

# **АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПО СЕКЦИИ «ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ»**

**Научный совет по проблемам экологии Сибири и  
Восточной Арктики СО РАН (ПЭСВА)**

Координатор секции «Водные  
экосистемы» член-корр. М.И.Гладышев

Основная задача: управление водными экосистемами с целью восстановления качества природных вод.

*Антропогенные факторы, снижающие качество природных вод:*

Загрязнение



Гидростроительство (зарегулирование стока)



# Пути решения проблемы антропогенного загрязнения природных вод

1. Ликвидация загрязнения: очистка сточных вод, переход на замкнутое (оборотное) водоснабжение.

*Это промышленная технологическая задача, лежащая вне компетенции ПЭСВА.*

*Очистка вод от нефтяного загрязнения также является отдельной технологической (биотехнологической) задачей, не затрагивающей управление структурой и функциями целостной экосистемы.*

2. Ликвидация последствий загрязнения природных вод, которые **десятилетиями не исчезают** после решения проблемы №1.

*Задача в рамках деятельности ПЭСВА.*

# Последствия антропогенного загрязнения природных вод

1) *эвтрофирование* (чрезмерное поступление элементов минерального питания – биогенная нагрузка).

*Результаты эвтрофирования:*

- ✓ «цветение» воды фитопланктоном – микроскопическими водорослями и цианобактериями;



# Последствия антропогенного загрязнения природных вод

1) **эвтрофирование** (чрезмерное поступление элементов минерального питания – биогенная нагрузка).

*Результаты эвтрофирования:*

- ✓ «цветение» воды фитопланктоном – микроскопическими водорослями и цианобактериями;
- ✓ «зеленые приливы» – «цветение» литоральных макроводорослей (в морях – красные, бурые и золотистые приливы).



# Последствия антропогенного загрязнения природных вод

**1) эвтрофирование** (чрезмерное поступление элементов минерального питания – биогенная нагрузка).

*Результаты эвтрофирования:*

- ✓ «цветение» воды фитопланктоном – микроскопическими водорослями и цианобактериями;
- ✓ «зеленые приливы» – «цветение» литоральных макроводорослей (в морях – красные, бурые и золотистые приливы).

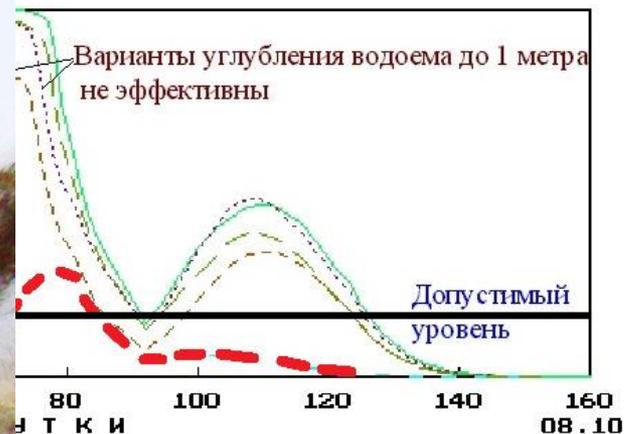
**2) дистрофирование** – падение биологической продуктивности (рыбопродуктивности) вследствие токсического эффекта загрязнения (тяжелые металлы, сера, радионуклиды и т.д.).

# Технологии (экотехнологии) ликвидации последствий антропогенного эвтрофирования

## «Цветение» воды фитопланктоном

- ✓ аэрация (дестратификация) гипolimниона
- ✓ откачка донных отложений

пример: Кантатское водохранилище (приток р. Енисей)



Работы на водохранилище шли два года, стоимость **57 млн.руб.**

# Технологии (экотехнологии) ликвидации последствий антропогенного эвтрофирования

«Цветение» воды фитопланктоном

- ✓ аэрация (дестратификация) гипolimниона
- ✓ откачка донных отложений

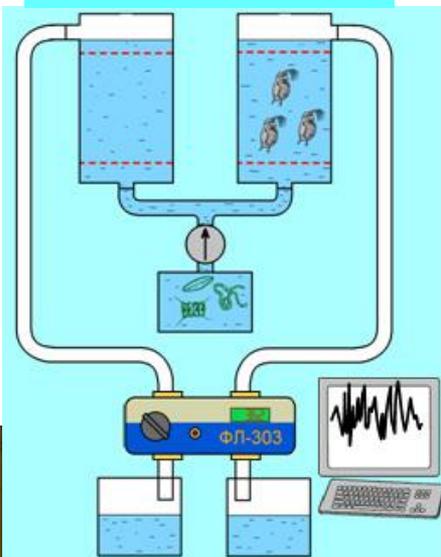
пример: Кантатское водохранилище (приток р. Енисей)

- ✓ блокирование потока фосфора из донных отложений солями алюминия и лантана
- ✓ биоманипуляция “top-down” трофическими цепями

пример: водохранилище на р. Бугач (приток р. Енисей)

