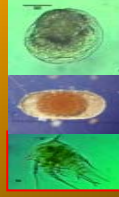
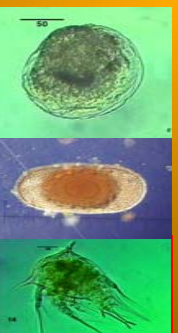


ОСНОВЫ ПРОГРАММЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ РАЗВИТИЯ БИООБРАСТАНИЯ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

BACKGROUND OF A PROGRAM FOR PREVENTION OF FOULING AT A POWER PLANT

Marina Orlova (Zoological institute RAS, RUSSIA)

М.И. Орлова (Зоологический институт РАН, РОССИЯ)



St-Petersburg, 2008

Why foulers infest a power plant?

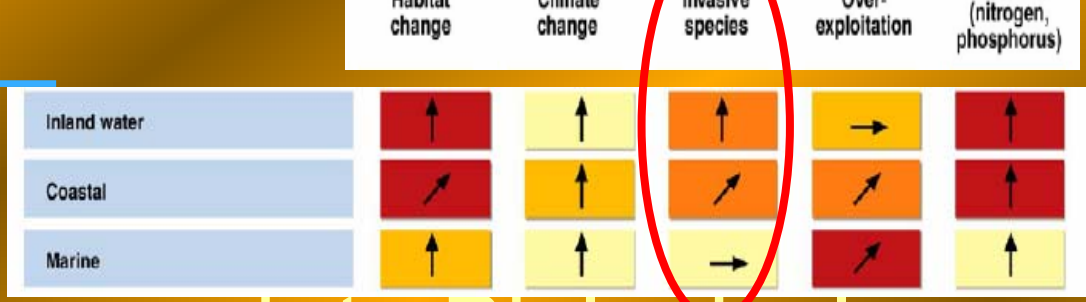
Infestation occurs when and where:

«заражение» обрастателями происходит тогда и там, где:

1. **Nuisance fouler(s) possessing a combination of features predisposing them to establish populations in a variety of conditions present(s) in the source of service water**

2. **Living conditions that are fitting to environmental requirements of fouler are present within the facility during sufficient time**

3. **There is regular uptake of fouler's propagules from water source to facility**



This resembles very much to Biological invasion models framework:

Что сходно тому, как реализуется биологическая инвазия – один из наиболее важных факторов, оказывающих влияние на биологическое разнообразие в водных экосистемах

1. **Historical models (**combinations of life history characteristics, such as ability to alternate between parthenogenesis and gamogenesis, presence of resting eggs and (or) free-living stages in the life cycle, broad feeding niches, and broad physiological capabilities, predisposes some species for greater invasion success than others)
2. **Vulnerability model** identifies attributes that are thought to render ecosystems more vulnerable to invasions
3. **The propagule model** is based on propagule pressure (the frequency and load of propagules of a potential invader supplied to an ecosystem)

1. Examples of nuisance foulers:

Some fresh and brackishwater organisms – targets for fouling control programs at power plants. *Upper row* –planktonic (dispersal and settlement) stages of bivalve *Dreissena polymoprha* (Zebra Mussel Information system, 2000); *second row* – adults of *D. polymorpha* and valves of *D. bugensis* (photo M. Orlova), *third row* – bryozoan of genus *Plumatella*, a colony at cement brick (photo M. Orlova) and statoblast (www.lander.edu); *bottom row Legionella* sp. in UV and *L. pneumophila*, single cells

... Two fouling Dreissenids' species:

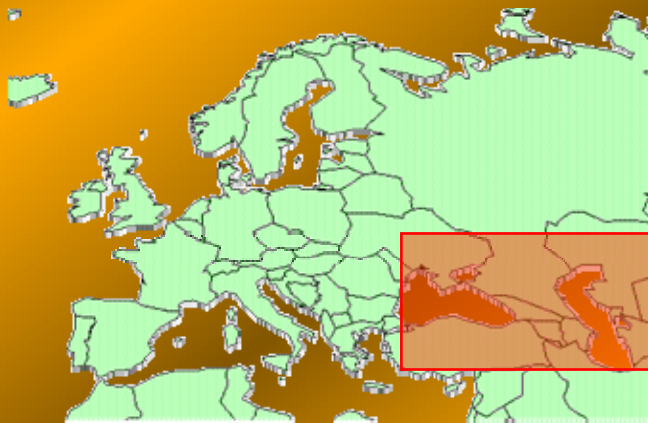
Inhabit e.g. the Volga River cascade, possess some different reproductive biology and strategy of substrate colonization
Обитают в Волжском каскаде водохранилищ- разная биология размножения, разная стратегия заселения твердых искусственных субстратов ....

Dreissena polymoprha polymorpha (Pallas, 1771)
&

Dreissena rostriformis bugensis (Andrusov, 1897)(=*D. bugensis*)

And their origin and distribution e.g. in the Volga River cascade and Volga-Baltic waterway:

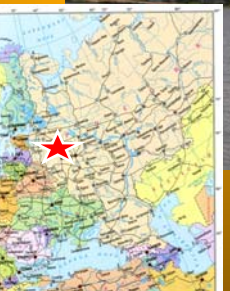
Systems of channels



2. Living conditions at a facility…

Поверхность трубопроводов и других частей систем водоснабжения – подходящий субстрат для оседания личинок; вода, поступающая через насосную станцию из водоема-охладителя приносит достаточно пищи в виде взвешенного органического вещества (и новые порции личинок); температурные условия, скорость течения в системах водоснабжения благоприятны для оседания, роста и размножения обрастателей практически в течение всего года

3. Regular uptake of propagules…(Kalininsk Nuclear Power Plants, circulation ca 600000 m^3/h per 3 units)



Records from Lakes in 1980's, suggested to be unintentially introduced with carps from the Volga River (Ivankov Reservoir)

No calculations how much mechanical cleaning, old-fashioned chlorination and other approaches applied (e.g. repair) cost

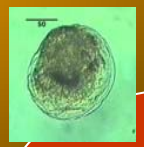
No calculations of efficiency of used methods for control of fouling

How an infestation occurs (some theory):

Как происходит заселение субстратов например дрейссеной (опять немного теории):

REVERSIBLE!!!

Пока ОБРАТИМО!!!



I – “pristine substrate”

I – “чистый субстрат”

II – formation of MML

формирование макромолекулярного слоя

III– biofilm formation

формирование биопленки

IV–settlement, growth, etc…

оседание личинок метаморфоз, рост и размножение обрастателя

НЕОБРАТИМАЯ ФАЗА

(Classification according to decisions of CBD, related to Biological invasions)

Approaches for Management of e.g. Dreissena

REACTIVE

COEXISTENCE

ERADICATION

CONTAINMENT

CONTROL

MITIGATION

PROACTIVE

PREVENTION

Groups of methods:

- Direct treatment of water
- Prevention by coatings
- Barrier technologies

(Classification according to decisions of CBD, related to Biological invasions)

Что делать?

Реагирование

УДАЛЯТЬ

СОСУЩЕСТВОВАТЬ

СДЕРЖИВАТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЕ

ПОДДЕРЖИВАТЬ НИЗКУЮ ЧИСЛЕННОСТЬ

СМЯГЧАТЬ ПОСЛЕДСТВИЯ

Предупреждение развития

ПРОФИЛАКТИКА

Groups of methods:

- Direct treatment of water
- Prevention by coatings
- Barrier technologies

Basic principles of a modern approach

- (1) Modern program gives preference for strategies aimed for ***prevention of fouling development (proactive)*** rather then ***reactive*** approach.
- (2) for strategies able to ***solve a complex of coherent problems*** (e.g. corrosion of materials)
- (3) for strategies that are ***individual*** and based on peculiarities of facility, water source, dynamics of fouling formation
- (4) for strategies that are ***ecologically safe***
- **(5) WHERE *Monitoring of important components of biofouling*** (mostly target invertebrate species and biofilm) is essential constituent of a program and methodology of strategy verification and estimation of efficiency.

