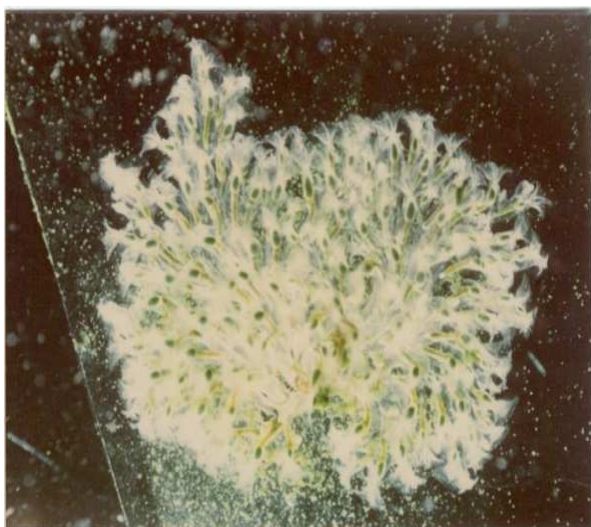


***Ciao Plumatella* или Мшаночный Риф. Коралловый Риф.**



Колония мшанки *Plumatella fungosa*



Колония коралла *Corallium rubrum*

Содержание:

- 1. Мшанки (Bryozoa) это не Дельфины, Морские Звезды или Ежи... Но они очень похожи на Кораллы.**
- 2. Тип Bryozoa. Массовое развитие колоний мшанок в теплых водах ГРЭС в г.Белоозерск, Беларусь. Питание мшанок, “упаковщики” сине-зеленых водорослей.**
- 3. Пресноводные мшанки Республики Беларусь.**
- 4. Рост и дыхание мшанок. “Побледнение” колоний мшаночного рифа при температуре выше 33°C.**
- 5. Размножение мшанок. Статобласты – “космические тарелки” и криптобиотические образования. Культивирование мшанок в лаборатории.**
- 6. Годовая структура популяции колоний мшанок в системе каналов ГРЭС в г. Белоозерск.**
- 7. Поток вещества и энергии в цепи сине-зеленые водоросли-седиментаторы-микрофаги.**
- 8. Проблема обрастаний. Повреждение колониями мшанок систем подачи воды. Bryozoa – индикаторы чистоты воды и накопители тяжелых металлов.**
- 9. Мшаночные Рифы – “ковры – фильтраторы” и удивительный микромир биологического разнообразия. Практическая роль мшанок и искусственные рифы.**
- 10. Коралловые Рифы – “ковры – фильтраторы” и удивительный микромир биологического разнообразия. Виды под угрозой исчезновения. Мировая тревога.**
- 11. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**
Гимн Мшанкам и их “партнерам”

1. Мшанки (Bryozoa) это не Дельфины, Морские Звезды или Ежи... Но они очень похожи на Кораллы.

Я открыла мою диссертацию, Ph.D. по специальности Гидробиология, 173 страницы с библиографией, ставшие желтыми по прошествии 25 лет...5 лет лабораторных и полевых работ, эксперименты, графики, расчеты, библиография...

После окончания школы за временной отрезок в 17 лет я закончила университет, защитила диссертацию и получила степень Ph.D., одну из самых высоких в России, которая аттестует высший уровень образования, и даже родила сына. Затем были темные годы “перестройки”, и не только, большая часть черного периода жизни была связана с Чернобыльской аварией. Кошмарный пассаж из “советского” периода к “капиталистическому”. Но кто сказал, что второй лучше первого? Затем, в 1997 году, - переход в “капитализм”. Я взяла с собой все то, что написала, опубликовала, и даже коллекцию животных. Огромные планы. Надеюсь, что Экология может заинтересовать Италию, прежде всего, после Чернобыльской аварии... Разрушающий опыт. 18 лет выживания. Можно было бы написать Руководство по Уничтожению. Основным девизом последних 18 лет было: “Что такое Экология? Можно ли ее намазать на кусок хлеба и скушать?” Нет. Нельзя намазать. Но ведь и в «советский период» ее нельзя было намазать... Так мне пришлось усомниться в превосходстве капитализма над социализмом. Надменность системы, которая не думает о таких последствиях, как мусорные отбросы, загрязнение среды, эксплуатация таких общественных достояний, как вода, почва, воздух, которые не имеют хозяев... Меркантизируя такие технологии, которые имеют разрушающее влияние на окружающую среду и здоровье, как атомная энергия, генетически измененные организмы, пестициды и т.д.

Читаю записки Джорджио Неббия по истории окружающей среды, одного из наиболее известных в Италии по вопросам экологии, химика по образованию. Оказывается, пророком использования солнечной энергии более 100 лет тому назад был химик Джакомо Чамичан, арменин по происхождению, а еще раньше итальянский физик Антонио Пачинотти, который в 1863 году опубликовал свои наблюдения по термоэлектрическому и фотовольтовому эффекту, предсказав использование солнца для производства электричества. Между тем, мир «замкнулся» на атомной энергии.

В 1980 году Институт Зоологии Академии Наук Беларуси, где я работала, предложил мне 2 темы для подготовки диссертации, Ph.D: “Влияние радионуклидов Игналинской Атомной Станции на фауну беспозвоночных животных” и “Эколого-энергетическая характеристика мшанок в водоеме-охладителе Березовской ГРЭС”. Не только потому, что ГРЭС располагалась всего в 40 км от деревушки, где еще проживала моя старенькая бабушка, но и потому, что я не хотела заниматься столь опасным видом энергии, как атомная, предварительно изучив основную литературу по данному вопросу, я выбрала 2ю тему. Если бы и сейчас передо мной встал тот же вопрос выбора, я пошла бы той же дорогой.

Тип Bryozoa был очень слабо изучен. Не имея большого практического применения и не являясь группой животных стратегической важности, я должна была «придумать» интерес и копаться в глубины проблемы. Мишанки Bryozoa не были ни дельфинами, ни морскими звездами, ни морскими ежами. Но они оказались очень схожими с кораллами...

Мишанки в своем большинстве являются морскими животными и в мире немного ученых, которые изучают эти колониальные организмы. Я должна была заниматься мишанками пресноводных бассейнов. Записавшись в Международную Ассоциацию Бризоологов (ИВА), я познакомилась с группой ученых из Москвы, занимавшихся изучением морских мишанок в Палеонтологическом Институте. В конце концов я влюбилась в этих деликатных животных и открыла для себя много общего у мишанок с кораллами. Диссертация стала моей белой книгой, которую я должна была написать, открывая мой персональный Риф.

27 мая 2015 года Международная Ассоциация Бризоологов, **ИВА**, отметила **50-летний юбилей** со дня своего образования, в **Стокгольме** в 1965 году. По случаю данного события все 250 членов Ассоциации получили приветственное поздравление от имени Президента с логотипом **Золотого Лофофора**, символа Ассоциации **ИВА**.

Таким образом, данная группа животных был малоизученной и, следовательно, ее изучение было важно для биологического разнообразия. Но не только для этого. Важен был метод оценки потока вещества и энергии в экосистеме.

Данная тема была предложена, поскольку на водоеме-охладителе ГРЭС, воды которого после сброса тепла со станции становились «горячими», вплоть до **35°C**, в последние годы наблюдалось массовое развитие мишанок. Данный феномен уже был известен для многих других ГРЭС и АЭС в России, на Украине, в США, в Индии и в Японии. И этот феномен нужно было изучить. В 80 е годы Лаборатория Сравнительной Экологии Водных Животных организовала полевую лабораторию на базе рыбного хозяйства, расположенного в канале, в который ГРЭС сбрасывала подогретые воды после охлаждения турбин. Станция располагалась вблизи тихого провинциального городка Белоозерск на юго-западе Белоруссии.

В марте мишанки с появлением теплых весенних температур начинали «прорастать» в канале и я отправлялась в провинцию. На территорию базы были привезены вагончики, которые обустроили под временное проживание научных сотрудников. В одном из зданий рыбхоза была обустроена лаборатория и кухня. Условия были минимальными, но имелось все необходимое для исследований в полевых условиях. Рыбхоз в основном занимался выращиванием карпа и в меньшем количестве форель. В канале были установлены плавающие железные понтоны, на которых были прикреплены сети для выращивания рыб. На этих сетях наблюдался рост колоний мишанок большой биомассы, рабочие были этим недовольны и соскребали мишанок, так что мне пришлось организовать сети для наращивания колоний в отдельных маленьких прудах вблизи канала, которые использовали для подращивания рыбы.

В полевой лаборатории изучался рост колоний, их размножение, дыхание, питание в градиенте температур, от 15 до 35 °С, характерных для канала, в течение весеннего и летнего сезонов, когда тепловой пресс в канале был максимальным. Был включен также другой экологический фактор для изучения физиологических параметров мшанок, градиент диеты, от 35 мг сухого вещества, представлявший собой концентрацию сестона в канале в летний сезон, увеличенный и уменьшенный в 2 раза.

В моем распоряжении были только бинокляр и лабораторные весы, и если бы в то время имелась та фото и видеоаппаратура, которая существует на сегодняшний день, не пришлось бы придумывать разные приспособления для увеличения, чтобы снять процесс роста или питания отдельных зооидов и колоний, а это действительно было захватывающим зрелищем! Зооид, отдельная единица колонии, направляет пищу с помощью мелких ворсинок, расположенных на воронке, называемой **Лофофор**, которая служит ротовым отверстием. Упаковывает пищу и выводит непереваренное вещество в форме пеллет. И так все дни, ночи и сезоны, в зависимости от биомассы колоний в канале.

Первые 4 дня в пеллетах, удаленных из желудка зооидов, еще наблюдается фотосинтез, после чего они становятся детритом для других потребителей пищевой цепи, таких как рыбы, моллюски, бактерии и т.д. Практически, мшанки являются первичными потребителями, или точнее, **“упаковщиками” сине-зеленых водорослей**, которые в массовом количестве развиваются в эвтрофицированных водах ГРЭС и в других водоемах, которые претерпевают влияние тепловых нагрузок. При оптимальных температурах развития 25-30 °С колонии мшанок формируют огромные ковры, похожие на коралловые рифы. Так я и назвала колонии – **Мшаночные Рифы**. Как коралловые рифы, так и мшаночные колонии создают укрытия для многих видов животных: рыб, моллюсков, гидр, простейших, червей, ракообразных, пиявок, личинок комаров, водных клещей и других, создавая сложные взаимоотношения в этом животном консорциуме. Некоторые виды используют колонии мшанок в качестве поселений, как дрейссена, гидры, коловратки, личинки хирономид, амфиподы, олигохеты, нематоды. Другие виды питаются зооидами и статобластами, как некоторые виды рыб, креветки, клещи, моллюски, черви, личинки насекомых. Виды животных, обитающие на Мшаночном Рифе, формируют между собой взаимоотношения схожие с таковыми Кораллового Рифа. Белоруссия не имеет выхода в море и не имея возможности изучать коралловые рифы, я относилась к ним с благоговением. Так я создала мой **Мшаночный Риф**, функционирование которого было очень схожим с **Коралловым Рифом**.

2. Тип Bryozoa.

