

**Самый современный биомониторинг
–онлайн биомониторинг
как основа новой технологии
непрерывного контроля экологической
безопасности и защиты водной среды**

Гудимов
Александр Владимирович

ММБИ КНЦ РАН

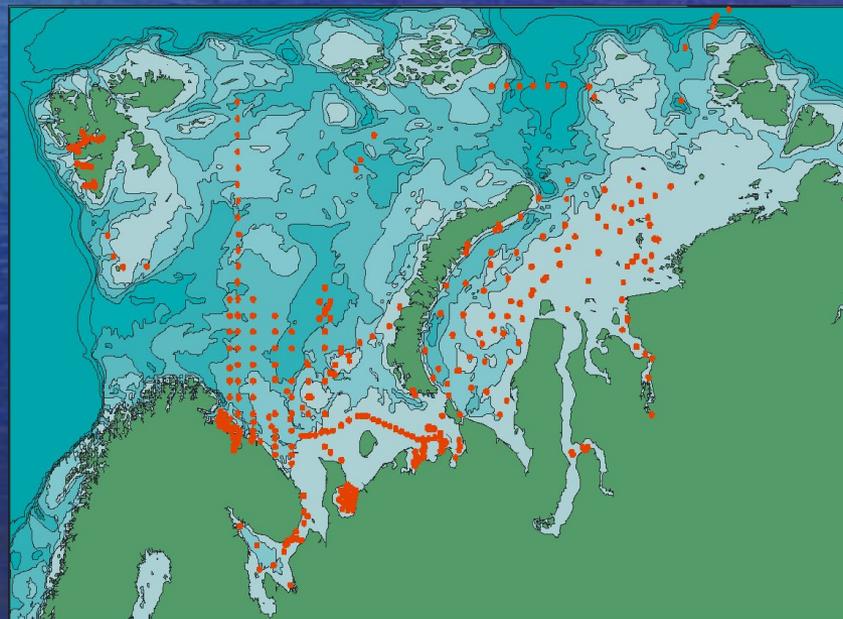
Мурманск
2017

Биомониторинг —

традиционный подход



- Для морских экосистем приоритетным объектом мониторинга и биоиндикации является **бентос**.



- Результаты экологического биомониторинга часто не оправдывают **крайней трудоемкости и высокой затратности** исследований

происхождения,
с НЕИЗВЕСТНЫМИ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИМИ
характеристиками,
ИТоговые эффекты непредсказуемые

- -Сброс бытовых сточных вод (неочищенные и недоочищенные воды городов и населенных пунктов),
- -Воды техногенного происхождения
- -Смывы с полей удобрений и пестицидов
- -Транспорт водный, наземный
- -Аварии на транспорте
- -Добыча полезных ископаемых на шельфе
- -Отбор воды на хозяйственные нужды,
- -Перенос ветром выбросов в атмосферу продуктов промышленных предприятий,



Традиционный биомониторинг: *post factum* (запаздывание реакции 3-7 лет)

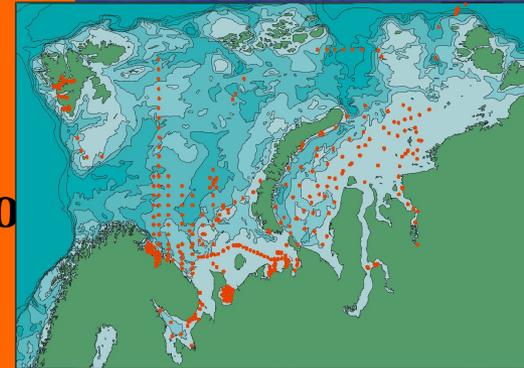


Поселения мидий на песке, ДЗ
2006

- На практике, только очень длительные (более 5-10 лет) или катастрофические изменения сообществ достоверно выявляются традиционными методами биомониторинга и биоиндикации
- Сегодняшние изменения условий среды не могут быть надежно отслежены методами существующего биомониторинга.

Уровень сообществ и популяций

- **Инерция - запаздывание реакции (годы)**
- **Дискретность (годы)**
- **Трудоемкость, ручной труд**
- **Для экологической безопасности абсолютно неэффективен**
- **Устаревшая технология (более 100 лет)**
- **Затратность**



Что происходит в море сейчас ?

оперативный контроль
качества водной среды и экологического
состояния водных экосистем

отсутствует

Многоуровневая биоиндикация

- **Многолетняя** (от 3 и более лет)- в основе традиционный биомониторинг.

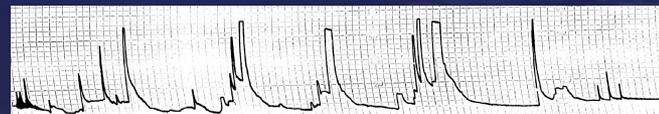
Биоценотический уровень

- **Краткосрочная** (от 6 мес до 3 лет)
– параметры популяций: рост, распределение в градиенте, биохимические маркеры.

Популяционный уровень

- **Оперативная** (от 1 часа до 6 мес)
Непрерывная регистрация активности (поведение и/или сердечные сокращения), рост, биохимические маркеры.