Составляющие современного подхода к предупреждению развития биологических обрастаний

- (1) Предпочтение отдается стратегиям нацеленным на ***предотвращение формирования обрастания (proactive)***, а не комплексу мер реагирования
- (2) тем стратегиям, которые позволяют также решить и ряд ***сопряженных проблем (***например, коррозия материалов)
- (3) Выбор превентивной стратегии ***индивидуален*** для каждого объекта энергетики и основан на информации о режиме водоснабжения и типе системы, динамике популяции обрастателя
- (4) выбранная стратегия должна быть ***экологически безопасна***
- **(5) м*ониторинг обрастания* - Важная составляющая программы и методологическая основа выбора подходов, планирования и оценки результатов их применения, верификации выбранной стратегии**

Each specific action within the strategy should be selected according to

- (1) knowledge ***of fouling development*** as interaction of physical and biological processes
- (2) specific content of foiling community and dynamics of its development at most vulnerable sites of the system;
- (3) its suggested efficiency;
- and (4) its suggested costs and benefits.

Конкретные мероприятия стратегии планируют в соответствии с:

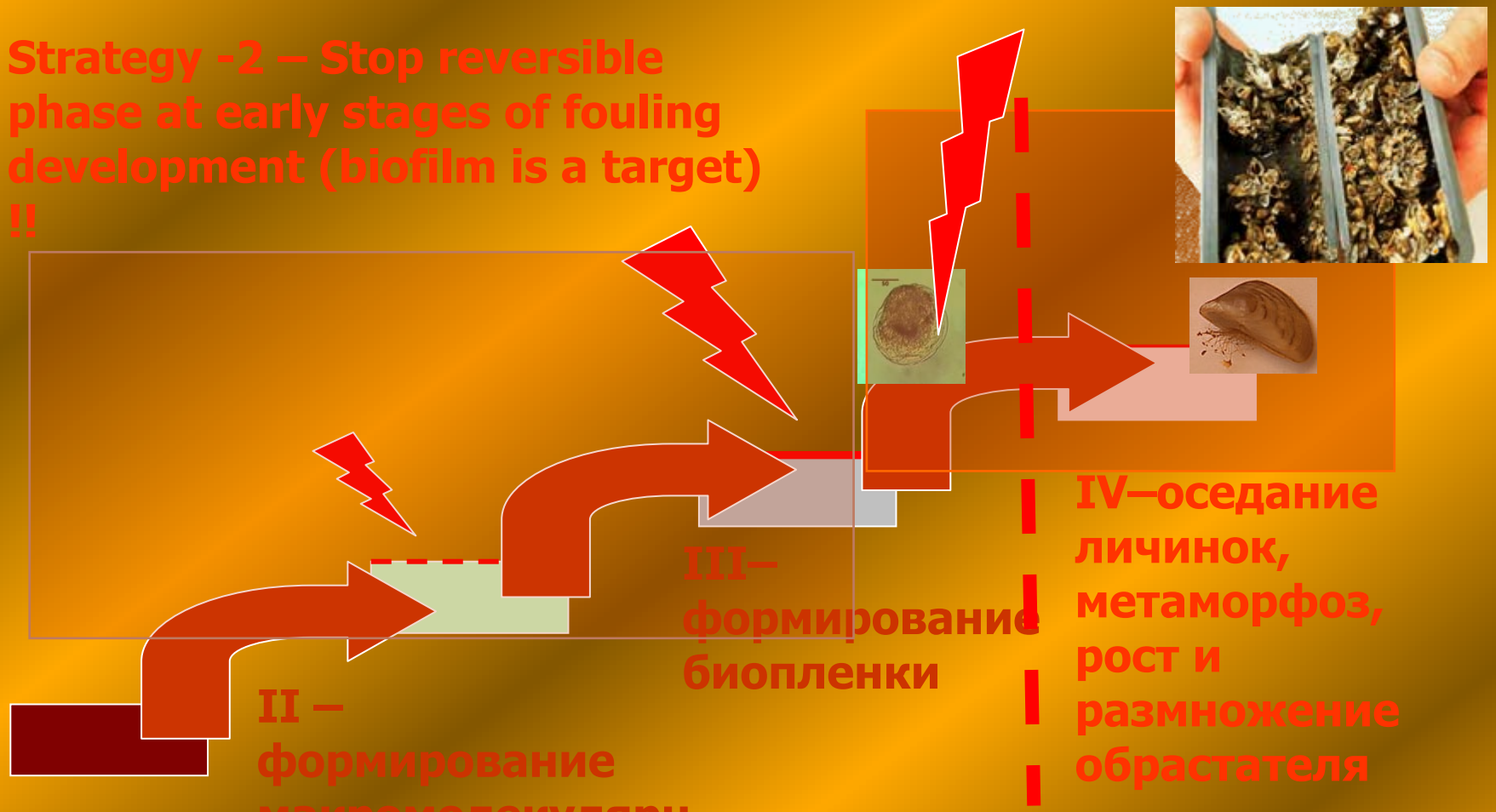
- (1) знаниями о последовательности формировании обрастания,
- (2) динамикой развития биообрастания в наиболее уязвимых частях системы в каждом конкретном случае, а также
- (3) ожидаемой эффективностью выбранной меры
- и (4) ее предполагаемой стоимостью