Массовое развитие колоний мшанки в теплых водах Белоозерской ГРЭС. Питание мшанок, “упаковщики” сине-зеленых водорослей.

Тип Bryozoa насчитывает около 4'000 морских видов и около 50 пресноводных видов. Начиная с 80х годов, из-за сильной эвтрофикации водных водоемов, которые охлаждаются турбины гидро- и атомных станций, сбрасывая

подогретые воды, наблюдается сильное развитие сине-зеленых водорослей и массовое развитие колоний мшанки в пресноводных водоемах.

Мшанки модулярные организмы, как кораллы, губки, асцидии, гидроиды, простейшие, грибы, растения. Если среди растений строительным модулем является лист, среди мшанок – это **зооид**, который называют также **полипид**. Мшанки являются колониальными животными. Колония представлена отдельными организмами, зооидами, взаимосвязанными между собой. Зооид является функциональной единицей интегрального организма, колонии. Зооид в колонии выполняет основные биологические функции: питание, дыхание, рост и размножение. По этой причине исследования были выполнены на 2х уровнях: на уровне зооида и на уровне колонии.

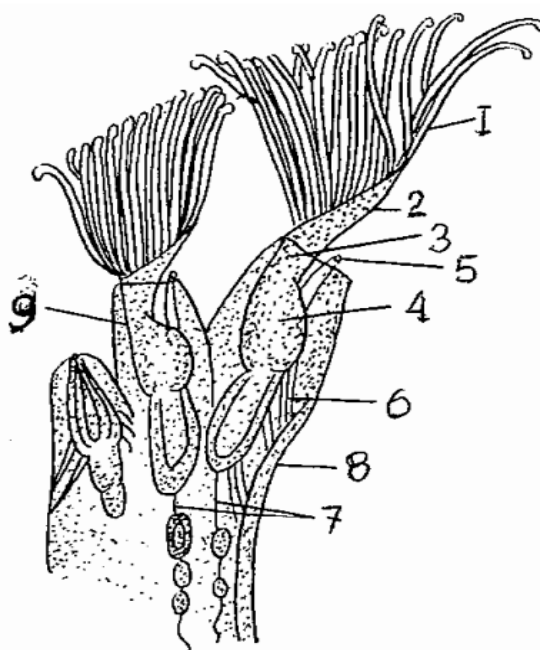


Рис.1. Структура зооида мшанки (Lampert, 1900).

1 – корона из щупалец, 2 – лофофор, 3 – пищевод, 4 – желудок, 5 – кишка с анусом, 6 – мускул, 7 – фуникулюс со статобластами, 8 – цистид, 9 – полипид. (1)

Щупальца пресноводных мшанок, число которых может достигать до 90, формируют **лофофор** в форме **лошадиной подковы**. Мшанки, как некоторые инфузории, флаголяты, голотурии, полихеты и др. виды являются **седиментаторами**, которые отделяют легкие частицы от тяжелых с помощью центрифужной силы. С помощью движения ресничек на щупальцах, лофофор создает вращение воды, которое привлекает внутрь ротового отверстия взвесь. Механизм ловли частичек меняется в зависимости от размеров: мелкие частички ловятся ресничным механизмом, большие частички – с помощью щупалец.

Начиная с 80х годов в теплых каналах Гидроэлектростанции в г.Белоозерск на юго-западе Белоруссии, наблюдалось моссовое развитие колоний мшанок. Система водоема-охладителя станции состоит из озера Белое, канала, который несет воды к станции для охлаждения турбин и 2х каналов, которые сбрасывают подогретые воды в озеро. Площадь озера 490 гектаров, глубина – 3 м, длина каналов 1,5 км, ширина – 35 м. Вода в каналах нагревается в среднем на 9 °С, таким образом в озере наблюдается сильный тепловой пресс. Станция мощностью 900 MW вошла в действие в 1961 году. В течение 20 лет гидрохимический и гидробиологический режимы озера кардинально изменились. Температура увеличилась на 9°С, часто достигая в летний период **33-35°С**, а зимой не опускаясь ниже 8°С. Прозрачность воды снизилась с 2 до 0,4 м, общая минерализация увеличилась с 110 до 420 мг/л, содержание кальция с 18 до 70 мг/л, хлора с 3,4 до 35 мг/л, сульфатов с 3,6 до 40 мг/л. Изменились флора и фауна: обитатели водоемов умеренной зоны были заменены на организмы, характерные для тепловодных водоемов. В настоящее время в озере и в каналах наблюдается годовое “цветение” водорослей, как результат эвтрофикации, с доминированием сине-зеленых водорослей (98%), диатомовые водоросли составляют 1,5 %, протококковые - 0,5 %.

Зоопланктон системы представлен 30 видами, из которых 9 – ракообразные Cladocera, 20 – коловратки, 1 – ракообразные Sorceroda. Доминируют в системе коловратки и Sorceroda. После прохождения через турбины станции биомасса зоопланктона уменьшается на 40 %: популяции коловраток уменьшается в 4 раза, Sorceroda и Cladocera, соответственно, в 3 и 3,5 раз. После того, как озеро Белое стало использоваться для охлаждения турбин станции, гидробиологический режим изменился таким образом, что более не существует «биологической зимы» и зимой биомасса фитопланктона составляет не менее 33 г/м³, зоопланктона – 0,7 г/м³ (летом не менее 5 г/м³). Сравнивая с данными 1960 года, после пуска станции первичная продукция увеличилась в 20 раз, продукция беспозвоночных увеличилась в 4 раза, рыб в 3,3 раза.

Бентос системы представлен хирономидами, олигохетами и моллюсками средиземноморского происхождения, *Physella integra*.

Перифитон водной системы представлен 59 видами беспозвоночных, включая 28 видов олигохет и 16 форм хирономид. 52 % популяции зообентоса в теплом канале представлено хирономидами, в холодном канале – 86 % и, соответственно, доля олигохет составляет 48 % и 14 %. В перифитоне доминируют колонии **мшанки *Plumatella fungosa***, населенные многочисленными простейшими, гидрами, хирономидами, олигохетами, червями Naididae, остракодами, коловратками, креветками. Колонии образуют своего рода **Мшаночный Риф**, который дает различным видам животных приют и служит кормовой базой. В 1982 году в водную систему была внедрена креветка ***Macrobrachium nipponense***, которая достигла значительной популяции.

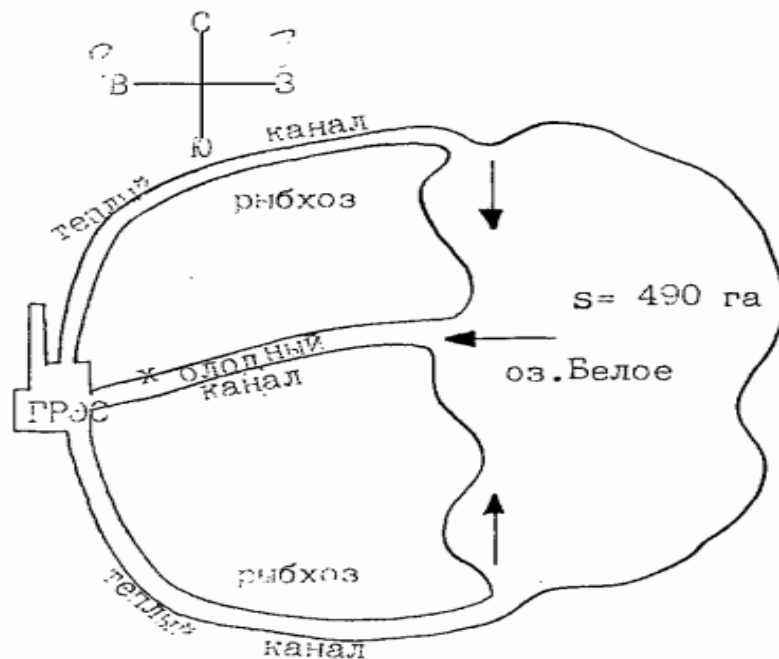


Рис. 2. Схема системы водоема-охладителя Белоозерской ГРЭС, Беларусь.

Во время проведения экспериментов в теплом канале ГРЭС в Белоозерске (1982-1989) питание мшанок определял состав **сестона**, в котором доминировали **сине-зеленые водоросли** в связи с сильной эвтрофикацией. В фитопланктоне холодного и теплого каналов в летний период доминировали, соответственно, **сине-зеленые водоросли *Anabaenopsis raciborskii*** (53,9 %; 48,5 %), ***Aphanisomenon flos-aqua*** (29,7 %; 24,3 %), диатомовые водоросли ***Melosira*** (8,93 %; 17,11 %), *Cyclotella comta* (0,44 %), протококковая водоросль *Scenedesmus quadricauda* (0,43 %, 0,29 %). Процент диатомовых водорослей в питании мшанок составлял 24 %, что позволило предположить, что для колоний была характерна селективность в питании, поскольку они предпочитали водоросли меньших размеров, так как средний размер сине-зеленой водоросли *A. raciborskii* был 192 x 3,5 м.

Сине-зеленые водоросли, доминирующие в сестоне холодного, теплого каналов и в фекалиях мшанок, составляли, соответственно, **98 %, 97,9% и 94,47%**. После прохождения через желудок мшанок водоросли упаковывались в компактные фекалии. Исследования, выполненные на фекалиях, позволили установить, что «упакованные» водоросли имели высокое содержание **хлорофилла «а»**. Для определения динамики фотосинтеза, дыхания, содержания сухого вещества и хлорофилла «а» в фекалиях мшанок, был поставлен небольшой эксперимент длительностью 100 часов: вышеуказанные параметры измерялись в 10-литровом сосуде, в который в водопроводную воду были добавлены свежие фекалии мшанок в концентрации 28'000 фекалий/ литр.