Организменный уровень

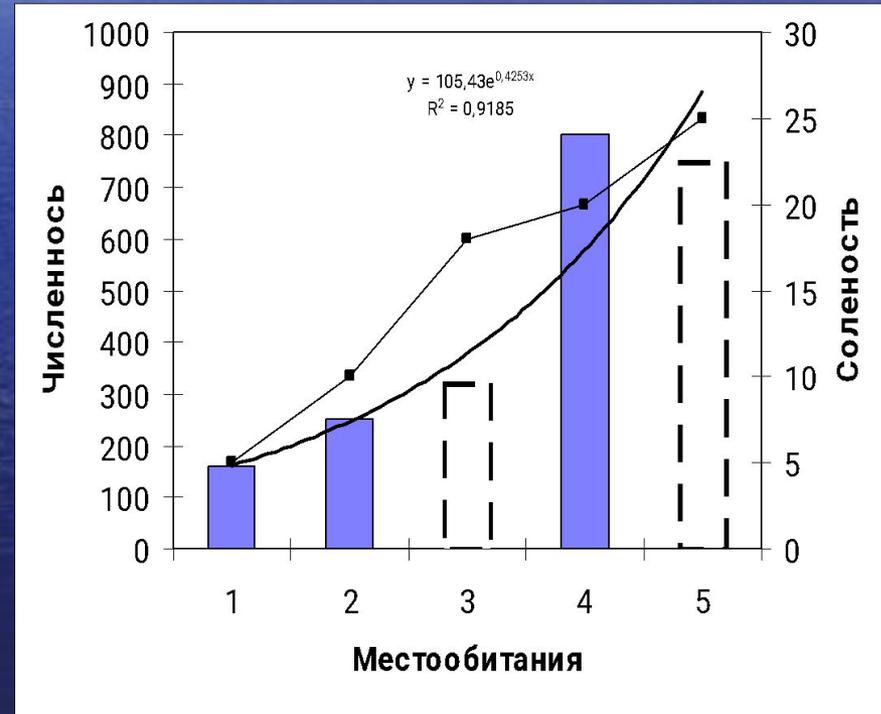


Импактный биомониторинг и Краткосрочная биоиндикация:

южное колено
Кольского залива



- Уменьшение численности моллюсков из-за загрязнения (3- Абрам-мыс)
- Отклонение от тренда нормального распределения

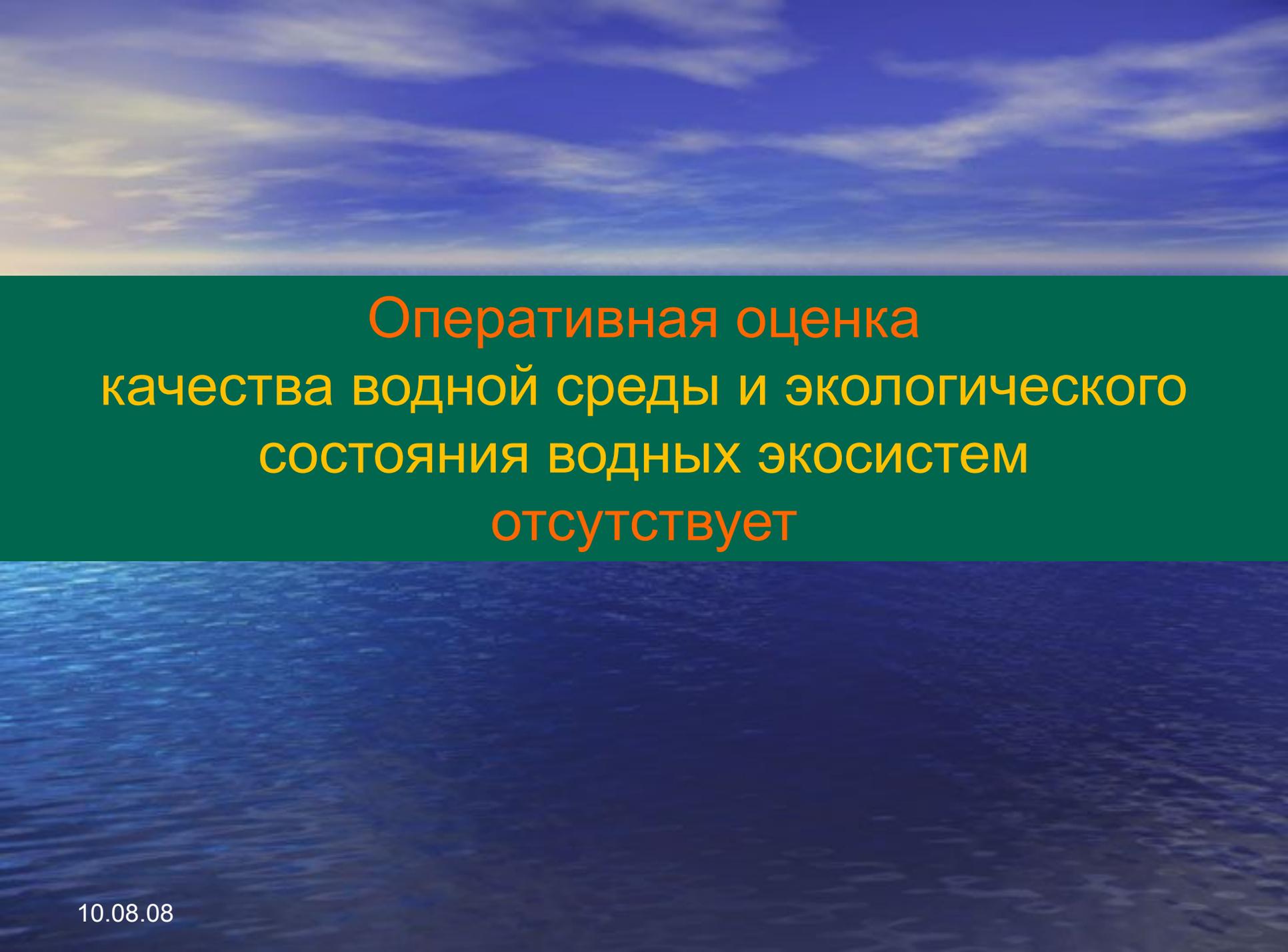


Macoma balthica

10.08.0

8

Уровень популяции



Оперативная оценка
качества водной среды и экологического
состояния водных экосистем
отсутствует

ОСНОВА оперативного биомониторинга :

