

СРЕДООБРАЗУЮЩИЕ ФУНКЦИИ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ И ЭКОЛОГОЦЕНТРИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Д.С. Павлов
Е.Н. Букварева

(bukvareva@gmail.com)

Институт проблем
экологии и
эволюции имени
А.Н. Северцова
РАН



Ресурсные функции биоразнообразия

Живая природа выполняет жизненно важные для человека функции (или экосистемные услуги), без которых мы не смогли бы существовать на Земле.

Живая природа – это **планетарная система жизнеобеспечения человечества.**

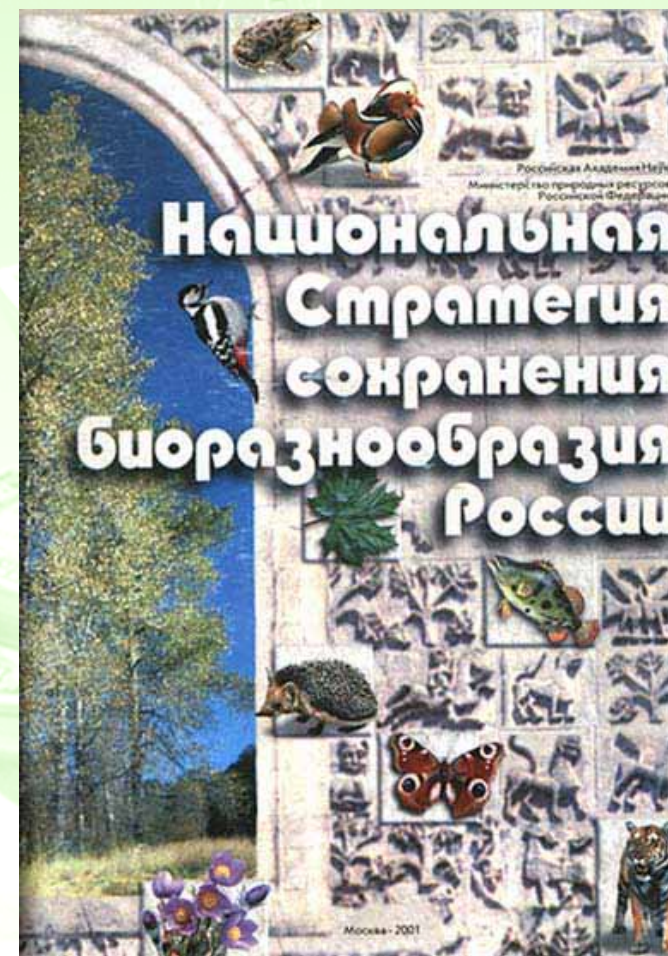
В Национальной Стратегии сохранения биоразнообразия России (2001) его основные функции, необходимые для человека, определены следующим образом

Средообразующие* – поддержание биосферных процессов на Земле и формирование благоприятных для жизни человека условий (в международных документах средообразующие функции делятся на «поддерживающие» и «регулирующие»)

Продукционные – создание биологической продукции – продуктов питания и разнообразного сырья для многих отраслей экономики

Информационные – хранение накопленной в результате эволюции информации о структуре и функционировании биологических систем (включая генетическую информацию)

Духовно-эстетические – влияние живой природы на развитие культуры и мировоззрения людей, формирование комфортного для человека облика окружающей среды



Производственные функции

Лучше всего мы умеем учитывать ценность производственной функции – в тоннах, кубометрах, миллиардах долларов...

Объемы мирового экспорта в 2002 г. (www.fao.org)

Экспорт древесины и бумаги

139 млрд. \$

около **2%** от всего мирового экспорта
(в 3 раза меньше экспорта сельскохозяйственной продукции)

Экспорт рыбопродукции (суммарный)

58, 2 млрд. \$

менее **1%** от всего мирового экспорта
(в 8 раз меньше экспорта сельскохозяйственной продукции)

Доля в ВВП России в 2007 г. (www.gks.ru)

Лесной комплекс – **1,1%**

Рыболовство и рыбоводство – **0,2%**



Информационные и духовно-эстетические функции

Механизмы интеграции в экономику ценности информационных функций биоразнообразия быстро развиваются благодаря распространению биотехнологий и развитию познавательного экологического туризма (возможно, сюда можно отнести также использование гедонистических подходов при оценке недвижимости).



Объемы мировых рынков генетических ресурсов и экологического туризма сегодня уже сопоставимы с экономической значимостью биоресурсов

98 млрд. долларов – оборот лекарств и косметической продукции, полученных с использованием **природных генетических ресурсов**

30 млрд. долларов – оборот **экологического туризма** (2000 г.)

Для сравнения:

86 млрд. долларов – мировой экспорт **рыбопродукции** (2006 г)

64 млрд. долларов – стоимость заготовленной **древесины** (2005 г)

По данным проекта ТЕЕВ объем рынка генетических ресурсов ПРЕВЫШАЕТ рынки морепродуктов и древесины

*(The International Regime for Bioprospecting, 2003;
The state of world fisheries and aquaculture. FAO. 2007;
Global Forest Resources Assessment 2005 FAO. Rome, 2006)*

Интеграция ценности экосистемных функций в экономику

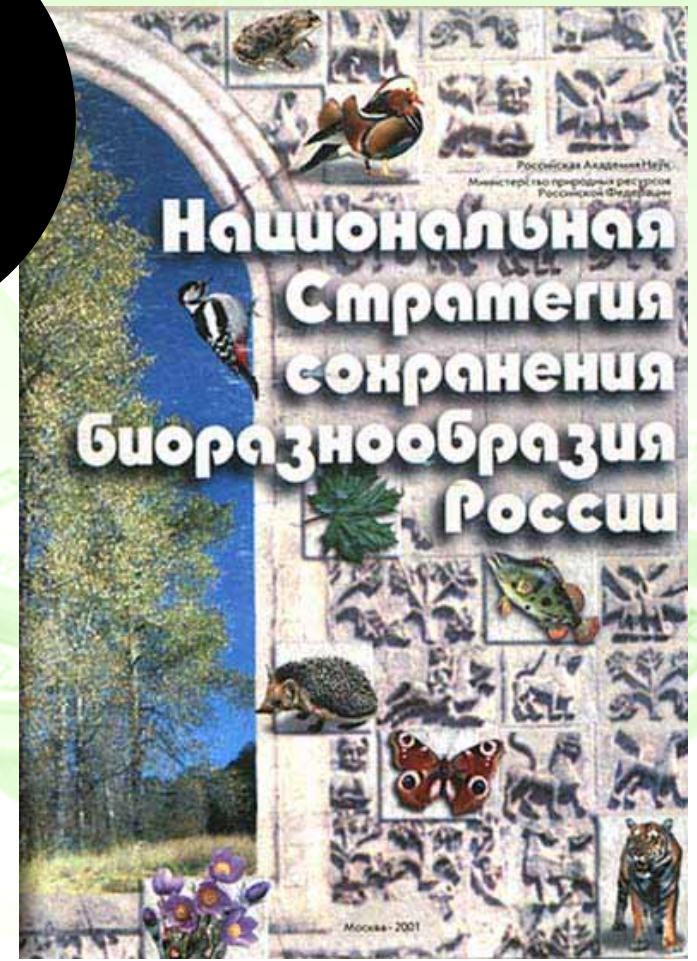
Если напротив продукционной и информационных функций мы можем поставить плюсы (один побольше, другой – поскромнее), то напротив механизмов интеграции в экономику средообразующих функций у нас окажется огромный минус...

Средообразующие* – поддержание биосферных процессов на Земле и создание благоприятных для жизни человека условий (в международных документах средообразующие функции делятся на «поддерживающие» и «регулирующие»)

Продукционные – производство биологической продукции – продуктов питания и сырья для многих отраслей промышленности

Информационные – хранение накопленной в результате эволюции информации о структуре и функционировании биологических систем (включая генетическую информацию)

Духовно-эстетические – влияние живой природы на развитие культуры и мировоззрения людей, формирование комфортного для человека облика окружающей среды



Основные средообразующие функции

Именно средообразующие функции являются самыми важными для человечества и биосферы в целом. Непрерывная деятельность живых организмов создает и поддерживает пригодные для жизни человека условия среды



Основные хранилища (млрд. т) и потоки (млрд. т/год) углерода

Основной регулятор углеродного цикла – это природные экосистемы. **Мощность наземной части природной системы регуляции углеродного цикла снижена человеком наполовину**, так как более половины наземных природных экосистем уничтожены или существенно трансформированы человеком.

Значения запасов углерода в разных хранилищах могут перекрывать друг друга, например, часть углерода, находящегося в мерзлоте, может быть учтена в запасах почвы и т.п.



Остается в атмосфере **3,2**

Атмосфера **720**

Антропогенные выбросы
8,5-13
4%-7%

Выделение природными экосистемами
195-225
93%-96%

2,9 **2,4**
Поглощение природными экосистемами

Человек нарушил половину наземной системы регуляции цикла углерода

Промышленность
6,9-7,5

Землепользование
1,6-2,5

45-60 **60-75**

Дыхание растительности **Дыхание почвы**

90 **100-120**
Фотосинтез наземной растительности

Выделение с поверхности океана

90
Поглощение океаном около

Биомасса
500-1000

Почва
1500-2300

Мерзлота
1 м **500**
3 м **1700**
100 м **9600**

Биомасса
1 - 2

Поверхностный слой
670

Торф
250-550

Органический растворенный углерод
1000

Глубокие слои
37000

Уголь **Нефть и газ**
4000 - 5000
в т.ч. рентабельные **менее 1000**

Газовые гидраты
тысячи

Использованы данные: Falkowski et al., 2000; Заварзин, Кудеяров, 2006; IPCC, 2007; Jobbagy et al., 2000; Tarnocai et al., 2009; Shuur et al., 2008; Parish et al., 2008; House et al., 2002; Kvenvolden, 1999; Meinshausen et al., 2009).

Основные климаторегулирующие функции экосистем

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ

процессы

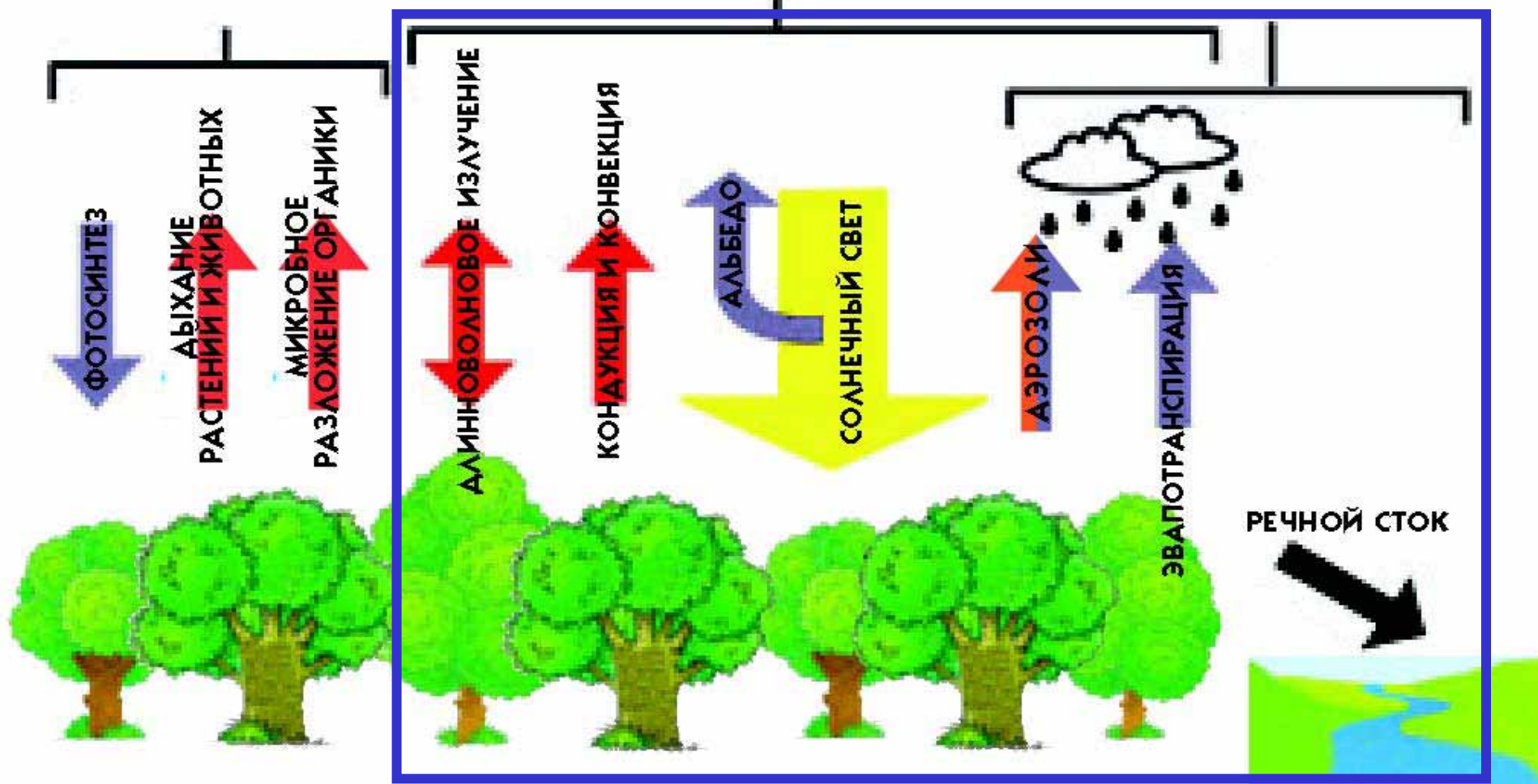
Потоки парниковых газов

БИОГЕОФИЗИЧЕСКИЕ

процессы

Энергетический баланс

Водный баланс



Синие стрелки показывают «охлаждающий» эффект, красные – «нагревающий»

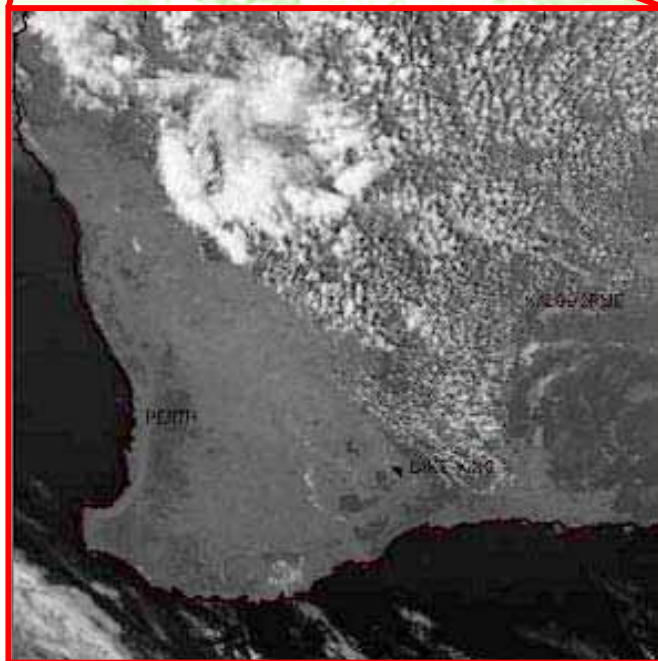
(по Chapin et al., 2008, с изменениями)

Биогеофизические климаторегулирующие функции экосистем



Один из наиболее ярких примеров влияния растительности на региональный климат можно наблюдать на юго-западе Австралии, где за последние 100 лет 13 млн. га природных сообществ были переведены в сельскохозяйственные поля и отгорожены забором для защиты от вредителей («кроличья изгородь»). В результате образовались примыкающие друг к другу, но четко разграниченные обширные территории с разной растительностью, которые хорошо различаются даже из космоса.

Природная растительность поглощает больше солнечного света (выглядит темнее), над ней формируются восходящие потоки влажного воздуха, который, поднимаясь выше, образует облака. Над полями, наоборот, с высоты опускается сухой воздух, а нижний слой воздуха вместе с испаренной влагой, «затягивается» на территорию с естественной растительностью. **В результате формирования такой локальной атмосферной циркуляции над природной растительностью осадки увеличивается на 10%, а над полями уменьшаются на 30%.** Различия в плотности облаков над природной и сельскохозяйственной зоной хорошо заметны из космоса (Chapin et al., 2008; Lyons, 2002; Nair, 2009).