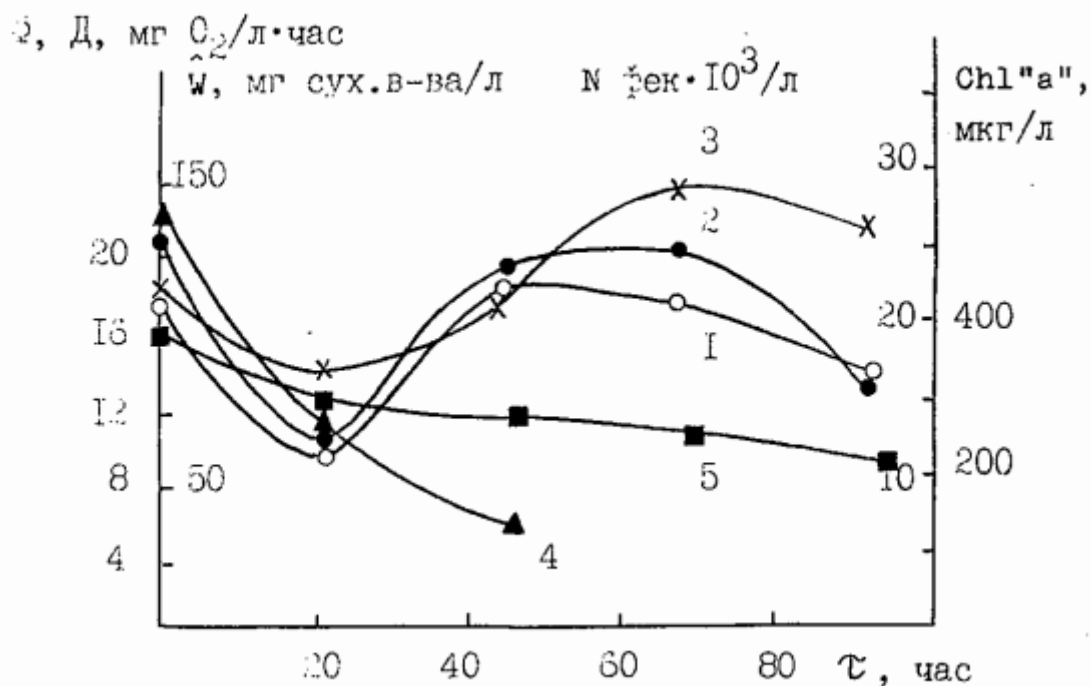


Рис.3. Динамика фотосинтеза Φ , мг O₂/л x час (1), потребление кислорода D , мг O₂/л x час (2), содержание сухого вещества W , мг/л (3), количество фекалий $N_{\text{фекалий}} \times 10^3/\text{л}$ (4) и хлорофилла "а" Chl , мкг/л (5) в эксперименте с концентрированными фекалиями мшанок из теплого канала Березовской ГРЭС, Беларусь. Ось x левая – Φ , D , W , ось x правая – Chl "а", $N_{\text{фекалий}}$, ось y – время в часах.

Как видно из графика № 3, наблюдается быстрое разрушение фекалий через 40 часов после начала эксперимента. Увеличение процесса фотосинтеза, потребление кислорода и высокое содержание хлорофилла "а" позволили предположить, что мшанки поставляют сине-зеленые водоросли с низким процентом усвоения для трансформации в детритных цепях.

Между тем, мшанки имеют способность "упаковывать" большие массы сине-зеленых водорослей, будучи практически **мощным естественным биологическим фильтром**, который улавливает органическое вещество в водных бассейнах. В целях определения седиментационной способности мшанками сине-зеленых водорослей, были поставлены эксперименты по определению количества сформированных фекалий в градиенте температуры 15° – 20° – 25° – 30° – 33° – 35° С. Соотношение между температурой и скоростью образования фекалий описывает экспонентная кривая на графике № 3.

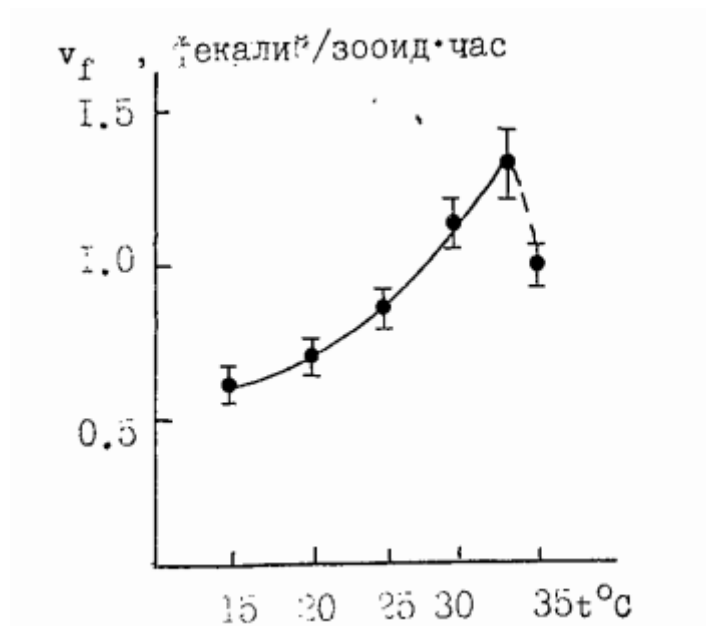


Рис. 4. Соотношение между температурой и скоростью формирования фекалий мшанкой *Plumatella fungosa*. Ось x - V_f – фекалий/зооид x час, ось y – $t^{\circ}C$.

Как видно из графика No 4, увеличение температуры ускоряет процесс формирования фекалий при $20^{\circ}C$ в 1,2 раза, при 25° в 1,4, при 30° в 1,9, при 33° в 2,2 раза. Температура $35^{\circ}C$ ингибировала формирование фекалий.

3. Фауна пресноводных мшанок в Беларуси.

Фауна пресноводных мшанок в Беларуси была неизученной. Коллекция мшанок была собрана мною в 1983-1995 годы в Минской, Гомельской, Брестской и Витебской областях Беларуси и в сотрудничестве с **Профессором Тимоти Вуд из Дайтонского Университета в США** впервые были определены виды мшанок. В настоящее время фауна мшанок в водоемах Беларуси представлена 9 видами. (Рис. 5):

- 1. *Cristatella mucedo***, голарктический вид, типичный для холодных водоемов Европы, Азии и Северной Америки, распознаваемый как **“мохнатая гусеница”**, обнаруженный в реке Свислочь Минской области в форме статобластов.
- 2. *Hyalinella punctata***, типичный вид для восточной Европы и северной Азии, обнаруженный в реке Птичь в Минской области.
- 3. *Plumatella bombayensis***, типичный тропический вид (Камбоджа, Индонезия, Таиланд); по этой причине данный вид в водоеме-охладителе Белоозерской ГРЭС в Брестской области можно считать **инвазивным видом**. Данный вид мшанок обитает в водоеме-охладителе в комбинации с другими видами, *Plumatella fungosa* и *P. caspiana*.
- 4. *Plumatella emarginata***, типичный вид для восточной Европы и северной Азии, обнаружен в реке Припять в Гомельской области в Полесском Радиозоологическом Заповеднике.

5. ***Plumatella fungosa***, голарктический вид, наиболее распространенный среди собранных проб (18 из 25), обнаружен в теплом канале Белоозерской ГРЭС, в реках Птичь и Свислочь.
6. ***Plumatella casmiana***, голарктический вид, схожий с *Plumatella fungosa*, обнаружен в теплом канале Белоозерской ГРЭС.
7. ***Plumatella repens***, этот вид также значительно распространен (12 из 25 проб), обнаружен в небольшом водоеме в лесу в Полесском Радиозэкологическом Заповеднике, в реках Гайна и Волма в Минской области, в реках Свислочь и в озере Барсуки Витебской области.
8. ***Plumatella rugosa***, обнаружена в озере Дрисвяты в Витебской области.
9. ***Paludicella articulata***, обнаружена в реке Птичь Минской области.

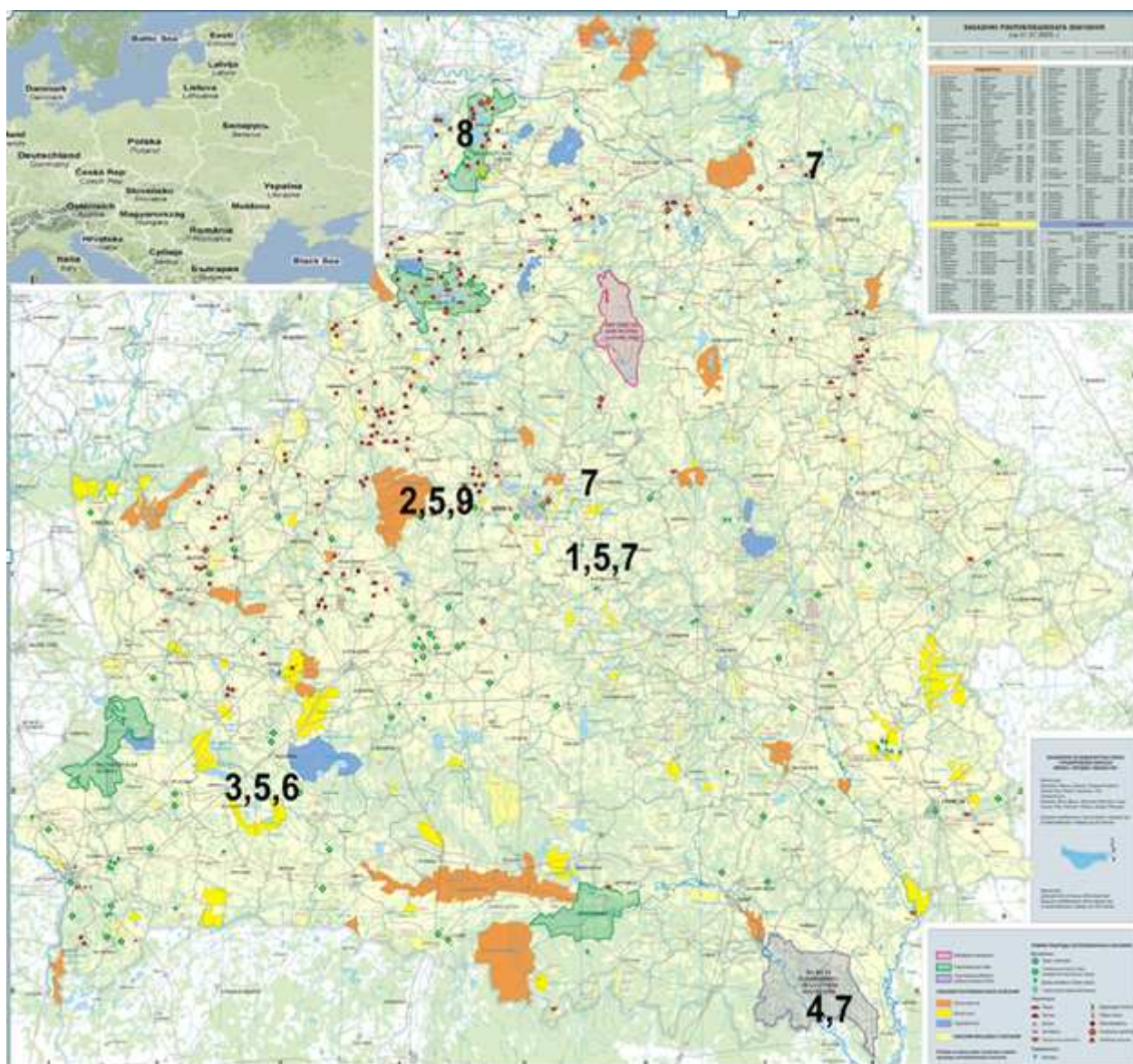


Рис. 5. Фауна мианок в водоемах Беларуси.

4. Рост и дыхание мшанок. “Побледнение” колоний мшаночного рифа при температуре выше 33°C.

В процессе изучения роста зооидов в градиенте температуры, я обнаружила, что колония растет, формируя как зооиды-модули нормальной длины, около 1,70 мм, так и зооиды-«лидеры», средняя длина которых была 2,5 мм. Учитывая, что изменчивость длины зооидов мшанок, как и кораллов, обычно варьирует от 10 и 30 %, разница по длине в 1,5 раза среди двух типов зооидов позволила предположить, что данная стратегия трехмерного развития колонии возможно имела целью занятие новых территорий и борьбу с неблагоприятными условиями среды. Учитывая, что питание мшанок в значительной степени влияет на рост зооидов, я внедрила еще один экологический фактор: градиент питания сестона в концентрации 8,8 – 17,5 – 35 (концентрация сестона в канале в летний период) и 70 мг сухового вещества/литр.