Разработанные в Европе «биологические системы раннего предупреждения» (BEWS) успешно и широко используются с 90-годов на ПРЭСНЫХ водах для экологического контроля состояния воды на крупных водозаборах, в зоне выпуска коллекторов крупных городов и промышленных предприятий; работают только в стационарных условиях

Непрерывные биотесты в Нидерландах



Fotos:



Водоросли



Бактерии

Дафнии



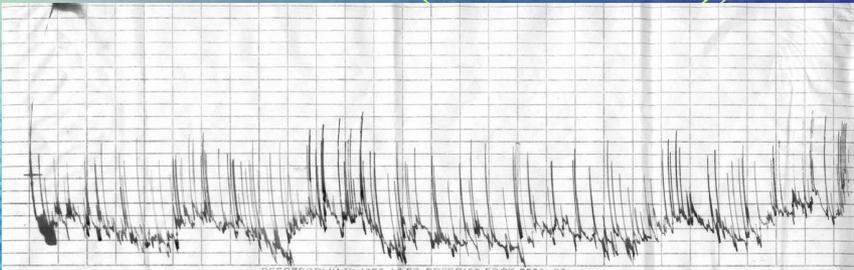
Рыбы

Моллюски



Оперативный биомониторинг - регистрация параметров естественной активности животных в режиме реального времени

- Баренцево и Черное моря; мидии:
- Аналоговая (*самописец*)



- Цифровая (*датчик Холла*)



- Видео-регистрация

Уровень организма

Оперативная Биоиндикация

Реакция моллюсков на токсикант
немедленная

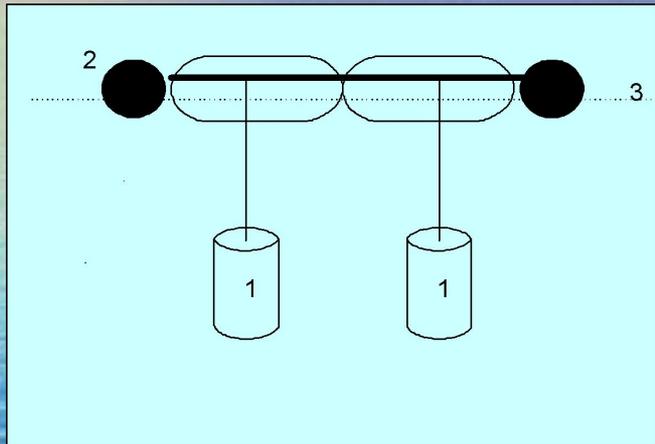
Уровень раскрытия створок (УРС)



Поведение – реакция быстрая и
устойчивая

Оперативная биоиндикация:

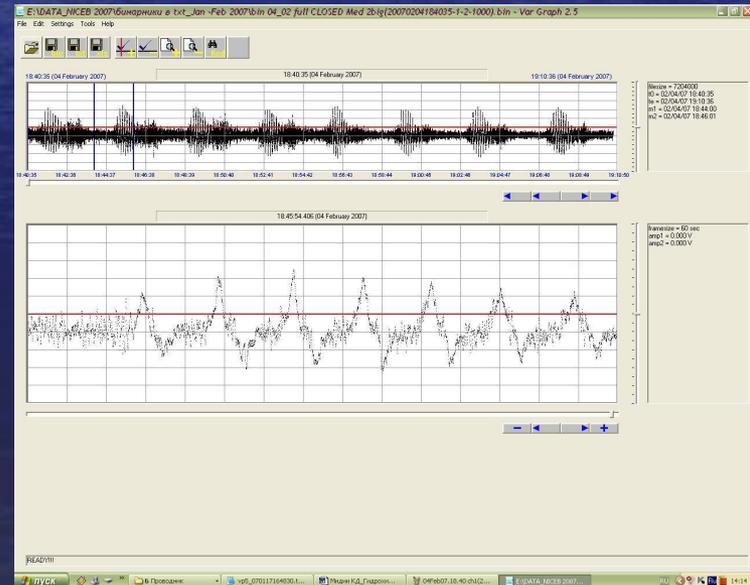
Рост



Поведение



Кардиоактивность



Кардиоритм мидии при ОТКРЫТЫХ створках

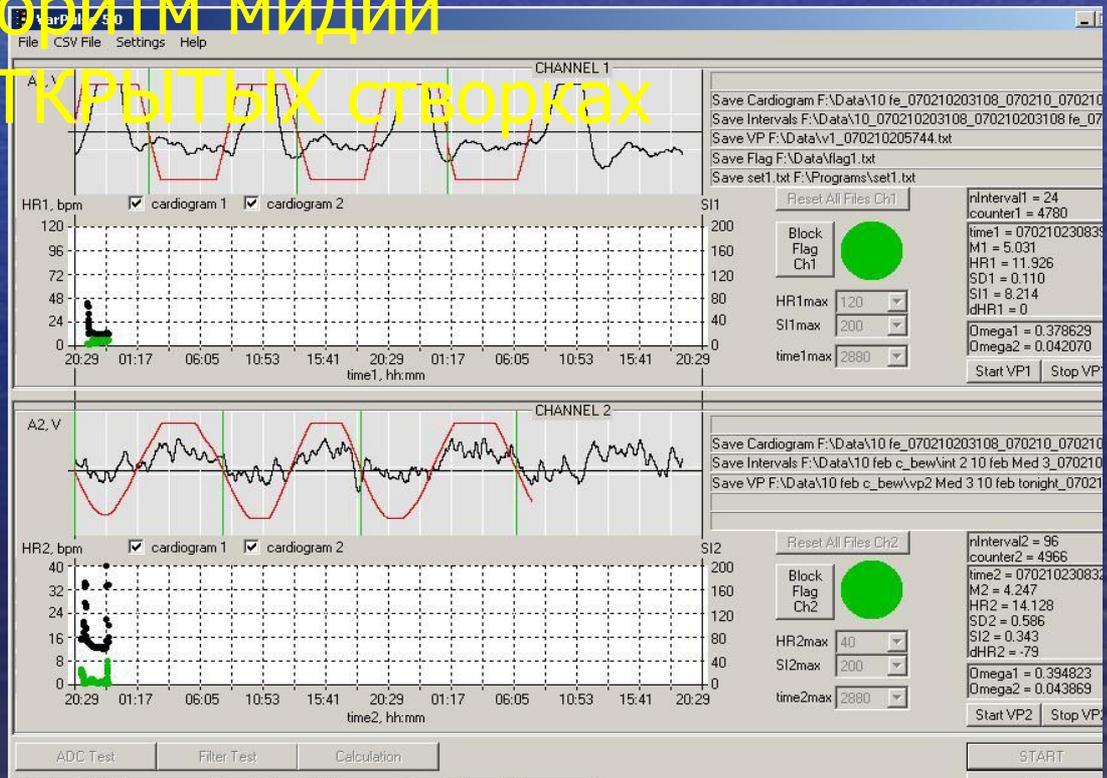
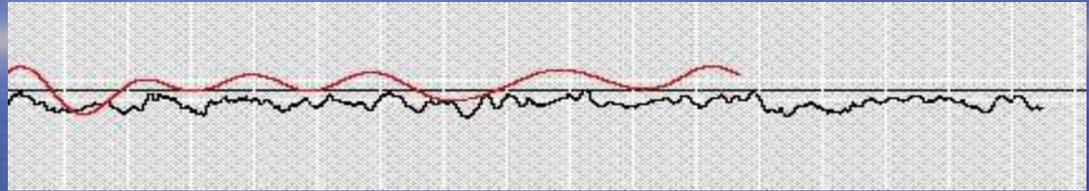
- **Нет ритма**

(Впервые обнаружено)

Кардиоритм мидии при ОТКРЫТЫХ створках

- **Четкий ритм**

(традиционная оценка)



10.08.0
ПРИЧИНА ОТСУТСТВИЯ

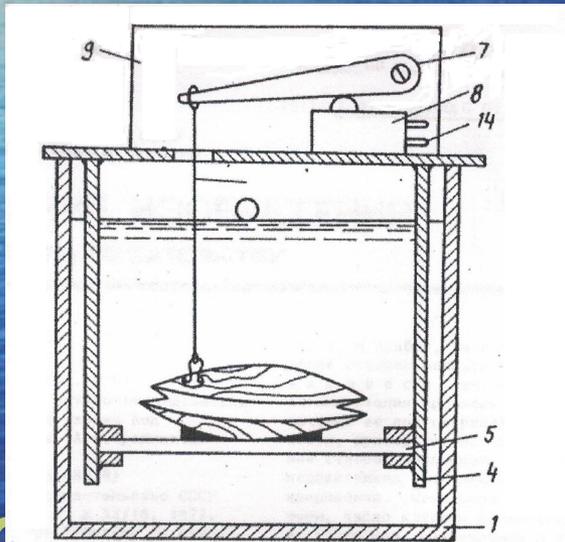
сердечных сокращений —
8 условия среды,

прежде всего ГОЛОДАНИЕ

Биосигнализатор токсичности:

Первая отечественная установка биотестирования на потоке (1985)

Принцип регистрации поведенческих реакций моллюсков

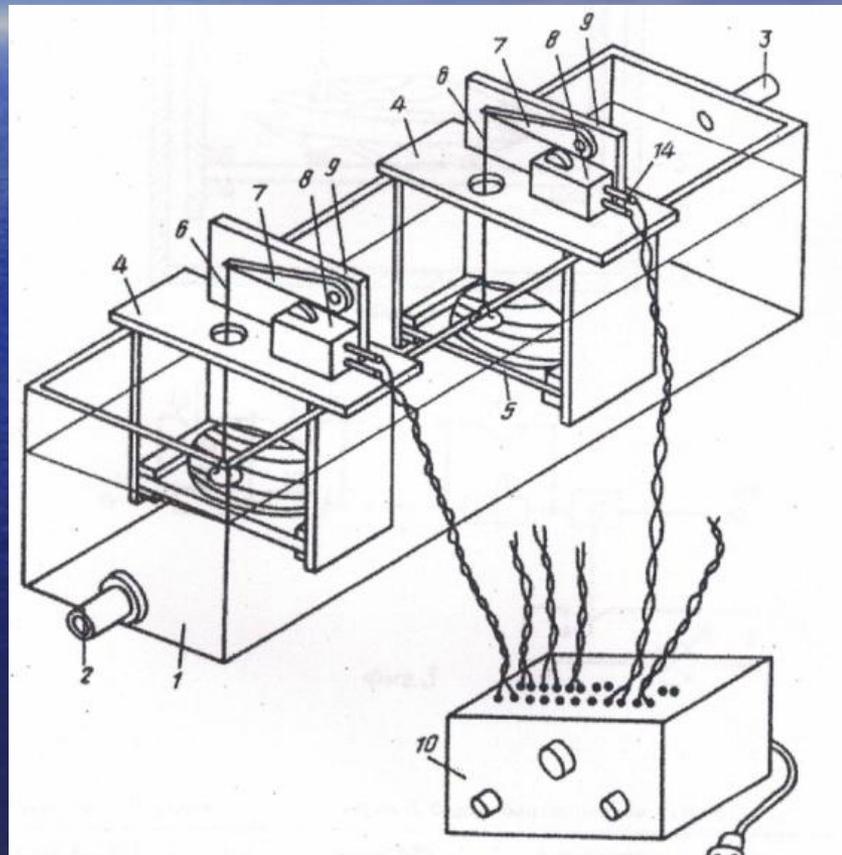


4 — кассеты;

