

МФК-2021

# Глобальная экология и кризис биосферы

Леонард Владимирович Полищук

Ольга Владиславовна Честных

[ochestn@mail.ru](mailto:ochestn@mail.ru)

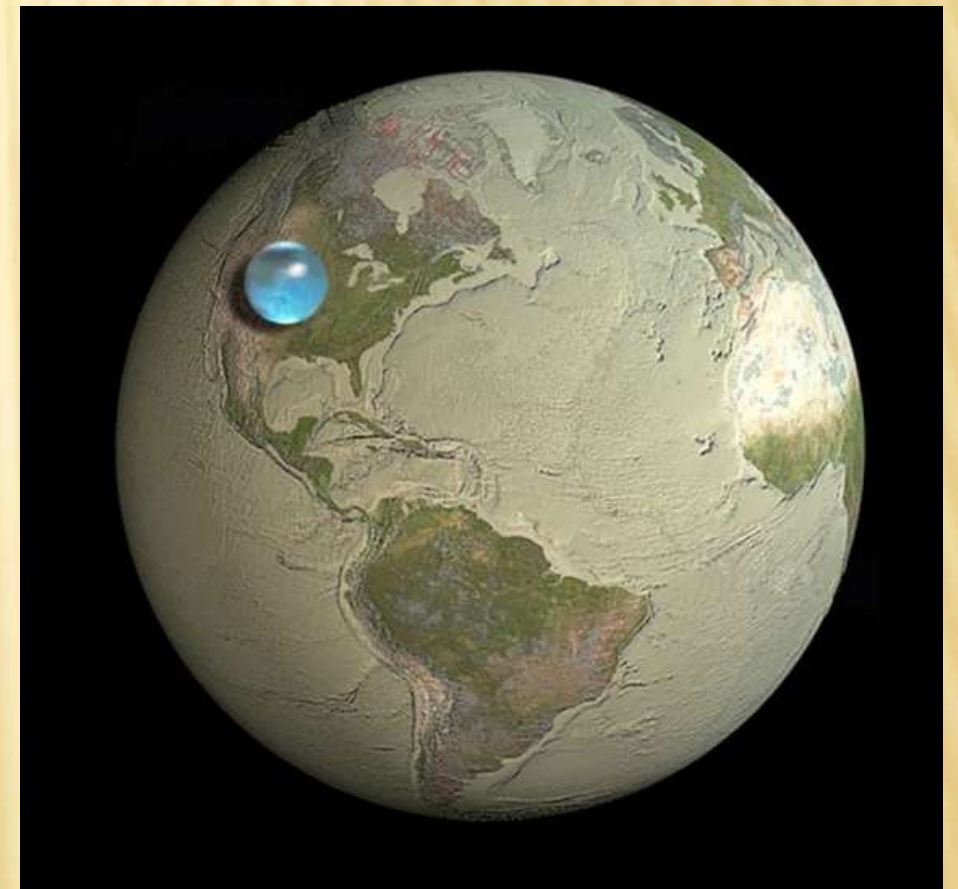
Лекция 10. Биосферный гидрологический цикл, региональные гидрологические катастрофы. Водно-болотные угодья, их антропогенная деградация и меры по сохранению. Глобальные последствия эксплуатации биологических ресурсов и загрязнения мирового океана.

# Резервуары воды (H<sub>2</sub>O) на планете

Объем воды на планете  $1.53 \times 10^9$  км<sup>3</sup>

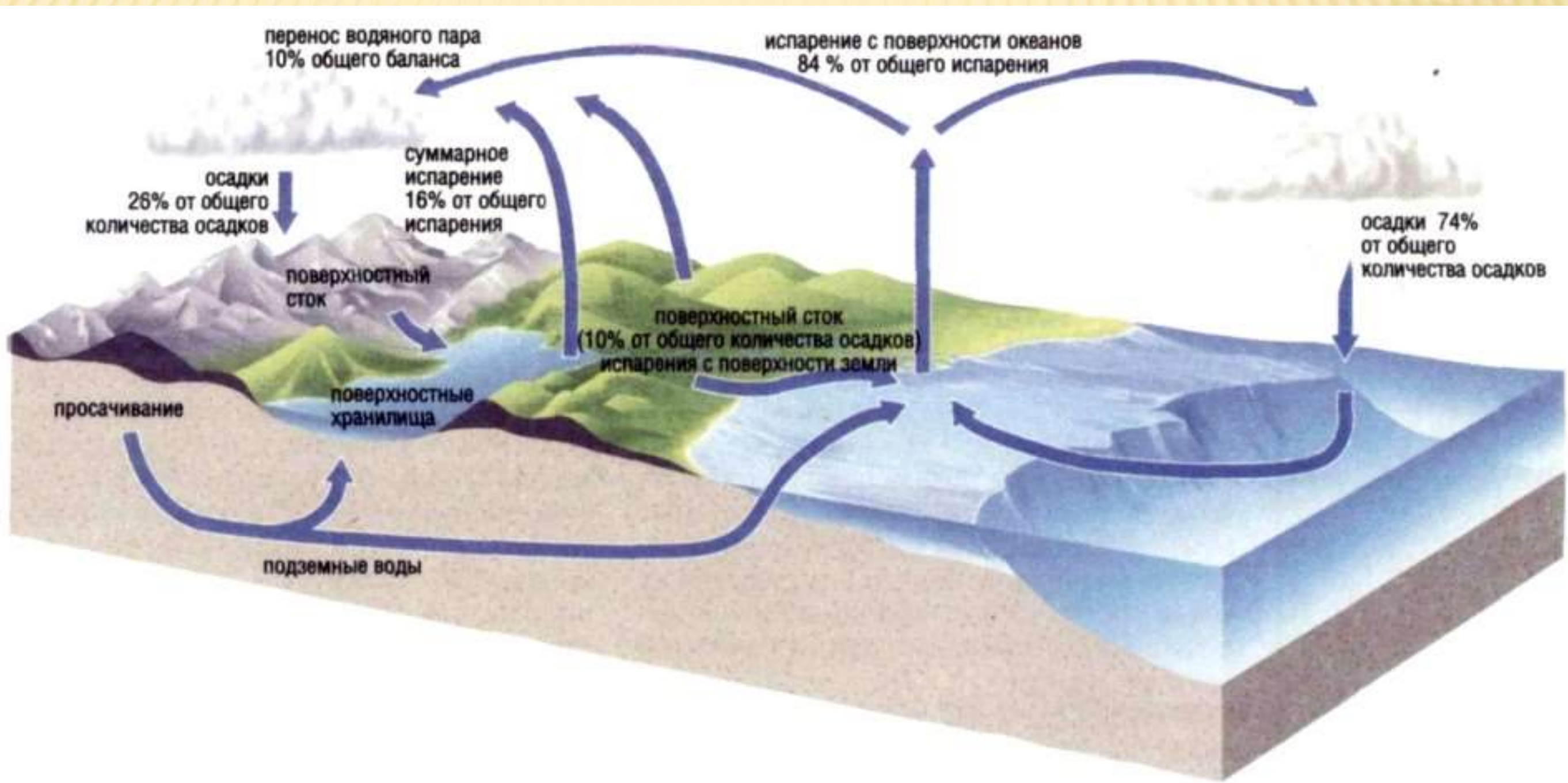
Масса воды составляет 0.02% от массы Земли

- ✗ Океан 96.4%
- ✗ Ледники 1.86%
- ✗ Подземные воды 1.68%
- ✗ Атмосфера 0.001%
- ✗ Озера 0.01%
- ✗ Реки 0.0001%
- ✗ Вода в телах живых существ 0.0001%



# Глобальный гидрологический цикл

Годовое испарение  $577 \times 10^3 \text{ км}^3$   
(0.04% от всей воды)



# Водно-болотные угодья

Водно-болотные угодья (wetlands): участки местности, почва которых представлена водоносными горизонтами с постоянной либо сезонной влажностью.