Как видно из графика No 5, наилучший рост колонии из 1 статобласта в течение 15 дней наблюдается при низкой концентрации сестона и повышенной температуре (30 – 33 °C). Максимальные параметры роста при высокой концентрации сестона сдвинуты в область оптимальной температуры, от 25 до 28 °C. Высокая температура, выше 33°C, окончательно повреждала зооиды, которые начинали погибать. Я наблюдала, как мшаночные ковры становились белыми по причине тепловой гибели зооидов.

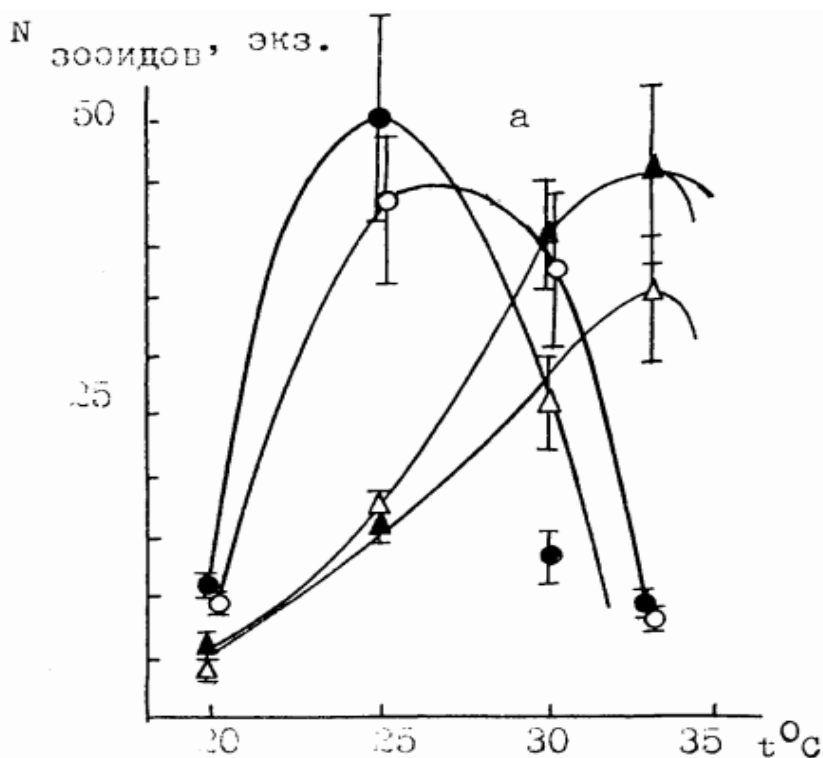


Рис. 6. Рост колонии (N зооидов) в градиенте температуры и питания (мг сухого вещества сестона/литр). Ось x – N зооидов, ось y – $t^{\circ}C$.

● -70, ○ -35, ▲ -17,5, △ -8.8

Данные по потреблению кислорода мшанками были скудными. Поскольку эти данные требовались для расчета потока вещества и энергии, была определена скорость потребления кислорода в градиенте температуры.

Анализ биологических параметров роста, потребления кислорода, образования фекалий у мшанок позволил утверждать, что **температура выше 33° С отрицательно** влияет на существование колоний в теплом канале.

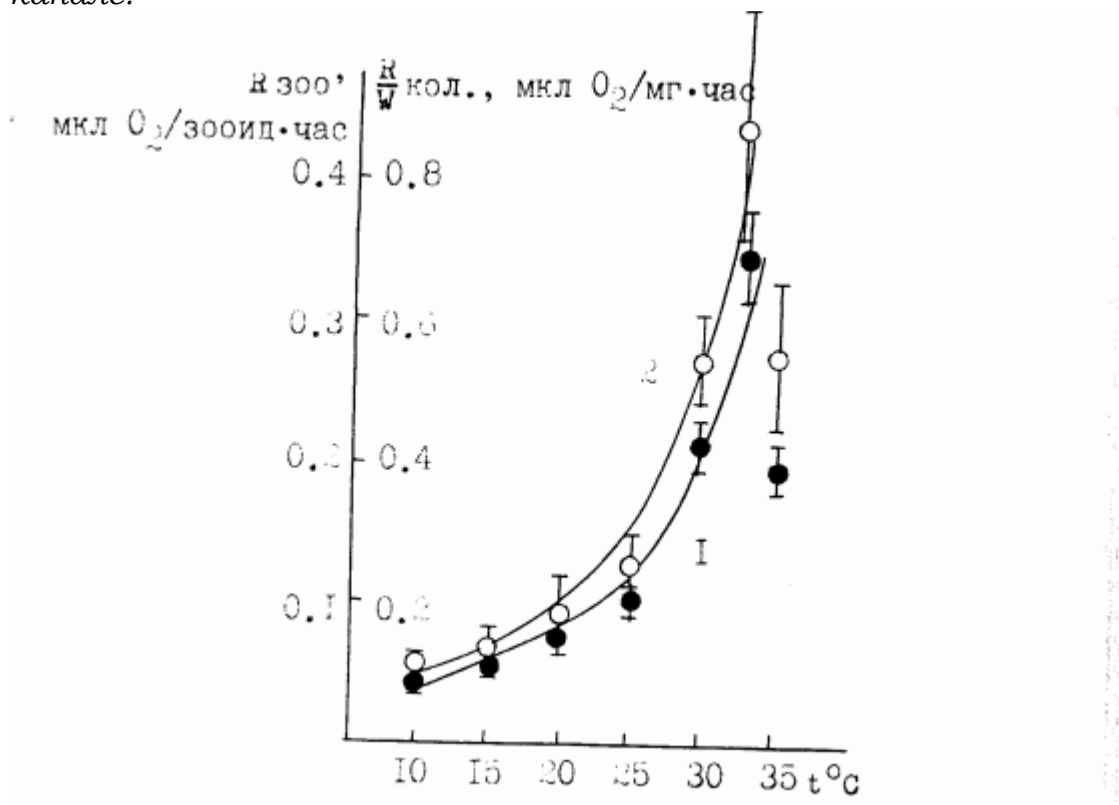


Рис. 7. Влияние температуры на скорость потребления кислорода зооидом (1) ($R_{зоо}$, $\mu l O_2$ /зооид \times час) и интенсивность потребления кислорода колонией (2) (R/W кол., $\mu l O_2$ /мг \times час).
Ось x левая - ($R_{зоо}$, $\mu l O_2$ /зооид \times час), ось x правая - (R/W кол., $\mu l O_2$ /мг \times час), ось y - t °C.

5. Размножение мшанок. Статобласты – “космические тарелки” и криптиобиотические образования. Культивирование мшанок в лаборатории.

Пресноводные мшанки размножаются как половым, так и бесполом путем. В теплом канале мною было обнаружено только бесполое размножение за счет формирования статобластов различных форм. Статобласты являются структурами, для которых характерна адаптивность высочайшего уровня к экстремальным условиям окружающей среды, устойчивость и сохранность во времени и пространстве, с целью гарантирования выживаемости и размножения вида.

“Открывая” для себя эти мельчайшие структуры, размеры которых всего около 0,3 \times 0,2 мм, меня поражала сложность природы, которая создала

органы размножения столь мелкие, но столь устойчивые, да к тому же похожие на маленькие **космические тарелки**.



Рис. 8. Фото флотобласта *Plumatella fungosa*. Фото SCAN, Институт Физиологии Животных, увеличение в 2'000 раз, напыление золотом.

Для статобластов характерна незначительная изменчивость размеров, они являются специфическими структурами, размеры и рисунок которых используются в систематике для определения видов мшанок. Однако их размеры изменяются в зависимости от условий, в которых произрастают мшанки (температура, течение). Кроме того, это древнейшие образования: статобласты были обнаружены в отложениях позднего Пермского периода (около 300 миллионов лет тому назад) и нижнего Мелового (около 145 миллионов лет тому назад) в Сибири и в Монголии. Это позволяет рассматривать мшанок перспективными для изучения **стратиграфии**.

Статобласты мшанок, как цисты простейших, споры, семена растений, галлы ряда червей, геммулы пресноводных губок, гибернакулы морских мшанок, являются **криптобиотическими образованиями**, которые характеризуются почти отсутствием метаболизма. К примеру, метаболизм спящих спор равен всего 1/2'000 метаболизма активных спор. Способность статобластов к прорастанию может поддерживаться до 7 лет. Они наиболее приспособлены к выживанию при низких температурах (до -120°C), чем при высоких. Наилучший метод консервации статобластов – держать их в холодильнике при температуре 2-5 °С – метод, которым я пользовалась для культивирования колоний в лаборатории. Триггером для прорастания статобластов является **фотопериод**. Освещение даже в течение 1 минуты давало 60 % всхожести статобластов, 5 минут – 100 %. Исключительна устойчивость флотобластов к тяжелым металлам: токсичность кадмия для зооидов превышала таковую для флотобластов в 90 раз, меди – в 20 раз, мышьяка – в 10 раз. Такие органические загрязнители, как **эфир, алкоголь, хлороформ, ксилол, толуол** ингибировали только на короткий период прорастание флотобластов. В то

же время, даже небольшие концентрации этих элементов были летальными для зоидов колоний мшанок.

В теплом канале Белоозерской ГРЭС мшанки образуют **статобласты** 2 х типов: **флотобласты**, многочисленные структуры, которые распространяются по течению воды и **сессобласты**, сидячие и менее многочисленные структуры, назначение которых гарантировать размножение на том же месте.