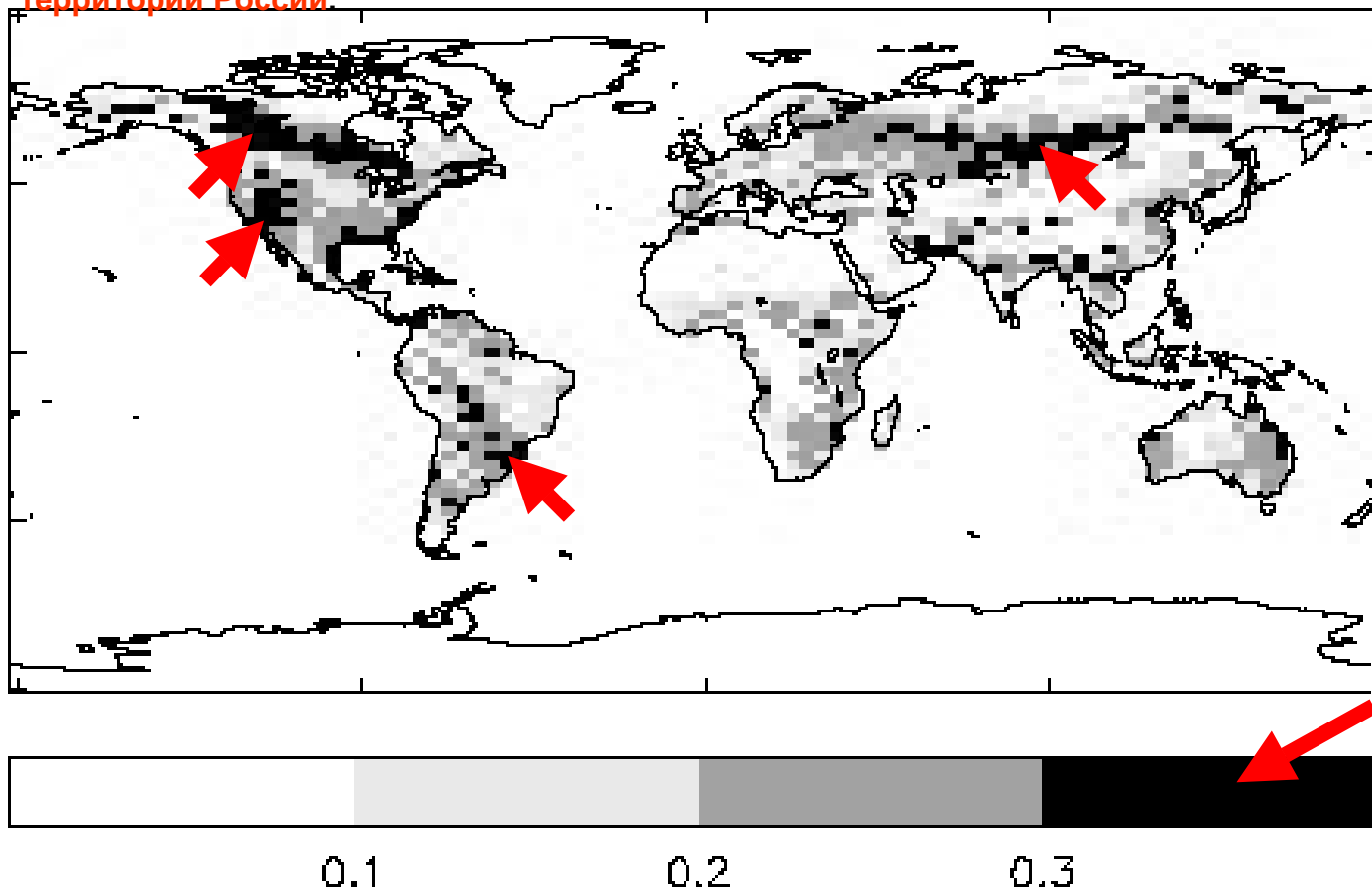
Формирование облаков над естественной растительностью



Биогеофизические климаторегулирующие функции экосистем

Испаряя существенную часть воды, которая поступила с осадками (одновременно уменьшая сток воды), экосистемы осуществляют функцию рециклирования воды над сушей, благодаря чему в данном регионе осадков выпадает больше, чем их приносят воздушные течения с морей и океанов. Коэффициент циркуляции для лесных территорий составляет до 50 % (для бореальных экосистем - в летнее время) (Szeto, Liu, Wong, 2008; Eltahier, Bras, 1994)

Моделирование циркуляции атмосферы с учетом испарения воды растительностью показывает, что экосистемы могут существенно увеличивать количество осадков во внутриматериковых областях, в том числе на территории России.



Моделирование роли растительности в формировании цикла воды над сушей

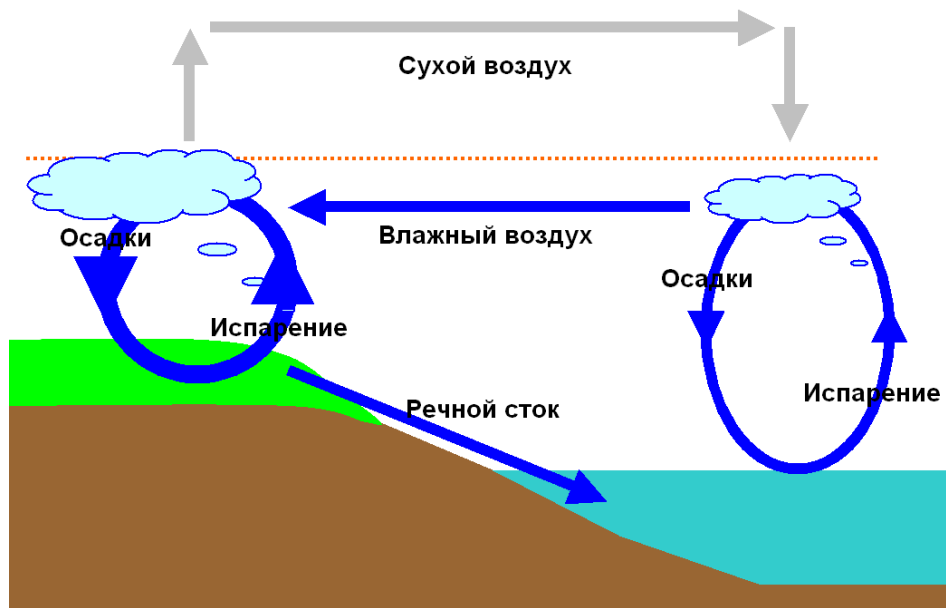
30% увеличение регионального цикла осадков

Результаты моделирования показывают, насколько растительность увеличивает долю воды (из количеств, поступившего с осадками в данный регион), которая испаряется и формирует локальные осадки (разница между показателями отношения эвапотранспирации к количеству осадков при существующей растительности и без растительности). Черные пиксели соответствуют увеличению доли воды, вовлеченной в региональный цикл осадков более, чем на 30% (Betts, 1999).

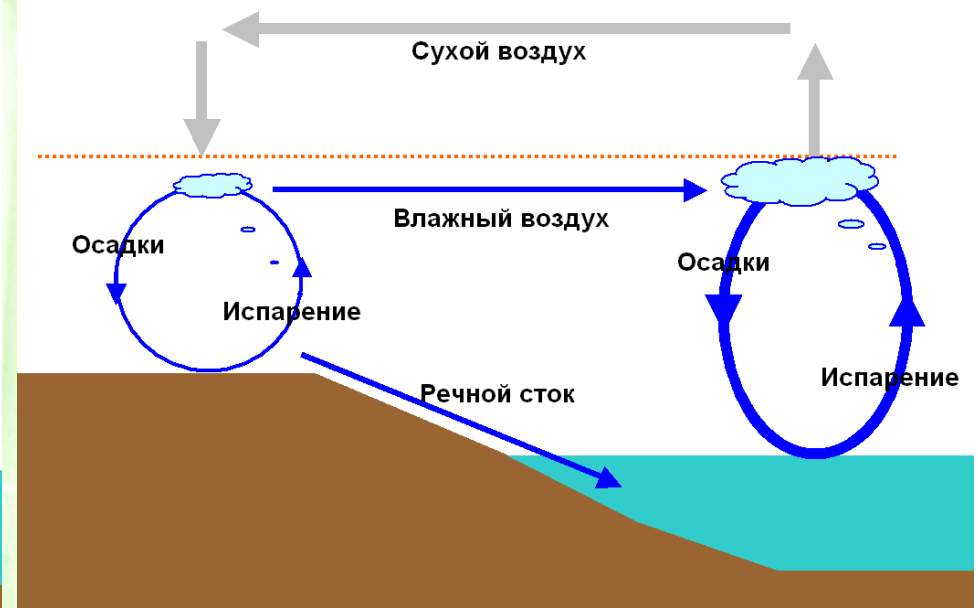
Биогеофизические климаторегулирующие функции экосистем

«Биотический насос атмосферной влаги» (Горшков, Макарьева, 2006).

Потоки воздуха при наличии природной растительности



Потоки воздуха без растительности

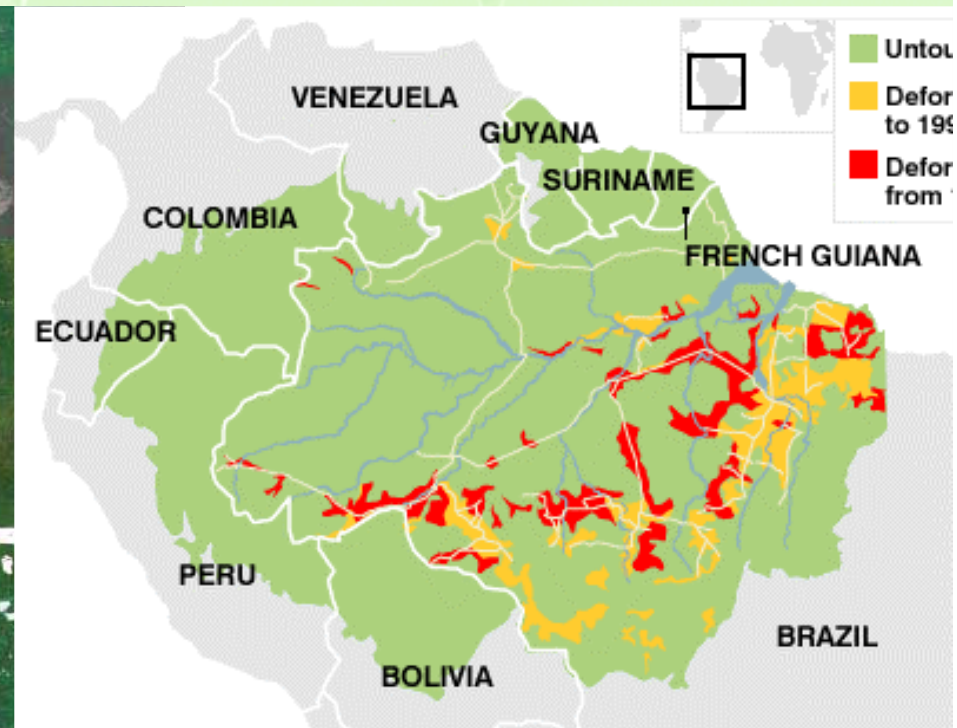
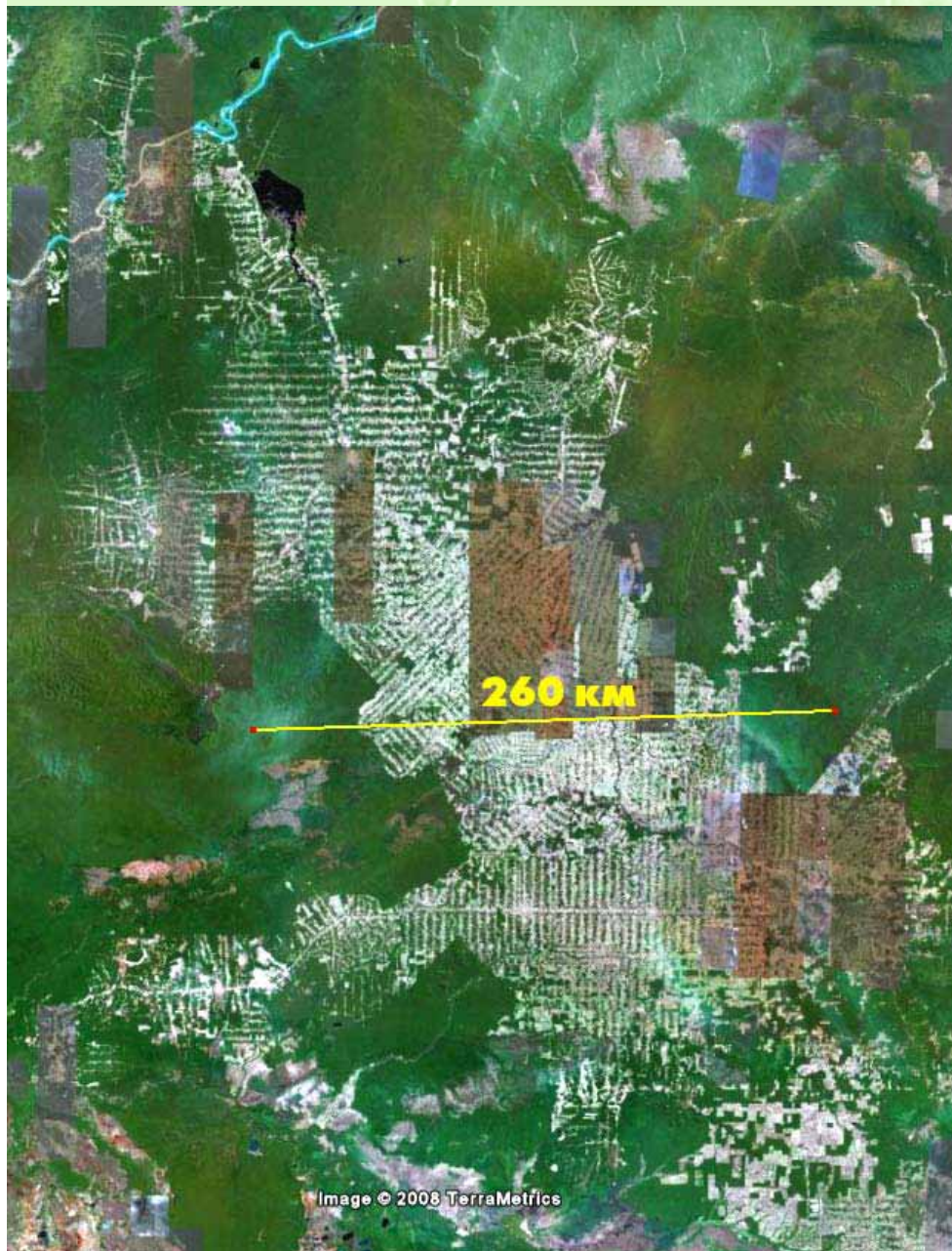


Испарение лесами огромного количества влаги формирует режим циркуляции воздушных масс, увеличивающий поступление влажного воздуха от океана вглубь континента. В упрощенном виде этот механизм держится на двух физических закономерностях:

- влажный воздух не поднимается на большую высоту, так как на большой высоте из-за охлаждения влага конденсируется и выпадает в виде осадков, влажный воздух переносится только в приземном слое атмосферы
- В приземном слое воздух всегда движется из области с меньшим испарением в область с большим испарением (физическое обоснование этой закономерности есть).

Эти две закономерности определяют то, что при наличии леса влажный воздух идет со стороны океана на континент и увеличивает количество осадков, а при уничтожении растительности направление движения воздуха в приземном слое меняется на противоположное и начинается иссушение климата и сокращение стока рек.

Масштабное уничтожение лесов ведет к иссушению регионального климата



- Сохранившиеся леса
- Леса, уничтоженные до 1997 г
- Леса, уничтоженные с 1998 по 2006 гг.