Болота

Марши

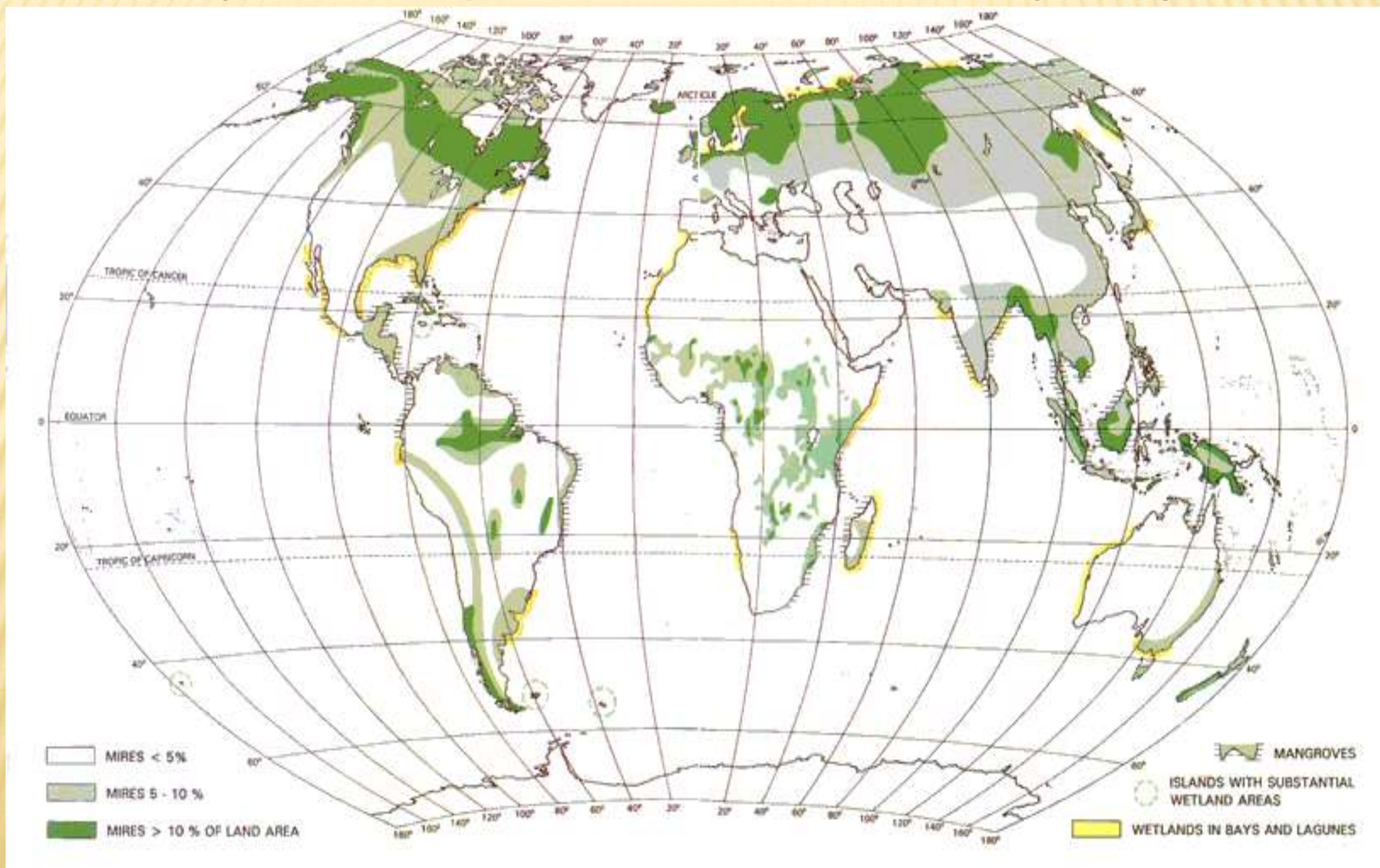
Мангровые заросли

Мелководные озера

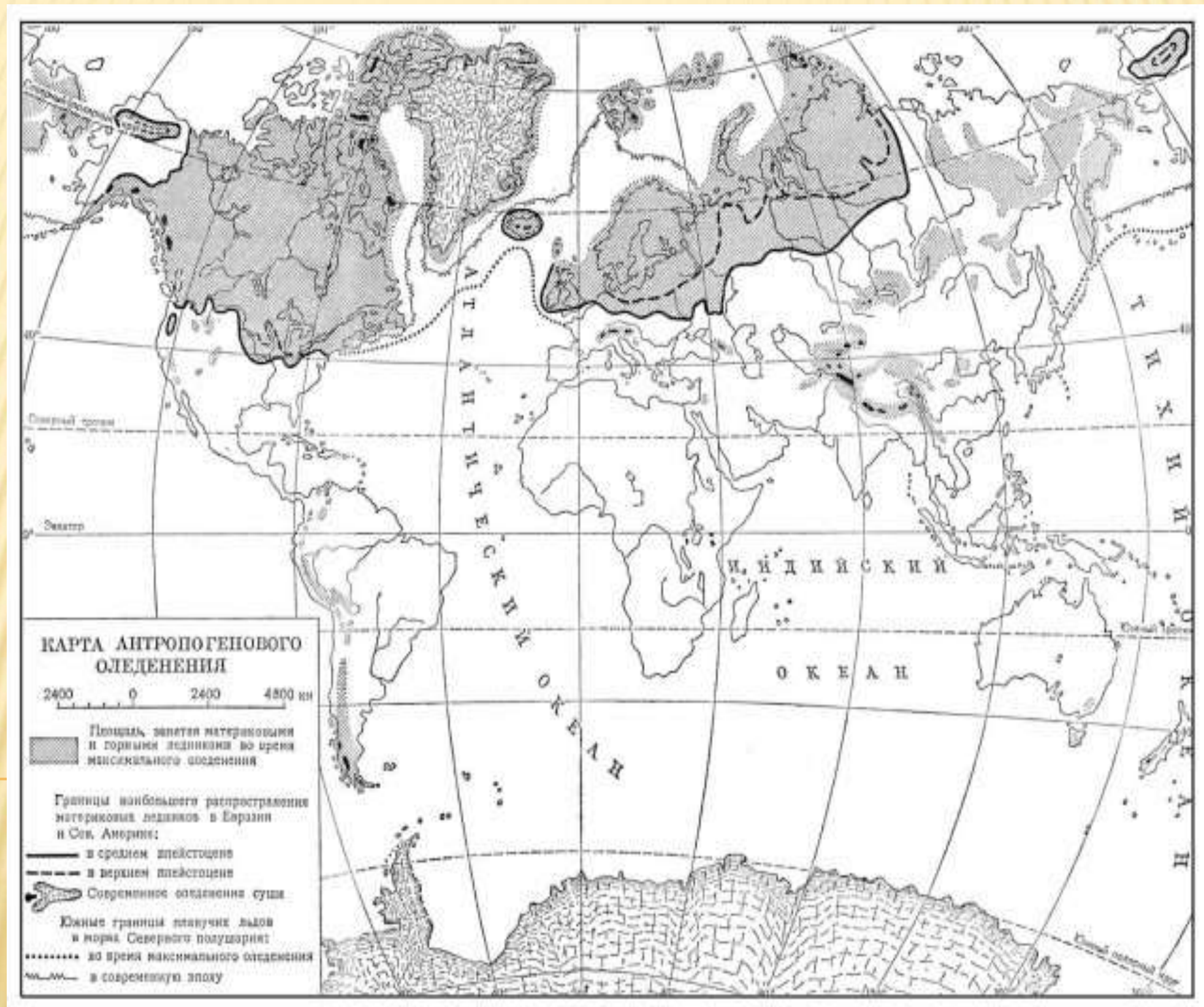
и так далее



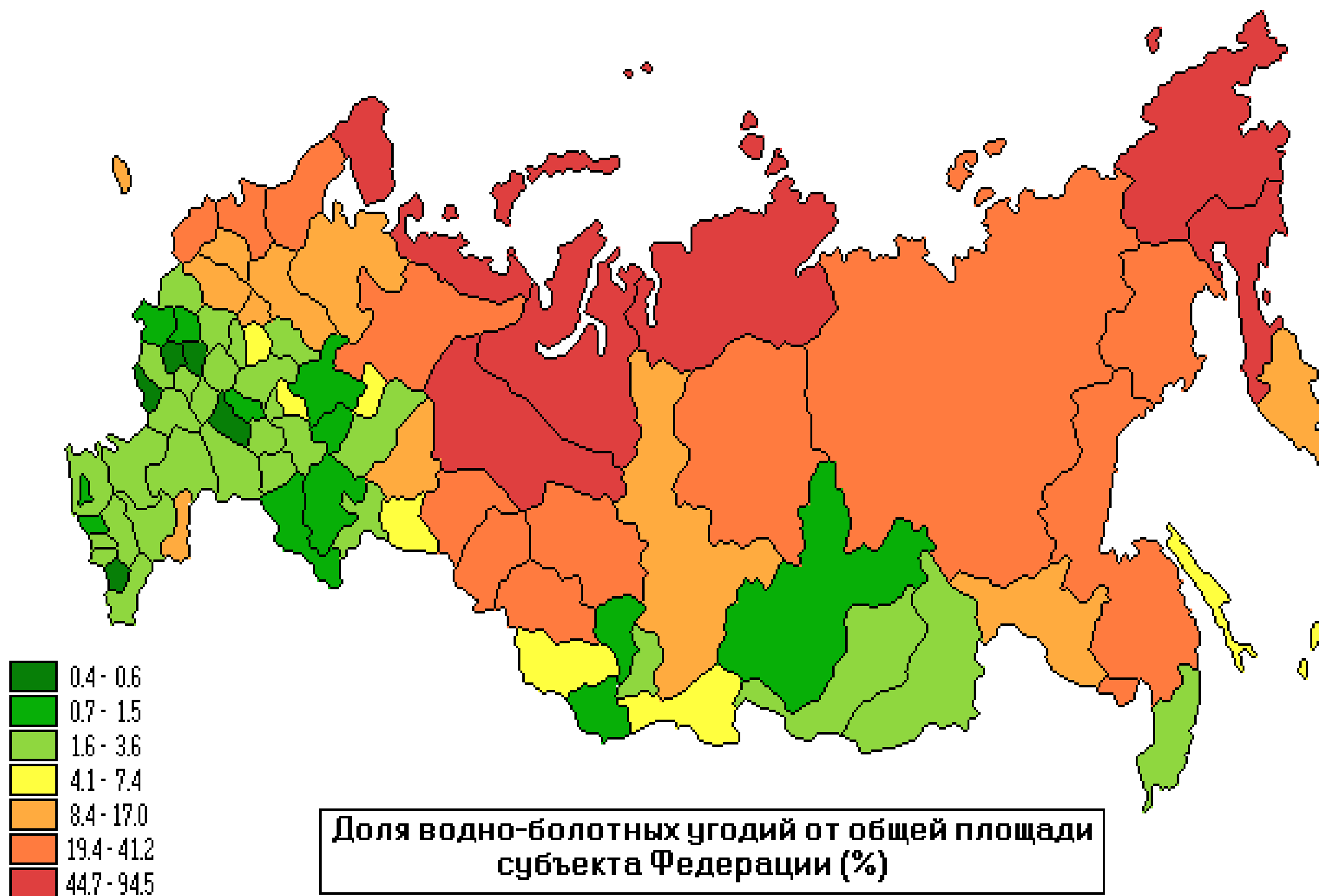
# Глобальное распределение водно-болотных угодий (6% от площади суши)



# Границы четвертичного оледенения



# Распределение водно-болотных угодий в России (около 15% от площади страны)





# Болота

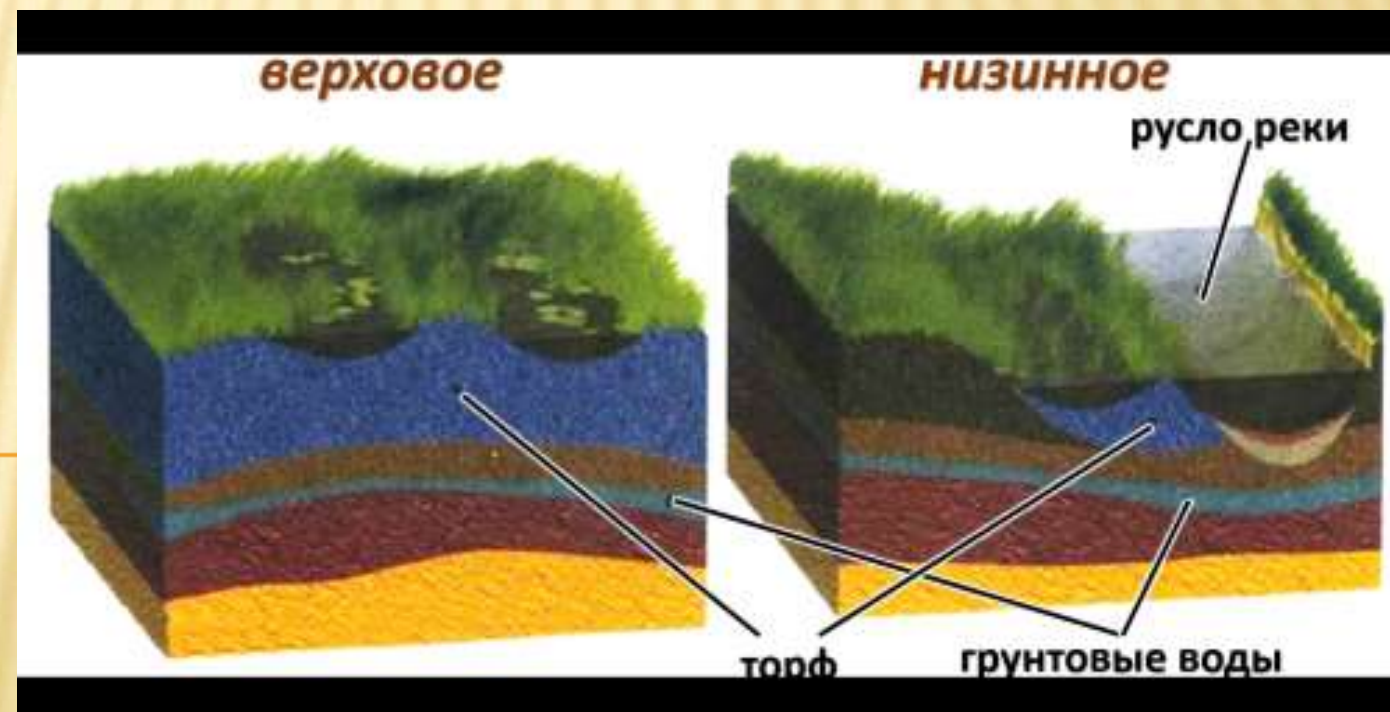
- ✗ Болото представляет собой экологическую систему, характеризующуюся обильным увлажнением, гидрофильной растительностью и болотным типом почвообразования.
- ✗ Заболоченные земли – начальные стадии образования болот.
- ✗ Различия: у болот мощность торфа более 30 см, корни не достигают минеральных горизонтов почвы.

Выделяют:

Речные болота;

Озерные болота;

Собственно болота.





# Болота

## Выделяют

- **речные болота** – в низких понижениях и заливных долинах.
- **озерные болота** – связаны с озерами или прудами, заполняются водой, когда поднимается уровень воды в озере.
- **собственно болота** – верховые и низинные.