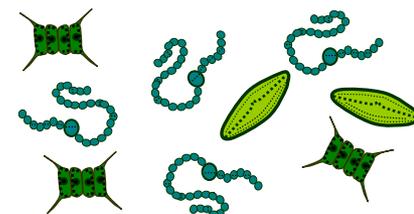
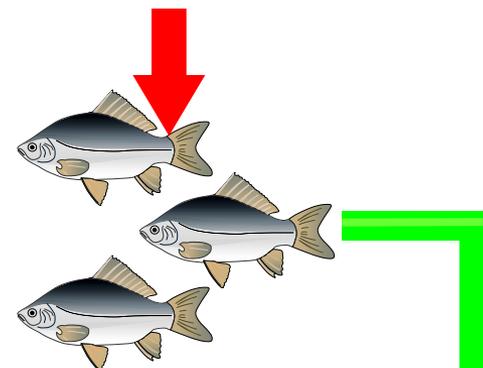
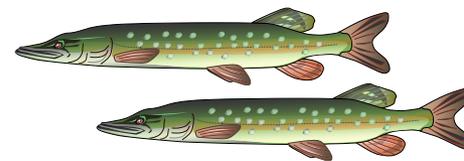
# Пример биоманипуляции “top-down” на водохранилище Бугач (приток р. Енисей) . ИБФ СО РАН, КГУ, 2002-2003,.

## Эксперименты



## Математическое моделирование

$$\begin{aligned} \dot{X}_{ns} &= \mu_{ns} X_{ns} - \gamma_x X_{ns} - dX_{ns}, \\ \dot{X}_s &= \mu_s X_s - \gamma_x X_s + dX_{ns}, \\ \mu_s &= \min\{k\mu_{ns}, \mu_x \max\}, \\ \mu_{ns} &= \mu_x \max F(S)F(T)F(E), \\ F(E) &= \frac{E_h}{E_h + e + uE_h^2}, \quad F(S) = \frac{S}{K_s + S} \\ E_h &= \frac{E_0\{1 - \exp[-h(a + bX_{tot})]\}}{h(a + bX_{tot})}, \\ F(T) &= \exp\left[-\left(\frac{T - T^0}{q}\right)^2\right] \\ H(t) &= \begin{cases} 0, & \text{if } t < \xi, \\ dX_{ns}(t - \xi) \int_0^t e^{-\lambda(t-\tau)} (k\mu_{ns}(\tau) - \gamma_x) d\tau, & \text{if } t \geq \xi, \end{cases} \end{aligned}$$



в течение 5 лет до биоманипуляции

после биоманипуляции



## Технологии (экотехнологии) ликвидации последствий антропогенного эвтрофирования

*Необходимые предпосылки выбора и применения экотехнологии:*

- 1) Полный комплекс знаний о структуре и функции экосистемы на основе цепочки исследований «мониторинг → лабораторные эксперименты → математическое моделирование».
- 2) Финансирование (водохранилище на р. Бугач, 35 га: **330 000 US \$ в год × 6 лет**, грант CRDF).

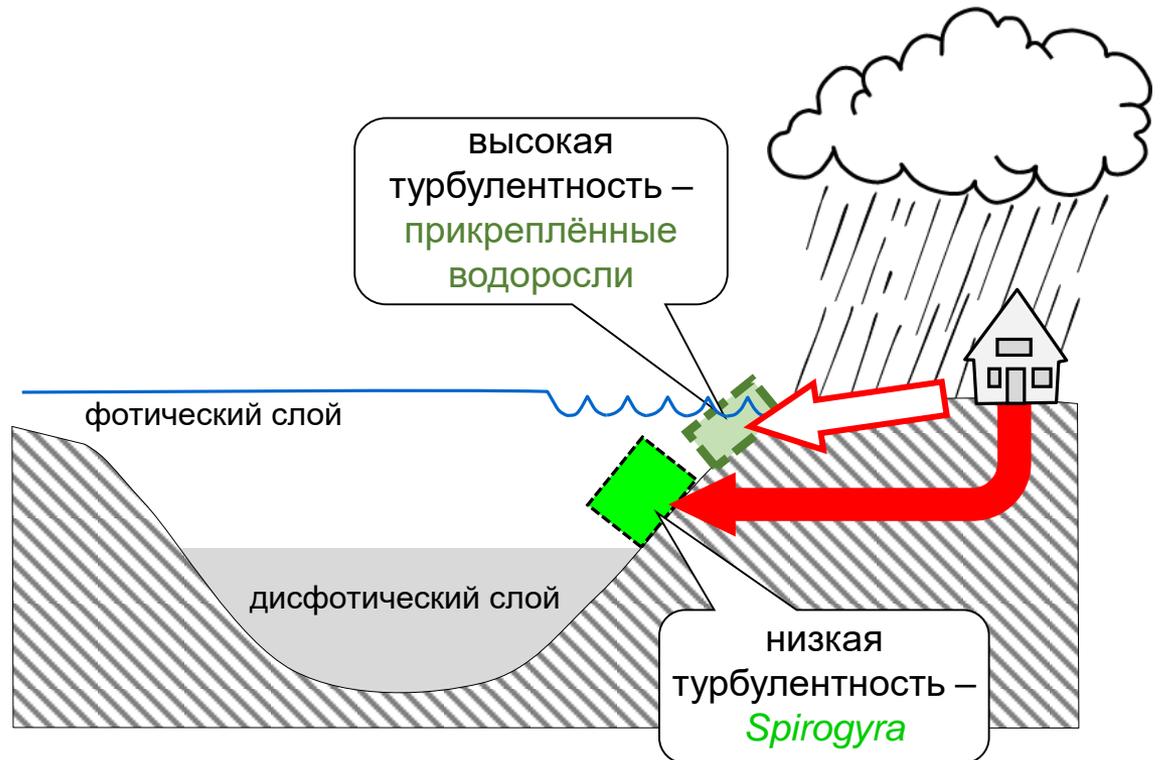
# Технологии (экотехнологии) ликвидации последствий антропогенного эвтрофирования