5 — съемная полка, для закрепления моллюска;

8 — резистор и замыкатель;

10 — прибор, регистрации

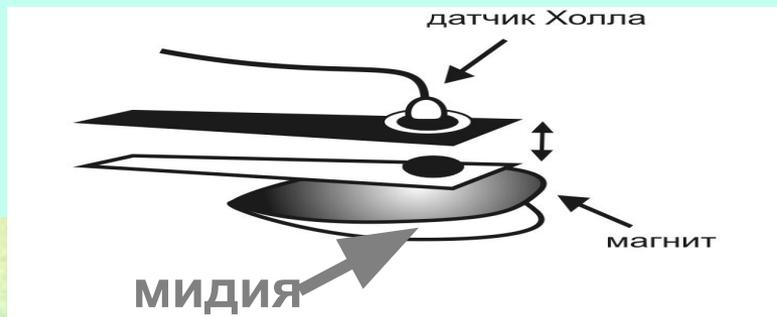


Аппарат записи движений створок моллюсков

10.08.0

8

Серийные системы «раннего предупреждения» комплексы Musselmonitor и Dreissenamonitor на основе магнитных датчиков Холла (рис.); пригодны для открытых систем, но имеют ряд технических и системных недостатков, дороги



Онлайн-биомониторинг и Оперативная биоиндикация

Цель

Немедленное обнаружение **опасных** изменений среды средствами *on-line* (непрерывного) мониторинга

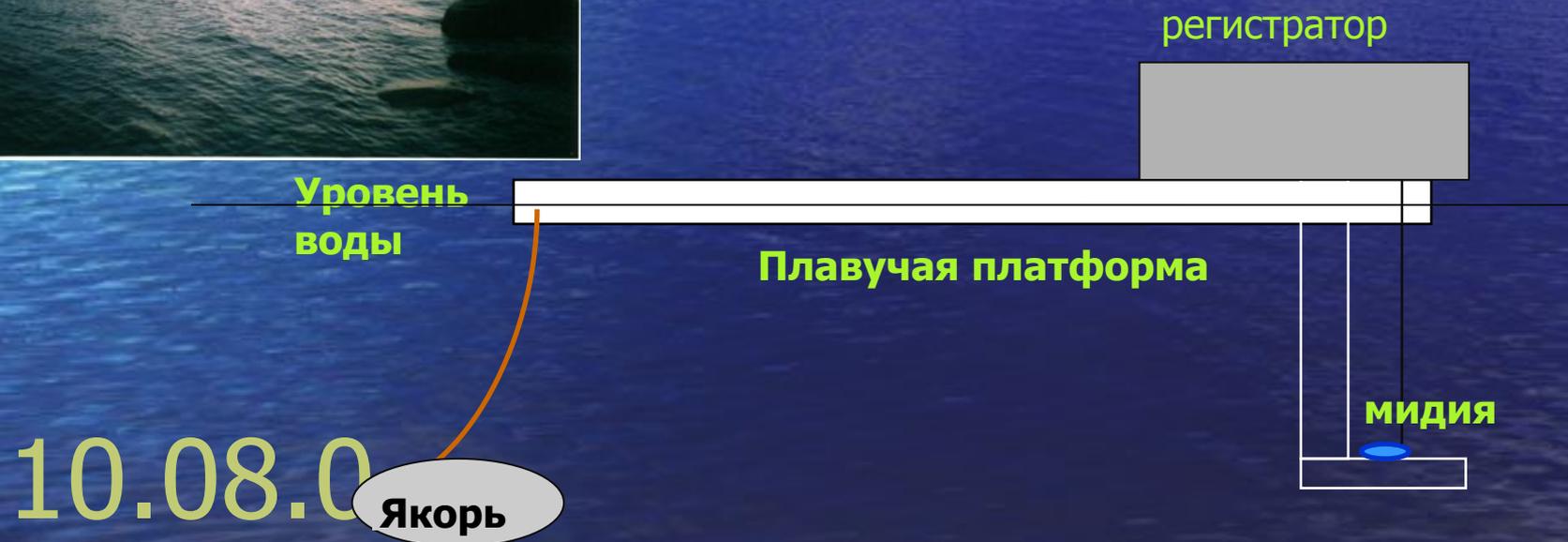
Предупреждение распространения загрязнения

Оперативный биомониторинг

Баренцево море, 2005



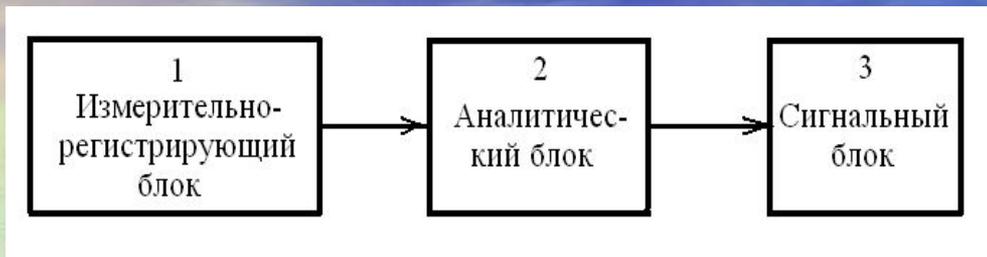
- Установка для записи поведения моллюсков в море (прибрежье)



10.08.0

8

Опытный образец установки оперативного биомониторинга, получения контактных данных