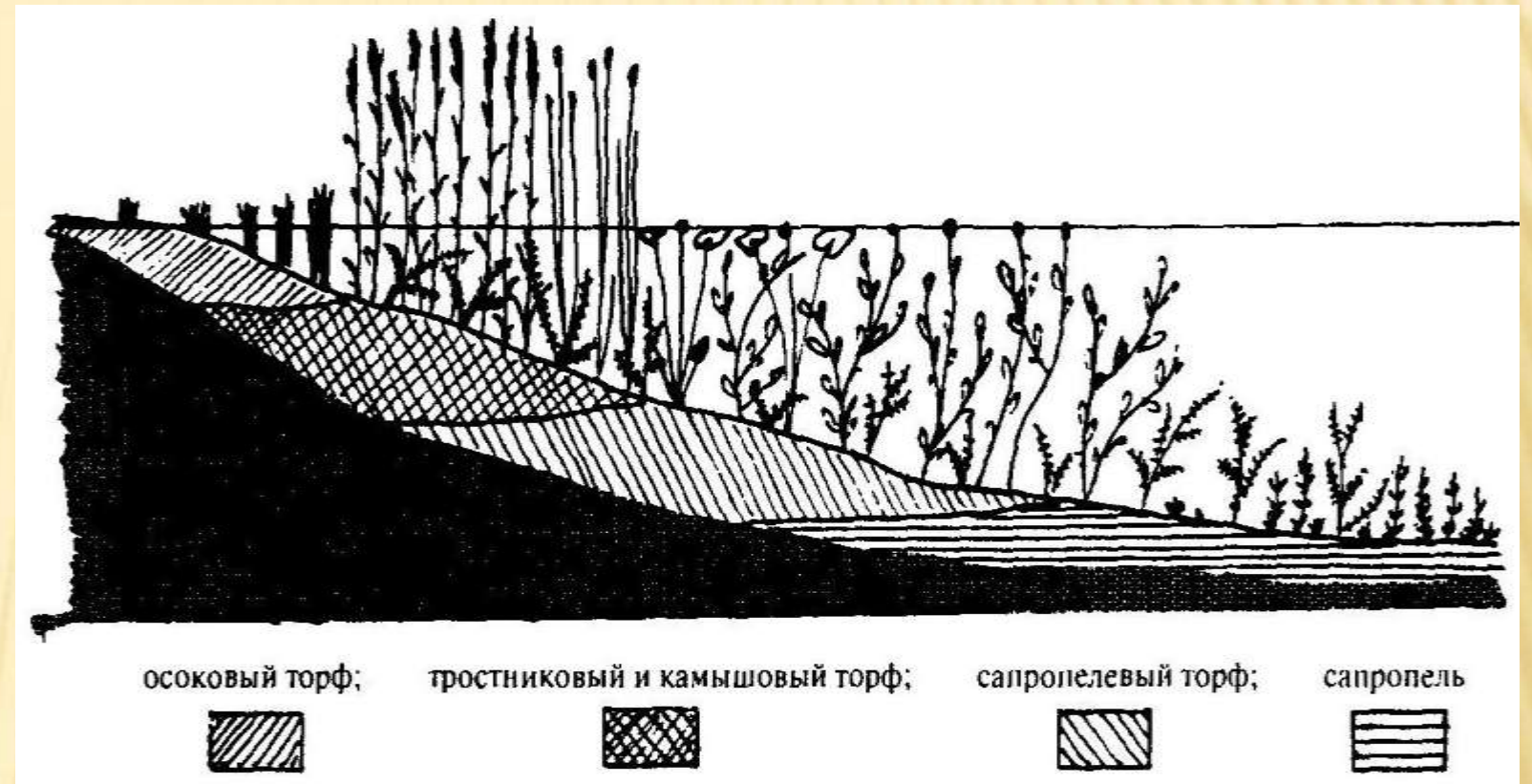


# Способы образования болот

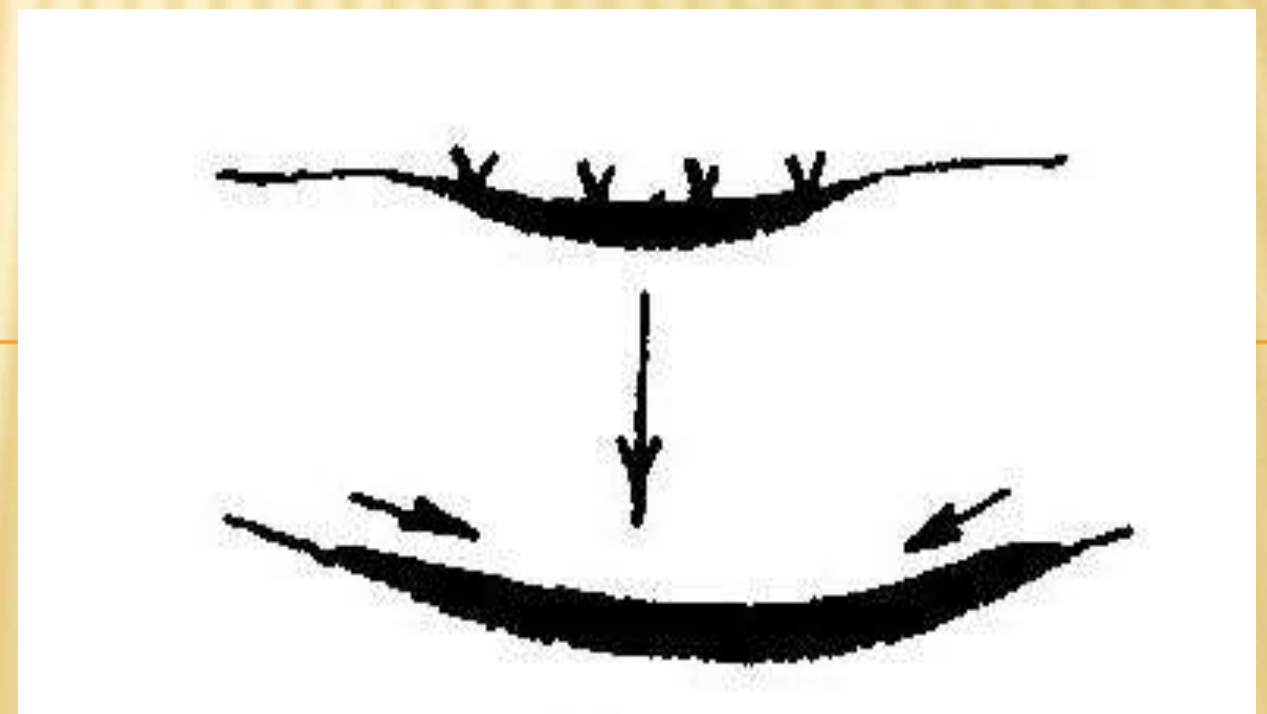
## ✘ Заторфовывание водоемов:

1) зарастание

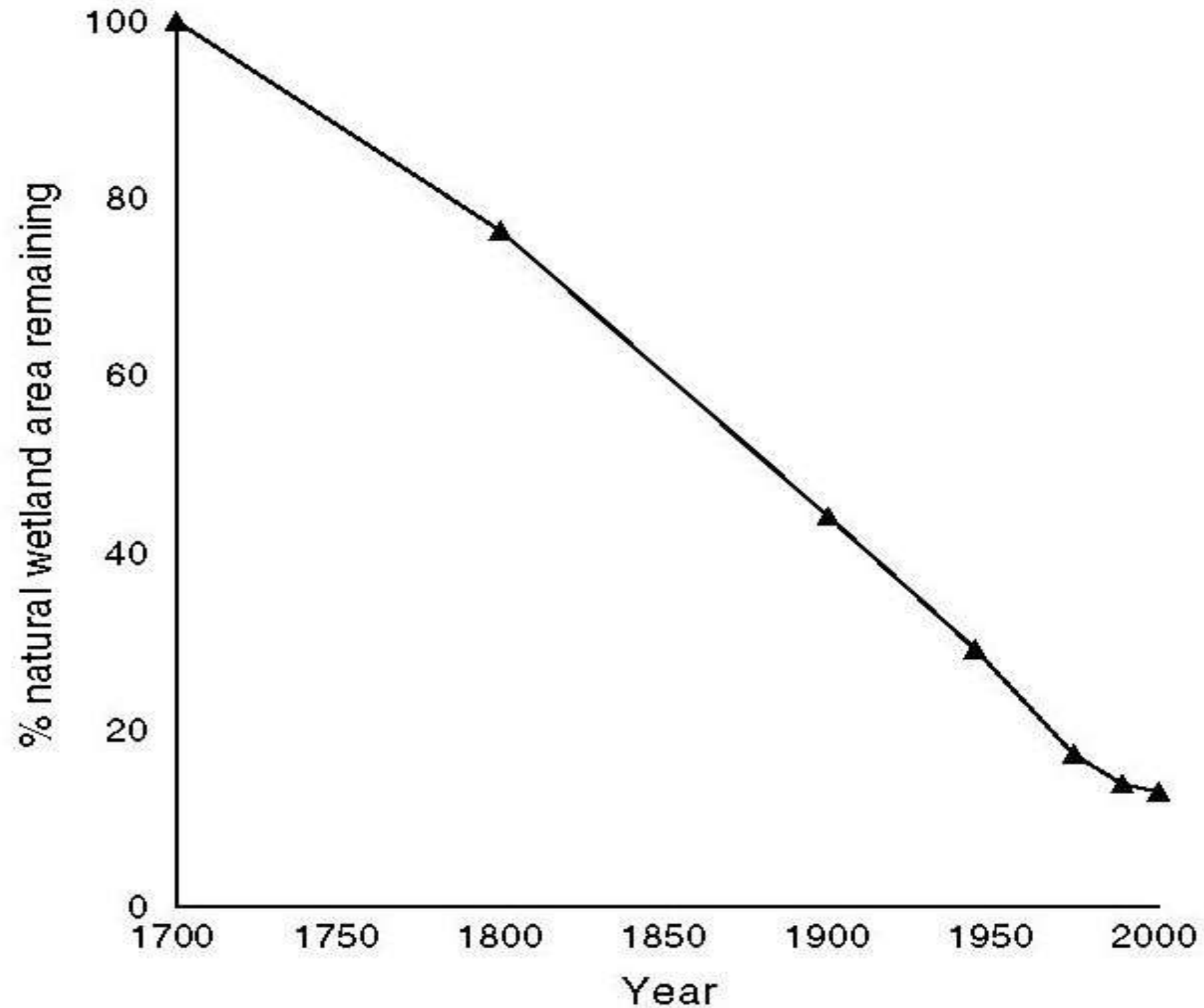
2) сплаvinное нарастание



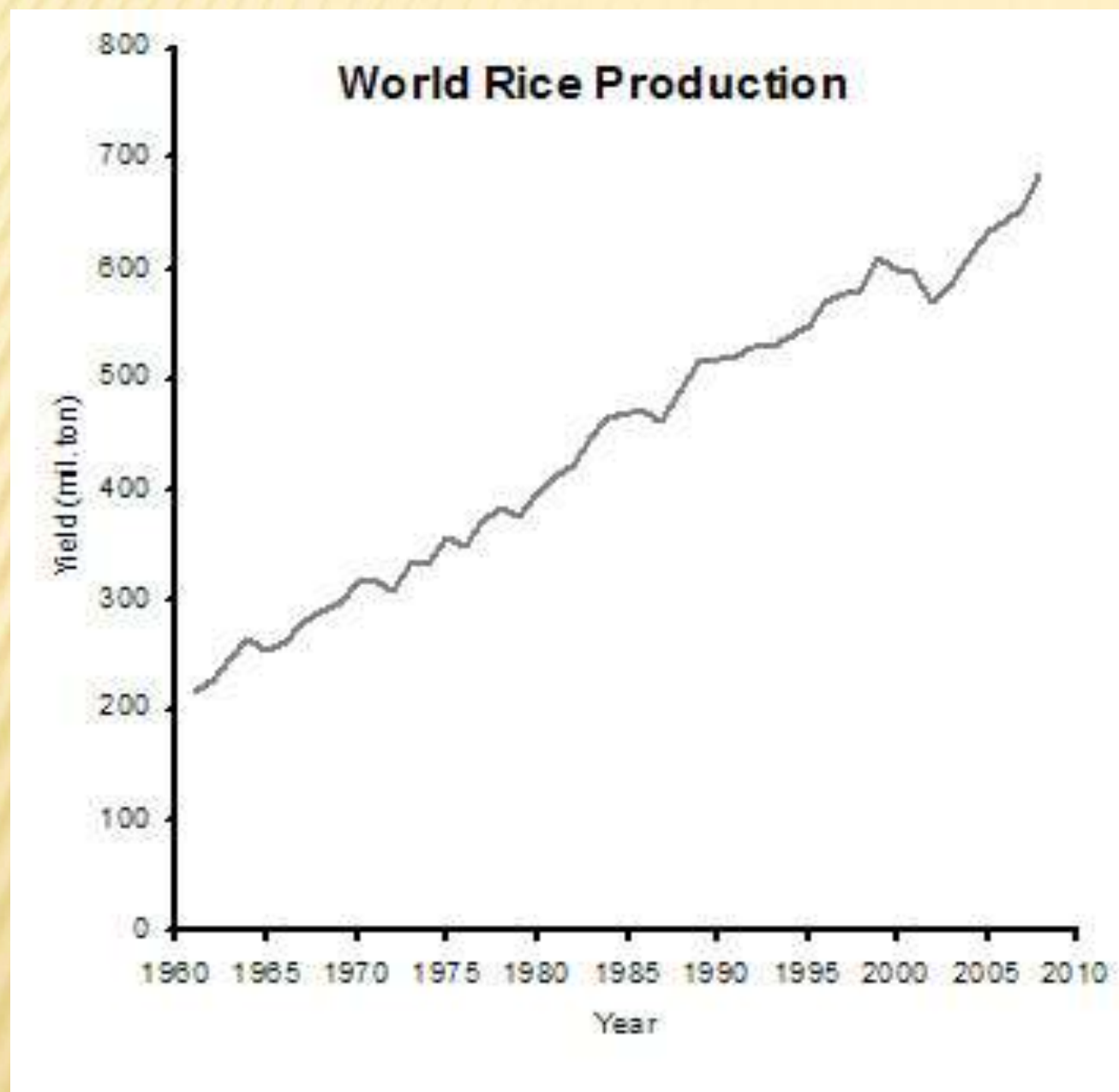
## ✘ Заболачивание



Антропогенное воздействие – в Мире с 1900 г. преобразовано около 57% водно-болотных угодий



# Главная причина – конверсия водно-болотных угодий тропиков и субтропиков в рисовые чеки



В России до 1990 г. было осушено 5 млн. га для целей сельского хозяйства и 3 млн. га для лесовыращивания