«Зеленые приливы»

*Действенных технологий нет – предстоит разработать в рамках ПЭСВА.*

Имеются гипотезы для проверки.

«Зелёные приливы» *Spirogyra* зависят не только от величины, но и от локализации потока биогенов: они возникают при загрязнении грунтовых вод азотом.

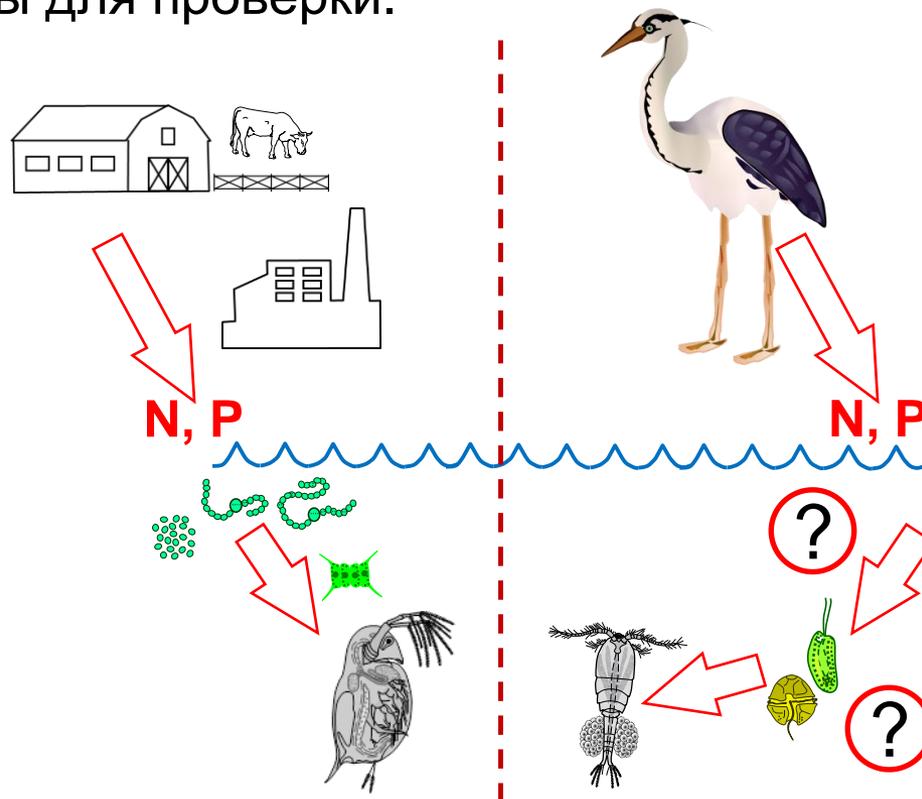


# Технологии (экотехнологии) ликвидации последствий антропогенного эвтрофирования

## Дистрофирование

*Действенных технологий нет – предстоит разработать в рамках ПЭСВА.*

Имеются гипотезы для проверки.



## Последствия гидростроительства (зарегулирование стока)

Те же, что при эвтрофировании: «цветение» водохранилищ (Красноярское на р. Енисей и др.).

**Технологии (экотехнологии) ликвидации (смягчения) последствий зарегулирования стока.**

*Те же, что при эвтрофировании,  
+ потенциальная возможность (пока нигде не реализованная)  
управления стоком с целью позитивного влияния на экосистему:  
плотина ГЭС как инструмент управления качеством воды.*





## **Перспективные объекты для ПЭСВА, потенциально обеспеченные финансированием (частно-государственное партнерство)**

Оз. Пясино: ликвидация последствий дистрофирования – повышение продуктивности (рыбопродуктивности).

Потенциальный спонсор – «Норильский никель»

Красноярское водохранилище – ликвидация последствий эвтрофирования – «цветения» воды цианобактериями.

Потенциальный спонсор – «Русал» (En+)

*Другие важные объекты:*

р. Обь,

р. Катунь,

р. Лена и Вилюй,

оз. Чаны,

оз. Телецкое

...

**Секция открыта для предложений**

# План работы:

1. Сбор информации о потенциальных объектах применения экотехнологий.
2. Обсуждение поступивших предложений с целью выбора наиболее перспективных объектов и технологий.
3. Запуск пилотного проекта (проектов) НИР-НИОКР.

**Спасибо за внимание!**