Длительность развития статобластов, продукция флото- и сессобластов на уровне зооида и колонии были мало изученными. Для определения данных параметров я ежедневно зарисовывала **“дерево роста”** колонии:

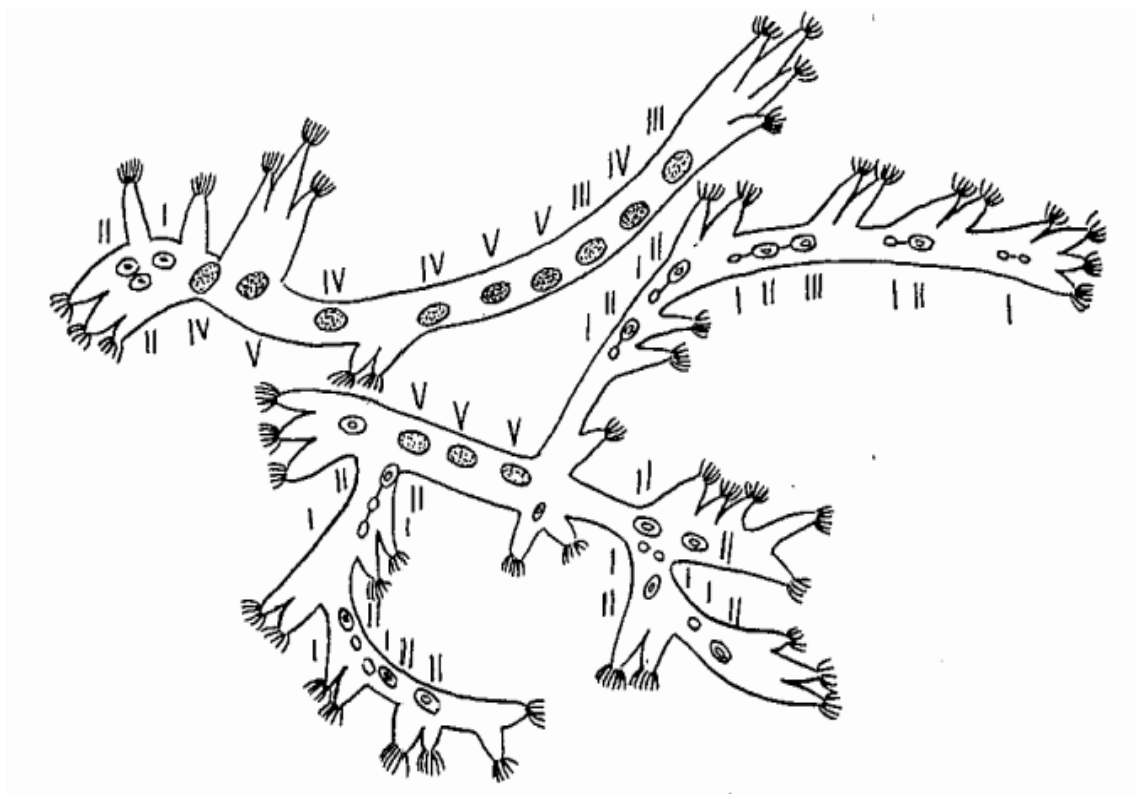


Рис. 9. Схема роста колонии мшанки *Plumatella fungosa* в лаборатории. (римские цифры – фаза формирования статобластов).

● флотобласты ● сессобласты



Рис. 10. Фото колонии *Plumatella fungosa*, выросшая в лаборатории из 1 статобласта.

Было показано, сессобласты имеют более короткий период образования, (3,84 дня) и средние размеры 0,5x0,35 мм, против 5,32 дней, периода формирования флотобластов, средние размеры которых 0,45x0,31 мм. Сухая масса 1 сессобласта превышает таковую 1 флотобласта в 3,6 раз. Содержание сухого вещества в 1 статобласте 37,5 % (62,5 % воды), что находится в соответствии с известными данными для яиц ракообразных. Содержание сухого вещества 1 зооида 9,77 % (90 % воды), что находится в соответствии с известными величинами для коралловых полипов.

Репродуктивные структуры мшанок имеют различные функции, как было сказано выше, так что вполне логично, что количество плавающих флотобластов, формирующихся в колонии, гораздо многочисленнее, по сравнению с сессобластами, прикрепленными структурами. Так, колония мшанки из 61 зооида, выросшая в лаборатории, сформировала за 35 дней 61,6 флотобластов и 14,67 сессобластов в отношении 4:1. В то же время японские ученые *Микай* и *Кобаяши* в колонии из 140 зооидов наблюдали образование 741 флотобласта и 34 сессобласта в отношении 22:1. Модульные структуры, которыми являются мшанки, характеризуются высоким уровнем пластичности биологических параметров и могут менять стратегию роста в зависимости от различных условий окружающей среды.

6. Структура популяции колоний мшанки в течение года в теплых водах Белоозерской ГРЭС.

Чтобы оценить роль мшанок в теплом канале, была определена структура популяции в течение года. Уже в марте, когда температура в канале возрастает до 15 ° С, наблюдается прорастание зооидов мшанки из флотобластов и из сидячих сессобластов. Вначале рост колонии является линейным, постепенно нарастая, колония формируется в трехмерной форме с толщиной около 3 см, состоящей из трех компонентов: нижний

слой представлен отмершими хитиновыми трубками зооидов (мертвый biofouling или оброст), верхний слой представлен живыми зооидами, которые формируют статобласты, накапливающиеся в среднем слое, образуя нечто вроде **“репродуктивного депо”**.

Биомасса сухого вещества всего оброста, состоящего из трех компонентов, может достигать $0,7 \text{ кг/м}^3$. В садках для культивирования рыбы биомасса мшанок достигала $2,5 \text{ кг/м}^3$, нарастая на сетях вплоть до глубины 3 метра. С прорастанием статобластов в конце мая их число уменьшается до минимума, но увеличивается число зооидов, достигая максимального числа, $3,25 \times 10^6/\text{м}^2$, что соответствует биомассе $0,12 \text{ кг/м}^2$. В течение высоких летних температур, которые могут достигать $30\text{-}35^\circ\text{C}$, биомасса зооидов сокращается, затем в течение осенних месяцев уменьшается все больше, запуская в августе массивное формирование репродуктивных структур, статобластов, число которых достигает максимума в сентябре, $9,5 \times 10^7$ стаобластов/ м^3 . По мере отмирания колоний, флотовласты начинают дрейфовать. В этот период года поверхность воды покрыта мельчайшими плавающими структурами коричневого цвета, которые держатся на воде благодаря камерам с газом. В сентябре вся поверхность канала становится как бы усыпанной мелкими зернышками молотого и выпитого кофе. В теплом канале температура воды не опускалась ниже 8°C и я находила колонии мшанок даже в декабре. Практически, вегетативный цикл мшанки в канале длится 10 месяцев.

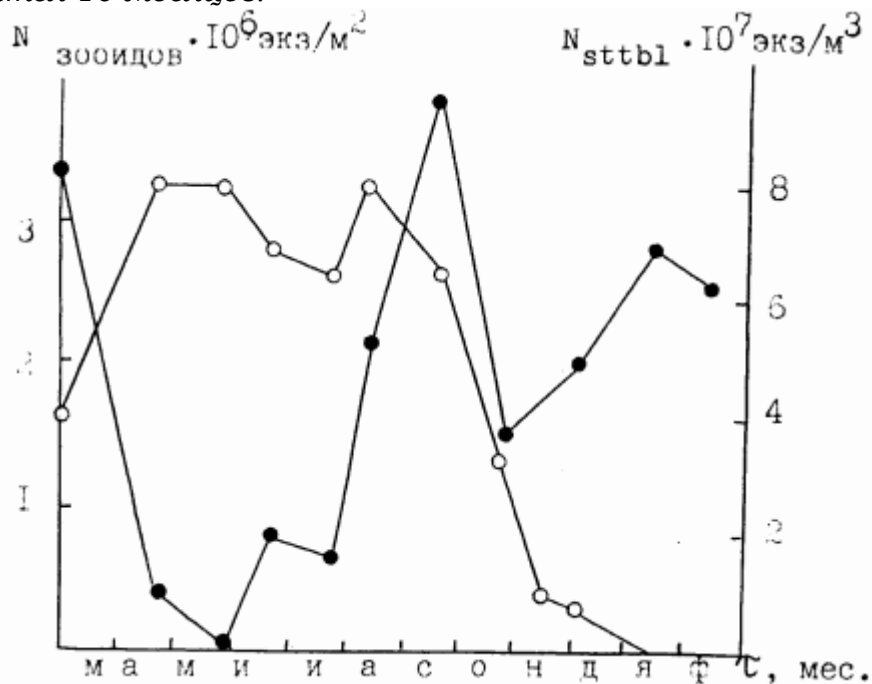


Рис. 11. Годовая динамика численности зооидов и статобластов *Plumatella fungosa* в теплом канале. Ось x левая – N число зооидов $\times 10^6 / \text{м}^2$, ось x правая – N число стаобластов $\times 10^7 / \text{м}^3$, ось y – месяцы года.

○ зооиды ● стаобласты

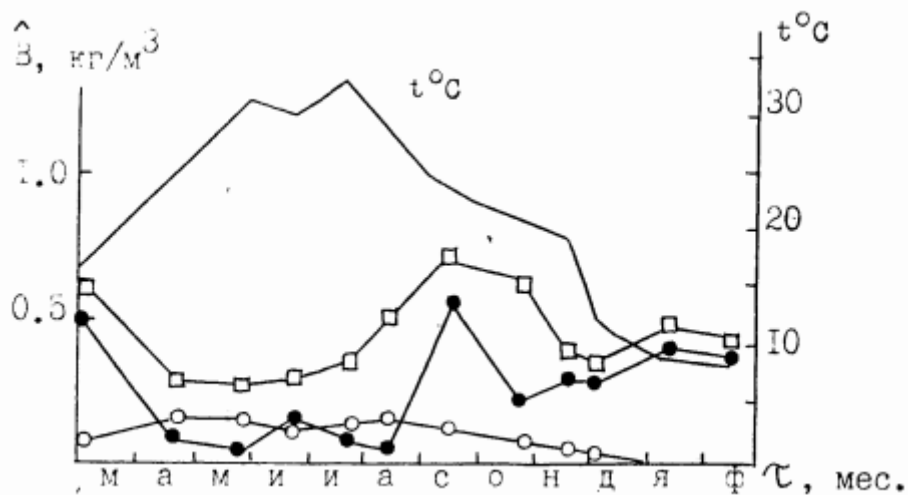


Рис. 12. Динамика сухой биомассы отмерших обростов, зоидов и стаобластов *Plumatella fungosa* и годовая температура в теплом канале. Ось x левая – сухая биомасса, B , кг/м³, ось x правая – $t^{\circ}C$ в канале, ось y – месяцы года. \square отмерший оброст \circ живые зоиды \bullet стаобласты

Доля живых зоидов в трехкомпонентном обросте весной составляла 28 %, летом – 30 %, 10 % – осенью и 0,95 % зимой. Доля стаобластов была, соответственно, 8,44, 60 и 91 %. Количество **зоидов** достигает максимальных величин в начале лета – **3'250'000 экз/м²**. В конце лета колонии начинали формировать стаобласты и в сентябре их количество достигало максимальных величин – **95'000'000 экз./м²**.

Для определения потока вещества и энергии в популяции мишанки *Plumatella fungosa* были необходимы данные по энергетическому содержанию зоидов, флотобластов и сессобластов. Сухой вес зоидов, флотобластов и сессобластов, соответственно составлял 0,0404 мг, 0,00586 мг и 0,0211 мг. Энергетический эквивалент составлял, соответственно, 0,148 кал/зоид, 0,0227 кал/флотобласт, 0,0779 кал/сессобласт.



Рис. 13. Садки для выращивания карпа с обростами мишанок в теплом канале Белоозерской ГРЭС, Беларусь



Рис. 14. Понтоны для выращивания карпа в теплом канале Белоозерской ГРЭС, Беларусь

7. Поток вещества и энергии в цепи сине-зеленые водоросли – седиментаторы – микрофаги.

Учитывая, что в биоценозе каналов системы водоема-охладителя Белоозерской ГРЭС помимо мшанки ***P. fungosa*** широко представлены популяции ***Ostracoda Stenocypris major Baird*** и моллюска ***Physella integra***, для определения потребителей, которые переводят органическое вещество сине-зеленых водорослей в детритные цепи, была выполнена количественная оценка трансформации органического вещества сестонона в цепи **сине-зеленые водоросли – седиментаторы – микрофаги**.