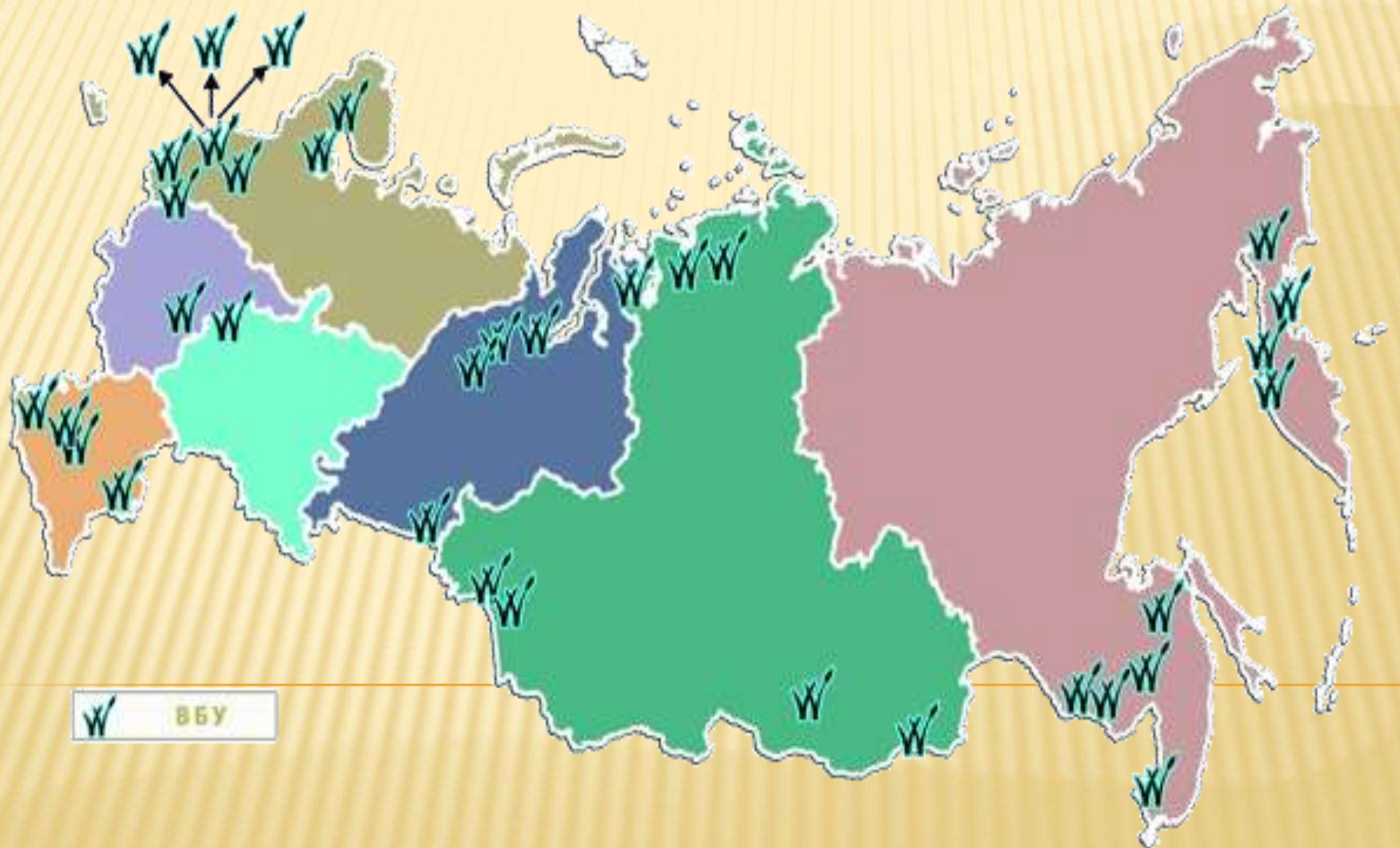




# Конвенция о водно-болотных угодьях международного значения (Рамсарская конвенция, 1971 г.)

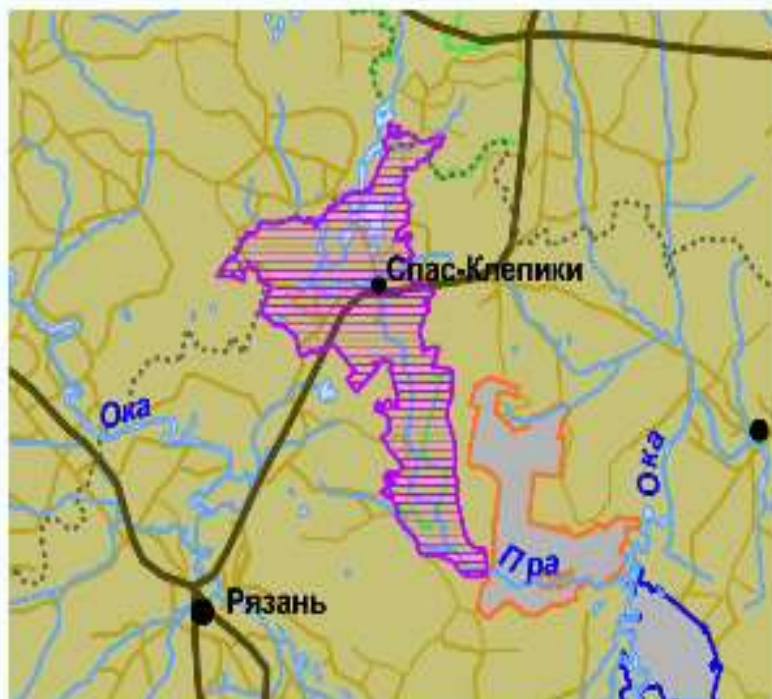
- ✘ Цель Конвенции — «сохранение и разумное использование всех водно-болотных угодий путём осуществления местных, региональных и национальных действий и международного сотрудничества
- ✘ Участниками Конвенции ныне являются **160** государств
- ✘ Наиболее эффективный механизм Конвенции - формирование Списка водно-болотных угодий международного значения («Рамсарский список»)
- ✘ В Список входит **1926** водно-болотных угодий общей площадью **187 млн. га** (1.3% от общей площади Суши).

В России имеется 35 территорий Рамсарского списка общей площадью 10 млн. га (0.6% от площади страны)



# Пример характеристики Рамсарского угодья

## ПОЙМЕННЫЕ УЧАСТКИ РЕК ПРА И ОКА



### ПРИРОДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

- ↗ Физико-географическая характеристика
- ↗ Ценная фауна
- ↗ Ценная флора
- ↗ Собственность и землепользование
- ↗ Угрожающие факторы и охрана
- ↗ Рекреация и экопросвещение
- ↗ Управление и юрисдикция
- ↗ Научные исследования
- ↗ Литература

### ПАСПОРТ УГОДЬЯ

- **Название угодья:**  
Пойменные участки рек Пра и Ока (Пойма реки Пра в пределах [национального природного парка "Мещерский"](#). Пойма реки Пра и реки Ока в пределах [Окского биосферного государственного заповедника](#))
- **Географические координаты:**  
55°20'-54°42' с.ш., 39°45'-41°20' в.д.
- **Географическое положение угодья:**  
Территория Мещерской низменности к северу от излучины р.Оки между городами Рязань и Касимов. Рязанская область, Клепиковский, Рязанский, Спасский районы.
- **Площадь угодья:**  
161542 га.
- **Высота:**  
92-127 м над уровнем моря.
- **Тип водно-болотного угодья:**  
По рамсарской классификации: Ts, M, O, Xp, U.  
По российской классификации: 2.5.1.1.
- **Критерии включения в список:**  
1a, 1b, 1d, 3a. Основной - 1d - уникальный участок практически не трансформированных пойм в центре России.





# ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

✘ Пресноводные и морские.

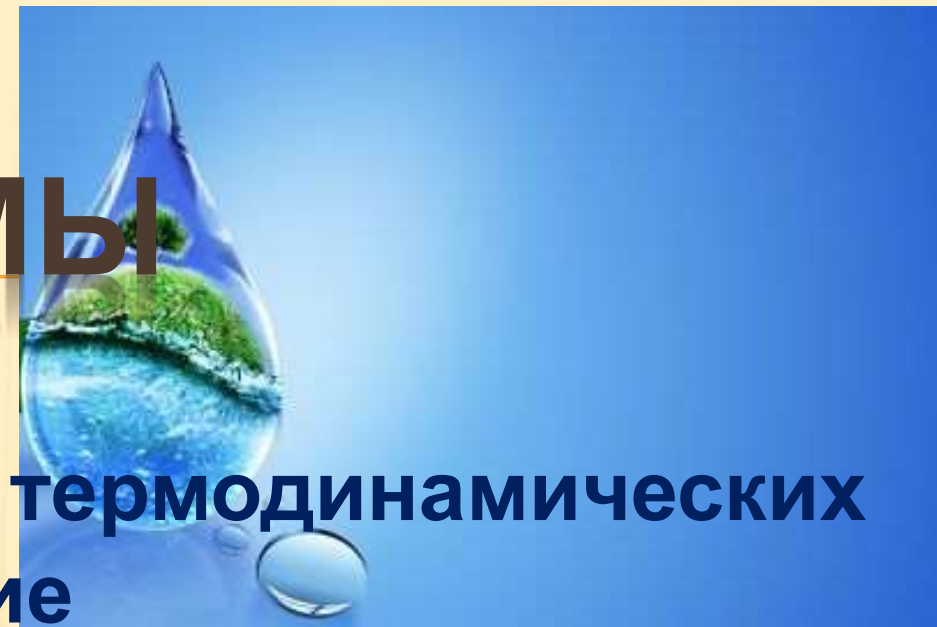
**Пресноводные экосистемы.**

3 группы:

- стоячие или **лентические** (от лат. спокойный) воды – озера и пруды
- текучие или **лотические** (от лат. омывающий) воды – родники, ручьи и реки
- **заболоченные** участки с колеблющимся уровнем воды по сезонам –



# ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ



**Вода обладает рядом уникальных термодинамических свойств. Самые важные следующие**

- × **высокая удельная теплоемкость.** Т.е. для изменения температуры воды требуется относительно большое количество тепла. Для повышения 1 мл воды на 1 градус требуется 1 калория. Только аммиак и некоторые другие вещества обладают теплоемкостью более 1.
- × **большая скрытая температура плавления,** для превращения 1 г льда необходимо затратить 80 кал.
- × **самая высокая скрытая теплота парообразования.** При испарении 1 л воды поглощается 556 кал. Значительная часть поступающей солнечной энергии расходуется на испарения. Этот поток энергии смягчает климат и делает возможным существование жизни.
- × **наибольшей плотностью вода обладает при 4 С,** при температурах выше или ниже вода расширяется и становится легче. Это уникальное свойство предохраняет озера от промерзания до дна.



# ЛЕНТИЧЕСКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Характерной чертой озер и крупных прудов является их четкая зональность и стратификация. В типичном случае разделяют **литоральную** зону с прибрежными укоренившимися растениями, **лимническую** зону – зону открытой воды, где доминирует планктон и глубоководную **профундальную** зону, где живут только гетеротрофы.

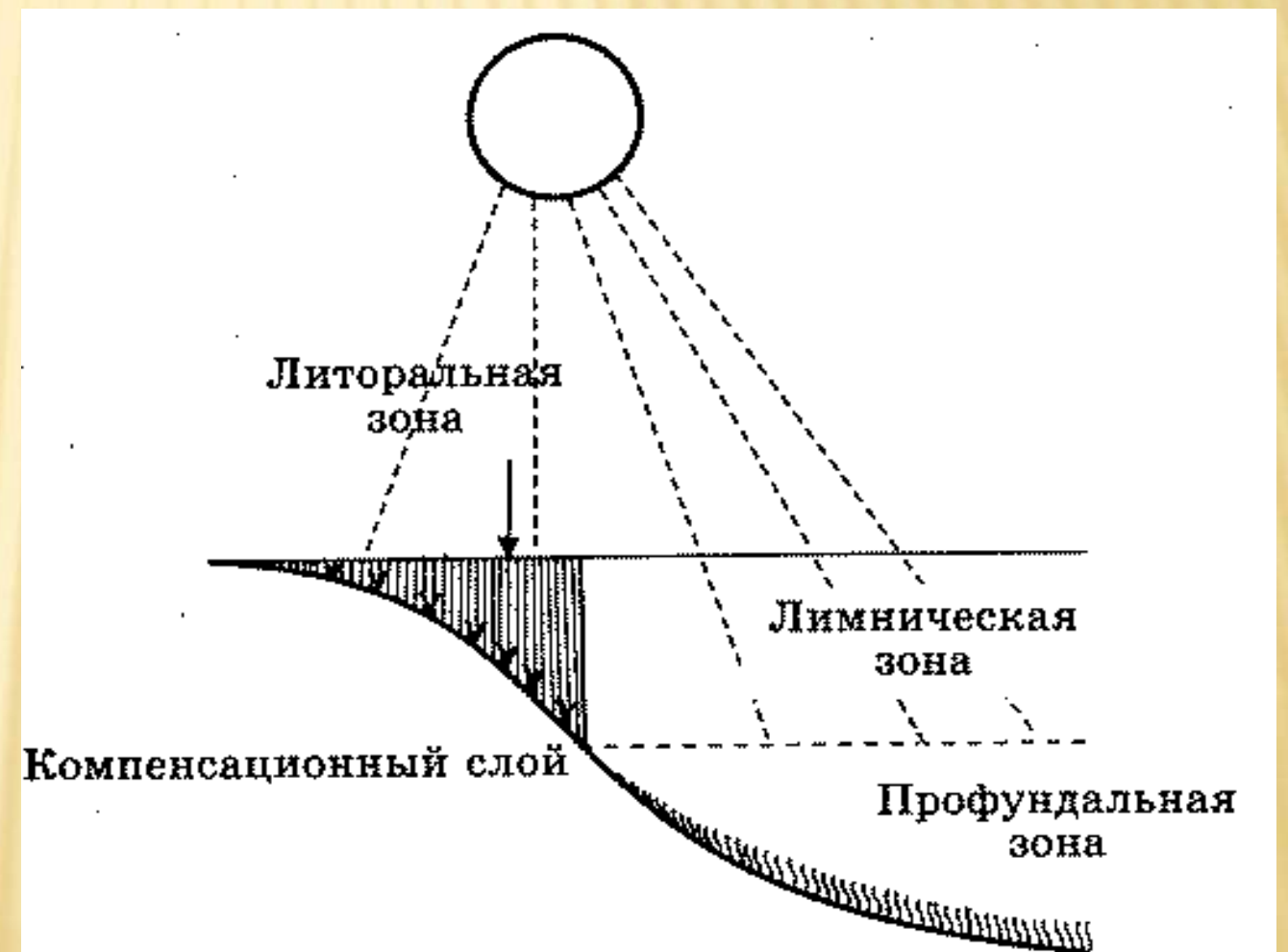


Рис. 7.6. Три главные зоны в озере

# ЛОТИЧЕСКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ

- ✘ **Сообщества пресных проточных вод** имеют биоту, совершенно отличную от озер. Планктон в большинстве рек и ручьев выражен слабо, донные сообщества зависят от скорости течения воды и характера субстрата. В условиях илистого дна распространены моллюски двустворчатые, личинки двукрылых насекомых. В сообществах быстротекущих вод встречаются виды, приспособленные к жизни на скальных поверхностях – личинки поденок, веснянок, ручейников.
- ✘ **Биомасса.** При колебаниях от 0 до 1 т/га средняя биомасса достигает **0.2 т/га.**
- ✘ **Продукция.** Средняя величина продукции считается **2,5 т/га** в год, варианты колебаний – от 1 до 15 т/га в год.



# Водные экосистемы

Специфика жизни в толще воды:  
компенсация силы тяжести силой  
выталкивания;  
фактическая трехмерность среды  
обитания;  
отсутствие лимитирования по  
воде.



Следствия:  
преодоление силы тяжести достигается изменением  
плотности;  
меньше проблем с сохранением водной среды в  
организме  
более высокая эффективность передачи энергии в  
трофических цепях

# Экологические группировки водных организмов

**Планктон** – взвешен в толще воды, переносится водными течениями



**Нектон** – свободно передвигается в толще воды



**Бентос** – живет на дне и в донных отложениях



**Плейстон** – плавает на поверхности или полупогруженном виде



# Реки в гидрологическом цикле

- ✘ Количество воды в руслах рек 2.1 тыс. км<sup>3</sup>
- ✘ Годовой речной сток 45 тыс. км<sup>3</sup>
- ✘ Среднее время обновления воды 22 дня
- ✘ Крупнейшие реки по расходу воды
  1. Амазонка 15.0%
  2. Конго 2.9%
  3. Янцзы 2.2%
  4. Ориноко 2.1%
  5. Енисей 1.3%
  - .....
  18. Волга 0.6%

# Прямое и косвенное антропогенное воздействие на реки

- ✘ Эксплуатация и преобразование

  - Поливное земледелие

  - Гидроэнергетика

  - Водоснабжение

- ✘ Загрязнение

  - Промышленное

  - Коммунальное

- ✘ Модификация гидрорежима при изменении  
климата

---



# РЕЙТИНГ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РЕК РОССИИ

1. В **Оби** почти вся таблица Менделеева, соединения меди, цинка и марганца, фенолы, нефтепродукты, аммонийный азот. С нефтепродуктами хуже всего в нижнем течении: предельно допустимые концентрации превышены в 9-10 раз.



