благодаря нидерландскому метеорологу Паулу Крутцену. Предлагаем Вам ознакомиться с рядом ключевых терминов по этой теме.

Биоёмкость

Понятие биоёмкости предложили в начале 1990-х годов выпускник Высшей технической школы Цюриха Матис Вагнернагель и канадский эколог Уильям Рикс. В ходе исследования ресурсов планеты, необходимых для нужд той или иной человеческой деятельности, они определили два показателя: биоёмкость и экологический след (см. ниже). Начиная с 2003 года эти два показателя рассчитываются и разрабатываются неправительственной организацией *Global Footprint Network*, согласно которой биоёмкость представляет собой «способность экосистем производить ценные биологические ресурсы и поглощать отходы человеческой деятельности с учетом существующих способов управления и технологий добычи».

Великая дивергенция

Выражение «Великая дивергенция» (или «великое расхождение»), получившее распространение благодаря американскому историку Кеннету Померанцу, обозначает скачок в развитии промышленности, обусловивший разрыв между Европой и Китайской империей, начиная с XIX века. По мнению К. Померанца, благоприятными факторами для развития европейской экономики стали неравномерное географическое распределение запасов угля и освоение Нового Света.

Гено-культурная коэволюция

Согласно американскому социобиологу Эдварду О. Уилсону, наследственность обусловила развитие человеческого разума и культуры, включая язык, родственны у нас, религию и пр., а некоторые особенности культуры, в свою очередь, могут способствовать генетической эволюции благодаря стабилизации тех генов, которые дают членам группы с данным культурным поведением преимущество при естественном отборе. Идея о «коэволюции» генов и культуры вызвала критику со стороны ряда антропологов и биологов, утверждающих, что передача культурных черт представляет собой нерегулярное явление, не подчиняющееся законам дарвиновской эволюции. В частности, они приводят аргумент, что за последние 50 000 лет человеческая культура претерпела огромные изменения, в то время как генофонд человечества, за некоторыми исключениями, остался неизменным.

Геологическая эпоха

В соответствии с геохронологической шкалой истории Земли подразделяется на эоны, эры, периоды, эпохи и века. Для выделения в отдельный интервал каждое геохронологическое подразделение должно быть однородным и характеризоваться одинаковыми особенностями с точки зрения палеоэкологии (особенности климата), палеонтологии (виды ископаемых остатков) и седиментологии (состав осадочных пород, образованных в результате отложения продуктов жизнедеятельности организмов, разрушения почвы и торных пород, речных наносов и т. д.). Выработкой единых норм построения геохронологической шкалы занимается Международная комиссия по стратиграфии и Международный союз геологических наук (МСГН). Мы с вами живем в эпоху голоцена, связанного с возникновением оседлых человеческих сообществ и развитием сельского хозяйства. Если ученым удастся доказать наличие вышеупомянутых условий, в скором времени на шкале может появиться новая геологическая эпоха – антропоцен.

Капиталоцен

Термин был предложен американским социологом и историком Джейсоном Муром, считающим его более подходящим, чем «антропоцен». С его точки зрения, причиной глобального экологического кризиса, обусловившего наступление новой геологической эпохи, является капитализм. Другие ученые, в частности, французский историк Кристоф Бонни, предлагают дать новой эпохе еще более конкретное название – «коксиденталоцен». Этот термин, образованный от французского слова *occident* (запад), подразумевает, что в изменении климата виноваты промышленно развитые страны Запада, но никак не беднейшие страны мира.



Планета как единица измерения

Экологический след, традиционно измеряемый в глобальных гектарах, также можно выразить числом планет, необходимых для удовлетворения нужд человечества в определенный момент. Для оценки экологического следа страны рассчитывается число планет, которые потребовались бы населению всего земного шара, если бы оно потребляло столько же ресурсов, сколько и население данной страны. По недавним данным Всемирного фонда дикой природы (WWF), для обеспечения своих потребностей в ресурсах человечеству требуется 1,7 планеты.

Сферы

Согласно советскому ученому Владимиру Вернадскому, разработанному учение о биосфере в 1926 году, наша планета включает в себя пять различных оболочек, называемых сферами. Это литосфера – твердая оболочка Земли; биосфера, объединяющая в себе все живые организмы; атмосфера – воздушная оболочка планеты; техносфера, охватывающая результаты человеческой деятельности; и ноосфера – сфера разума, сформированная человеческим сознанием. Позднее другими учеными были выделены дополнительные оболочки: гидросфера (совокупность всех водных объектов планеты) и криосфера (вся масса льда на Земле).

Головокружение.
Литосфера французского художника
Антонена Малчиоди, 2018 г.
© Antonin Malchiodi (antoninmalchiodi.fr)

Период большого ускорения

Ученые сходятся во мнении, что начиная с 1950-х годов в изменении экосистем планеты значительно ускорилось и стало носить более глубокий характер под воздействием беспрецедентных масштабов массового потребления (в странах ОЭСР), небывалого увеличения численности населения Земли, стремительных темпов экономического роста и урбанизации. Американский химик Уилл Стеффен назвал это время «периодом большого ускорения» (*Great Acceleration*).

Техноископаемые

Ископаемыми называют окаменевшие остатки организмов и следов их жизнедеятельности. Соответственно, техноископаемые представляют собой остатки предметов технологического характера.

Техноразнообразие

Термин «биоразнообразие» обозначает все разнообразие экосистем, биологических видов и генофонда, а также взаимодействие этих трех категорий между собой в определенных условиях. По аналогии с ним, техноразнообразие – это разнообразие всех предметов, созданных с применением технологий, и материалов, используемых для их производства.

Техносфера

Техносфера – физическая составляющая окружающей среды, выходящая за пределы деятельности человека. Это взаимосвязанная глобальная система, включающая в себя людей, домашние животные, сельскохозяйственные угодья, машины, станки и приборы, а также города, заводы, дороги, сети, аэропорты и т. д.

Шестое вымирание

Крупными массовыми вымираниями называют относительно короткие (в несколько миллионов лет) периоды в геологической истории Земли, характеризующиеся исчезновением по меньшей мере 75 % видов наземных или морских растений и животных. Было выявлено пять таких периодов, самый известный из которых – мел-палеогеновое вымирание, произошедшее около 66 миллионов лет назад и получившее известность из-за вымирания динозавров. По мнению американского биолога Пола Эрлиха, сегодня мы являемся свидетелями шестого крупного вымирания, хотя на данный момент число исчезающих видов существенно ниже, чем во время предыдущих пяти вымираний: в период с 1900 по 2015 год ареал обитания 40% млекопитающих предположительно сократился на 80 %.

Экологический след

По определению НПО *Global Footprint Network*, этот термин обозначает «площадь биологически продуктивной земной и водной поверхности, необходимой для производства ресурсов, потребляемых отдельными людьми и человеческими сообществами непосредственно или в рамках какой-либо деятельности, и для поглощения соответствующих отходов, учитывая существующие технологии и методы управления ресурсами».