Appropriate preventive strategies

Strategy -3 – a COMBINATION of both

Strategy -1 – Stop reversible phase at a stage of macrofouler settlement

Strategy -2 – Stop reversible phase at early stages of fouling development (biofilm is a target) !!



Стратегия -3 – комбинированная, воздействие на все обратимые фазы формирования обрастания

Стратегия -1 – Прерывание обратимой фазы оседания обрастателя

Стратегия -2 – прерывание процесса формирования обрастания на более ранних

напр. Использование сурфактантов и самополирующихся полимеров, биоцидов широкого спектра действия

Напр. То же, +фильтрация, физические воздействия, специфические подходы

Когда? На что? и с какой периодичностью воздействовать?

Насколько безопасна и эффективна выбранная стратегия?

MONITORING in system «source of water – inside facility – water discarge”

MAINSTREAM:

•Season dynamic and spatial distribution of disperal stages

•Settlement on artificial substrates (coupons)

SIDESTREAM:

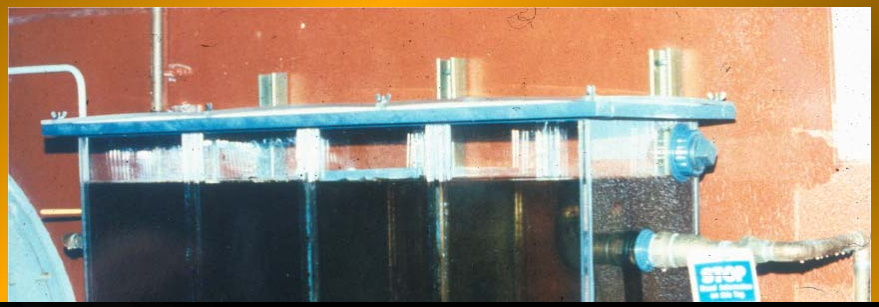
•Seasonal dynamic of distribution of larvae (especially competent to settlement at reference monitor,
•Inspection of coupons inside monitors for seasonal dynamics of settlement and biofilm formation
•Seasonal dynamics of parameters sufficient for planning of treatmentd (temperature, TDS, pH etc.)
•monitoring at monitor at discharge point for residual chemical