Наибольшая скорость сокращения лесов сегодня наблюдается в бассейне Амазонки

(Global Forest Resources Assessment, 2005)

Масштабное уничтожение лесов ведет к иссушению регионального климата

Для бассейна Амазонки показано, что по мере роста обезлесенной площади наблюдается тенденция сокращения осадков, иссушения и потепления регионального климата, увеличения пожаров

Положительная обратная связь между сокращением площади леса и иссушением климата

ведет к образованию двух потенциально устойчивых состояний – тропического леса и сухих саванноподобных сообществ

Вырубка более 30% лесов может привести к необратимому изменению экосистем и климата в регионе

(Da Silva, Avissar, 2006; Da Silva, Werth, Avissar, 2008; Foley et al., 2007; Ecosystems and human well-being: current state and trends, 2005; Oyama, Nobre, 2003; Nepstad et al., 2008; Phillips et al., 2009)



Увеличение вероятности и силы пожаров



Дальнейшая деградация лесов

Иссушение регионального климата



Тропический лес



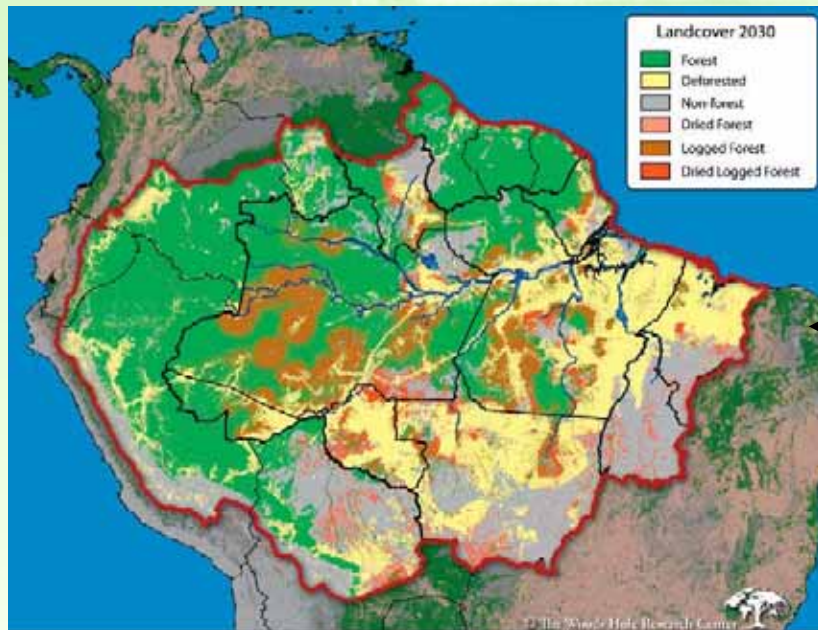
Вырубки



Саванноподобные сообщества



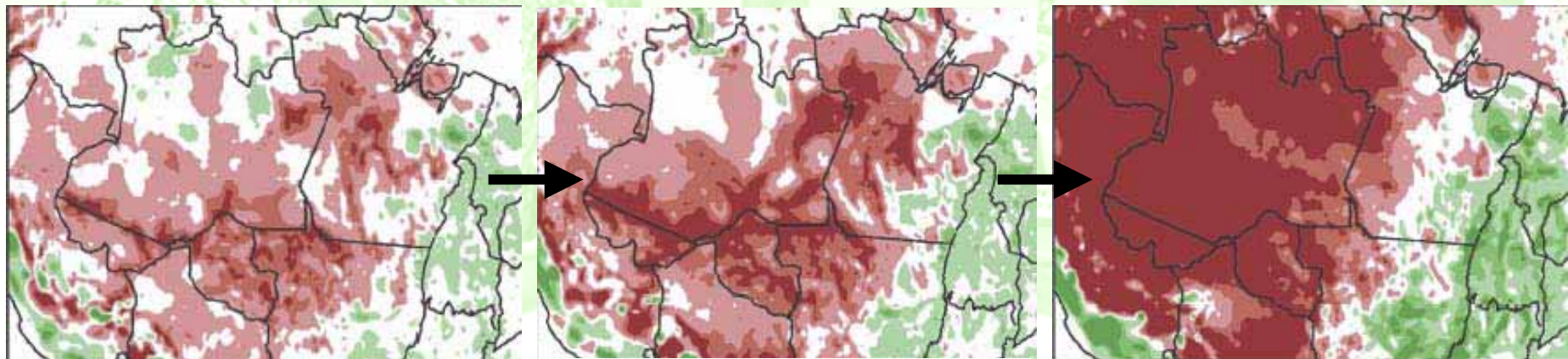
Масштабное уничтожение лесов ведет к иссушению регионального климата



← Прогнозируемое состояние бассейна Амазонки к 2030 г при сохранении современных климатических условий и наблюдаемых темпов уничтожения лесов

Прогноз изменения регионального климата при сохранении современной скорости уничтожения лесов

Прогнозируемое изменение количества зимних осадков (мм)



2030 г.

2050 г.

Сценарий полного уничтожения лесов

Увеличение вероятности и силы засух

Засуха 2005-2007 гг.
привела к
обмелению
Амазонки,
прекращению
судоходства,
массовой гибели
рыбы.

Десятки тысяч людей
остались без чистой
воды и пищи,
возникла опасность
эпидемии, регион
был объявлен зоной
бедствия

(РИА «Новости», 2005,
<http://www.rian.ru/weather/20051017/41795248.html>)



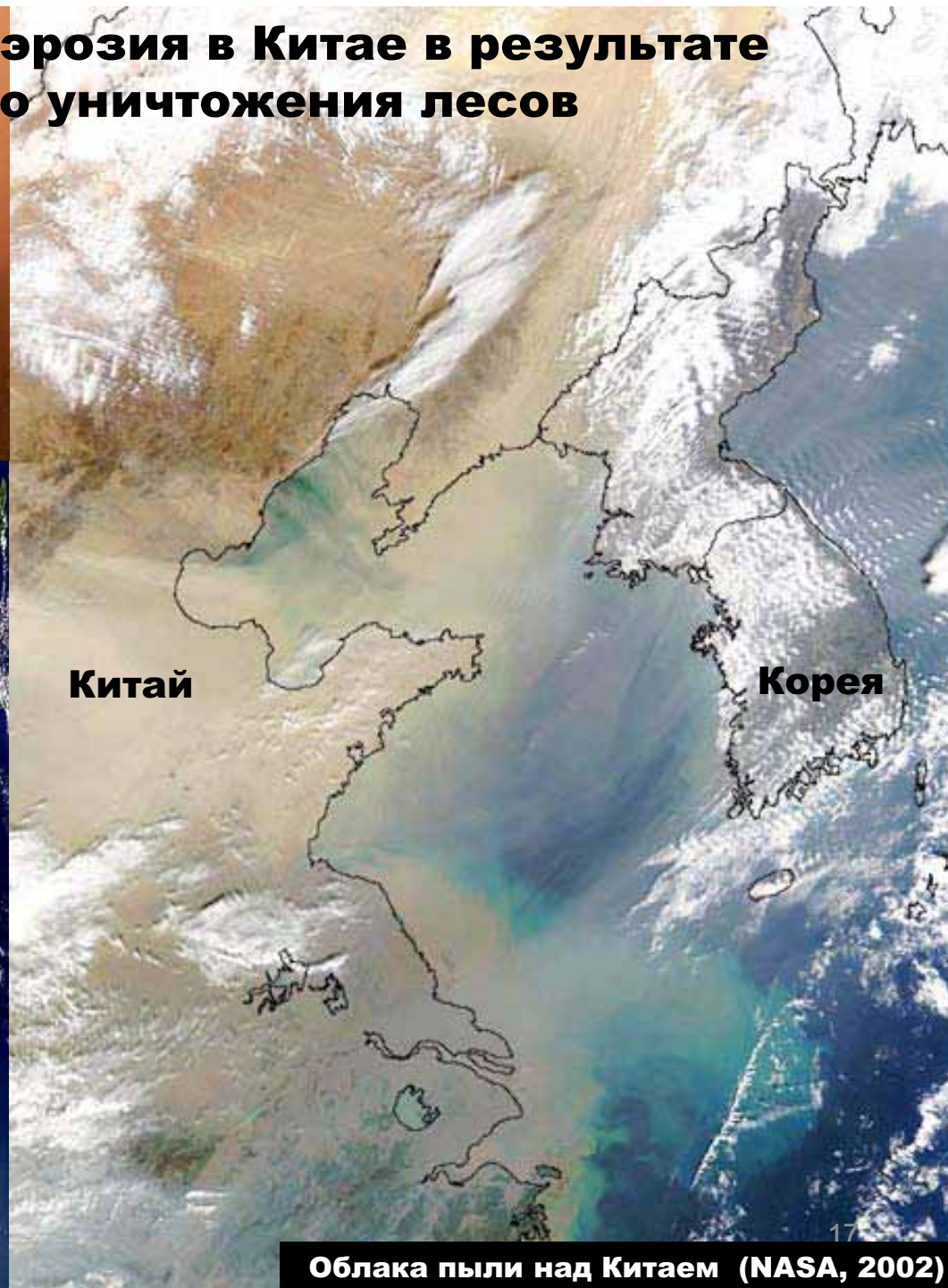
Эрозия почвы



Бассейн р. Токантис

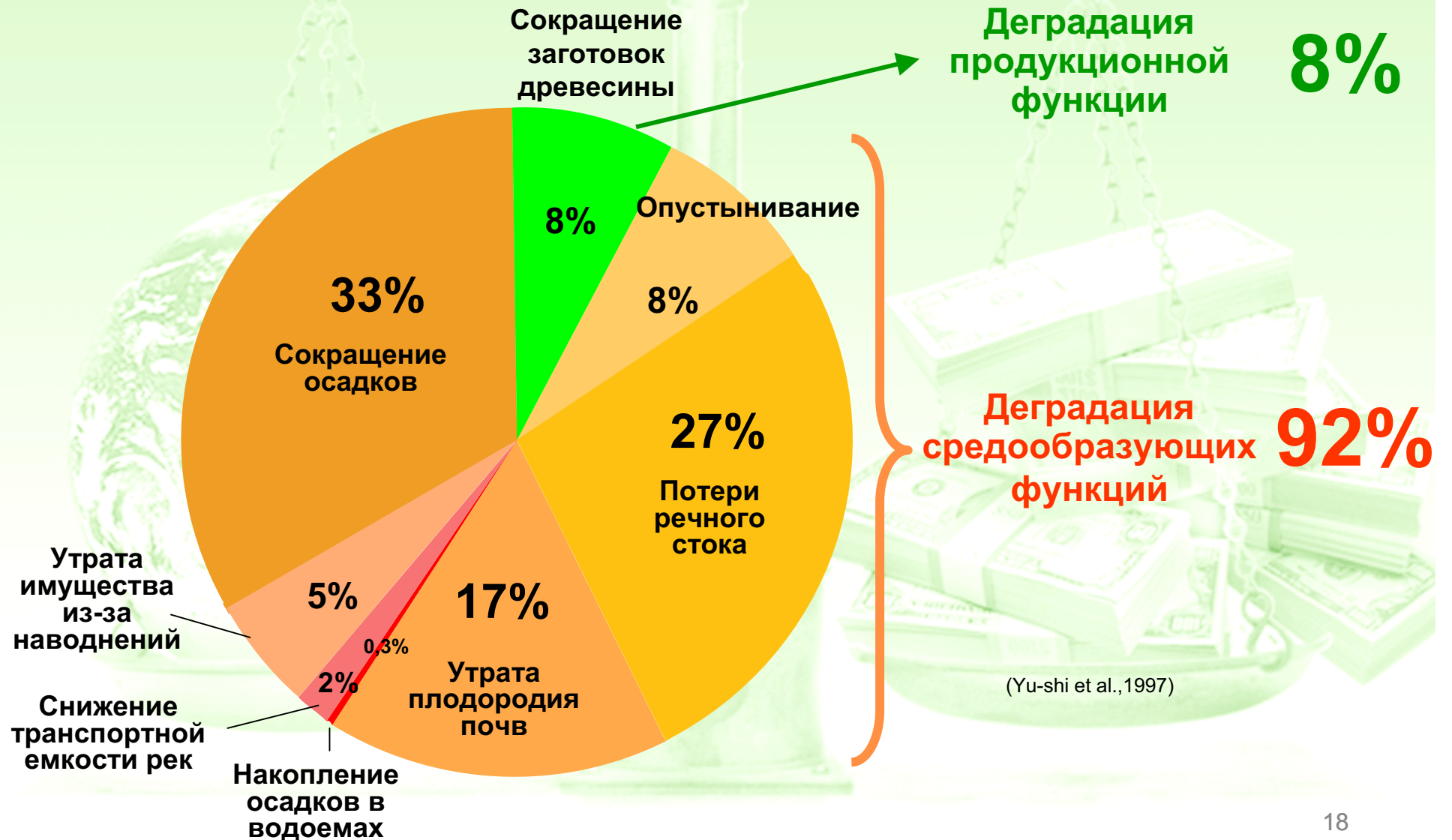
Ветровая и водная эрозия в Китае в результате масштабного уничтожения лесов

Пыльная буря
в Пекине



Экологический ущерб из-за уничтожения лесов в Китае

Ежегодный экономический ущерб от уничтожения лесов в начале 1990-х гг. составлял **12% ВВП**



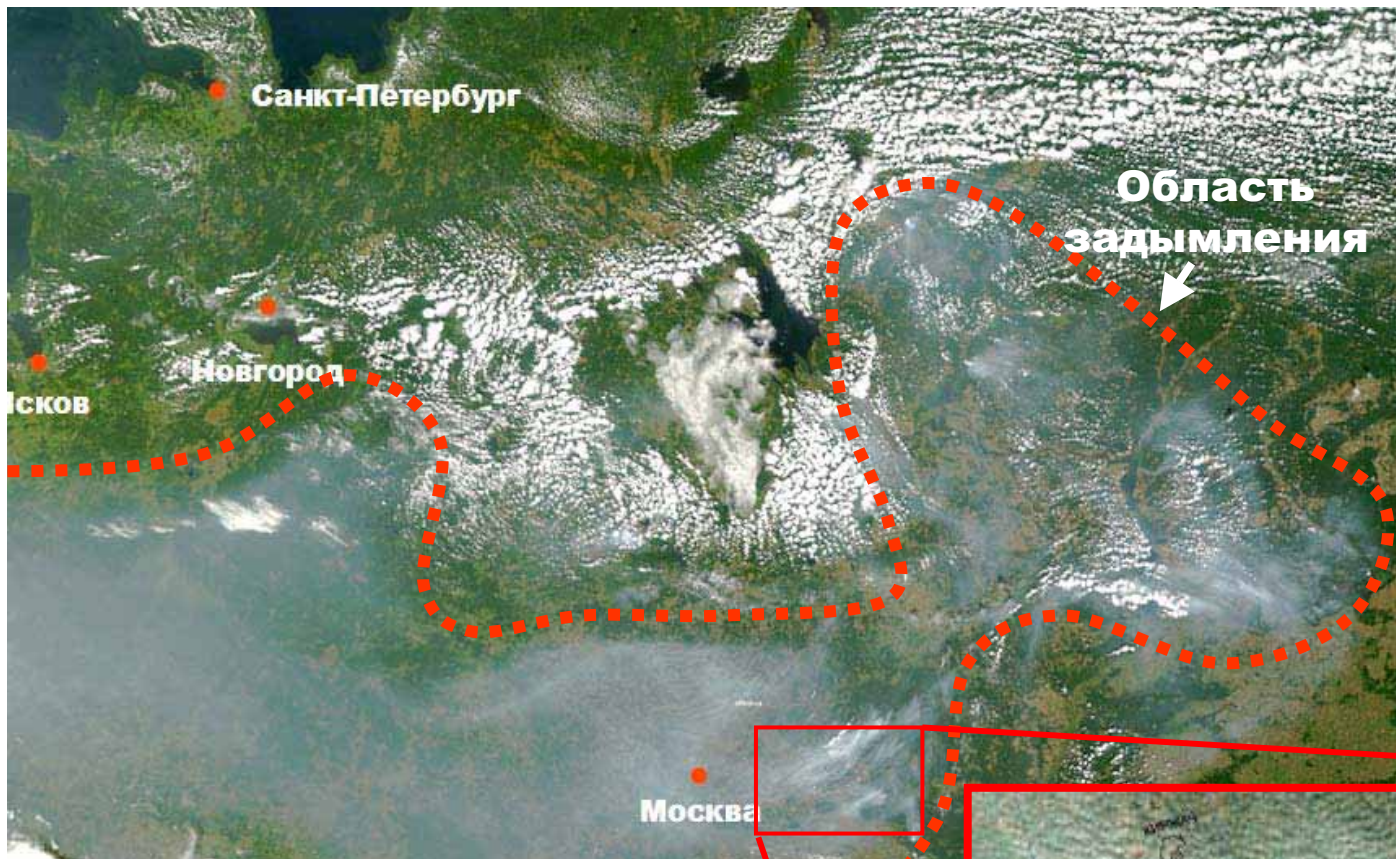
Панамский канал: дешевле посадить лес, чем бороться с эрозией

Страховые компании, обслуживающие пользователей Панамского канала, подсчитали, что финансирование восстановления лесов вокруг канала выгоднее, чем постоянная очистка его русла от грунта и почвы, сносимых с берегов в результате эрозии