2. 40% всех загрязненных сточных вод принимает в себя **Волга**. Это примерно 2.5 млн.тонн в год. Не менее 45 млн человек проживают на берегах этой водной артерии, берут из нее воду для питья и орошения, сливают канализационные стоки, бросают по берегам мусор.

3. **Амур**. Это пограничная река разделяет РФ с Поднебесной и несет на себе антропогенную нагрузку сразу двух индустриальных держав. В Амуре постоянно фиксируются превышение ПДК нитратов, фенолов, патогенных микроорганизмов. Отдельная проблема – золотодобыча А вот пластик в реке Черного дракона, это заслуга китайской стороны, куда более населенной.



# Орошаемое земледелие в Ростовской области



# КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ

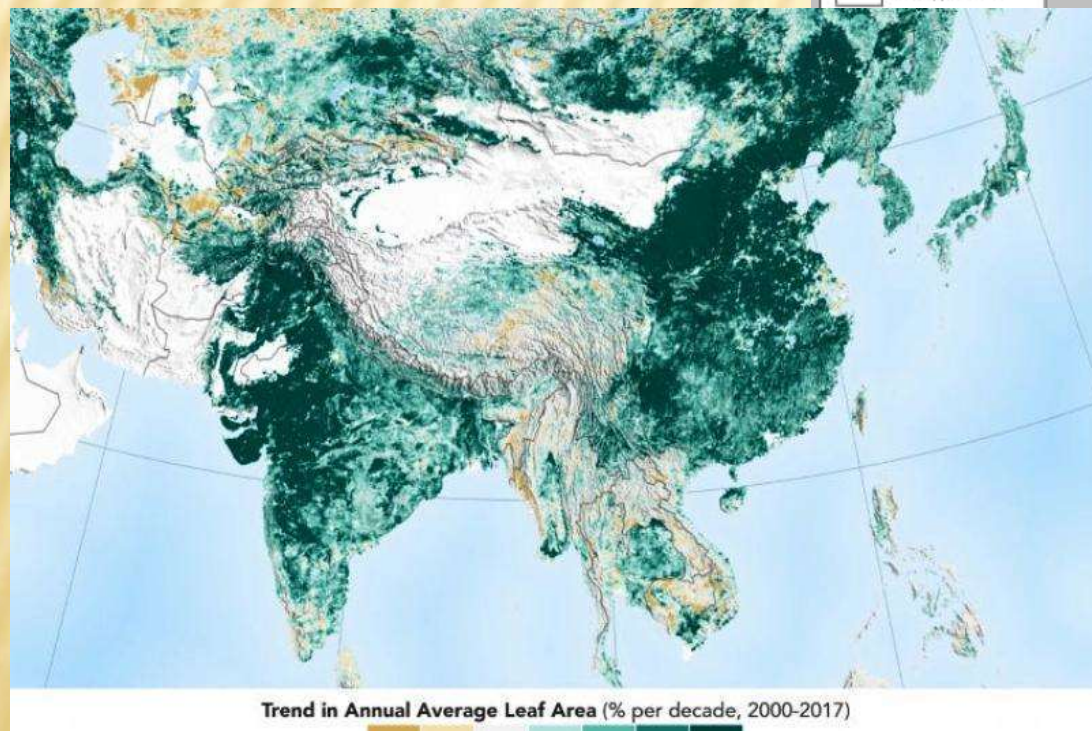
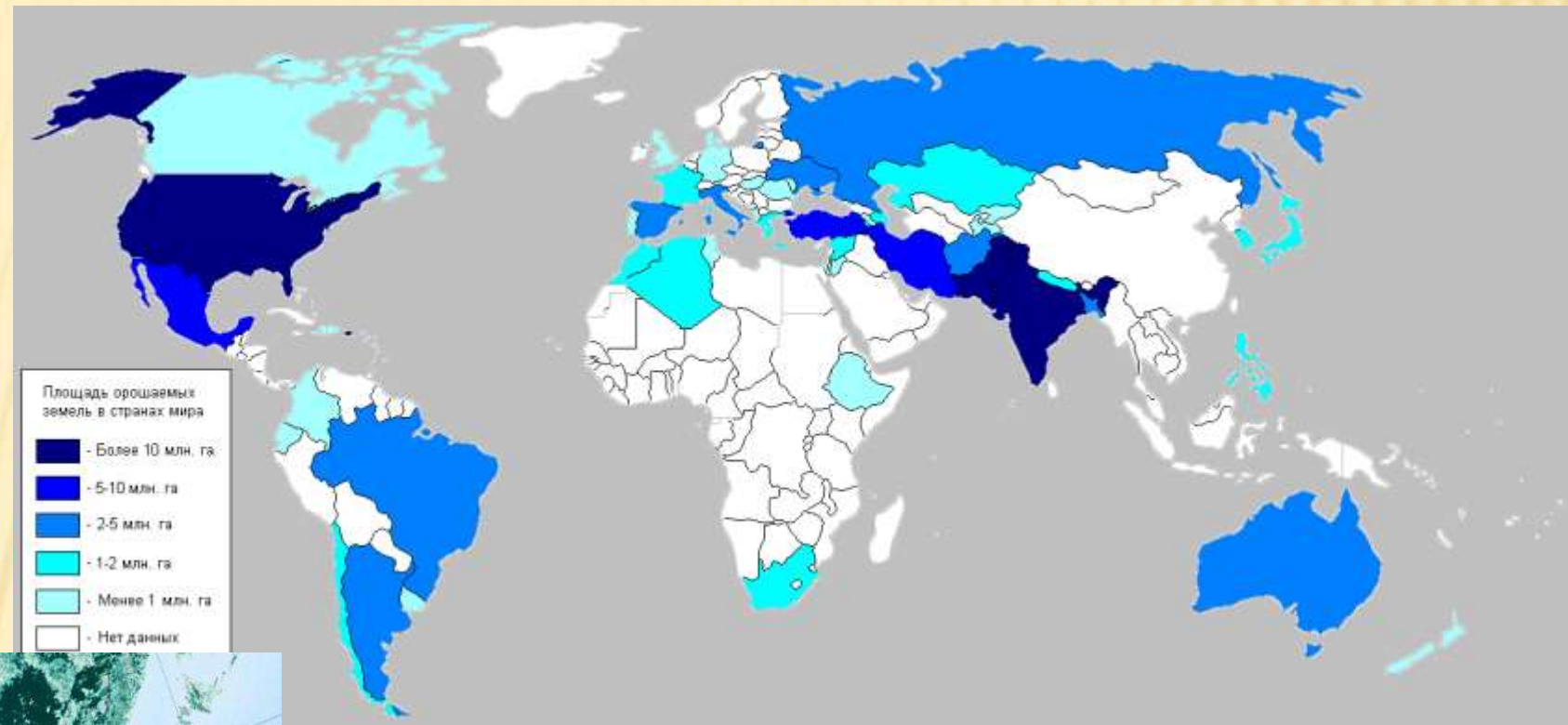
Капельное орошение — метод полива, при котором вода подаётся непосредственно в прикорневую зону выращиваемых растений регулируемыми малыми порциями с помощью дозаторов-капельниц. Позволяет получить значительную экономию воды и других ресурсов (удобрений, трудовых затрат, энергии и трубопроводов).



# ОРОШЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ

Всего в мире осуществляется полив земель на площади около 260 млн.га.

Орошаемые земли в странах мира



Две страны, занимающие первое и второе место в мире по численности населения - Китай (1,4 млрд. человек) и Индия (1.3 млрд. человек), выделяются и по размерам поливных площадей - 49,9 и 50,1 млн.га

# ПОЛИВ И ПОТЕРИ ВОДЫ

Большие затраты воды характерны для примитивных способов полива - диким напуском и по бороздам. В этом случае бесполезные потери воды составляют половину, т.е. КПД полива равен 50%. При дождевании КПД возрастает до 70%, при капельном орошении - до 98-99%.



Поливы земель по назначению подразделяются на **предпосевные, промывные (от избытка солей), вегетационные и влагозарядные.**



# ИРРИГАЦИОННАЯ ЭРОЗИЯ

Образуется при поливе по бороздам или интенсивном дождевании. На хлопковых и зерновых полях при уклонах от 0,5 до 5 градусов смыв почвы может превышать 10 т/га·год.



**Аккумуляция агроирригационного слоя.**

Причины - осаждение наносов из оросительных вод, а также внесение органических удобрений.



# ВТОРИЧНОЕ ЗАСОЛЕНИЕ И ОСОЛОНЦЕВАНИЕ

Вызываются подъемом минерализованных грунтовых вод до критической глубины порядка 2-3 м от поверхности и их капиллярным подтягиванием в почву.

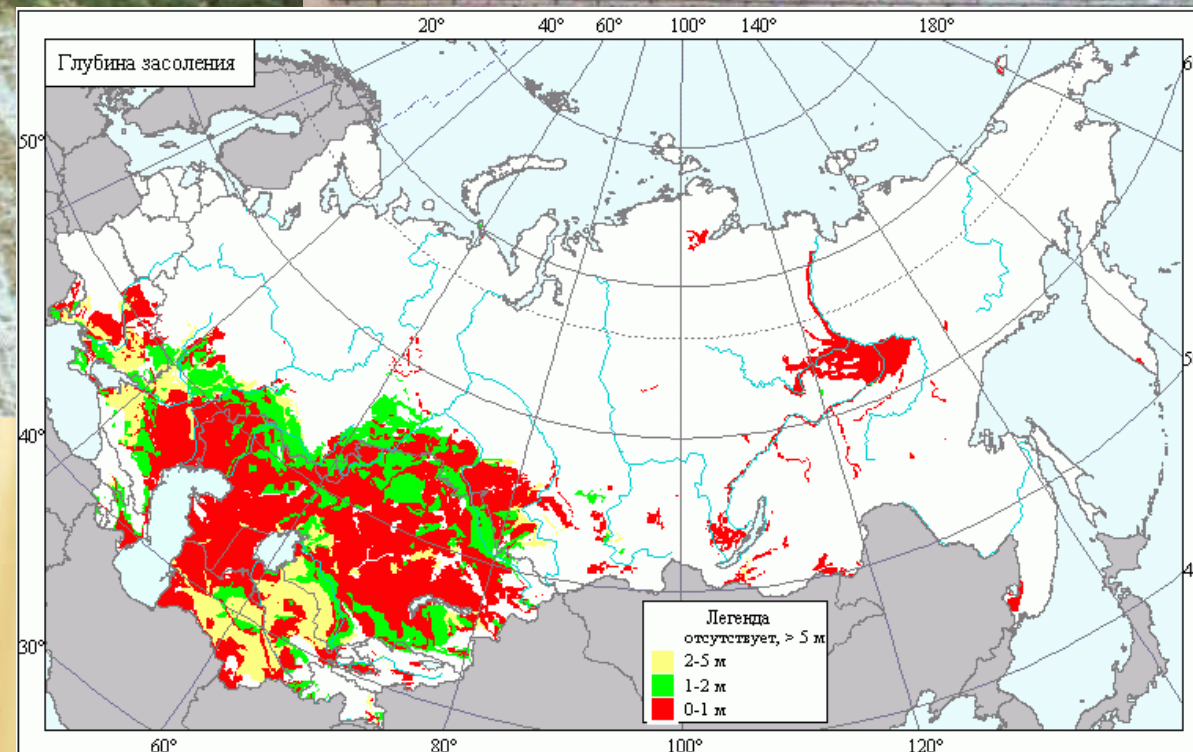
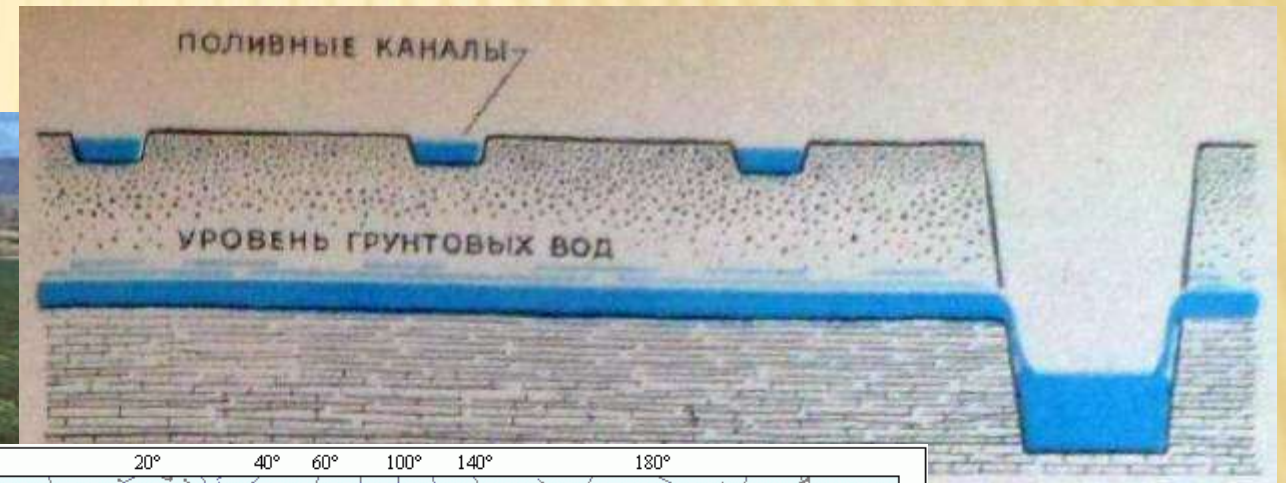
Наиболее типичными ионами засоленных почв являются  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ .

Наибольшая опасность засоления существует в районах со слабо расчлененным рельефом, плохим дренажом и близким к поверхности залеганием уровня грунтовых вод.