Был оценен поток энергии, который проходит с сестоном через канал, с учетом **первичной продукции фитопланктона**, когда содержание сухого вещества равно 35 мг/л, что характерно для высоко эвтрофированных водоемов, поток энергии, проходящий через популяцию мшанки ***P. fungosa***, остракоды и моллюска ***Physella integra***.

Учитывая поток энергии, который проходит в летний период через два канала, равный 2.16×10^4 м³/день, общую биомассу сестонона 3.35×10^6 ккал х м²/день и общую валовую продукцию фитопланктона, первичная продукция фитопланктона равняется 22.1 ккал/м² в день.

При 30 °С и содержании сухого вещества 35 мг/л, биомасса зооидов в 130 г/м² (по сухому веществу) “упаковывает” 380.6 г/м² фекалий (по сухому веществу), что соответствует 1'639,2 ккал/м² (Рис. 15). Это означает, что колонии мшанок на поверхности в 1 м² осаждают вещество, равное первичной продукции, сформированной в объеме 74 м³ сечения теплого канала.

Поток энергии через популяции микрофагов остракод и моллюска равен всего 7,3 % чистой первичной продукции фитопланктона. Данные группы используют всего 0,1-0,2 % энергии органического вещества фекалий, образованного колониями мшанки.

Большая часть чистой первичной продукции фитопланктона трансформируется колониями мшанки, которые упаковывают сине-зеленые водоросли, доминирующие в системе водоема-охладителя, практически без усвоения органического вещества.

Процент ассимиляции органического вещества, рассчитанный на основании экологического рациона, был равен всего 6.2 %.

Столь низкие и малоизвестные параметры усвоения позволили предполагать, и это было подтверждено в эксперименте, описанном выше по определению **хлорофилла «а»** в водорослях, что после упаковки в фекалии водоросли фотосинтезируют еще как минимум в течение 4-5 дней и имеют высокий процент содержания хлорофилла «а». Это означает, что в условиях высоких температур мшанки с высокой скоростью прокачивают сестон через свою желудочную систему и выбрасывают фекалии, содержащие упакованные водоросли с **низким уровнем ассимиляции**.

Учитывая небольшой процент участия популяций Ostracoda и моллюска *Physella* в трансформации фекалий мшанок, можно утверждать, что популяция ***P. fungosa*** в анализированной цепи выполняет основную роль, осаждая значительную часть сестона и переводя его в биоценозы донных сообществ для усвоения сапрофагами (**бактерии, грибы, простейшие**) и **детритофагами (хирономиды, олигохеты, водные клещи и др.)**.

Оценка фильтрационной активности мшанок, определенная на основании скорости образования фекалий, показала, что в течение летнего периода мшанки могут осадить более **30 кг/м² сухого вещества фекалий**, что **соответствует около 60 кг/м²** в течение всего 10 месячного вегетативного периода в канале, с марта по декабрь.

Таким образом, колонии мшанки, совместно с моллюсками фильтраторами и другими животными, формируют группу животных, **мощных биологических фильтраторов**, которые можно рассматривать как очистителей и индикаторов чистоты воды.

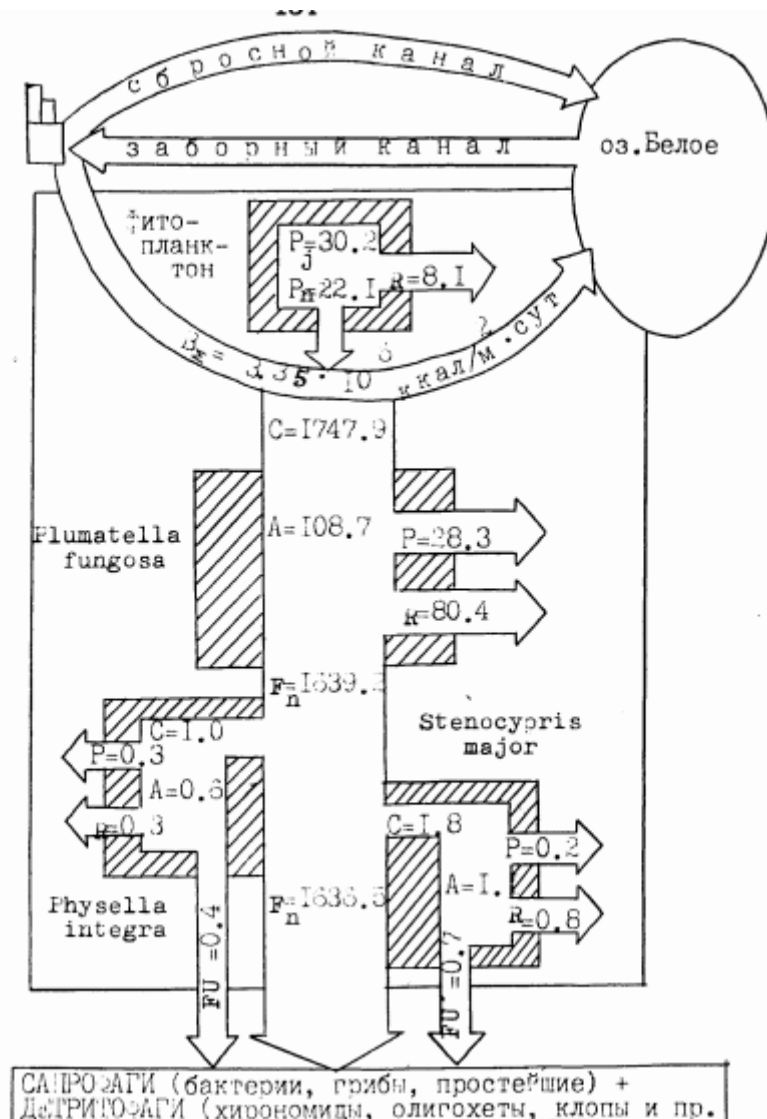


Рис. 15. Диаграмма трансформации органического вещества в цепи сине-зеленые водоросли – мшанка *Plumatella fungosa* – моллюски *Physella integra* – остракода *Stenocypris major* (ккал/м² × день) в теплых каналах системы водоема-охладителя Белоозерской ГРЭС, Беларусь.

V_{Σ} – поток энергии сестона в канале,

P_j – валовая продукция фитопланктона,

P_n – чистая продукция фитопланктона,

P – кумулятивная продукция, C – рацион, R – расходы энергии на дыхание, A – ассимилированная энергия, F_n – фекалии колоний мшанки, FU – не усвоенный рацион.

8. Проблема обрастаний. Повреждение колониями мшанок систем подачи воды. Врyозoa – индикаторы чистоты воды и накопители тяжелых металлов.

Пресноводные мшанки, вместе с морскими мшанками, мидиями, губками, водорослями, анемонами и др. формируют оброслы (**biofouling**) в трубах, на кораблях, пирсах, в портах. Оброслы мшанок могут снизить скорость кораблей до 50 %. Еще в 1913 году Hartner информировал, что мшанки создали большую экономическую проблему в водопроводах Гамбурга, Парижа

и Роттердама. В Манчестере в 1913 году из системы трубопровода водопроводной сети было удалено **700 тонн** колоний мшанок. На реке Рейн на отрезке длиной 20 км в 1980 году биомасса *Plumatella fungosa/P.repens* создала биомассу, равную **133 тоннам**. Колония *Pectinatella magnifica* в водоеме штата Огайо весила 10,83 кг. Биомасса морской *Alcyonidium aff. polyoim* в Авачинской бухте в Беринговом море и на якорях достигала нескольких килограммов на м². Биомасса морской мшанки **Conopeum seurati** достигала **20 кг/м²** на цементной стене насосной станции Металлургического завода в Азовском море. В портах Риги и Николаева на кораблях наблюдали колонии *plumatellidae* диаметром до 1,5 м. В канале Волга-Москва биомасса **Plumatella fungosa/repens** достигала **1,9 кг/м²**. В Каневском искусственном водохранилище, вблизи сброса Трипольской ГРЭС, биомасса **Plumatella emarginata** достигала 1 кг/м². Биомасса **7,5 кг/м²** этого же вида наблюдалась в сбросном канале Чернобыльской АЭС в 1986 году. Биомасса *P.emarginata* в водах-охладителях Криворожской и Змиевской ГРЭС на Украине была более **1 кг/м²**. В охладительных камерах Криворожской ГРЭС - от **7 до 18 кг/м²**. В 1984 году биомасса мшанок достигла нескольких килограммов на м² на водозаборных установках Минской ТЭЦ, снизив скорость забора воды на Минскую ТЭЦ.

Учитывая различную толерантность к загрязнению воды, различные виды мшанок могут использоваться в качестве **индикаторов чистоты водоемов**.

Как пример этой роли мшанок, нами было проанализировано содержание **тяжелых металлов (никель, хром, ванадий, свинец, цинк, медь, серебро, титан, олово)** в воде, донных отложениях и в теле некоторых гидробионтов, среди которых мшанки, на отрезке протяженностью 90 км реки Свислочь, после Станции Очистки Сточных Вод столицы Белоруссии города Минска, население которого около 2 миллионов человек.

Схема Полигона и некоторые данные представлены на **Рис. 16**:

Станция 1 - 1 км после Станции Очистки Сточных Вод г.Минск;

Станция 2 - 2 км после Станции Очистки Сточных Вод г.Минск;

Станция 3 - 90 км после Станции Очистки Сточных Вод г.Минск.

В качестве контроля были взяты данные по содержанию микроэлементов во взвешенном органическом веществе из реки Березина в Березинском Биосферном Заповеднике, в котором их содержание было в пределах 0.1-11.0 мкг/л.

Содержание взвешенного органического вещества в реке Свислочь было в пределах 2.00-140 мкг/л.

Среднее содержание микроэлементов во взвешенном органическом веществе на **Станции 2** превышало таковое в Березинском Биосферном Заповеднике в 20 раз.

Содержание металлов во взвешенном органическом веществе на **Станции 2** было выше в 10 раз, по сравнению со **Станцией 1**. В донных отложениях реки Свислочь на **Станции 2** содержание микроэлементов превышало в 5 раз таковые данные на **Станции 1**.

На **Станции 2** колонии мшанки накапливали **металлы на 50% больше** по сравнению со **Станцией 1**. На **Станции 3** была отмечена тенденция к уменьшению содержания микроэлементов как в донных отложениях, так и в колониях мшанок, более чем на 30 % по сравнению со **Станцией 2**.