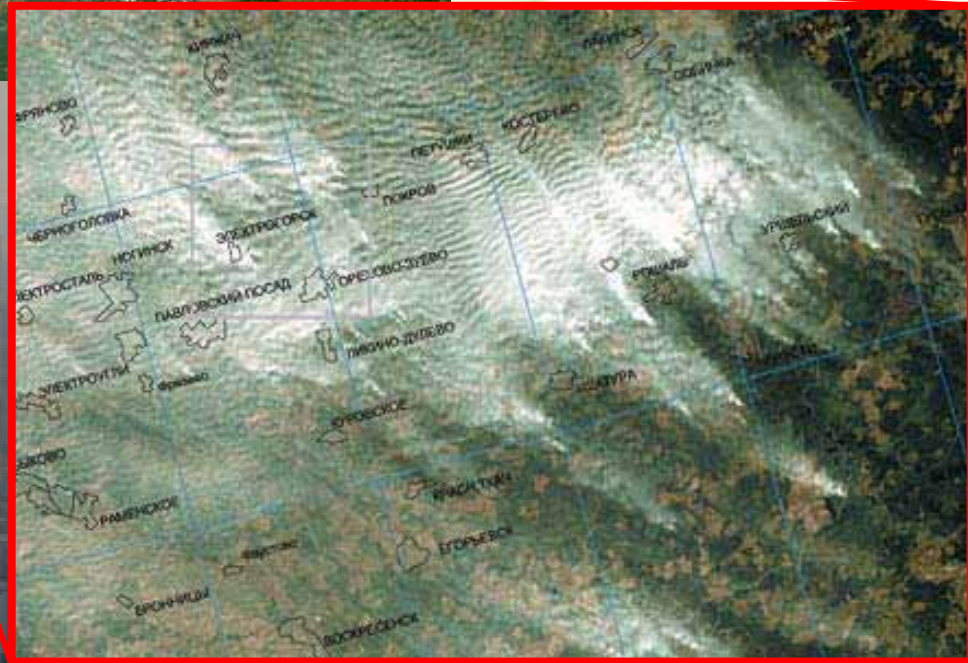
(Valuing ecosystem services..., 2004; Payments for ecosystem services getting started: a primer. 2008):



Работы по очистке русла канала от оползня



Ущерб от лесных и торфяных пожаров в Центральном и Северо-Западном округах в начале 2000-х гг. – результат утраты водорегулирующей функции осушенных болот



Увеличение ущерба от наводнений из-за уничтожения лесов и водно-болотных угодий

Наводнение в 1993 г. в США в бассейнах рек Миссисипи и Миссури

Инвестиции **2-3 млрд.** долларов в восстановление водно-болотных угодий и заболоченных лесов в верховьях рек Миссисипи и Миссури

могут предотвратить **ущерб в 16 млрд.** долларов от возможного наводнения

(Postel, 2008)

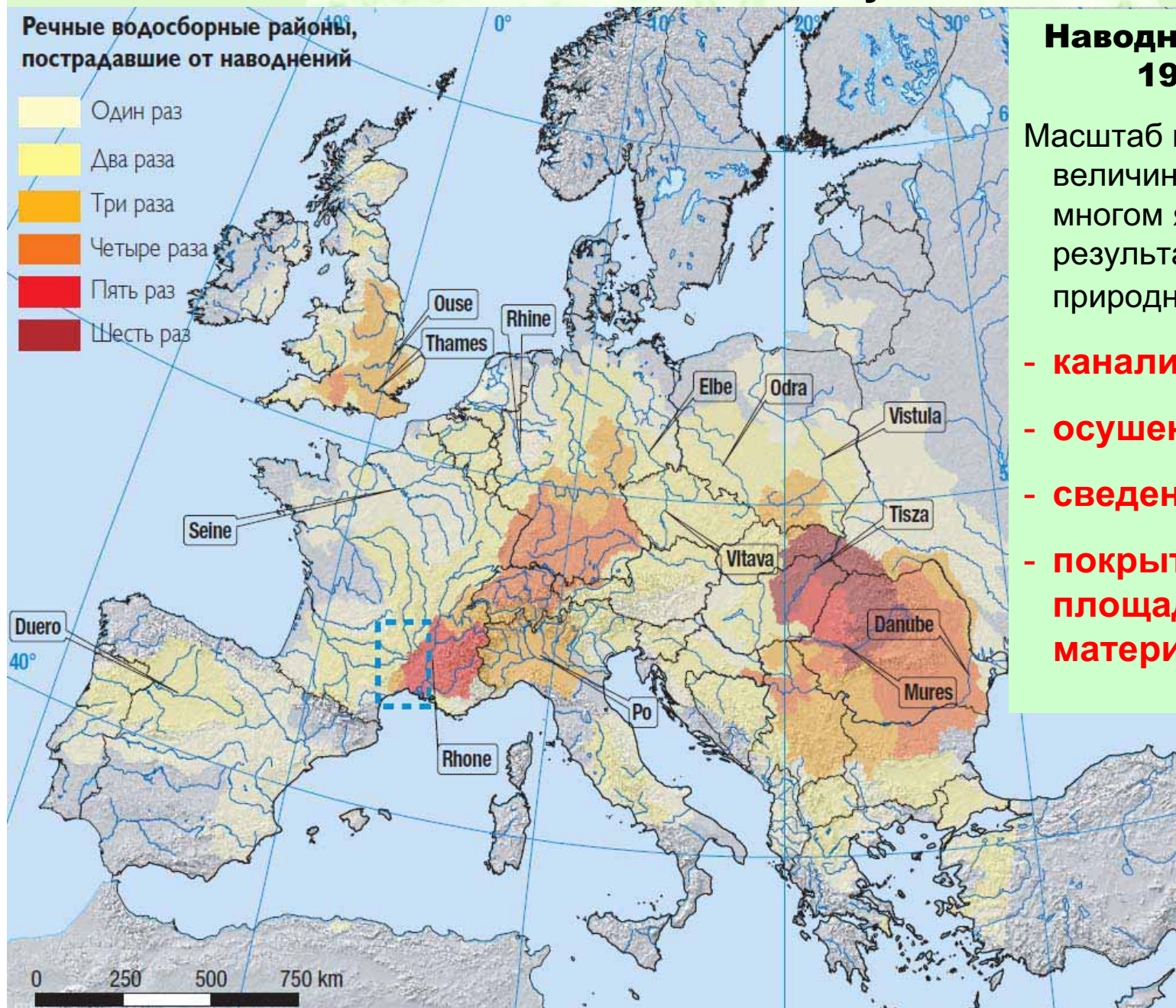
Увеличение ущерба от наводнений из-за уничтожения лесов и водно-болотных угодий

Наводнения в Европе 1998-2002 гг.

Масштаб наводнений и величина ущерба во многом явились результатом уничтожения природных экосистем:

- канализации рек
- осушения болот
- сведения лесов
- покрытия больших площадей твердыми материалами

- Ежегодник GEO, 2007



Уничтожение прибрежных водно-болотных угодий



Увеличение ущерба от ураганов и цунами

Последствия цунами в
Индийском океане, 2004



Последствия урагана
Катрина, США, 2005



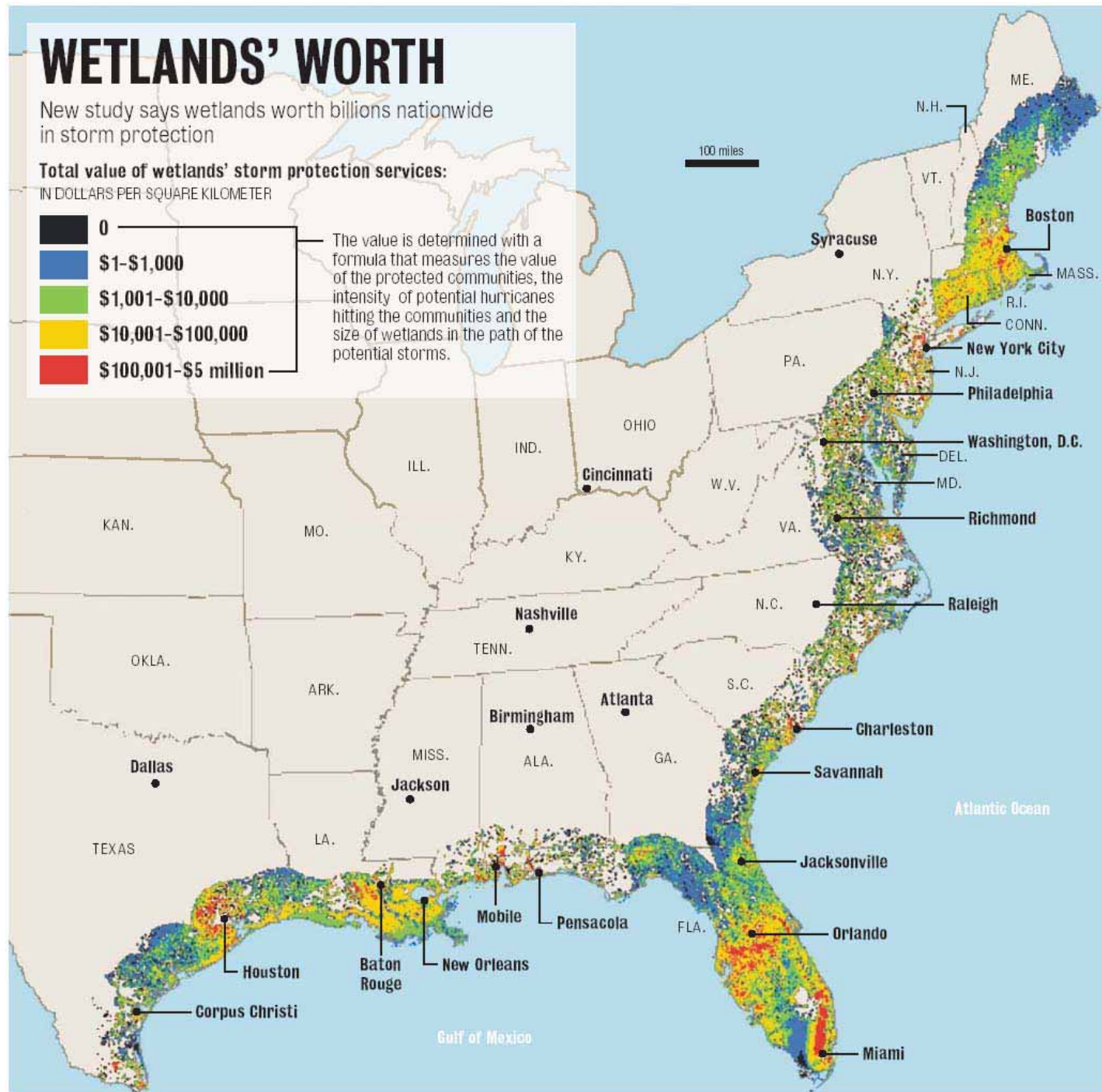
WETLANDS' WORTH

New study says wetlands worth billions nationwide in storm protection

Total value of wetlands' storm protection services:
IN DOLLARS PER SQUARE KILOMETER



The value is determined with a formula that measures the value of the protected communities, the intensity of potential hurricanes hitting the communities and the size of wetlands in the path of the potential storms.



Стоимость функций прибрежных водно-болотных угодий по защите от штормов и ураганов в США

23,2 млрд. \$
В ГОД

(Costanza et al., 2008)

Программы по восстановлению прибрежных ВБУ в целях защиты от ураганов и цунами



Посадки мангровых деревьев

(Global Environment Outlook 4, 2007)

Болотоведы планируют проект по восстановлению ВБУ в Новом Орлеане



Если бы раньше было представление об их ценности – может быть не пришлось бы сегодня восстанавливать?

Еще примеры

Во многих странах (страны Центральной и Южной Америки, Индия, ЮАР, США, Вьетнам (<http://vietnam.usaid.gov/?q=node/69>)) развиваются механизмы оплаты владельцами небольших гидроэлектростанций экосистемной услуги лесов в верховьях рек по поддержанию постоянного речного стока

(Valuing ecosystem services..., 2004; Payments for ecosystem services getting started: a primer. 2008)

Мини- и микрогидроэлектростанции

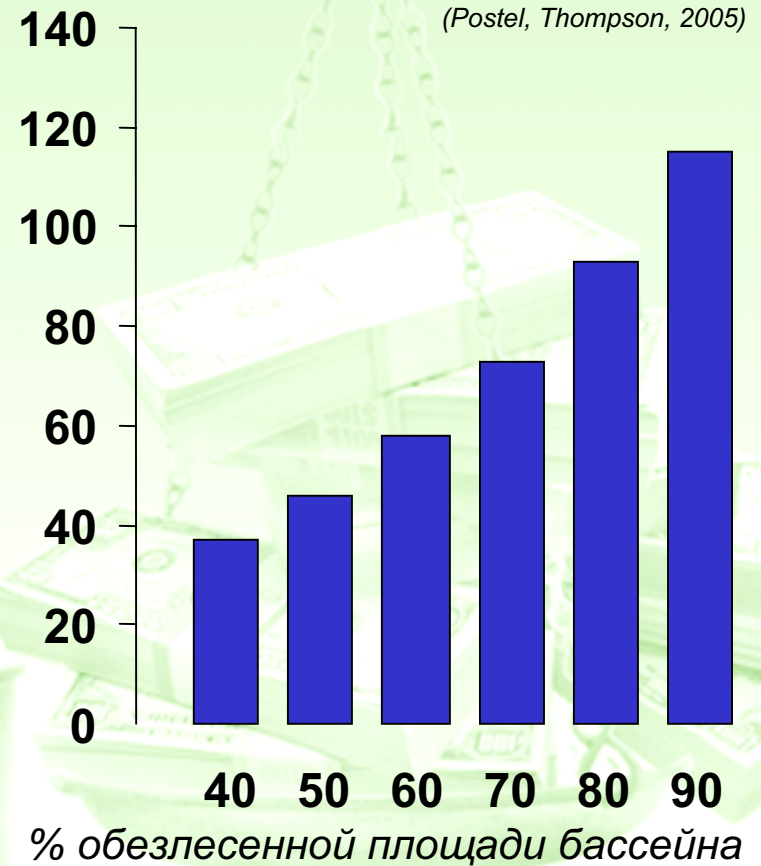


Экосистемная функция очистки воды

Стоимость очистки воды
растет по мере снижения
площади лесов в речном
бассейне

Стоимость очистки 1 галлона воды
(данные по 27 речным бассейнам США)

Стоимость
очистки 1
галлона, \$



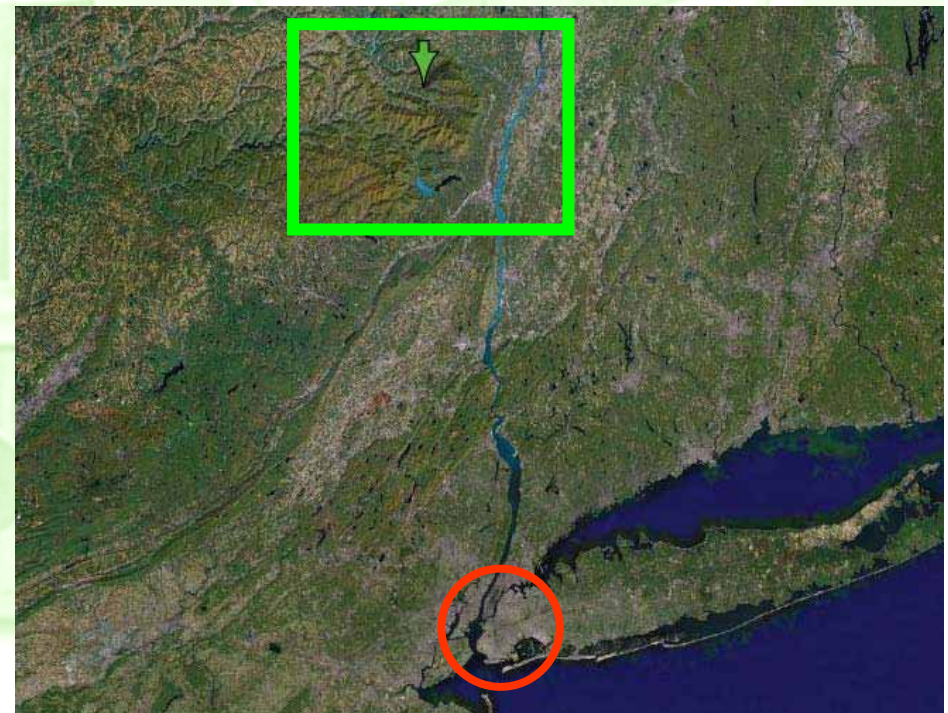
Хрестоматийный пример с водообеспечением Нью-Йорка



Водосборный бассейн Catskills/Delaware дает 90% питьевой воды для Нью-Йорка. Уничтожение природных экосистем в бассейне и развитие сельского хозяйства привели к тому, что качество воды опустилось ниже приемлемого уровня. К 1996 Нью-Йорк оказался перед выбором:

- **строить систему фильтрации воды стоимостью около 6 млрд. долларов**
 - **принять меры по сохранению и восстановлению экосистем бассейна стоимостью 1 – 1,5 млрд.**
- Был выбран второй вариант.

Стоимость экосистемных услуг по очистке воды (стоимость их замены техническими системами) составляет **как минимум 6 млрд. долларов**





Водообеспечение Нью-Йорка

Сайт штата Нью Йорк, посвященный программе восстановления экосистем

Managing Land & Water Resources



Farms

The Watershed Agricultural Program is a partnership between watershed farmers and New York City that balances pollution prevention, economic viability, and public health concerns.