Структура комплекса БСМол



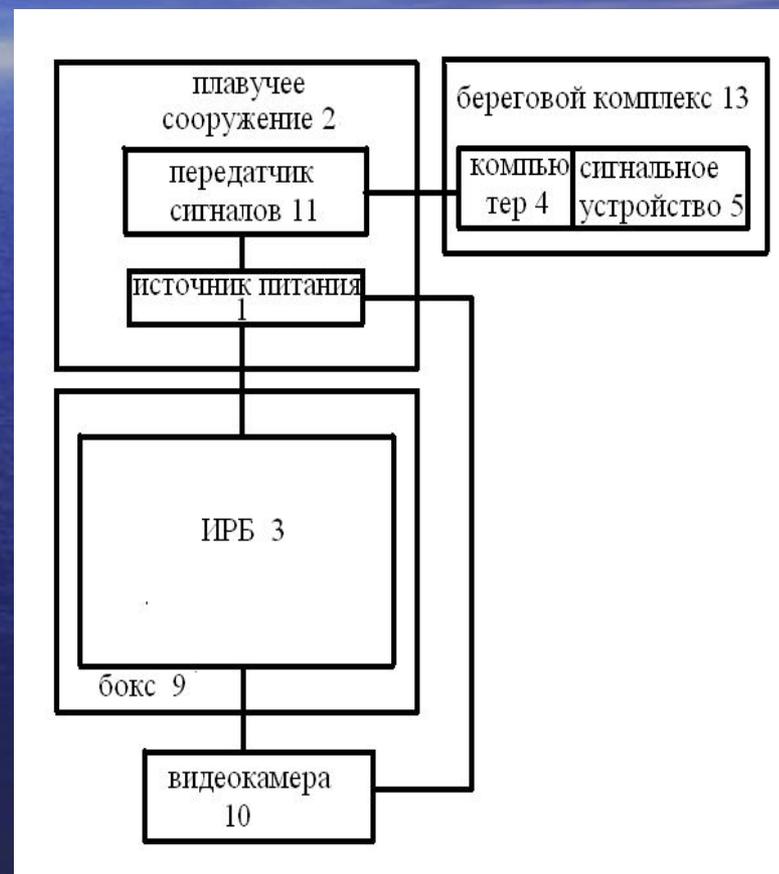
10.08.0

Погружной модуль

8



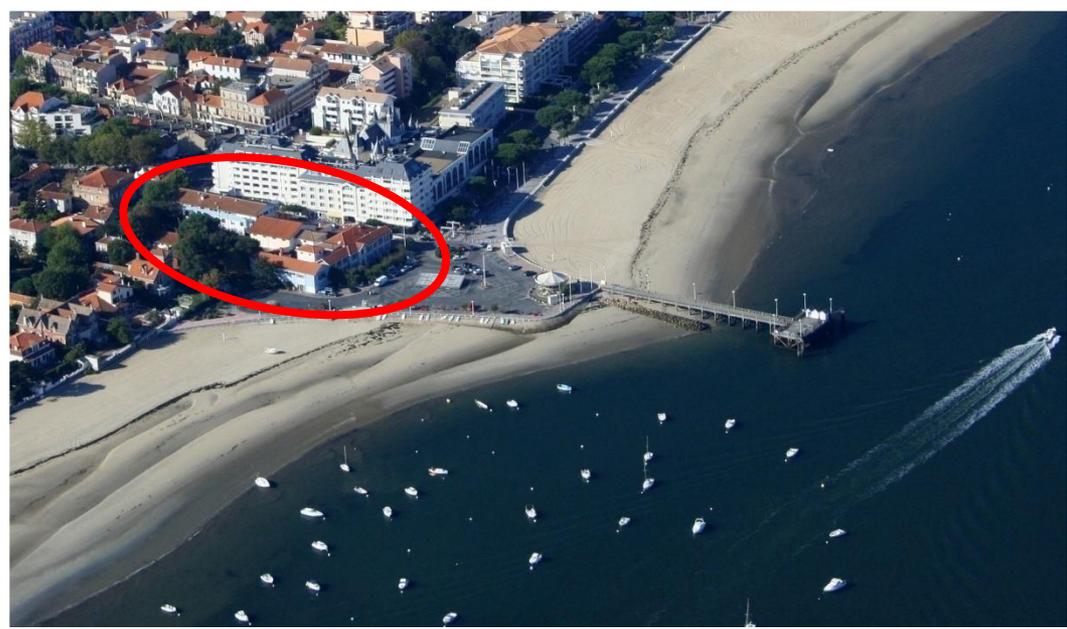
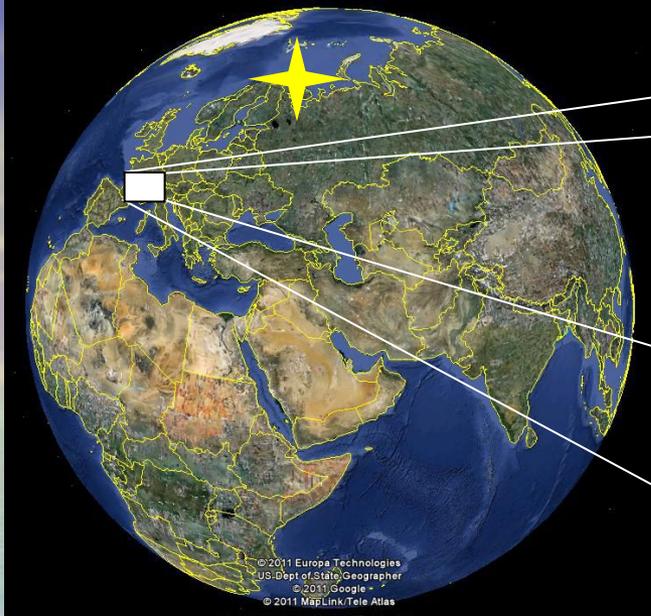
Бортовой модуль - передатчик