# ВТОРИЧНОЕ ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ

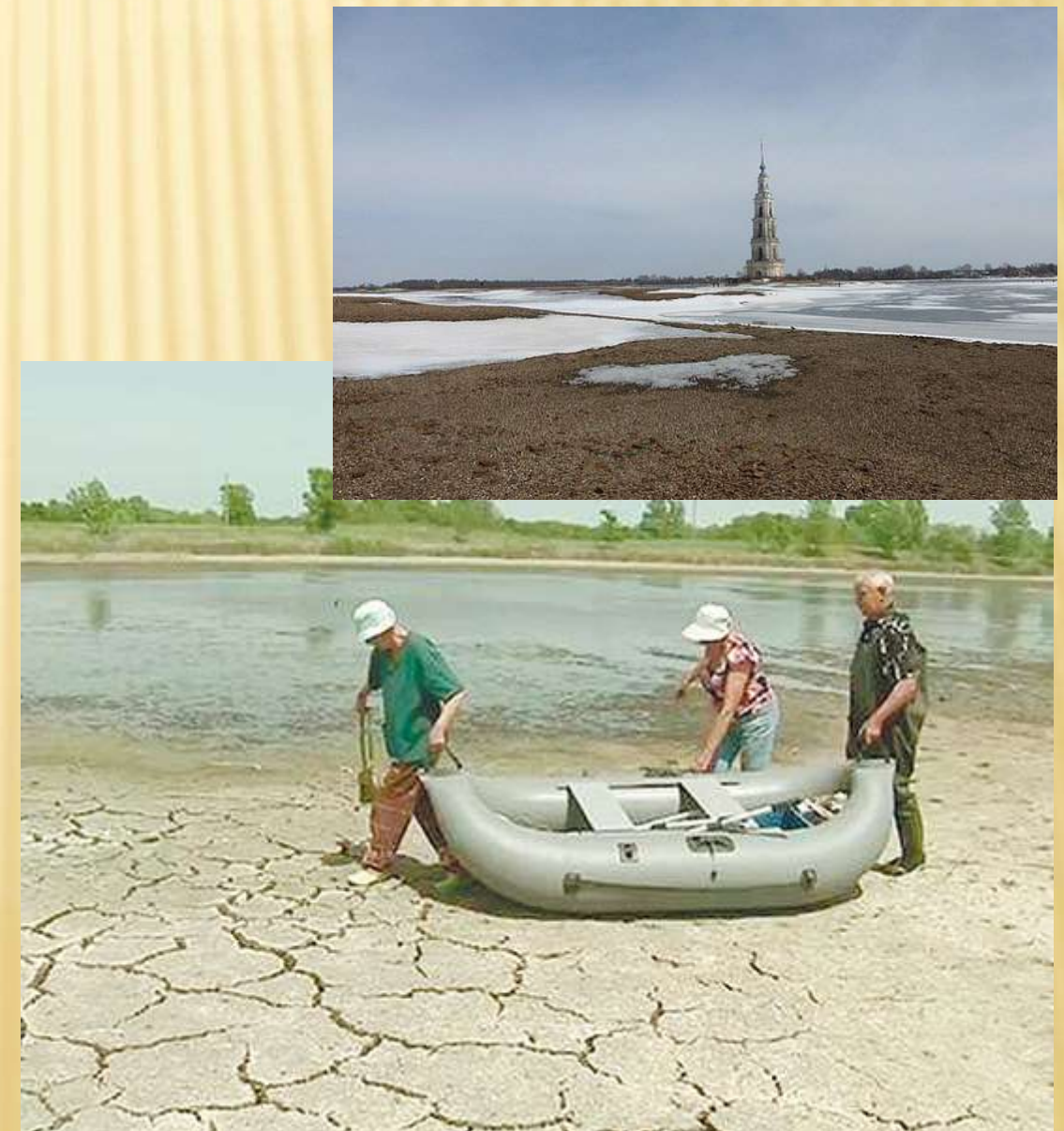
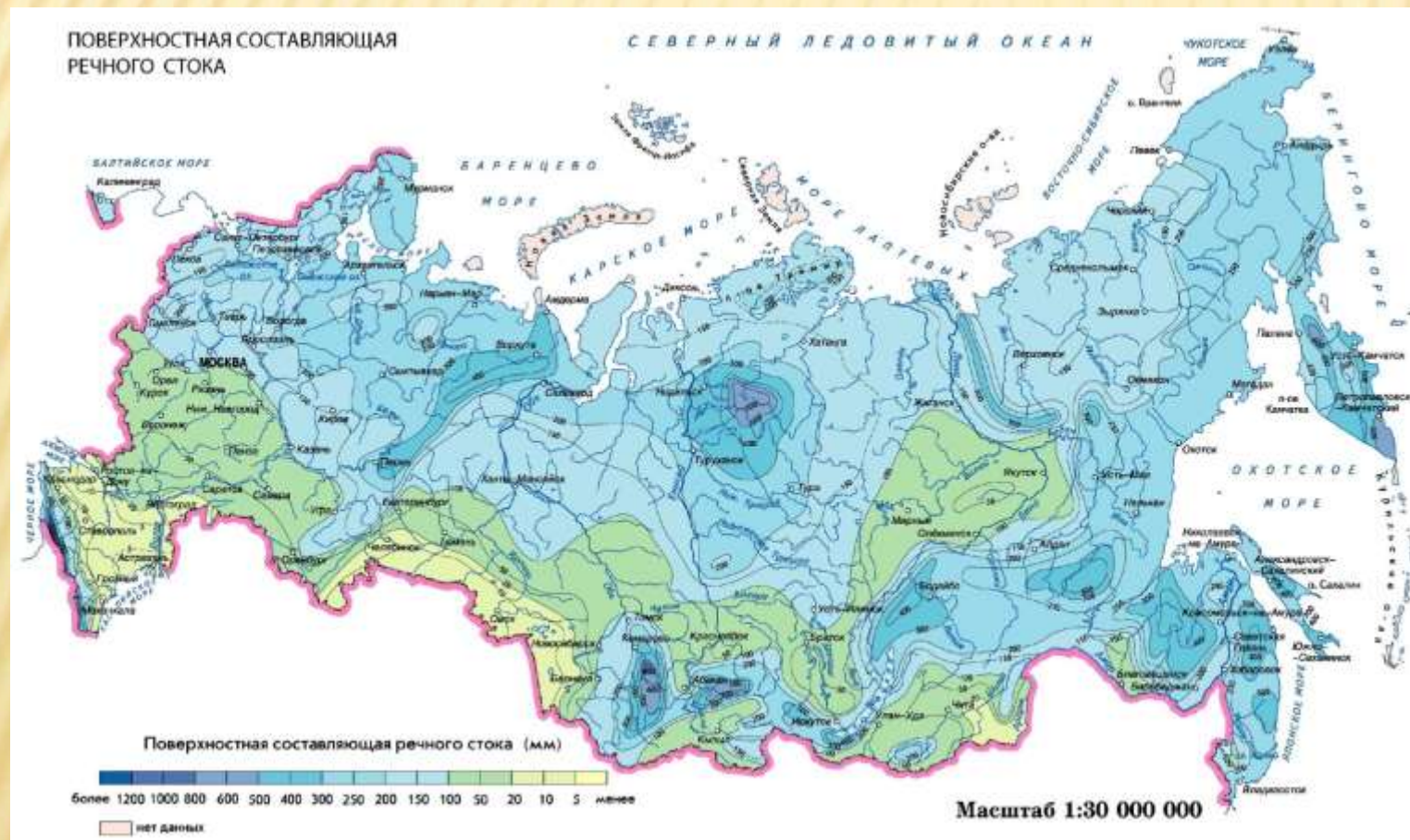
от 30 до 80% орошаемых полей в той или иной степени подвержены засолению, и их продуктивность снижена из-за этого. По этой причине в Ираке 1/3 орошаемых угодий выведена из строя, в Индии - 1/6, в Пакистане - 1/4, в Китае - 1/5.



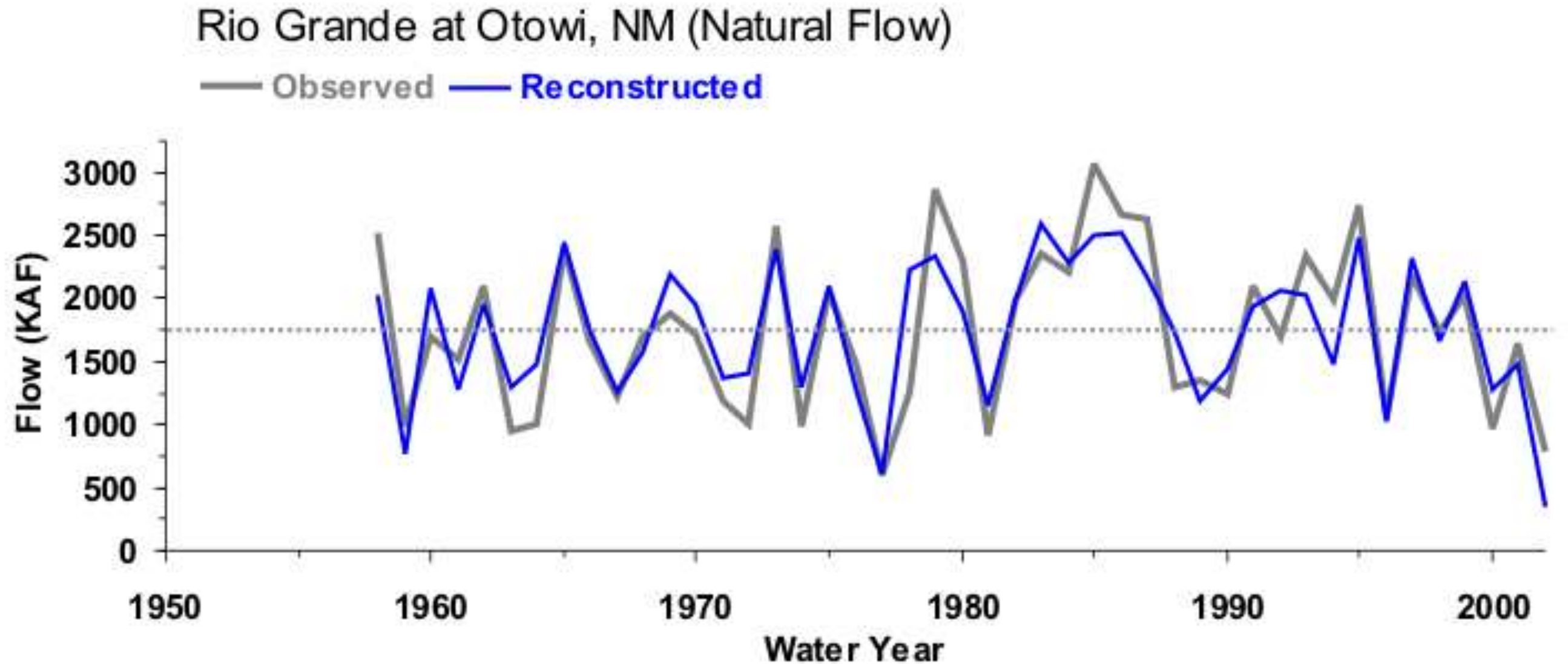


# УМЕНЬШЕНИЕ РЕЧНОГО СТОКА

В связи с безвозвратным использованием вод ряда рек на орошение их сток значительно снижается или прекращается вовсе. Так, сток р.Волги по этой причине уменьшился примерно на 10%, рр.Дона и Кубани более, чем на 1/3, рр.Днепра и Днестра - более, чем на 1/2.



# Динамика стока в реке Рио Гранде (граница США и Мексики)



# Региональная катастрофа – гибель Аральского моря



50 лет назад в Арале вылавливали до 40  
тыс. тонн рыбы за год



Ныне это песчано-солончаковая пустыня Аралкум



# Причина катастрофы – развитие орошаемого земледелия в республиках Средней Азии с начала 1960-х годов



# АНТРОПОГЕННЫЕ ОЗЕРА

Это закономерный результат развития ирригации, так как отвод с полей сильно минерализованных вод - возвратных стоков - часто может быть осуществлен лишь в какие-то замкнутые депрессии вблизи от массивов орошаемых полей.



Айдаро-Арнасайская система озер



Озеро Солтон Си  
в Калифорнии



Сарыкамьшское озеро - бессточное  
горько-солёное озеро

# ПОТЕРЯ ПОТОКА БИОГЕНОВ

Имеет место во многих странах после строительства крупных водохранилищ в связи с перехватом в них речных наносов. Асуанская плотина.  
Кызылсу (приток Вахша)



Нурекская ГЭС





# ИЗМЕНЕНИЯ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Обычно фиксируется повышение их уровня в районах полива земель. Кроме того, при использовании подземных вод для орошения наблюдается понижение уровней тех горизонтов, из которых ведутся избыточные откачки.