Estimation of treatment efficiency by

•comparison of data in reference monitor and monitor installed at system under treatment

•Tests with adults and juveniles place to monitors under treatment

Examples of monitors («monitors» «bioboxes», «hydroboxes»)



Цилиндрический тип (применя
(более «популярен» в США и Канаде) (справа вверху). Справа внизу
садок для экспериментов по оценке эффективности обработок

Принципиальные блоки системы мониторинга для создания, выполнения и верификации стратегий контроля обрастаний:

Мониторинг 1

(оценка ситуации для выбора стратегии)

Стратегия

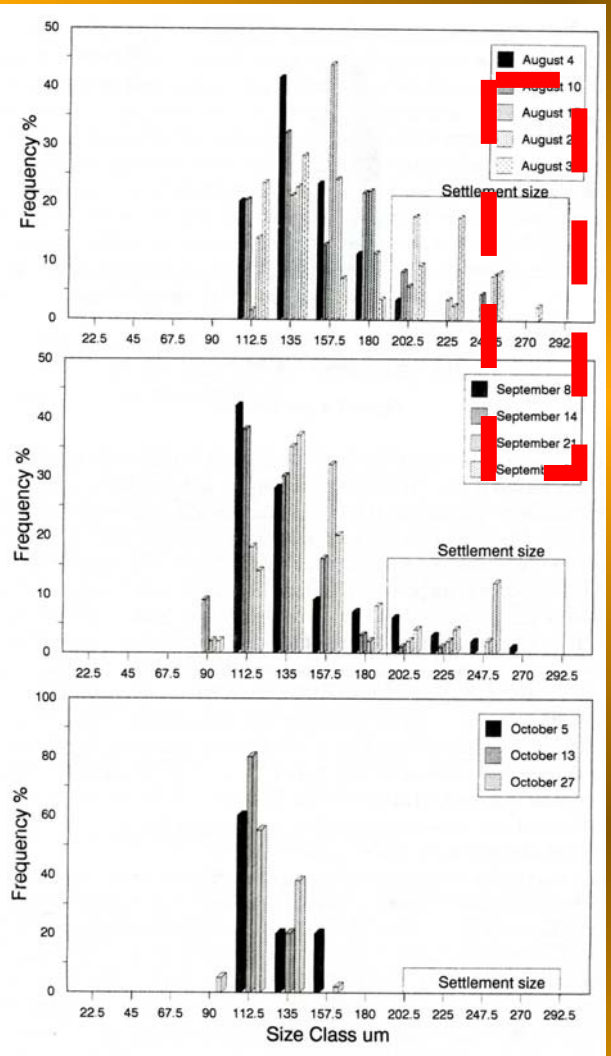
(сочетание методов реагирования и профилактики, режим их применения)

Мониторинг 2-n

оценка эффективности реализации стратегии

Доработка стратегии по итогам мониторинга и оценки

Toward ecological safety and decrease of operational costs through adequate monitoring data (e.g. for direct treatment of water with chlorine-based substances)