Оптимальное размещение блоков комплекса

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОЕКТ - ТЕСТИРОВАНИЕ
СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО БИОМОНИТОРИНГА
Французский HFNI- вальвометр (valvometer) с
мидиями, испытания в Дальне-Зеленецкой
губе, Баренцево море (2011-2016)**





Установка оперативного биомониторинга с применением двустворчатых моллюсков 2016

- Погружной модуль – ПМ

Биосенсорный блок



Установка ОБМ 4 поколения

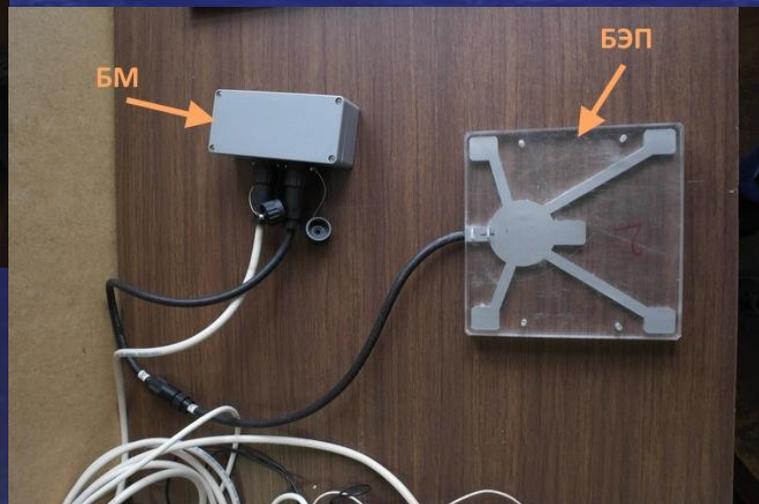
10.08.0

8

Установка оперативного биомониторинга (ОБМ) с применением двустворчатых моллюсков



БМ - бортовой модуль,
ПМ (бэп) – – погружной
модуль, подводный
кабель БМ-ПМ



10.08.0

8

Установка ОБМ 4 поколения



- **Установка ОБМ:**
тестирование ПМ с
борта НИС
«Дальние
Зеленцы», 2016

УСТАНОВКА

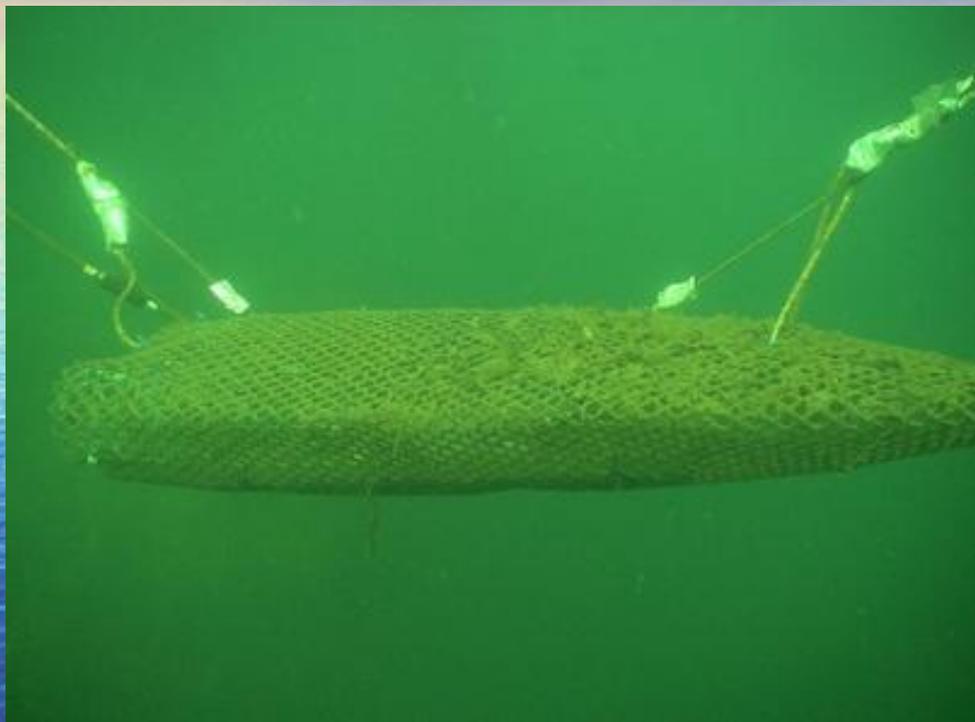
тестирование ПМ с борта НИС
«Дальние Зеленцы», 2016