КАЛИФОРНИЯ

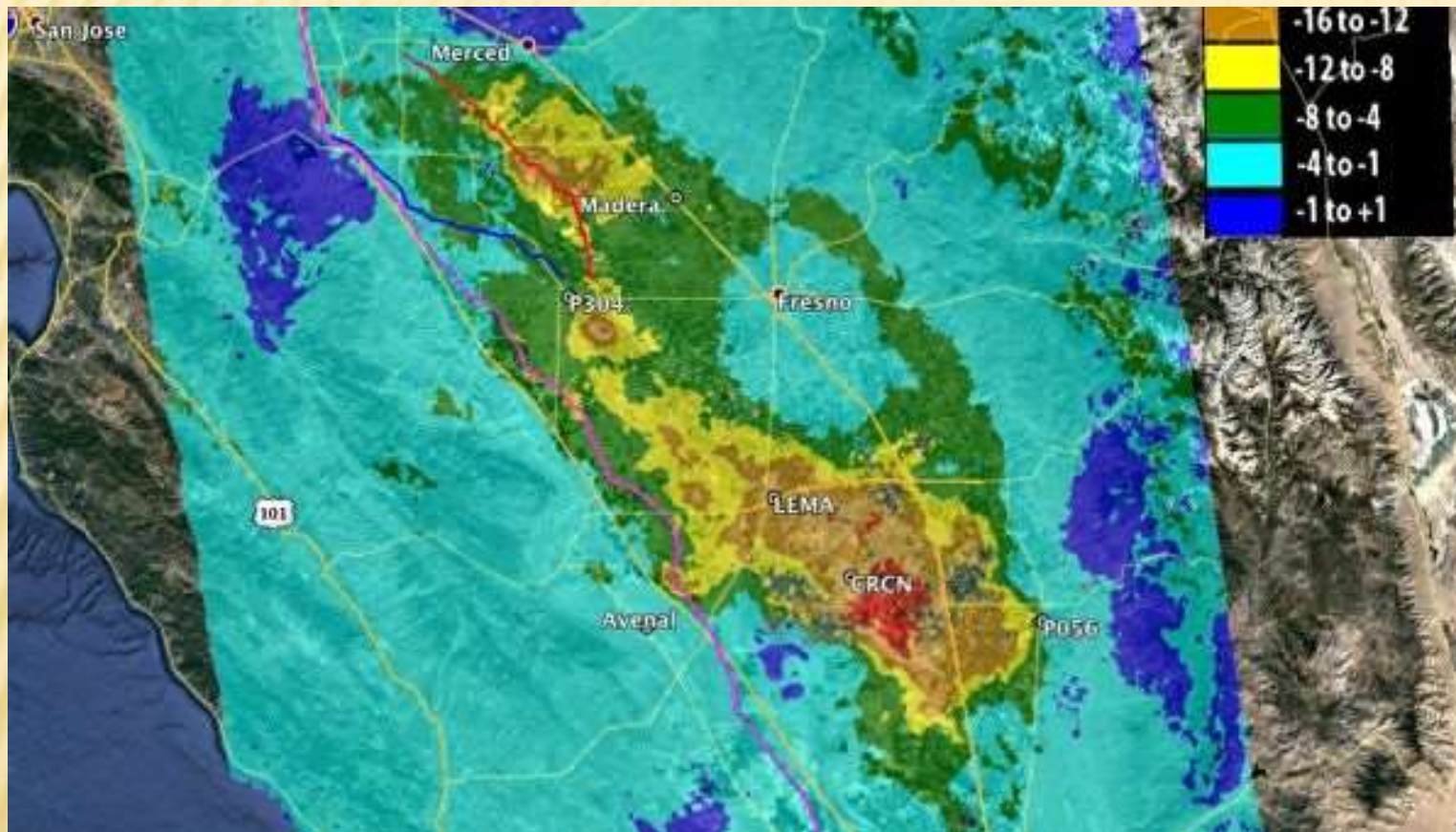


БАЙКАЛ



# ОСЕДАНИЕ МЕСТНОСТИ

Карта участков Калифорнии, чья высота понизилась в последние два года



# Волжская ГЭС



# Система водоснабжения Москвы



<http://a-makarovskiy.livejournal.com/42559.html>

# Сбросы промышленных и бытовых сточных вод

Сброс сточных вод Конаковским МУП в  
Иваньковское водохранилище



Сброс сточных вод  
Березниковским механическим  
заводом



<https://tverweek.com/sud/sud-obyazal-konakovskoe-mup-obespechit-ochistku-stochnyh-vod-sbrasyvaemyh-v-ivankovskoe-vodohranilishhe.html>

[http://www.bb59.ru/news/news\\_gorod\\_4/details\\_24206.html](http://www.bb59.ru/news/news_gorod_4/details_24206.html)



Проект по  
переброске  
стока сибирских  
рек



## ЦЕЛИ ПРОЕКТА

- **Транспортировка воды** в Курганскую, Челябинскую и Омскую области России с целью орошения и обеспечения водой малых городов;
- **Транспортировка пресной воды** в Казахстан, Узбекистан и Туркмению с целью орошения;
- **Открытие судоходства по каналу «Азия»** (Карское море — Каспийское море — Персидский залив).



# Конвенция об охране и использовании трансграничных водотоков и международных озер

- ✘ Принята 17 марта 1992 в г. Хельсинки (Финляндия) и вступила в силу 6 октября 1996 г.
- ✘ Количество Сторон 35.
- ✘ Основные обязательства сторон по Конвенции:
  - защита трансграничных вод путём предотвращения, ограничения и сокращения трансграничного воздействия;
  - справедливое и разумное использование трансграничных вод;
  - обязательство сотрудничества посредством соглашений и совместных органов.



# МОРСКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ

- ✘ Море занимает **70% поверхности Земли**.
- ✘ **Глубина** моря **огромна** и жизнь обнаруживается и на этой глубине.
- ✘ Море **непрерывно** и не подразделяется на изолированные области. Основными барьерами служат **температура, соленость и глубина**.
- ✘ В море происходит постоянная **циркуляция**. Ветры (пассаты), течения поверхностные и глубинные.
- ✘ Большую роль играют **приливы и отливы**, вызванные притяжением Луны и Солнца.
- ✘ Средняя **соленость** -35 частей соли на 1000 частей воды, 3.5%.или 35 промилей.

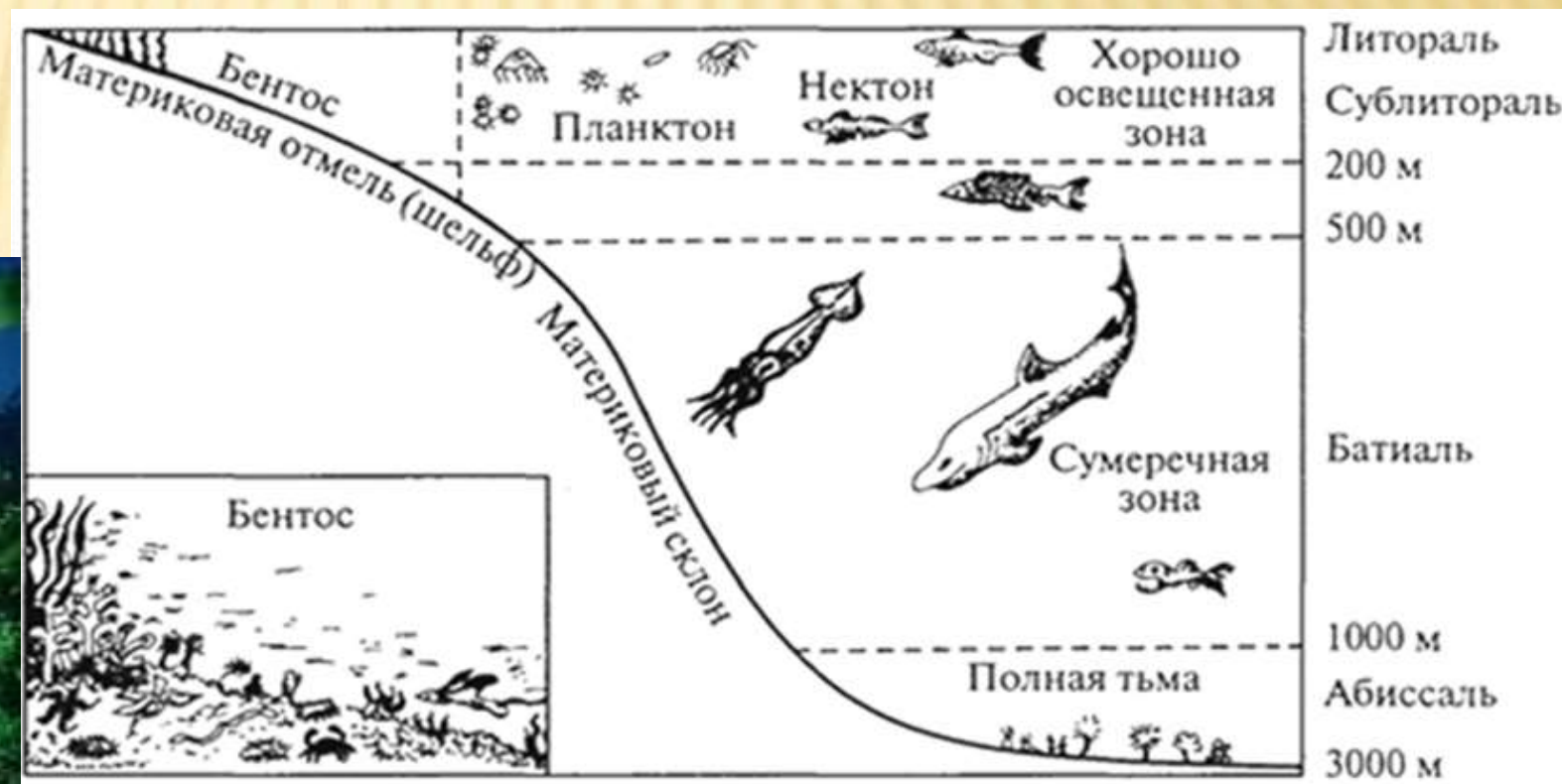


# Экологическая зональность океана

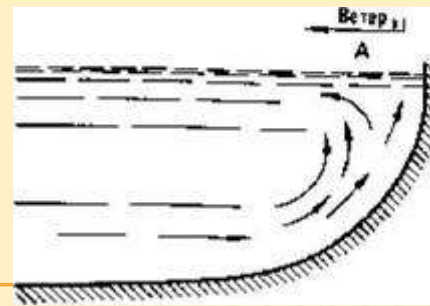


# ПРИБРЕЖНЫЕ МОРСКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ

- ✦ Жизнь в море сконцентрирована **возле берега**, где благоприятны условия питания. **Фитопланктон, зоопланктон, бентос и нектон**, немного видов промысловых рыб. Все крупное промысловое рыболовство мира почти полностью сосредоточено на континентальном шельфе..
- ✦ **Биомасса.** При колебаниях от 0,01-0,4 т/га средняя биомасса достигает **0,1 т/га**.
- ✦ **Продукция.** Средняя величина продукции считается **3,6 т/га** в год, варианты колебаний – от 2 до 6 т/га в год.



# АПВЕЛЛИНГ

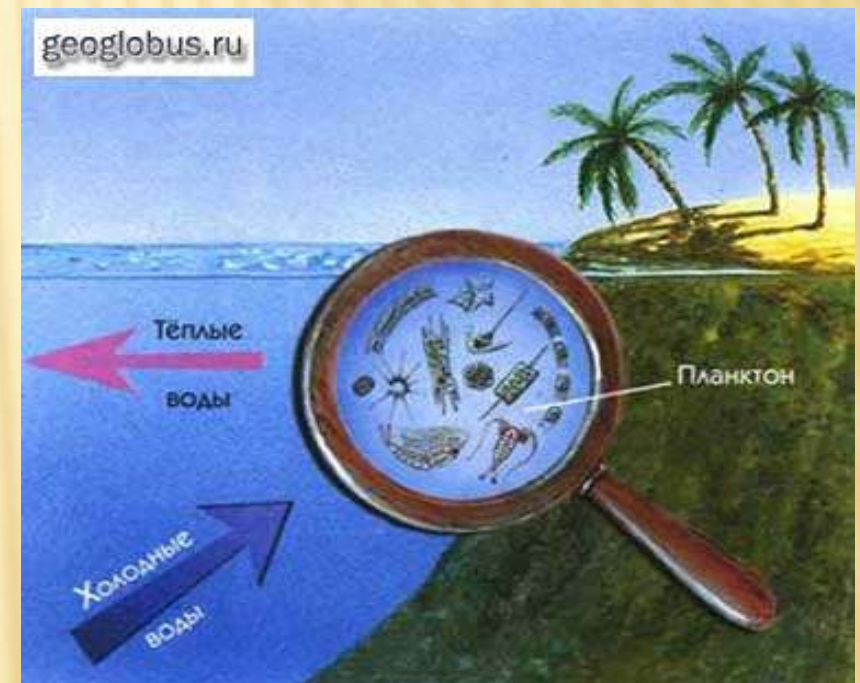


Апвеллинг - ветры постоянно отгоняют поверхностную воду от берега, в результате поднимается глубинная холодная вода, богатая биогенами. Характерные черты биома апвеллинга:

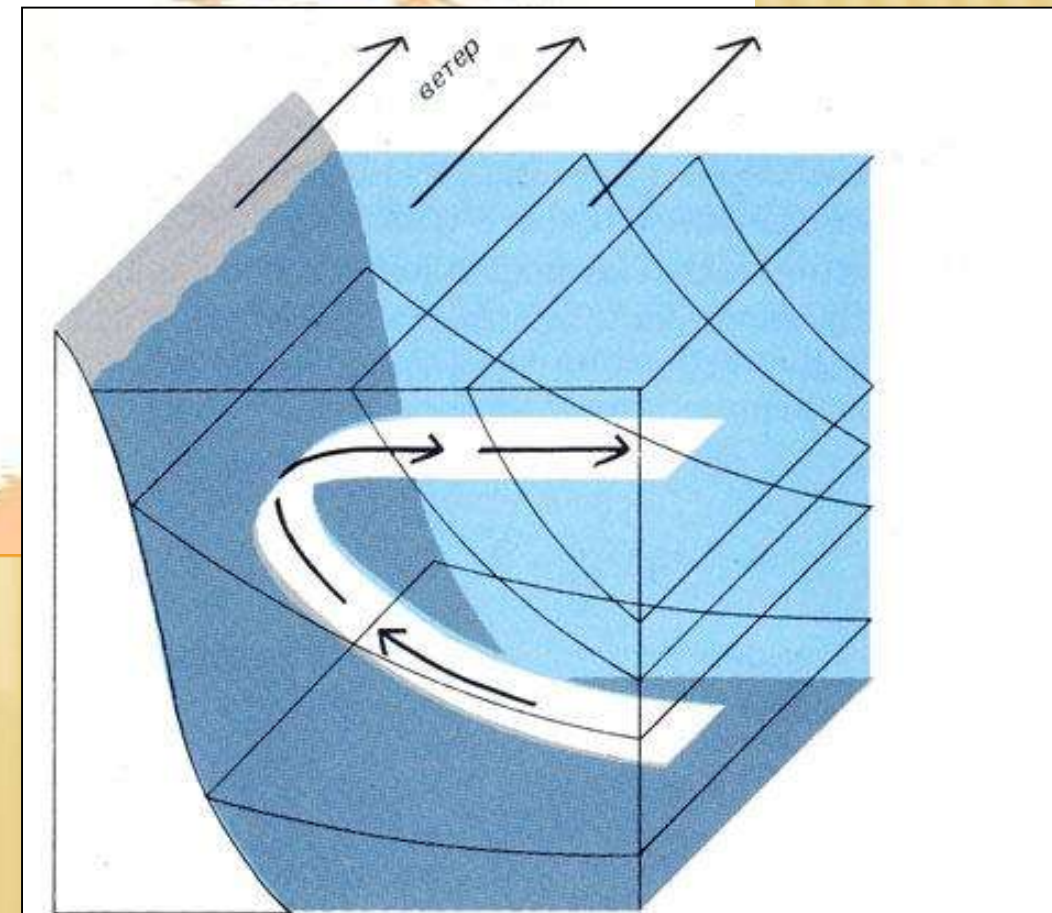
- × **высокая концентрация биогенов** и преобладание пелагических видов рыб (не донных);
- × **колоссальные популяции рыб** с короткими пищевыми цепями;
- × **отложения осадков на дне с высоким содержанием органики и фосфатов.**

Зоны апвеллинга - Калифорнийский, Чилийско-перуанский, юго-западная Африка, северо-западная Африка.