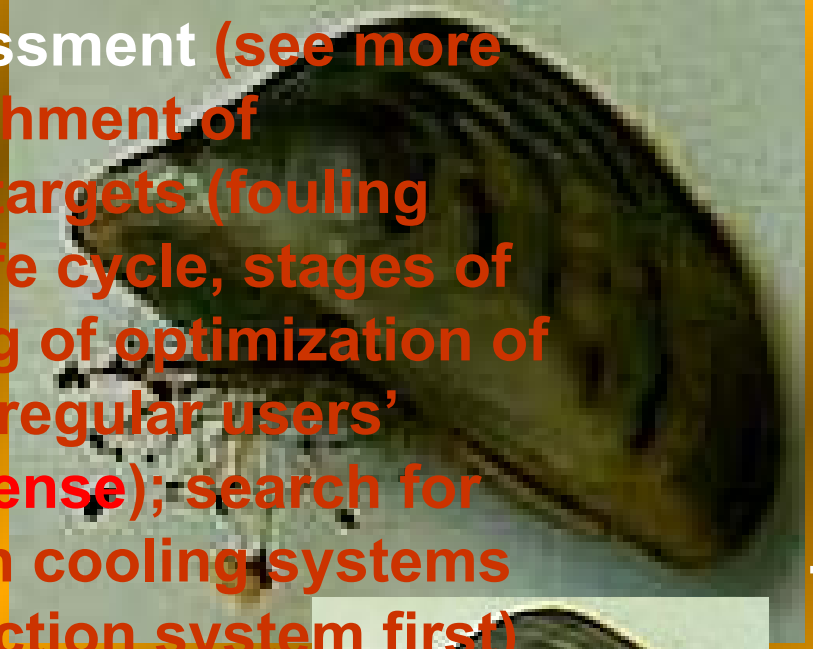


From Clauidi, Mackie, 1994

-Use monitoring data and apply a remedy from 19 August till 3 October instead of continuous or intermittent treatment during full reproductive season (April – October)

-This will be enough to prevent settlement and attachment <u>=safe money and decrease discharge of residual biocide to environment</u>

Major phases of the preventive program



Phase 1 (2 years) Risk Assessment (see more tomorrow, session3) establishment of monitoring; identification of targets (fouling organisms, phases of their life cycle, stages