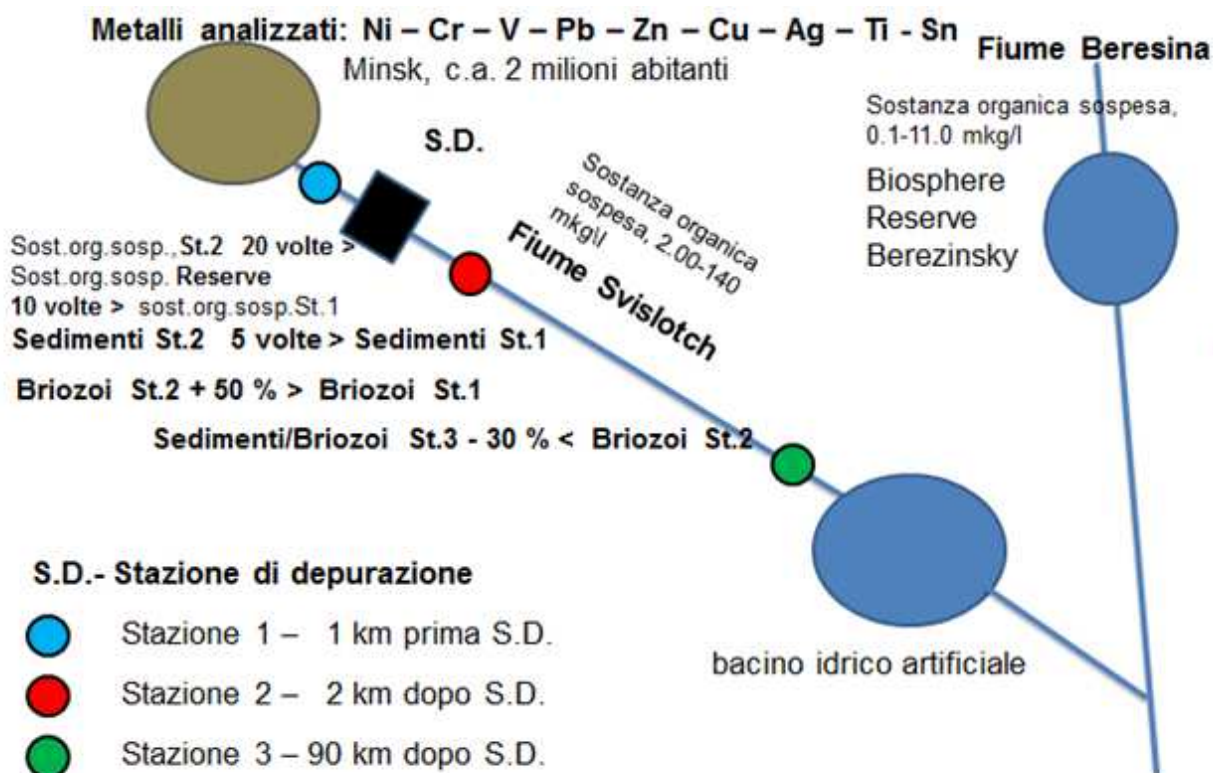


Рис. 16. Схема Полигона для мониторинга тяжелых металлов в системе вода – донные отложения – гидробионты в реке Свислочь, Белоруссия, 1996. Станция 1 – 1 км после Станции Очистки Сточных Вод, Станция 2 – 2 км после Станции Очистки Сточных Вод, Станция 3 – 90 км после Станции Очистки Сточных Вод.

9. Мшаночные Рифы – “ковры – фильтраторы” и удивительный микромир биологического разнообразия. Практическое значение мшанок и искусственные рифы.

Учитывая значительные биомассы мшанок, о которых сообщают в последнее время, их роль как обростов может быть двойкой. С одной стороны, мшанки вместе с дрейссеной нарастают в больших количествах на водозаборных установках, уменьшая подачу воды, такие данные известны для Дайтона, Гамбурга, Парижа, Роттердама, Минска. Мшанки растут в структурах по выращиванию рыб, в системах ГРЭС в Белоруссии, Украины, на атомных станциях в Индии, в США и т.д.

С другой стороны, мшанки являются мощным биологическим фильтром, как было показано, седиментируя взвешенное в воде вещество и переводя его в детритные цепи для дальнейшего использования.

Кроме того, колонии мшанок могут использоваться в качестве искусственных рифов, создавая биотоп для многих видов животных. Исследователи описали около 50 видов организмов, которые населяют колонии мшанок. Биота мшанок системы Белоозерской ГРЭС представлена простейшими, инфузориями, коловертками, гидрами, олигохетами, нематодами, личинками хирономид, остракодами, креветками, водными клещами и др. видами. Пресноводные мшанки являются строителями биоты, изменяя окружающую среду, в которой все ее обитатели связаны

друг с другом сложными отношениями, среди которых основными являются топические, трофические и строительные. Уже в 80е годы итальянские исследователи создавали искусственные барьеры с целью увеличения продуктивности пицци в морских зонах, повышая таким образом биологическое разнообразие бентоса и уловов рыб. В условиях прогрессирующей эвтрофикации водоемов континентальных вод, видится перспективным создание искусственных рифов мишанок с целью ориентированного формирования экосистем. Искусственные рифы позволяют увеличить поверхность естественного биологического фильтра, осаждая взвешенное в воде вещество и благоприятствуя очищению водоемов, позволяют создать новый биотоп для колонизации бентосными организмами, увеличат их биомассу и создадут дополнительное питание для многих видов беспозвоночных и рыб.

Культивирование в лаборатории и наблюдение за поведением этих грациозных колониальных созданий представляет образовательный интерес для студентов биологических дисциплин и эстетический интерес для ценителей природы.

10. Коралловые Рифы – “ковры – фильтраторы” и удивительный микромир биологического разнообразия. Виды под угрозой исчезновения. Мировая тревога.

Коралловые рифы занимают всего **0,1 %** поверхности океана, но содержат **25 % мирового морского биологического разнообразия.**

Большой Барьерный Риф (Б.Б.Р.), Достояние Человечества, насчитывает более 2'800 рифов, разбросанных на 900 островах, и простирается на поверхности, равной 344'400 км.

Ежегодно **Б.Б.Р.** привлекает более 2х миллионов туристов.

Кораллы, Клас **Anthozoa** (“морские цветы” в переводе с греческого), подразделяются на 2 подкласса, **Hexacorallia**, с 8 щупальцами, умножаемыми на 6, и подкласс **Octocorallia**, с 8 щупальцами.

Подкласс **Hexacorallia** насчитывает около 3'500 видов, и также подкласс **Octocorallia** насчитывает такое же количество видов.

Коралловые рифы могут давать приют в своих «Морских Лесах» до 500 видам рыб и многочисленным беспозвоночным.

Кораллы размножаются как половым, так и бесполом размножением. Терминальная часть полипа увеличивается в числе бесполом типом размножения (**вегетативным**), посредством **почкования** (клонирование), также, как зооиды мишанок, формируя колонии. Полипы обычно имеют длину 1-3 мм, длительность жизни одного полипа вероятно около 2-7 дней, как и зооидов мишанок, и имея высокую степень мультипликации, они создают коралловые колонии, представляющие собой единый связанный организм, в котором неустанно и постоянно перемежаются процессы рождения нового полипа, его краткая жизнь, его смерть и вновь рождение нового полипа.

Этот неустанный постоянный биологический процесс ведет к образованию известкового скелета коралловых рифов. Колонии кораллов могут достигать нескольких метров в высоту, весить несколько тонн и содержать около 100'000 (по моему мнению, гораздо больше) и более полипов.

Согласно некоторым оценкам, длительность жизни колоний может достигать вплоть до **8 000 лет**. Годовой прирост колоний обычно равен всего нескольким мм.

В основном коралловые рифы распространены в тропических зонах на глубине около **20 метров**, куда попадает свет, поскольку многие виды живут в симбиозе с водорослью **Zooxanthelle**, которая поставляет полипам питание и нуждается в свете.

Полипы очень деликатны и могут жить в оптимальных для жизни условиях: температура, соленость, кислород, питательные вещества и т.д.

В последние 30 лет наблюдается серьезное распространение феномена **“побледнения”** кораллов (смерть терминальной части колонии, которая размножается путем почкования, как было описано выше для колоний мшанок). Данный феномен в основном определяется **увеличением температуры, изменением химических и физических параметров воды, деятельностью по добыче минералов** и состоит в удалении симбиотических водорослей *Zooxantella*. Только в период 1998-2002 годов процесс “побледнения” затронул от 60 до 95 % популяции кораллов, большая часть которых восстановилась, но 10 % полностью погибло.

Когда экосистема рифа не находится в равновесии, ей угрожают морские звезды ***Acanthaster planci***, которые в значительной степени увеличивают количество и пожирают кораллы.

Полипы кораллов, как и полипы (зооиды) мшанок, очень деликатны.

В эксперименте, проведенном на колониях кораллов, взятых с **Большого Барьерного Рифа**, наблюдали, как полипы погибали, когда в воде и в осадках увеличивался процент органического вещества по причине повышенного числа микробов. Тот же процесс я наблюдала при культивировании колоний мшанок, которые погибали, когда они покрывались метаболическими отходами и последующим развитием микробов и коловраток.

Экспериментальные данные говорят о том, что идеальными условиями для содержания к примеру коралла *Cladocora caespitosa* является оптимум для роста около **24°C**, хорошее освещение и прежде всего хорошие условия питания. В экспериментах были использованы науплии рачка ***Artemia salina***. Температура выше 28°C в течение длительного периода была летальной для колоний (это было показано также для колоний пресноводной мшанки, как выше описано), подтверждая гибель кораллов, наблюдавшуюся в море в течение последних 5 лет, в связи с температурными аномалиями на 4-6°C выше средней сезонной величины. (2)

Около половины видов кораллов живет в холодных водах при температуре около **4 °C**, которые не зависят от симбиотических водорослей. Вдоль берегов Новой Шотландии в Канаде были обнаружены кораллы на глубине **7 км**.

Вид ***Lophelia***, **белый коралл**, размеры колонии которого достигают **40 км x 3 км**, обитает вблизи островов архипелага Lofoten в Норвегии на глубине до **400 метров**. Возраст колоний ***Lophelia*** вблизи берегов Северной Каролины в США около **40'000 лет**, в колониях обитает около **300 видов животных**.

В Италии обитает **эндемичный вид красного средиземноморского коралла, *Corallium rubrum***, который веками был объектом интенсивной

ловли и широко использовался в коммерческих целях для создания украшений. Он используется и в настоящее время в этих же целях и находится **на грани исчезновения**.

Годовой базальный рост красного коралла всего 0,66 мм.

Кораллы глубоководных зон мало изучены и только в 2000 году в Канаде был организован **1й Международный Конгресс по кораллам глубоководных зон**. (3, 4, 5)

Атоллы существовали уже около **30 миллионов лет тому назад**.

Для образования рифа требуется около **10'000 лет**.

Кораллы это виды инженеры. Коралловые **“Морские Леса”**, построенные небольшими полипами длиной всего в несколько см, схожие с зооидами мшанок, предоставляют дом для многочисленных морских животных, как мшанки создают укрытия для видов, обитающих в пресных водах.

Уже в 2008 году 54 % коралловых рифов в мире были под угрозой.

В 2030 – 60 % исчезнут навсегда.

Некоторые математические модели предсказывают, что кальцификация тропических кораллов уменьшится на 54%, если актуальный уровень CO₂ удвоится. (6)

Невозможно не удивляться при виде маленьких прекрасных морских цветов, кораллов, вот и я всегда испытывала нежность к красоте кораллов и их «партнеров», так что в 17 лет, влюбившись в замечательное дело **Жака Ива Кусто**, выбрала профессию биолога. И перенесла эту любовь на колонии мшанок, тип гораздо более древний, по сравнению с кораллами, который формировал **Мшаночные Рифы**, когда кораллов на земле еще не было. Экзотичная красота кораллов и сообществ их населяющих очаровывает весь мир, как оазисы богатейшего биологического разнообразия, бесценные живые «картины, самоуправляемые и равновесные.