[Learn more](#)



Streams

Restoration of stream stability and ecosystem integrity is the primary goal of DEP's Stream Management Program. DEP encourages long-term stewardship of Catskill Mountain streams and floodplains by establishing partnerships with the region's Soil and Water Conservation Districts, landowners and other local agencies and municipalities.

[Learn more](#)



Forests

DEP supports a voluntary Watershed Forestry Program that protects the City's water supply and maintains large tracts of private forest land by successfully working in partnership with forest landowners, loggers and the forest industry.

[Learn more](#)



Land Acquisition

The purchase of sensitive, vacant lands within the eight county watershed is a critical component of the New York City's program to preserve water quality over the long-term.

[Learn more](#)



Land Management

DEP water quality mission includes the



Один из участков, выкупленный в целях сохранения его экосистемных функций у частного владельца



Водообеспечение Нью-Йорка

«Побочный» положительный эффект:
увеличение рекреационной ценности территорий

Managing Land & Water Resources



Farms

The Watershed Agricultural Program is a partnership between watershed farmers and New York City that balances pollution prevention, economic viability, and public health concerns.

► [Learn more](#)



Streams

Restoration of stream stability and ecosystem integrity is the primary goal of DEP's Stream Management Program. DEP encourages long-term stewardship of Catskill Mountain streams and floodplains by establishing partnerships with the region's Soil and Water Conservation Districts, landowners and other local agencies and municipalities.

► [Learn more](#)



Forests

DEP supports a voluntary Watershed Forestry Program that protects the City's water supply and maintains large tracts of private forest land by successfully working in partnership with forest landowners, loggers and the forest industry.

► [Learn more](#)



Land Acquisition

The purchase of sensitive, vacant lands within the eight county watershed is a critical component of the New York City's program to preserve water quality over the long-term.

► [Learn more](#)

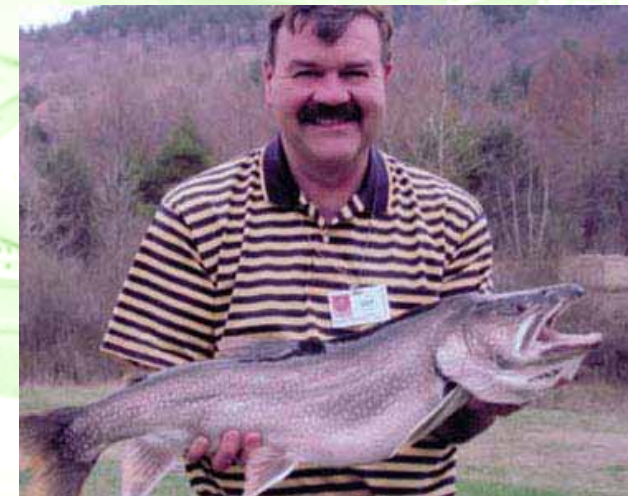


Land Management

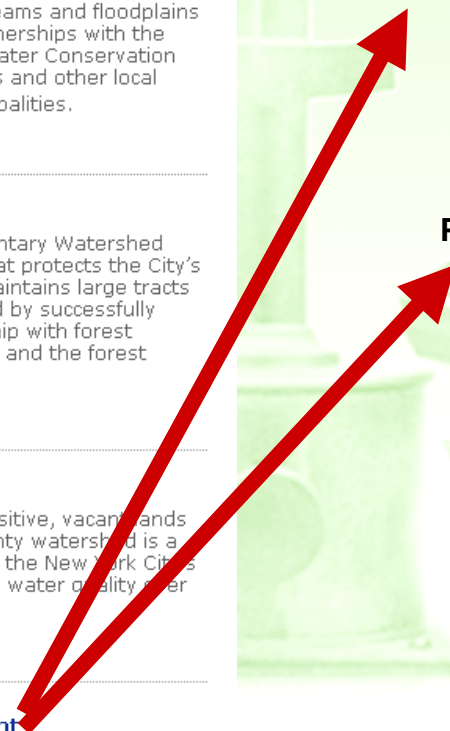
DEP water quality mission includes the



Прогулки на снегоступах



Рыбалка





SEARCH Advanced Search

- Home
- Water and Sewer Bills
- Ways to Save Water
- Drinking Water
- Harbor Water
- Watershed Protection
 - Recreational Use & Permits
 - Reservoirs
 - Improving Water-Related Infrastructure
 - Managing Land & Water Resources
- Environmental Education
- Air & Noise
- Construction, Demolition & Abatement
- Job Opportunities
- About DEP
- Forms & Permits
- A to Z Index
- News
- Contact Us



Managing Land & Water Resources



Farms

The Watershed Agricultural Program is a partnership between watershed farmers and New York City that balances pollution prevention, economic viability, and public health concerns.

[Learn more](#)



Streams

Restoration of stream stability and ecosystem integrity is the primary goal of DEP's Stream Management Program. DEP encourages long-term stewardship of Catskill Mountain streams and floodplains by establishing partnerships with the region's Soil and Water Conservation Districts, landowners and other local agencies and municipalities.

[Learn more](#)



Forests

DEP supports a voluntary Watershed Forestry Program that protects the city's water supply and maintains large tracts of private forest land by successfully working in partnership with forest landowners, loggers and the forest industry.

[Learn more](#)



Land Acquisition

The purchase of sensitive, vacant lands within the eight county watershed is a critical component of the New York City's program to preserve water quality over the long-term.

[Learn more](#)



Land Management

DEP water quality mission includes the

Водообеспечение Нью-Йорка

Еще одна «боковая веточка» программы –
- экологическое образование

Более 150 лесорубов прошли курсы по охране качества воды по программе сохранения лесов водосборного бассейна



Студенты из Нью-Йорка сажают деревья в рамках программы «Green Connections»



Школьники на экскурсии узнают про роль лесов в водообеспечении Нью-Йорка (программа Green Connections)



Проект компании Perrier по сохранению источников

Компания Perrier, выпускающая минеральную воду, находит более выгодным платить фермерам за сохранение лесов на их землях, вместо строительства заводов по очистке воды (северо-восток Франции).

(Valuing ecosystem services..., 2004; Payments for ecosystem services getting started: a primer. 2008):



Have fun


News Downloads Site map Express search FAQ US site Other sites

Green Bubbles

Protecting the spring

Perrier and its spring owe everything to nature...that's why it's protected for all time. The goal? To safeguard natural conditions in the soil and sub-soil so as to preserve Perrier's original properties.

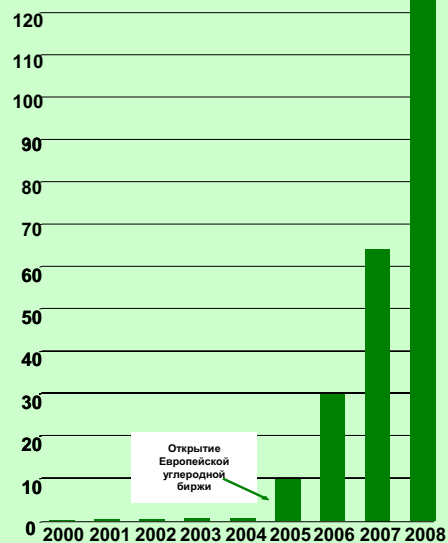
Many studies have been done - in collaboration with the Institut national de la recherche agronomique (INRA; national institute for agricultural research) - to monitor the spring's hydro-mineral deposit. Today, Perrier has planted and maintains some 1,235 acres to preserve the environment around the spring and act as a natural filter for the water. Besides systematically buying back the land surrounding the spring over the past 30 years, Perrier has established agricultural guidelines for its intervention perimeter. As a result, farmers and growers in the 8,650 adjacent acres can now label their produce 'organically grown'. Use of synthetic chemical products is prohibited on these farms because the risk of the it...



Углеродный рынок и программа REDD

Рост объема углеродного рынка, млрд. долларов

(State and Trends of the Carbon Market. 2008).



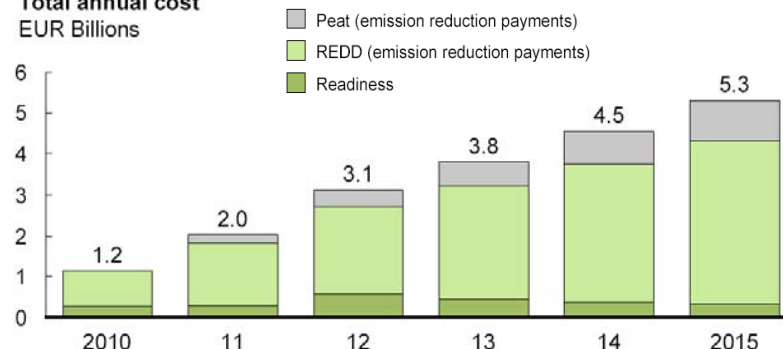
Программа REDD (Reduce Emission from Deforestation and forest Degradation) нацелена на формирование механизмов сохранения и восстановления лесов как природных хранилищ углерода

В 2008 г фонды программы составляли **169 млн. долларов.**

В марте 2009 г. участниками программы REDD являлись **37 развивающихся стран и 11 развитых стран-доноров.**

Финансирование программы, необходимое для 25% снижения эмиссии к 2015 г.

Total annual cost
EUR Billions



- ~2 EUR Billion for readiness costs
- ~15 EUR Billion for REDD (emission reduction payments)
- ~3 EUR Billion for peatland (emission reduction payments)

<http://www.un-redd.org/>;

REPORT OF THE
INFORMAL WORKING
GROUP ON INTERIM
FINANCE FOR REDD+
(IWG-IFR) OCTOBER 27,
2009

<http://www.forestcarbonpartnership.org/fcp/>(The
Forest Carbon
Partnership Facility
(FCPF) – организация
для содействия
развивающимся
странам в их участии в
процессе REDD)

Meso America
Costa Rica
El Salvador
Guatemala
Honduras
Mexico
Nicaragua
Panama
South America
Argentina
Bolivia
Chile
Colombia
Guyana
Paraguay
Peru
Suriname
Africa
Cameroon
Central African Rep.
Dem. Rep. of
Congo
Equatorial Guinea
Ethiopia
Gabon
Ghana
Kenya
Liberia
Madagascar
Mozambique
Republic of Congo
Tanzania
Uganda
South, Southeast
Asia & Pacific
Cambodia
Indonesia
Lao PDR
Papua New Guinea
Thailand
Vanuatu
Vietnam
Nepal

Объемы рынков по использованию лесов (млрд. \$)

Прогнозируемый ежегодный рынок услуг по сохранению леса в развивающихся странах (программа REDD) (Miles and Kapos, 2008)

10

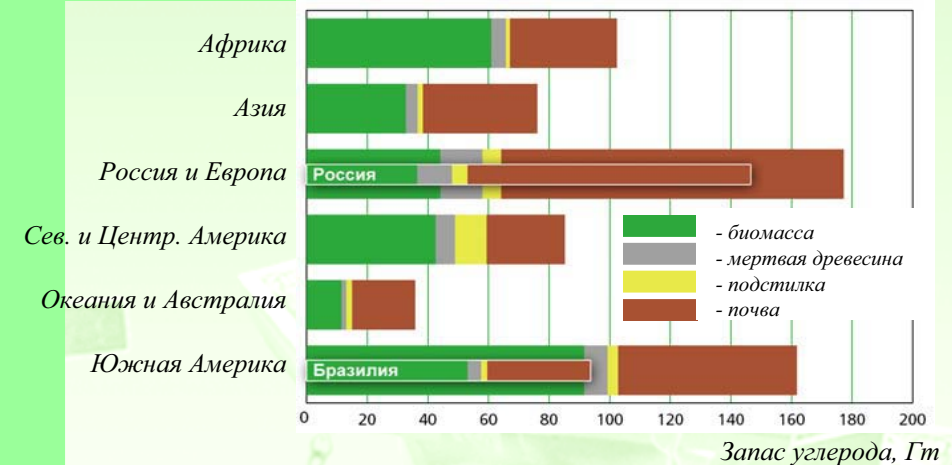
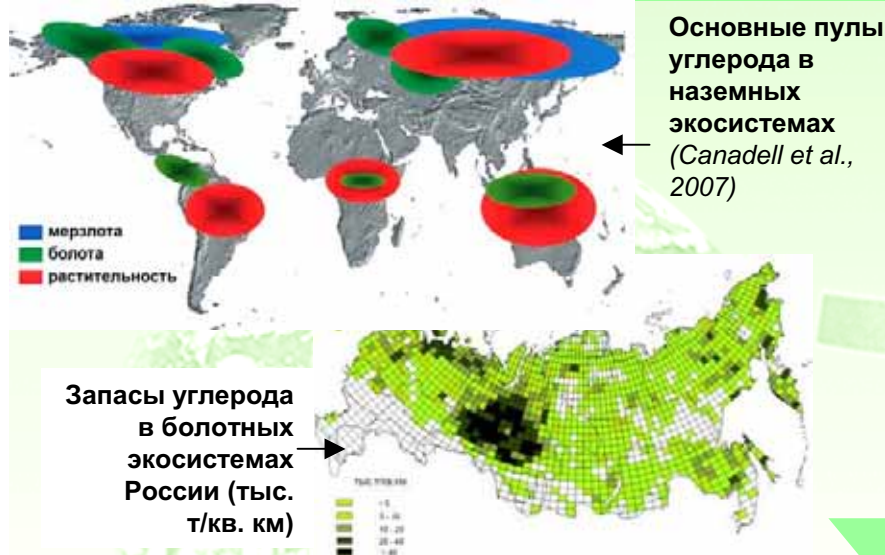
Экспорт лесоматериалов из развивающихся стран (2006 г.)

39

Экспорт продукции лесной и целлюлозно-бумажной промышленности из России (2007 г.) (ФС государственной статистики РФ www.gks.ru)

12

**Но крупнейшие запасы углерода находятся в бореальных экосистемах,
в первую очередь – в России**



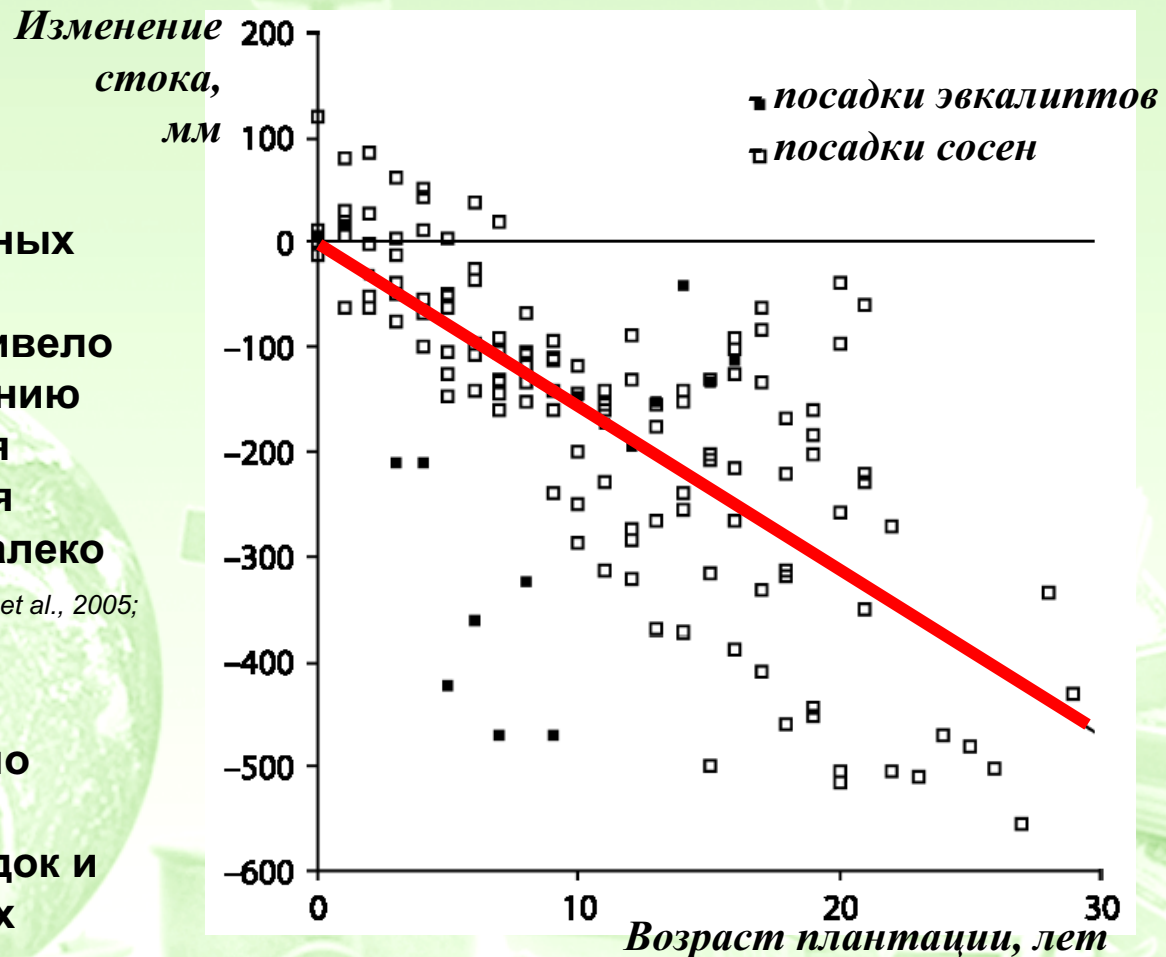
Запасы углерода по регионам мира
(Павлов и др., по данным Global Forest Resources Assessment, 2005).