of fouling succession); planning of optimization of chlorine treatment regime in regular users' cooling system (if it makes sense); search for methods to prevent fouling in cooling systems of safety divisions (fire protection system first)

Phase 2 (7 years) Approbation of selected strategies; attempt to realization of main goal – decrease of losses from fouling and ecological risks for two cooling Lakes

Phase 3 (1 year) Assessment of efficiency of all the work done and further planning

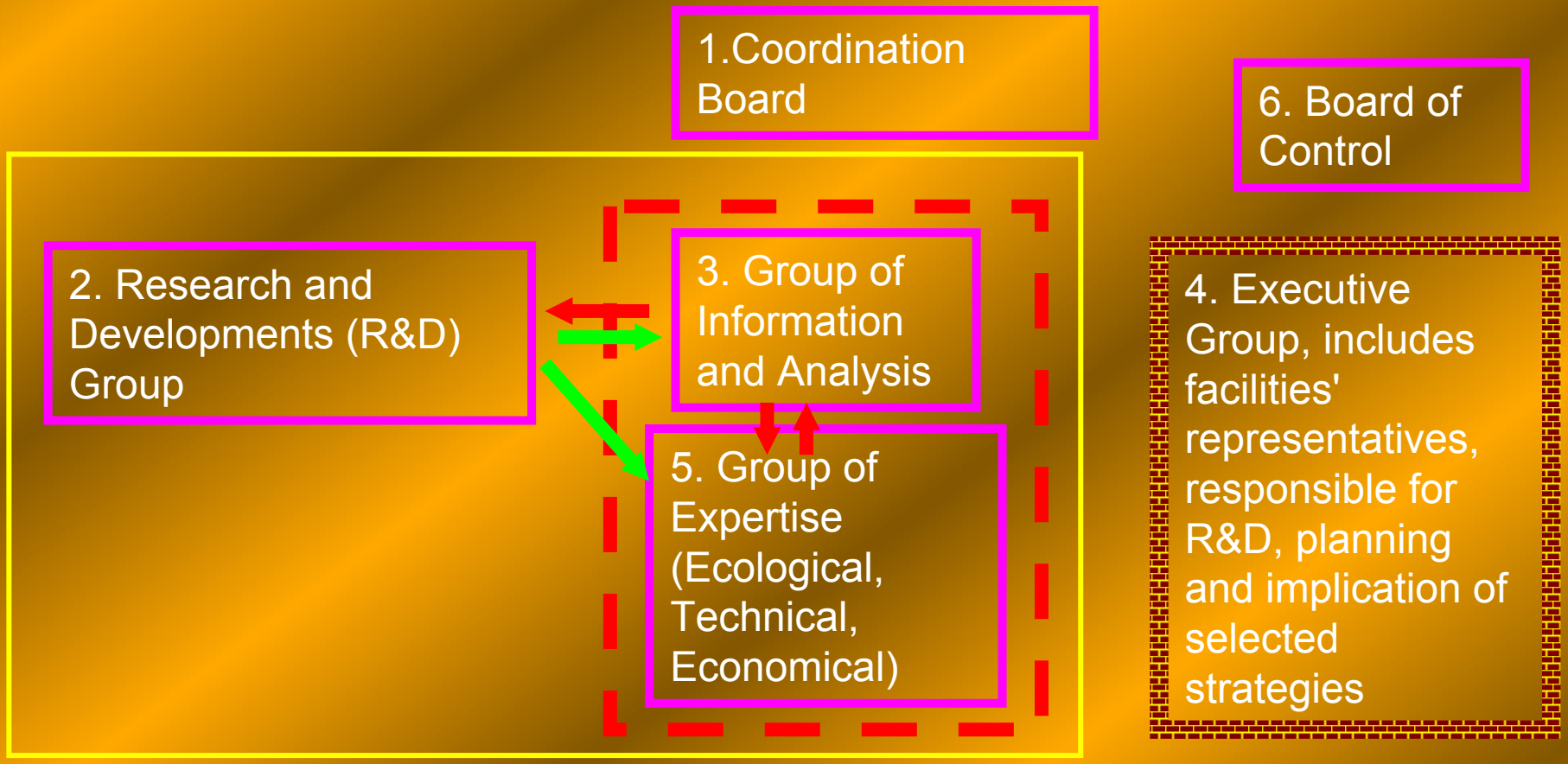
Основные фазы реализации превентивной программы