10.08.0

8

Установка ОБМ в защитной сетке
под водой,
Дальние Зеленцы, 2016



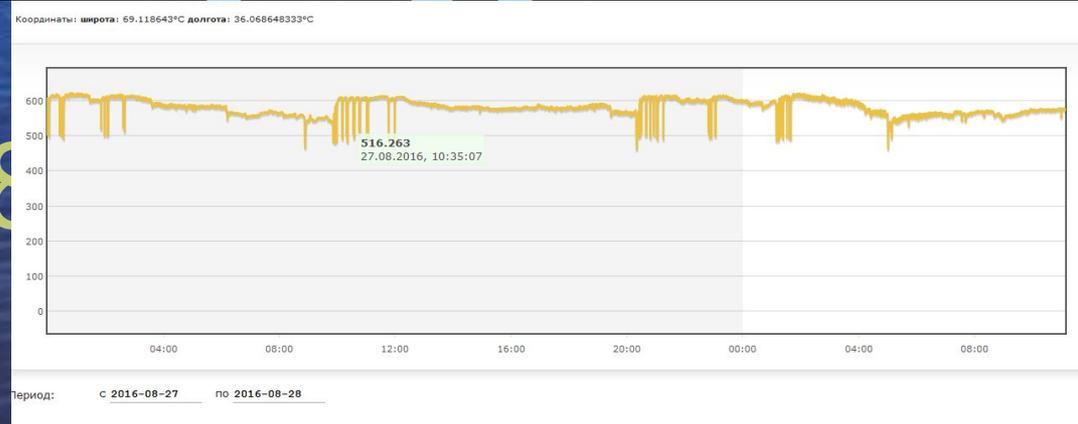
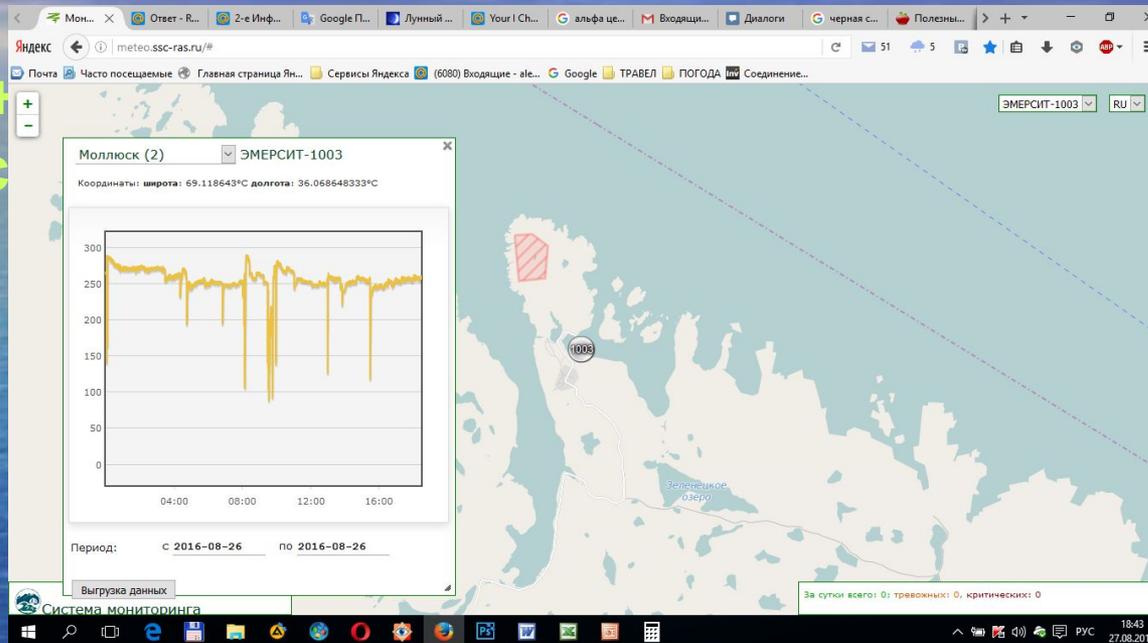
10.08.0

8



Установка ОБМ – запись поведенческих реакций двустворчатых моллюсков в режиме реального времени, 2016-2017

Дальние Зеленцы, Баренцево море



10.08
8

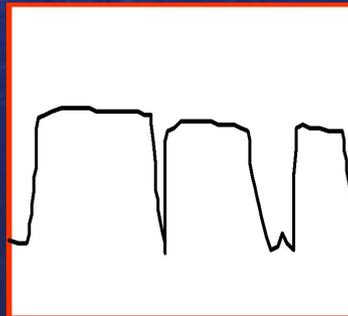
Оперативная биоиндикация

- Характер (паттерн) поведения мидий в норме и под воздействием загрязнения или значительных изменений условий среды

норма



воздействие



Оперативная биоиндикация

Концепция

- Реакция популяции начинается с реакции организма (= суммарная р-я всех особей)
- Понять и предсказать реакции **организма** проще и надежнее, чем реакции сообщества
- Оперативная биоиндикация как ТЕХНОЛОГИЯ возможна только на основании **знания** норм/диапазона реакций животных в природных условиях
- Технически базируется на **on-line** биомониторинге

10.08.0

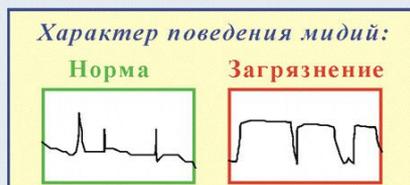
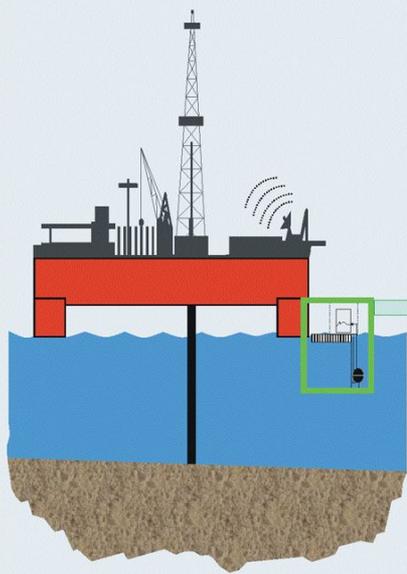
Новая технология биомониторинга



Мурманский морской биологический институт
Кольского Научного Центра
Российской Академии Наук

Биоиндикация состояния окружающей среды
по поведенческим реакциям мидий

Гудимов Александр Владимирович
<alexgud@mail.ru>



Знание экологической ситуации в
любой момент времени и на любом
временном интервале

- Он-лайн Биомониторинг обеспечивает максимальный уровень экологической безопасности



Многоуровневая биоиндикация

- **Многолетняя** (от 3 и более лет)- в основе традиционный биомониторинг.

Биоценотический уровень

- **Краткосрочная** (от 6 мес до 3 лет)
– параметры популяций: рост, распределение в градиенте, биохимические маркеры.

Популяционный уровень

- **Оперативная** (от 1 часа до 6 мес)
Непрерывная регистрация активности (поведение и/или сердечные сокращения), рост, биохимические маркеры.

Организменный уровень