**Для бореальных экосистем – лесов, болот,
тундр – нужна аналогичная программа
с учетом ВСЕХ средообразующих функций**

Сокращение речного стока из-за «углеродных» лесопосадок в засушливых регионах

Создания в засушливых регионах посадок быстрорастущих чужеродных пород деревьев для улавливания углерода привело к существенному сокращению стока рек, причем функция улавливания и накопления углерода при этом тоже далеко не всегда улучшалась (Foley et al., 2005; Jackson et al., 2005; Jackson et al., 2007).

Сегодня в ряде регионов ведется активная работа по преодолению негативных последствий от этих посадок и восстановлению типичных кустарниковых и травяных сообществ (Postel, 2008).



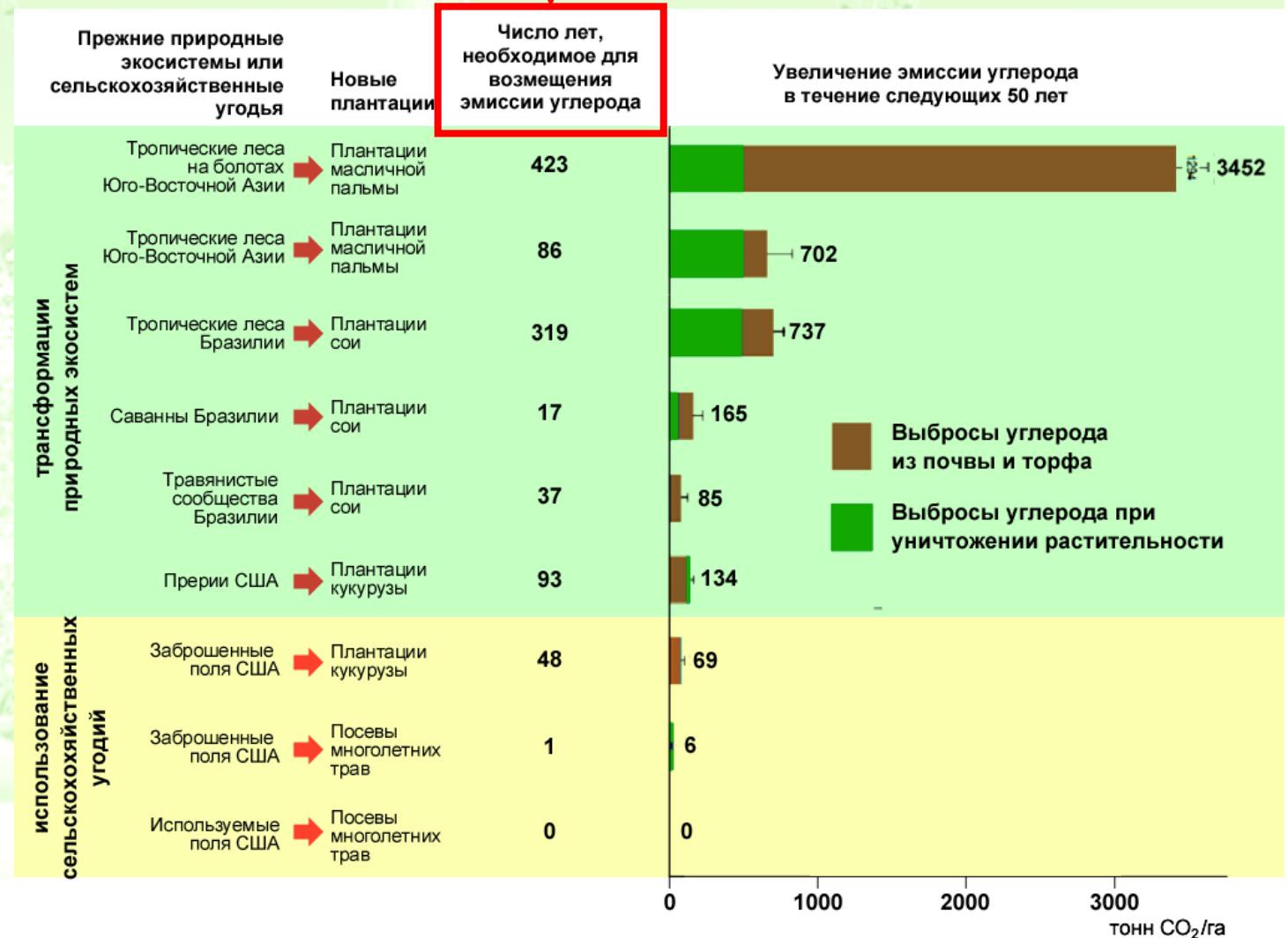
Данные по 26 водосборным бассейнам, 504 годовых наблюдения (Jackson et al., 2007).

Замена природных экосистем плантациями биотоплива климатически контрпродуктивна

Для возмещения этой эмиссии нужны **десятки и сотни лет** использования биотоплива

Выделение углерода из почв, торфа и остатков растительности при преобразовании и природных экосистем в плантации биотоплива намного превышает «углеродный выигрыш» от его использования

(Fargione et al., 2008)



Заменить систему биосферной регуляции человеку ничем

Задача полномасштабной замены средообразующих функций природных экосистем искусственными аналогами превышает научно-технические и экономические возможности современной цивилизации.



Полностью автономная система жизнеобеспечения человека для космических аппаратов не создана



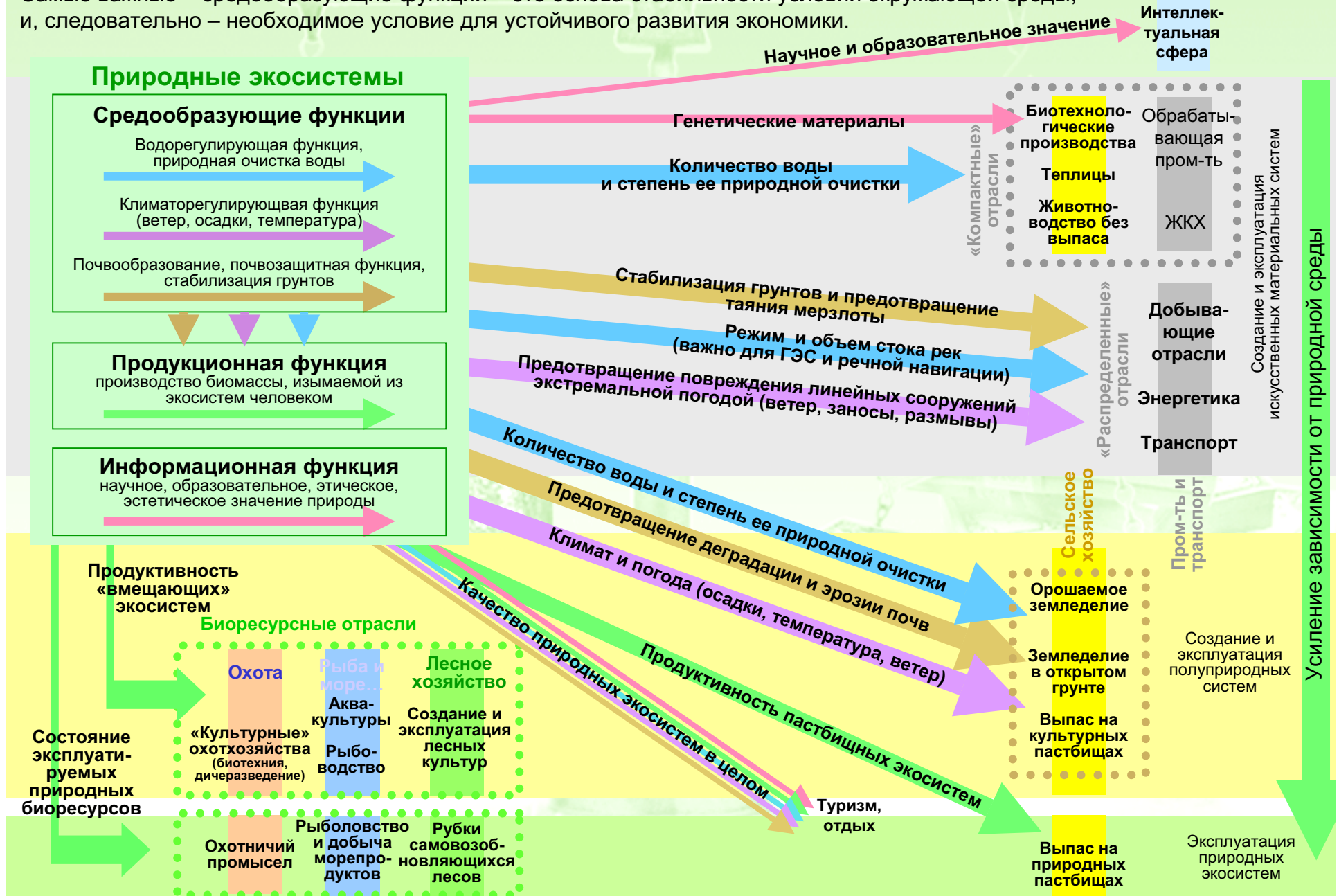
Попытка создать искусственный аналог биосферы не удалась.

Проект «Биосфера – 2» закрыт в 2007 г.

Финансирование – 200 млн. долларов с 1985 по 2007.

Непосредственный экономический эффект от функций природных экосистем

Функции природных экосистем оказывают непосредственный экономический эффект на большинство отраслей хозяйства. Самые важные – средообразующие функции – это основа стабильности условий окружающей среды, и, следовательно – необходимое условие для устойчивого развития экономики.



Экологоцентрическая концепция природопользования

Необходим переход к новой концепции природопользования, которую мы назвали «экологоцентрической» так как она выдвигает на первый план ценность средообразующих функций живой природы (Павлов и др., 2009).

Основные положения

- **Ключевым природным ресурсом следует считать всю живую природу (экологические сообщества, виды, популяции), средообразующие функции которой обеспечивают регуляцию условий среды и стабилизацию биосферного баланса. Этот ресурс должен иметь статус экономической категории.**
- Биологическое разнообразие является основой устойчивого и эффективного функционирования биологических систем жизнеобеспечения на планете.
- Система нормативных показателей состояния среды и воздействия человека на среду должна включать характеристики средообразующих функций природных биосистем (экологических сообществ, видов, популяций) и экосистем.
- Экологическая экспертиза любого хозяйственного проекта (том числе биотехнологических и нанотехнологических проектов) должна включать оценку его влияния на средообразующие функции природных биосистем и экосистем.
- Приоритетная задача управления природными биосистемами и экосистемами – поддержание и восстановление их средообразующих функций.
- Продукционная функция должна смещаться на искусственные биопродукционные системы; использование продукционной функции природных экосистем (промысел рыбы и морепродуктов, добыча древесины) возможно лишь при сохранении их структуры и средообразующих функций.

Экологоцентрическая концепция природопользования

Необходим переход к новой концепции природопользования, которую мы назвали «экологоцентрической» так как она выдвигает на первый план ценность средообразующих функций живой природы (Павлов и др., 2009).

Основные положения

- Ключевым природным ресурсом следует считать всю живую природу (экологические сообщества, виды, популяции), средообразующие функции которой обеспечивают регуляцию условий среды и стабилизацию биосферного баланса. Этот ресурс должен иметь статус экономической категории.
- Биологическое разнообразие является основой устойчивости и эффективности экосистемных функций жизнеобеспечения человечества.
- Система нормативных показателей состояния среды и воздействия человека на среду должна включать характеристики средообразующих функций природных биосистем (экологических сообществ, видов, популяций) и экосистем.
- Экологическая экспертиза любого хозяйственного проекта (том числе биотехнологических и нанотехнологических проектов) должна включать оценку его влияния на средообразующие функции природных биосистем и экосистем.
- Приоритетная задача управления природными биосистемами и экосистемами – поддержание и восстановление их средообразующих функций.
- Продукционная функция должна смещаться на искусственные биопродукционные системы; использование продукционной функции природных экосистем (промысел рыбы и морепродуктов, добыча древесины) возможно лишь при сохранении их структуры и средообразующих функций.

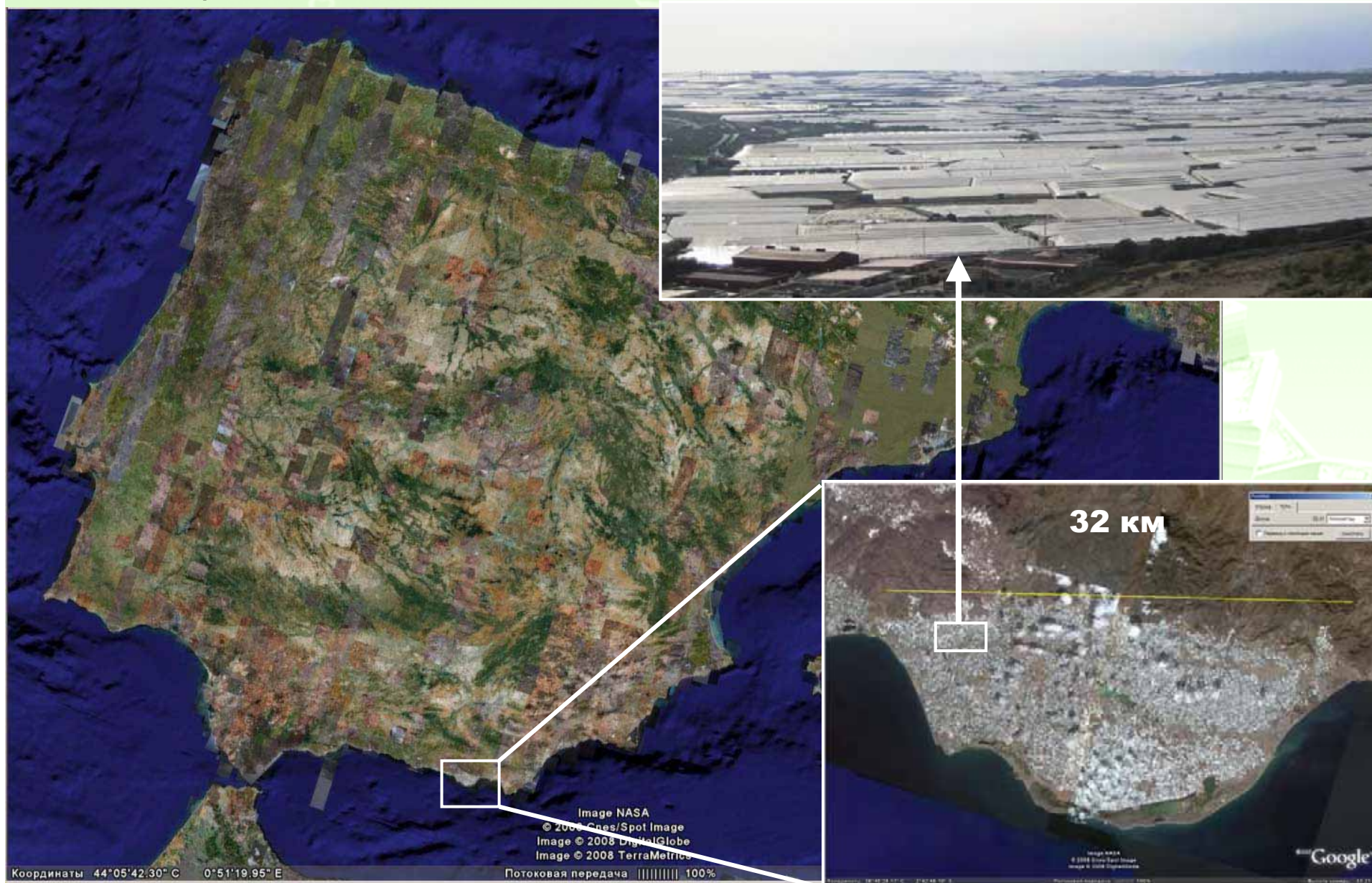



Полное замещение природных экосистем техногенными зонами прекращает экосистемные функции



El Mar de Plásticos de Almería

При этом наиболее высокотехнологичные варианты сельского хозяйства ничем не отличаются от промышленных предприятий. Пример – «Пластиковое море» - на южном берегу Испании – больше 30 км сплошных парников...