Фаза 1 (2-3 года) оценка ситуации, налаживание мониторинга; возможно, оптимизация режима хлорирования в системах неответственных потребителей и проверка эффективности; поиск альтернативных методов защиты; применение временных мер для защиты сервисного водоснабжения системы противопожарной безопасности и дизельгенераторной

Фаза 2 (6-7 лет) Реализация основной цели – снижение стоимости и экологического риска защитных мероприятий, разработанных для систем различных пользователей с учетом особенностей их работы

Фаза 3 (1 год) Оценка эффективности принятой системы защитных мер в ходе выполнения фазы 2 и разработка инструкций и методических рекомендаций по их применению

Management of a program



- Только согласованная работа четырех блоков, (1) координационного, (2) НИР, испытаний и конструкторских решений, (3) информационно-аналитического и (4) исполнительского, (5) Группы для экспертизы результатов и (6) Бюро контроля способна обеспечить успех мероприятий программы на конкретном предприятии и в энергетической компании в целом за счет согласованной работы исполнителей на основе всестороннего анализа информации.

Dan’s Molloy Lab, example of R&D:

Январь 2004 – работа над повышением токсичности снижение стоимости и повышение эффективности

PROJECT facts

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY
OFFICE OF FOSSIL ENERGY
NATIONAL ENERGY TECHNOLOGY LABORATORY

Power Systems
Advanced Research

09/2004

NETL

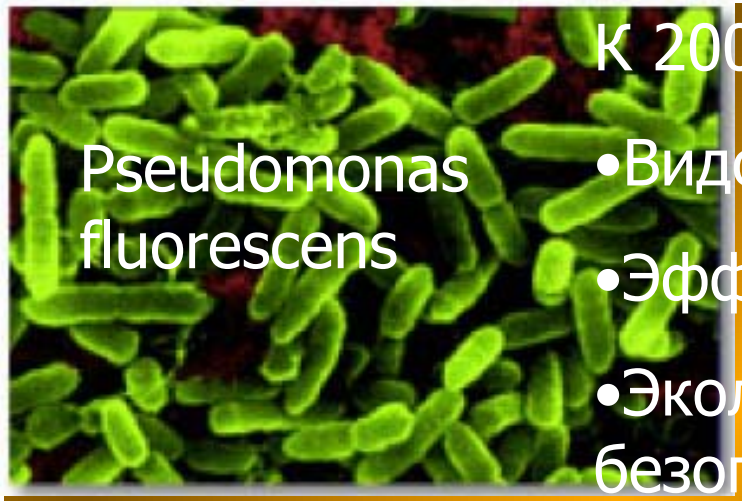
ENVIRONMENTALLY-SAFE CONTROL OF ZEBRA MUSSEL FOULING

PROJECT COST

$910,688

PROJECT DURATION

10/01/2003 – 09/30/2006



Pseudomonas fluorescens

ТОКСИН!!!!

К 2006 г:

- Видоспецифичность
- Эффективность/стоимость
- Экологическая безопасность
- Не вызывает разрушения материалов

Risk Assessment/Подготовительная фаза

1. собрать и проанализировать имеющуюся информацию по конкретному предприятию
2. и используя результаты этого анализа и мировой опыт наметить вместе с информационно-аналитическим блоком основы стратегии защиты, список мероприятий, поэтапный и календарный планы в том числе для R&D блока
3. с помощью группы оценки и экспертизы подготовить технико=экономическое и экологическое обоснование выполнения мероприятий
4. на основании информации пп. 1-3, предоставленной каждым вовлеченными в программу предприятием, составить общий бизнес-план подготовительного этапа программы и предварительный бизнес план программы по контролю обрастаний и их утилизации в целом для групп электростанций сходной конструкции, использующих в качестве источников водоснабжения водоемы сходные по происхождению, климатическим, гидрологическим и гидрохимическим условиям

Как можно использовать обрастателей?

Например в садоводстве …

(OPG, Nantocoke TGS)

MORE Today’s evening and tomorrow at session4

принятие решений о применимости средства или стратегии (раздел 3.4, Рис. 23 Орлова и др. 2004)

1

ПОИСК Разработка, наполнение обновление базы данных (накопление, хранение и анализ периодически пополняемой информации о текущем состоянии рынка опробованных современных подходов, методик и средств, направленных на профилактику и предотвращение биообрастаний в системах водяного охлаждения, а также новых перспективных разработок, сведения по которым имеются в открытой печати и интернет-источниках, не принадлежат разработчикам)

МОНИТОРИНГ 1, 2 … n, n+1

2

ВЫБОР Процедура выбора перспективных направлений в соответствии с условиями эксплуатации станции и общими требованиями экологической безопасности* и экономической целесообразности на основе анализа имеющейся информации, заложенной в базу данных

+

Контакт и переговоры с производителем средства или собственником разработки о возможности ее предоставления для апробации

3

Серия тестов 1 Лабораторные (и стендовые) испытания воздействия средства на основные компоненты сообществ технического обрастания с последующей сравнительной оценкой эффективности** результатов + оценка воздействия средства на массовые виды-гидробионтов водоемов-охладителей

4

ГРАДИРНИ

+

СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ 1 И 2 БЛОКА

ТЕСТЫ (1) Оценка экологического риска от последствий применения в промышленных масштабах

+

Серия тестов 2 Сравнительная оценка эффективности в условиях технологического цикла

ТЕСТЫ 2(2) Сравнительная оценка эффективности в условиях технологического цикла

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ

5

ЭКСПЕРТИЗА***

6

Разработка оптимальных технологических решений для применения и инструкций для персонала, подготовка документации по технологическим решениям, инструкциям, методам контроля средства (к-ция и проч.) в технологическом цикле для получения разрешительных документов на промышленное применение метода

7

Получение разрешения и применение

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION!

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

?

=