- × **Биомасса.** При колебаниях от 0,4 до 40 т/га средняя биомасса достигает **20 т/га.**
- × **Продукция.** Средняя величина продукции считается **25 т/га** в год, варианты колебаний – от 5 до 40 т/га в год.



# Продуктивные зоны океана – шельф и апвеллинги



Апвеллинг

# ЛИМАНЫ

**Лиманы** – полузамкнутый прибрежный водоем, свободно соединяющийся с открытым морем. Морская вода в нем обычно опреснена **из-за материкового стока**. Примерами лиманов могут служить **устья рек, заливы, литоральные марши**.

- + Лиманы обычно **продуктивны** вследствие поступления больших энергетических субсидий в виде приливов и обилия биогенных элементов.
- + На протяжении **круглого года гетеротрофы** обеспечиваются пищей за счет активности автотрофов трех типов : макрофитов (болотные травы, морские травы, водоросли), донных водорослей и фитопланктона.
- + Лиманы **служат местом откорма для молодежи** многих морских промысловых рыб.



# Охрана лиманов

При проведении строительства и изменении лиманов необходимо иметь в виду, что нельзя нарушать мелководные продуктивные зоны, такие как рифы, заросли морских трав и марши, которые служат местом откорма ценных промысловых рыб

Власти Кубани инициируют на федеральном уровне запрет рыболовства на Азовском побережье



## Чистая первичная продукция в экосистемах океана

Экосистема	NPP, т/га/год
Океаническая зона	1.7
Шельфовая зона	4
Апвеллинги	5
Эстуарии	15
Коралловые рифы	25
Океан в среднем	2
Суша в среднем	8
Земля в среднем	4



# Коралловые рифы обладают высокой степенью замкнутости циклов биогенных элементов



# Антропогенное воздействие на океан

- ✘ Подкисление океана (лекция по циклу углерода);
- ✘ Эвтрофикация прибрежных зон (лекция по циклам азота и фосфора, гипоксия прибрежных зон);
- ✘ Нефтяное загрязнение;
- ✘ Загрязнение океана плавающим мусором;
- ✘ Чрезмерная эксплуатация биологических ресурсов.

# Нефтяное загрязнение океана – в основном результат рутинной антропогенной деятельности, а не техногенных катастроф

- ✘ По разным оценкам, нефтяной пленкой толщиной в несколько десятков микрон покрыто 20-30% океана.
- ✘ Вероятно, это приводит к нарушениям газообмена и испарения воды с поверхности океана.



Плавающий мусор (в основном пластик) формирует острова в различных местах океана.



Около 10% ежегодно производимого пластика оказывается в океане



Около 300 видов морских животных постоянно гибнут, запутываясь в пластиковом мусоре или поедая его

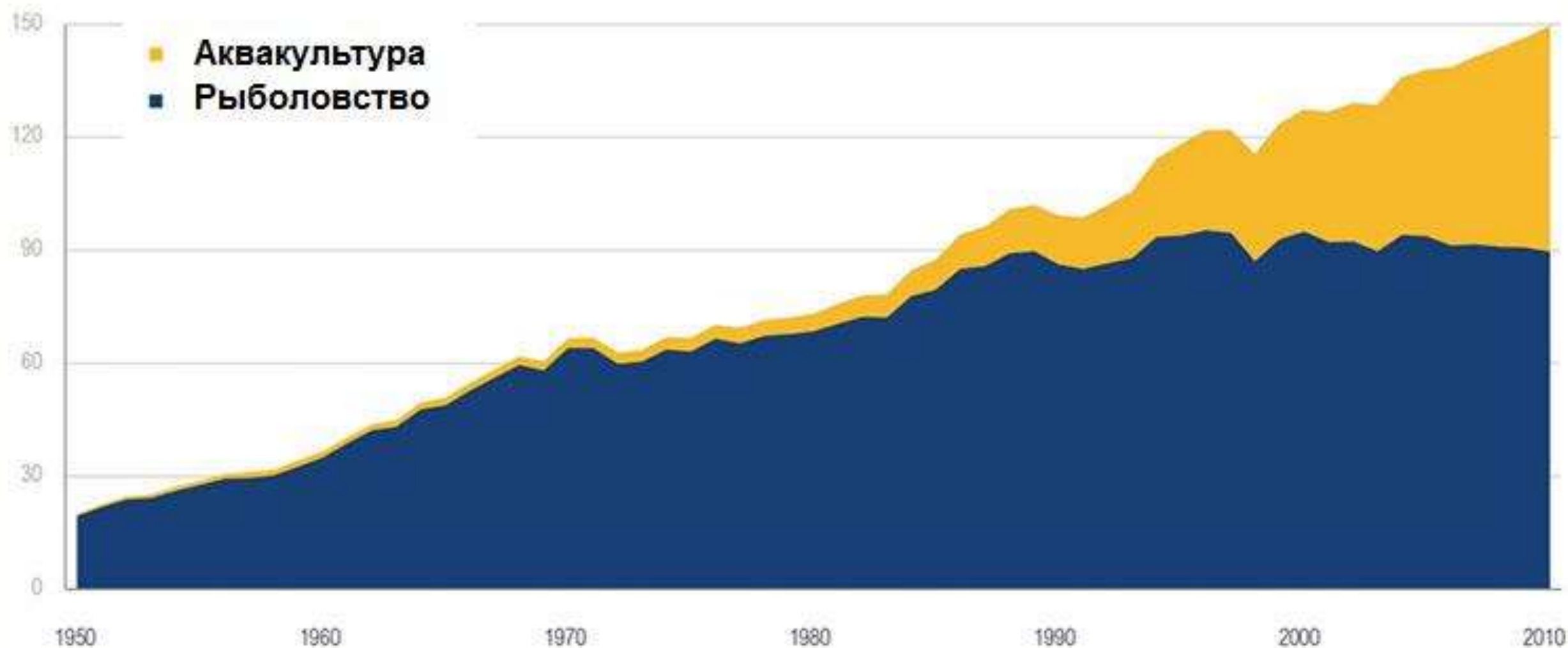


# Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ 73/78)

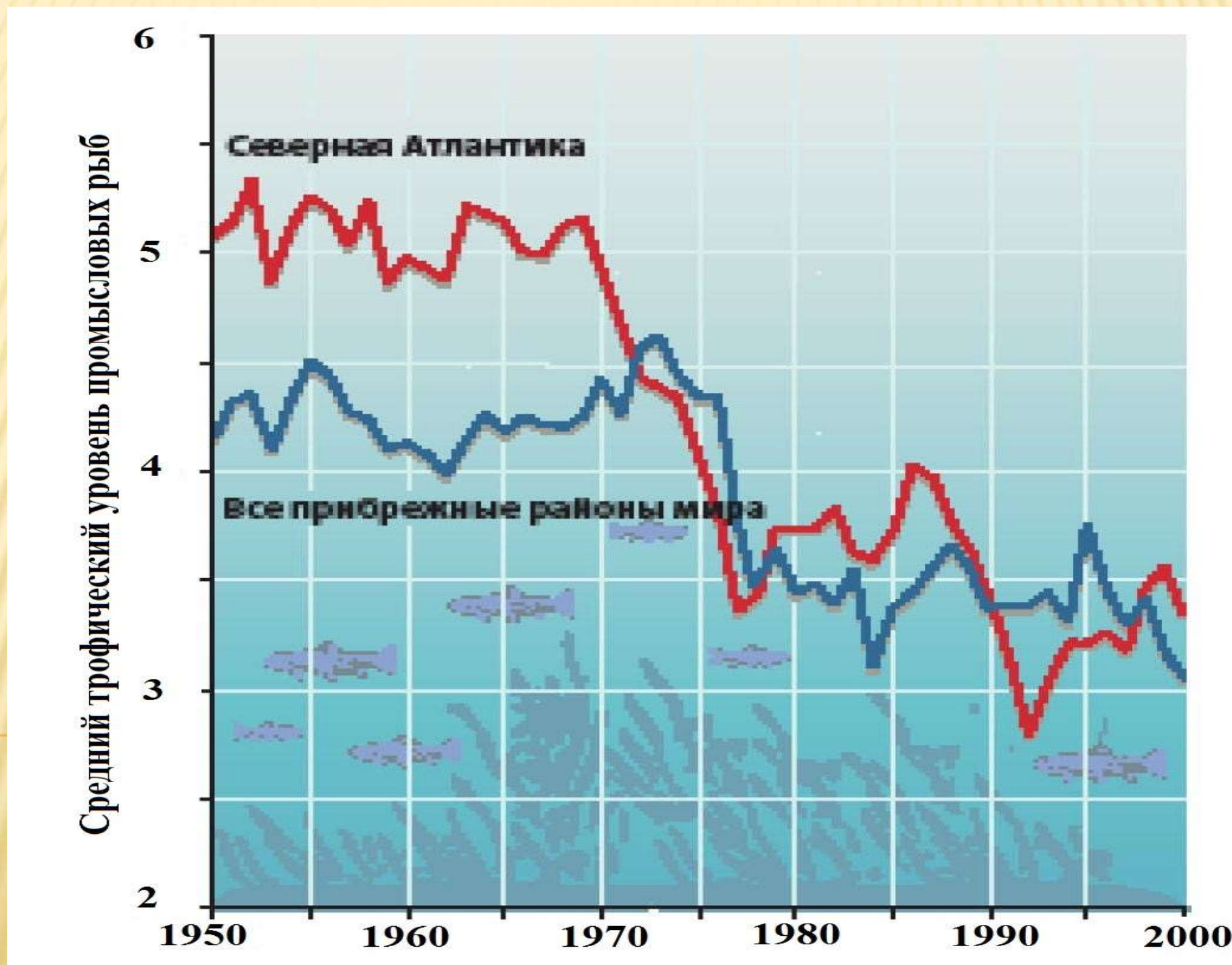
- ✘ Принята в 1973 г.
- ✘ Протоколы и приложения принимались в с 1978 по 2005 гг.
- ✘ Приложение I — Правила предотвращения загрязнения нефтью
- ✘ Приложение II — Правила предотвращения загрязнения вредными жидкими веществами, перевозимыми наливом
- ✘ Приложение III — Правила предотвращения загрязнения вредными веществами, перевозимыми морем в упаковке
- ✘ Приложение IV — Правила предотвращения загрязнения сточными водами с судов
- ✘ Приложение V — Правила предотвращения загрязнения мусором с судов
- ✘ Приложение VI — Правила предотвращения загрязнения воздушной среды с судов

Вылов рыбы достиг предельных значений к середине 1980-х гг.

## Мировое производство рыбы (млн. тонн)



# Понижение трофического уровня промысловых рыб





# Конвенция о биологическом разнообразии (КБР)

- ✘ Конвенция о биологическом разнообразии принята в Рио-де-Жанейро на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в 1992 году. Она вступила в силу в конце 1993 года.
- ✘ Цели конвенции: «Сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его компонентов и совместное использование на справедливой и равной основе выгод от применения генетических ресурсов, в том числе путем обеспечения надлежащего доступа к генетическим ресурсам и надлежащей передачи соответствующих технологий и при надлежащем финансировании».
- ✘ В настоящее время Конвенция насчитывает 194 Стороны (193 страны и Европейский союз).

# Стратегический план в области сохранения и устойчивого использования биоразнообразия на 2011-2020 годы

Утвержден на 10-м совещании Конференции Сторон КБР в Айти (Япония), 2010 г.

Включает 20 целевых задач (задачи Айти), в том числе.

**Целевая задача 6:** К 2020 году регулирование и промысел всех запасов рыбы и беспозвоночных и водных растений осуществляются устойчиво, на законных основаниях и с применением экосистемных подходов, чтобы избежать чрезмерной эксплуатации рыбных ресурсов, внедрены планы и меры восстановления всех истощенных видов, рыболовный промысел не оказывает значительного неблагоприятного воздействия на угрожаемые виды и уязвимые экосистемы и воздействие рыболовства на живые запасы, виды и экосистемы не превышает экологически безопасных пределов.