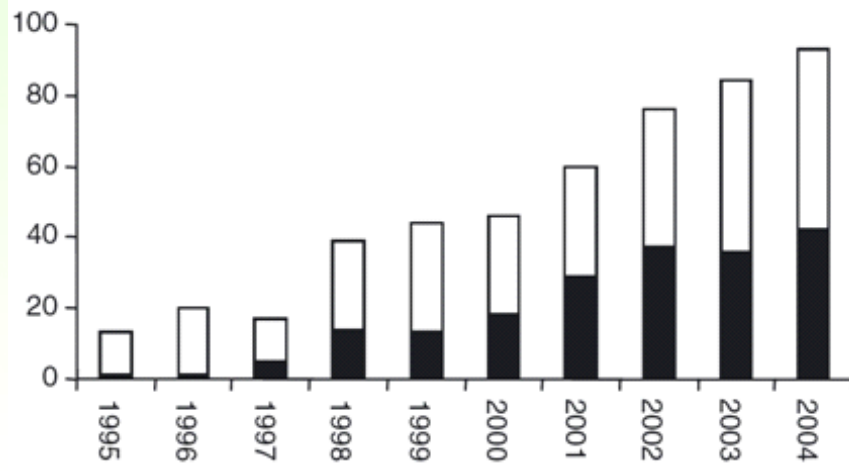




Как изменяются экосистемные функции при частичном нарушении природных экосистем или их замене «полуприродными» системами?

Исследования роли биоразнообразия в осуществлении экосистемных функций – быстро развивающееся направление экологии

Число публикаций по теме
«зависимость экосистемных функций
от видового разнообразия»
(Balvanera et al., 2006)



Крупнейшие исследовательские программы:

LTER (Long Term Ecological Research) - программа долговременных экологических исследований в США и Европе

BIODEPTH (BIODiversity and Ecosystem Processes in Terrestrial Herbaceous Ecosystems) - эксперименты с полуестественными травянистыми сообществами в разных природных зонах Европы

Ecotron - создание искусственных сообществ в полностью контролируемой лабораторной среде

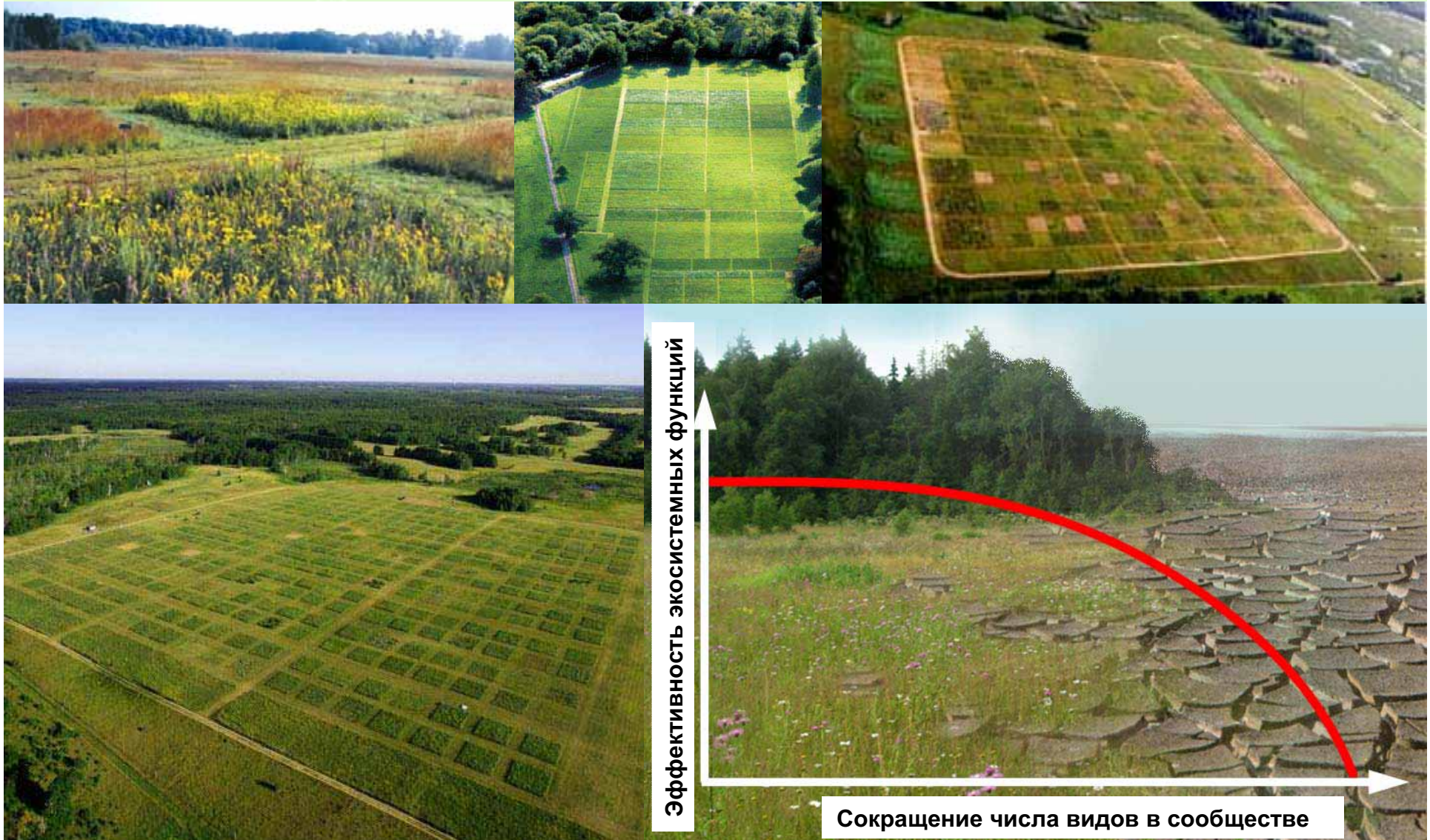
DIVERSITAS – программа исследований биоразнообразия (проекты EcoServices, BioDiscovery, BioSustainability)

Оценка экосистем на пороге тысячелетия (2000-2005 гг.)

Global Biodiversity Outlook – оценка состояния биоразнообразия в мире

Зависимость эффективности экологических функций от видового разнообразия

Эксперименты доказали, что экосистемные функции деградируют при искусственном снижении видового разнообразия (литература см: Павлов, Букварева, 2007)



Средообразующие функции видов и популяций

Средообразующие функции есть не только у сообществ и экосистем, но и у видов и популяций



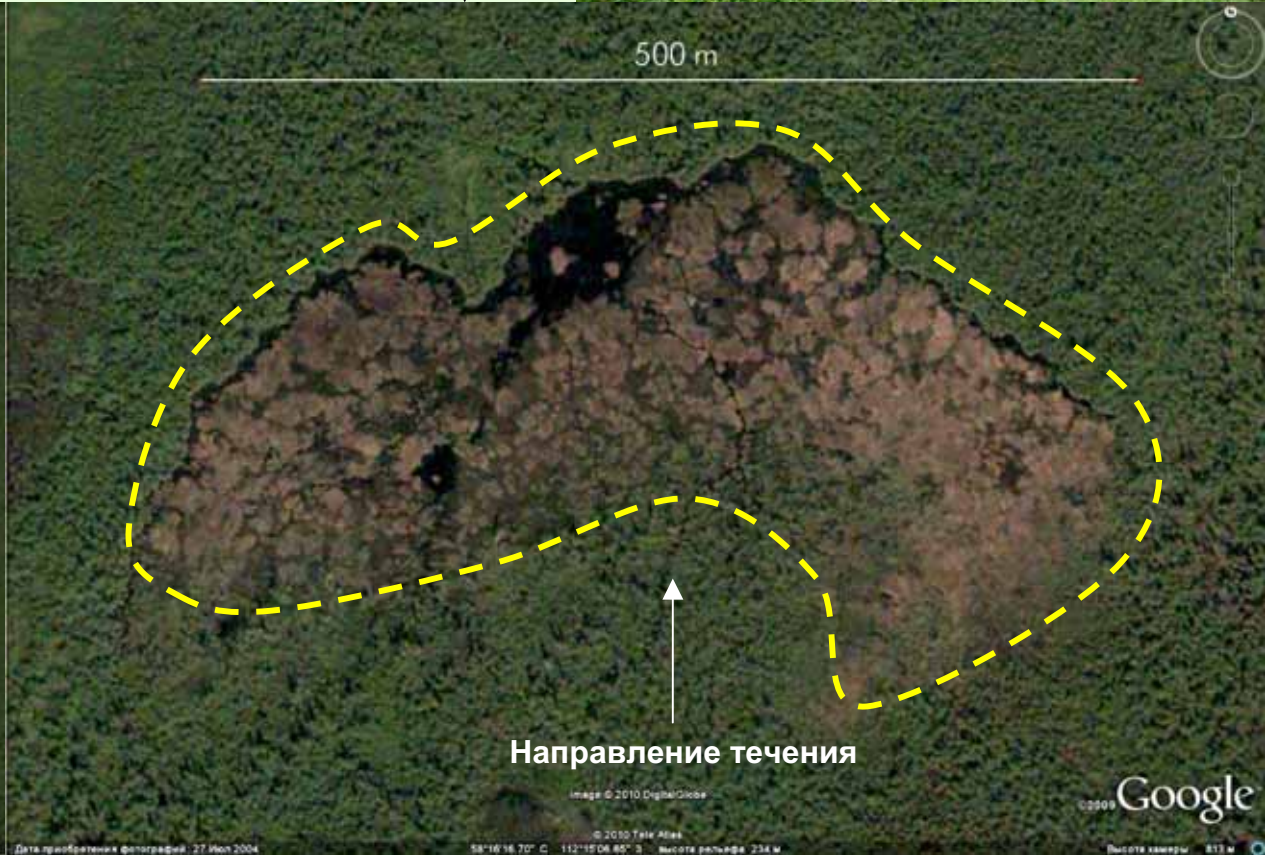
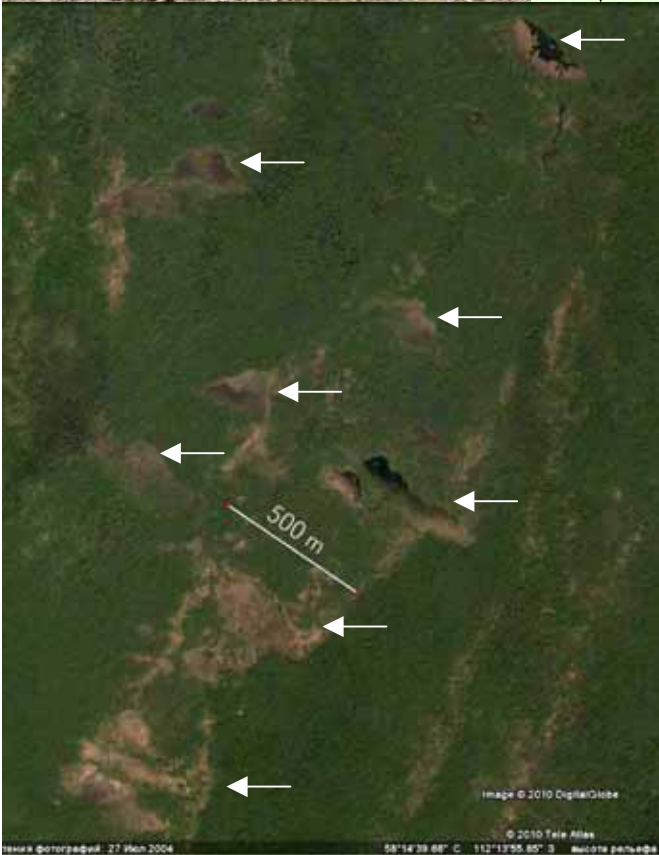
Средообразующие функции видов—эдификаторов растительных сообществ очевидны



Средообразующие функции видов и популяций

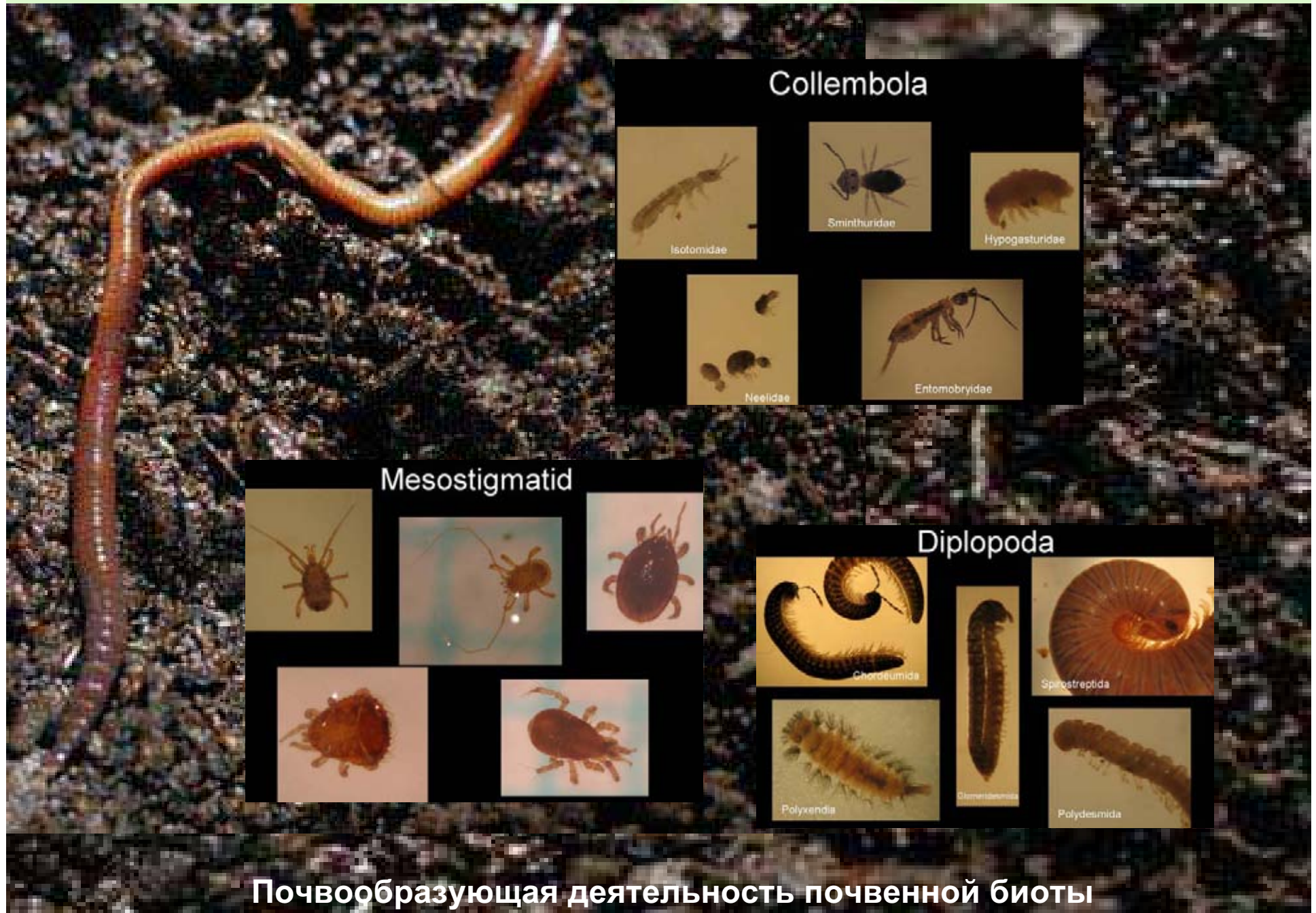
Преобразованный бобрами ландшафт

Плотина длиной 850 м в Национальном парке Wood Buffalo (Канада)



Средообразующая деятельность бобров

Средообразующие функции видов и популяций



Почвообразующая деятельность почвенной биоты

Средообразующие функции видов и популяций

Для эффективного выполнения экосистемных функций видов и популяций необходимо сохранение внутривидового и внутривидового разнообразия



Лососи, идущие на нерест, несут с собой из океана на сушу огромное количество вещества. Особенно важна эта функция для цикла фосфора.

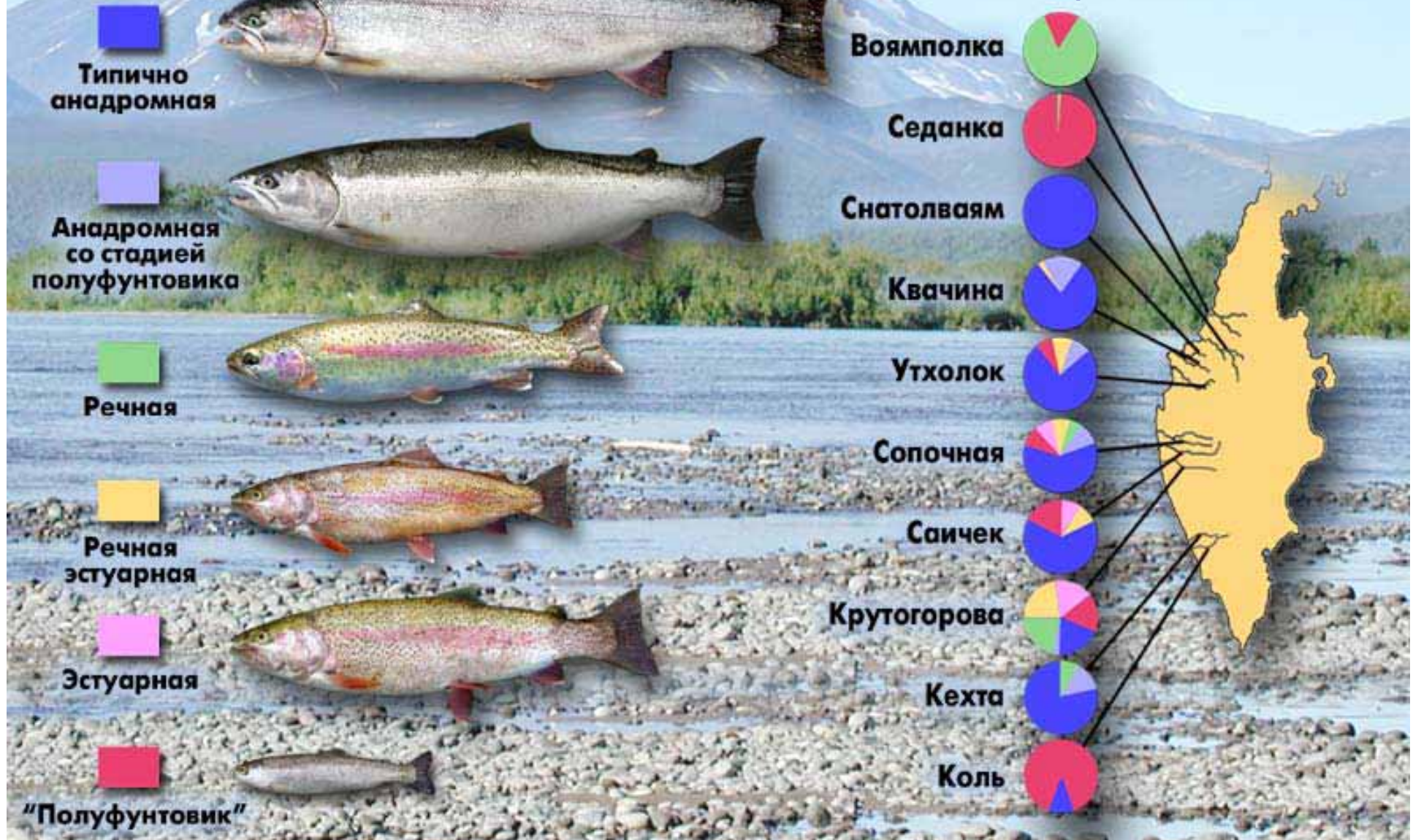
Эффективно и устойчиво выполнять эту функцию в изменчивой среде им позволяет внутривидовое разнообразие.

Средообразующие функции видов и популяций

Внутривидовое разнообразие позволяет виду максимально использовать ресурсы среды и обеспечивает его устойчивое существование в изменчивой среде

(Павлов, Букварева, 2007; Стратегия сохранения камчатской микижи, 2007)

Разнообразие жизненных стратегий микижи в реках Камчатки



Нарушение экосистемных функций при антропогенной трансформации экосистем

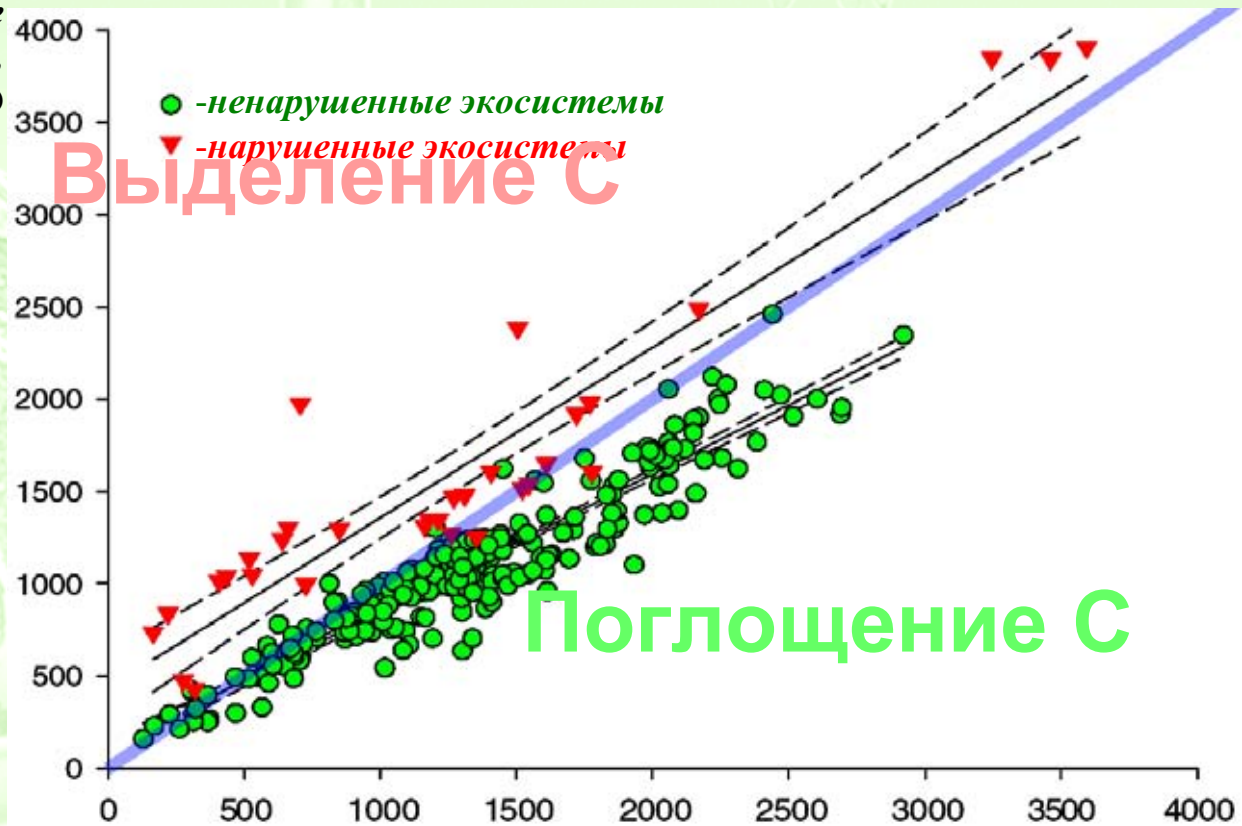
В общем, при любых нарушениях структуры и биоразнообразия, как видового, так и внутривидового, система переходит в субоптимальное состояние и ее средообразующие функции снижаются.

Соотношение выделения и поглощения углерода при дыхании и фотосинтезе в нарушенных и ненарушенных экосистемах

Дыхание сообществ, $г С / м^2$ в год

Анализ данных о потоках CO_2 между экосистемами и атмосферой, собранных по программе FLUXNET в разных типах экосистем по всему миру, показал наличие достоверного повышения интенсивности дыхания нарушенных экосистем по сравнению с ненарушенными

(Baldocchi, 2008)



Производство фотосинтеза, $г С$ на $м^2$ в год

(Baldocchi, 2008)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Горшков В.Г., Макарьева А.М. 2006. Биотический насос атмосферной влаги, его связь с глобальной атмосферной циркуляцией и значение для круговорота воды на суше. Гатчина: Петербургский институт ядерной физики РАН. Препринт. 49 с.
- Ежегодник ГЭП (Глобальная экологическая перспектива). 2007. Обзор изменений состояния окружающей среды. Программа ООН по окружающей среде (UNEP). 83 с.
- Заварзин Г.А., Кудяров В.Н. 2006. Почва как главный источник углекислоты и резервуар органического углерода на территории России // Вестник РАН. Т. 76. № 1. С.14–29.
- Павлов Д.С., Букварева Е.Н. 2007. Биоразнообразие, экосистемные функции и жизнеобеспечение человечества // Вестник РАН. Т.77. № 11. С. 974–986.
- Павлов Д.С., Стриганова Б.Р., Букварева Е.Н., Дгебуадзе Ю.Ю. Сохранение биологического разнообразия как условие устойчивого развития. М.: Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2009. 84 с. (<http://www.ecopolicy.ru/index.php?cnt=339>)
- Стратегия сохранения камчатской микижи. 2007. М.: КМК. 33 с.
- Baldocchi D. 2008. "Breathing" of the terrestrial biosphere: lessons learned from a global network of carbon dioxide flux measurement systems // Australian Journal of Botany. V. 56. P. 1–26.
- Balvanera P., Pfisterer A.B., Buchmann N., Jing-Shen He, Nakashizuka T., Raffaelli D., Schmid B. 2006. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services // Ecology Letters. V.9. P.1146–1156.
- Betts, R.A., 1999: Self-beneficial effects of vegetation on climate in an Ocean–Atmosphere General Circulation Model. Geophysical Research Letters, 26(10), 1457–1460.
- Canadell J.P., Pataki D.E., Gifford R., Houghton R.A., Luo Y., Raupach M.R., Smith P., Steffen W. 2007 a. Saturation of the terrestrial carbon sink // Terrestrial Ecosystems in a Changing World. Global Change - The IGBP Series. Eds: Canadell J.G. et al. Springer. P.59–78.
- Chapin F.S. III, Randerson J.T., McGuire A.D., Foley J.A., Field C.B. 2008. Changing feedbacks in the climate– biosphere system // Front. Ecol. Environ. V.6. N.6. P.313–320.
- Costanza R., Pérez-Maqueo O., Martinez M.L., Sutton P., Anderson S.J., Mulder K. 2008. The value of coastal wetlands for hurricane protection //Ambio. V.37, N4, pp. 241–248
- Da Silva R.R., Avissar R. 2006. The hydrometeorology of a deforested region of the Amazon basin // Journal of hydrometeorology. V.7. October. P. 1028-1042.
- Da Silva R.R., Werth D., Avissar R. 2008. Regional impacts of future land-cover changes on the Amazon basin wet-season climate // Journal of Climate. V. 21. № 6. P. 1153–1170.
- Ecosystems and human well-being: current state and trends : findings of the Condition and Trends Working Group. 2005. Edited by R. Hassan, R. Scholes, N. Ash (The millennium ecosystem assessment series; v. 1).
- Eltahir E.A.B., Bras R.L. 1994. Precipitation recycling in the Amazon basin // Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society Volume 120, Issue 518 , Pages861 - 880
- Falkowski P., Scholes R.J., Boyle E., Canadell J., Canfield D., Elser J., Gruber N., Hibbard K., Hogberg P., Linder S., Mackenzie F.T., Moore III B., Pedersen T., Rosenthal Y., Seitzinger S., Smetacek V., Steffen W. 2000. The global carbon cycle: a test of our knowledge of earth as a system // Science. V.290. P.291–296.
- Fargione J., Hill J., Tilman D., Polasky S., Hawthorne P. 2008. Land clearing and the biofuel carbon debt // Science. V. 319. № 5867. P. 1235–1238.
- Foley J.A., DeFries R., Asner G.P., Barford C., Bonan G., Carpenter S.R., Chapin F.S., Coe M.T., Daily G.C., Gibbs H.K., Helkowski J.H., Holloway T., Howard E.A., Kucharik C.J., Monfreda C., Patz J.A., Prentice I.C., Ramankutty N., Snyder P.K. 2005. Global consequences of land use // Science. V. 309. P. 570–574.
- Foley J.A., Asner G.P., Costa M.H., Coe M.T., DeFries R., Gibbs H.K., Howard E.A., Olson S., Patz J., Ramankutty N., Snyder P. 2007. Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon basin // Frontiers in Ecology and the Environment. V. 5. № 1. P. 25–32.
- Forests and water. 2008. Rome: FAO. 78 p.
- Global Biodiversity Outlook 2. 2006. Secretariat of the Convention on Biological Diversity Montreal.81 p.
- Global Environment Outlook. GEO 4. United Nations Environment Programme. 2007 (<http://www.unep.org/geo/geo4/media/>).
- Global Forest Resources Assessment 2005. Progress towards sustainable forest management. Rome: FAO. 2006. 320 p.
- IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z.Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jobbagy, E.G. and Jackson, R.B. 2000. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. Ecological Applications 10: 423-436.

- Jackson R.B., Jobbagy E.G., Avissar R., Roy S.B., Barrett D.J., Cook C.W., Farley K.A., le Maitre D.C., McCarl B.A., Murray B.C. 2005. Trading water for carbon with biological carbon sequestration // *Science*. V. 310. P.1944–1947.
- Jackson R.B., Farley K.A., Hoffmann W.A., Jobbágy E.G., McCulley R.L. 2007. Carbon and water tradeoffs in conversions to forests and shrublands // *Terrestrial ecosystems in a changing world*. Eds: Canadell J.G. et al. Springer. P. 237–246.
- Kvenvolden K. 1999. Potential effects of gas hydrate on human welfare // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. V. 96. March, pp. 3420–3426.
- Lyons T.J. 2002. Clouds form preferentially over native vegetation // Rizzoli A.E., Jakeman A.J. (eds). *Proceedings of the 1st Biennial Meeting of the iEMSs “Integrated Assessment and Decision Support”*. International Environmental Modelling and Software Society. P.355-359.
- Meinshausen M., Meinshausen N., Hare W., Raper S.C.B., Frieler K., Knutti R., Frame D.J., Allen M.R. 2009. Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2C° // *Nature*. V. 458. P. 1158–1162.
- Miles L., Kapos V. 2008. Reducing Greenhouse Gas Emissions from Deforestation and Forest Degradation: Global Land-Use Implications // *Science*. V.320. P. 1454-1455.
- Nair U.S. 2009. Preferential formation of cumulus clouds over native vegetation in southwest Australia // *Journal of Earth Science Phenomena*, 2009, 11.
- Nepstad D. C., Stickler C. M., Soares-Filho B., Merry F. 2008. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, V. 363, No. 1498, pp. 1737-1746.
- Oyama M.D, Nobre C.A. 2003. A new climate-vegetation equilibrium state for Tropical South America // *Geophysical research letters*. 2003. V.30. N.23.2199
- Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M. and Stringer, L. (Eds.) 2008. *Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report*. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.
- Payments for ecosystem services getting started: a primer. 2008. *Forest Trends*, The Katoomba Group, UNEP. 74 p. (<http://www.unep.org>)
- Phillips O.L., Aragao L., Lewis S.L. et al. Drought sensitivity of the Amazon rainforest // *Science*. 2009. V. 323. P. 1344–1347.
- Postel S., Thompson B.H. 2005. Watershed protection: capturing the benefits of nature’s water supply services // *Natural Resources Forum*. V. 29. P. 98–108.
- Postel S. 2008. The forgotten infrastructure: safeguarding freshwater ecosystems // *Journal of International Affairs*. V. 61. № 2. P.75–90.
- Report of the informal working group on interim finance for REDD+ (IWG-IFR) October 27, 2009 (<http://www.un-redd.org/>)
- Shuur E.A.G., Bockhem J., Canadell J.G. et al. 2008. Vulnerability of permafrost carbon to climate change: implications for the global carbon cycle // *BioScience* V.58. No.8. P.701-714
- Szeto K.K., Liu J., Wong A. 2008. Precipitation recycling in the Mackenzie and three other major river basins // *Cold region atmospheric and hydrologic studies. The Mackenzie GEWEX experience. Volume 1: Atmospheric dynamics* Ed.: Ming-ko Woo, Springer Berlin Heidelberg. P. 137-154.
- Tarnocai C., Canadell J.G., Schuur E.A.G., Kuhry P., Mazhitova G., Zimov S. 2009. Soil organic carbon pools in the northern circumpolar permafrost region // *Global biogeochemical cycles*. V.23. GB2023. P.1-11.
- The International Regime for Bioprospecting. Existing Policies and Emerging Issues for Antarctica. 2003. United Nations University Institute of Advanced Studies (UNU/IAS) (http://www.ias.unu.edu/binaries/UNUIAS_AntarcticaReport.pdf)
- The state of world fisheries and aquaculture. FAO. 2007;
- Valuing ecosystem services. Toward better environmental decision-making. Report in brief. 2004. Committee on Assessing and Valuing the Services of Aquatic and Related Terrestrial Ecosystems, National Research Council, National Academy of Sciences of USA.
- Yu-shi M., Datong N., Guang X., Hongchang W., Smil V. 1997. An assessment of the economic losses resulting from various forms of environmental degradation in china. Cambridge: American Academy of Arts and Sciences and the University of Toronto. (<http://www.library.utoronto.ca/pccs/state/china.htm>).

**Когда последнее дерево будет срублено,
последняя рыба поймана,
последний зверь убит –
– тогда люди поймут, что деньги нельзя есть**