В мире **75% коралловых рифов находится на грани исчезновения по причине чрезмерного рыболовства, уничтожения мест обитания, загрязнения и закисления морей, обусловленные изменением климата**. В 5^м отчете **Межправительственная Группа Экспертов по изменению Климата (МГЭИК, Intergovernmental Panel on Climate Change Ирсс)** отметила, что повреждение коралловых рифов имеет серьезные последствия для многих важных региональных экосистемных услуг: в рифах вылавливается **10 – 12 %** всего улова рыбы тропических стран и **20-25 %** развивающихся стран. Коралловые рифы помогают защищать литоральные зоны от разрушающего действия циклонов и морских штормов, являются защитой территорий земли различных островных государств, идеальным местобитанием для создания и защиты мангровых зарослей и влажных зон, а также постоянно привлекают все больше туристов.

Отчет **Ирсс** подчеркивает, что угроза для коралловых рифов исходит от **повышения уровня моря, уменьшения водного покрытия кораллов, уменьшения кальцификации и высокого уровня биологической эрозии, вызванной повышением температуры и закислением океанов**.

По мнению Ирсс, более 100 стран получают выгоду от туризма, привлекаемого коралловыми рифами, таким образом, в связи с изменением климата Карибские Страны должны бы начать тут же реагировать,

учитывая, что их экономия базируется на актуальной ответственности этих стран по отношению к рифам.

По мнению **Dale Rankine**, исследователя **Карибского Метеорологического и Гидрологического Института Барбадоса (СИИ)**, «Страны должны действовать как можно быстро. Прежде всего, необходимо уменьшить выбросы парниковых газов. Мы все вместе должны лоббировать против основных ответственных за выделения парниковых газов, островные государства должны действовать все вместе, на их долю в действительности приходится малый процент выделяемых газов. Необходимо взять путь на зеленую экономику ... Страны должны начать интегрировать вопросы по изменению климата в планирование работы по развитию и уделять внимание альтернативному пути развития сельско-хозяйственного сектора, поскольку некоторые виды культивирования в будущем не смогут выжить». (7)

По мнению **Австралийской Ассоциации по Морской Консервации (Amcs)** австралийского филиала **Всемирного Фонда Дикой Природы (Wwf)** «Австралийское правительство ставит под риск **Большой Барьерный Риф**, не прислушиваясь к рекомендациям Комитета по Мировому Наследию относительно быстрой индустриализации».

Еще в 2013 Richard Leck из Wwf Австралии, который участвовал в качестве наблюдателя в **Совещании ЮНЕСКО по Мировому Наследию**, отметил, что «Австралия получила отсрочку от **Комитета по Мировому Наследию**. Теперь австралийское правительство имеет срок до июня 2014 года, чтобы предпринять действия и избежать внесения этой **мировой иконы в позорный международный список**. Эти 12 месяцев будут решительными, чтобы гарантировать будущее нашему коралловому рифу и туризму, оцениваемому в 6 миллиардов долларов. Ученые, рыбаки, местные сообщества и люди всего мира находятся в серьезном беспокойстве за судьбу кораллового рифа. **Комитет по Мировому Наследию** требует, чтобы наиболее ценные и незагрязненные зоны Рифа, среди которых **Kerppel Bay**, на север от острова **Curtis** и северная часть рифа **стали заповедными**».

Ассоциация Amcs потребовала от министра окружающей среды ответить на основные беспокоящие **Комитет ЮНЕСКО по Мировому Наследию** вопросы касательно возможной гибели **Большого Барьерного Рифа**, начиная с основных угроз: **индустриализация и портовое развитие** с целью приема тысяч кораблей для перевозки угля и дноуглубительных работ с последующим сбросом отходов в воды Рифа.

Госпожа **Wishart** отмечает: «Мы всегда слышали, что коралловый риф в безопасности, поскольку правительства выделили фонды для уменьшения сточных вод с предприятий и для улучшения качества воды. Это определенный прогресс, но это не остановит **транспорт, дноуглубительные работы, стоки и портовое развитие**, которые могут уничтожить любую хорошую сделанную работу и погубить риф. Министр Бурке должен сделать выбор: хочет он оставить наследство, которое защитит Риф от этой новой массовой угрозы или хотел бы, чтобы о нем помнили, как о министре, который внес свою лепту в упадок рифа?»

Просим министра Бурке занять позицию по защите нашего **Большого Барьерного Рифа**». (8)

Австралийский Большой Барьерный Риф до сего дня находится в состоянии беспокоящего упадка. В марте 2015 года австралийское федеральное правительство распространило долгосрочный план развития. План, который не встретил большого одобрения среди защитников окружающей среды, оцененный ими как абсолютно **неадекватный**. Морские ученые **5 университетов** предоставили в **ЮНЕСКО** альтернативный **отчет**, прося остановить экспансию **угольных разработок и портовых структур**.

План развития должен слушаться в этом году в **Бонне**, где будет решена судьба Рифа, включать ли его в «**черный список**» **объектов под угрозой исчезновения**. Согласно предложению, отходы от дноуглубительных работ для расширения одного из наиболее крупных **мировых угольных портов, в Abbott Point**, будут переработаны на материке, а не в самом морском парке Рифа. (9)

На одном из самых крупных **Карибских островов, East Caicos**, местные политики хотели бы построить мега-порт, который разрушил бы природный рай острова, содержащий коралловые рифы и влажные зоны. **Kathleen Wood**, бывший директор Министерства по Окружающей Среде территории, сказала организации *Yale Environment 360*: «**East Caicos** это просто жемчужина, которая до сих пор была защищаемой зоной, но когда будет построен порт, нахлынет толпа спекулянтов со всего острова и начнется нелегальное строительство. Каждый захочет кусок с торта. Все может быть снесено с лица острова».

East Caicos прежде всего ценное укрытие для дикой фауны **Карибских островов**. В его **мангровых зарослях, влажных зонах, лесах, саванах** находят укрытие редкие виды птиц и стаи **фламинго и пеликанов**, в его неглубоких водах обитают **коралловые рифы**. Чтобы построить порт, нужно будет перепахать живые коралловые рифы, вскопать влажные зоны и создать структуру, которая разрушит гнездовья птиц. Портовое развитие без разрушения экологии просто невозможно в этой зоне. (10)

Исследование «**Surviving in a Marine Desert: The Sponge Loop Retains Resources Within Coral Reefs**» («Выживание в Морской Пустыне: цепь губок поддерживает ресурсы в коралловом рифе»), опубликованное в журнале **Science**, подчеркивает, что «Начиная с самых первых описаний Дарвина коралловых рифов, ученые спорили, как одна из наиболее продуктивных и диверсифицированных систем в мире може процветать в морской пустыне. Является загадкой, как поток **органического растворенного вещества (dissolved organic matter – D.O.M.)**, самый большой ресурс, производимый рифом, переводится на другие трофические уровни. Голландские ученые показали, что «**Губки** делают **D.O.M.** доступным для фауны, посредством быстрого удаления **детрита**, который затем потребляется фауной рифа. Эта «**цепь губок**» была подтверждена в

эксперименте по питанию в аквариуме и в естественных условиях, используя D.O.M., обогащенный химическими элементами **C** и **N**. Цепь **D.O.M.-губки-фауна** объясняет, почему такие биологические структуры как коралловые рифы выживают в олиготрофных морях, так называемый **парадокс рифов**, проблемы в функционировании экосистем коралловых рифов и стратегии по их консервации».

Исследование **Goeij** и **Van Oevelen** продемонстрировало, что **губки** являются тем **недостающим звеном** среди кораллов, водорослей и других обитателей кораллового рифа, которое перерабатывает **отходы**, произведенные кораллами и водорослями в источник питания, доступный другим организмам рифа.

Эта цепь, названная учеными **“sponge loop”** объясняет, как энергия и питательное вещество сохраняются внутри кораллового рифа и не теряются в водах «морской пустыни».

Губки известны, как эффективнейшие **фильтраторы**, которые питаются **бактериями** и **планктонными водорослями**. Большая часть их рациона состоит однако из такого органического растворенного вещества, как сахара. «В действительности, это растворенное вещество составляет огромный источник энергии и питательных веществ в коралловом рифе, произведенный кораллами и водорослями, – отмечают ученые из **Университета в Амстердаме**. – И этот источник питания для большинства других организмов, которые обитают в коралловом рифе, не доступен».

На карибском острове **Куракао** группа голландских ученых изучала **4 вида губок**, в аквариуме в лаборатории и в естественных условиях рифа и показала, что **губки «Не позволяют энергии и растворенному питательному веществу рассеиваться в толще воды, делая эти ресурсы доступными для других обитателей рифа».**

Растворенное вещество было помечено учеными и было обнаружено во всей экосистеме рифа, открыв, что губки поглощают помеченные питательные вещества и тут же перерабатывают их в **отходы, фекалии губок**. Этот **“дождь” отходов** распространяется по всему рифу и становится источником пищи для других его обитателей, в 2хдневный срок те же питательные молекулы присутствовали в **моллюсках, крабах, червях**, которые питались отложениями, содержавшими метаболиты губок. Но исследователей удивила не столько скорость переработки питательных веществ, сколько их огромный объем, запущенный в оборот: в 10 раз больше объема, создаваемого бактериями. Такой организм, как губка **Halisarca caerulea** ежедневно потребляет растворенного углерода, равного 2/3 веса своего тела. По мнению голландских ученых, «эта **“цепь губок”** производит так много питательного вещества, как почти все первичные производители (кораллы и водоросли) во всем тропическом рифе».

De Goeij подчеркивает, что «Губки находятся в основе прежде неизвестной **линии рециркуляции питательных веществ**, которая выполняет фундаментальную роль в пищевой цепи экосистем коралловых рифов». «Линия рециркуляции» губок схожа с таковой мианок, также выполняющих

важную роль, фильтруя и упаковывая сине-зеленые водоросли, доминирующие в теплых водах, переводя органическое вещество для трансформации в детритных цепях.

Исследование подчеркивает роль губок в будущем изучении и управлении коралловыми рифами: «На сегодня, их роль была слишком **занижена**, в то время как коралловые рифы, важные зоны социально-экономического развития для тропических территорий, находятся под угрозой во всем мире. Губки помогают понять, как функционирует **коралловый риф**, а также как эти экосистемы могут быть столь **высоко продуктивными, без потери энергии и без отходов**. Эти знания могут быть направлены на развитие аквакультуры и строительство **Интегрированных Океанских Ферм (Integrated Ocean Farms)**».

De Goeij в интервью журналу **BBC News Science & Environment** подчеркнул, что «До сего дня никто по-настоящему не уделял **губкам** достойного внимания. Они красивы, да и только, и все были больше заинтересованы **кораллами и рыбами**. Но теперь оказывается, что губки являются **большими игроками** и заслуживают внимания за эту их роль. Если хотите, для богатого видами кораллового рифа просто необходима такая цепь губок для содержания этого рифа». «**Признав за губками, безвестными героями рифа, одну из важных ролей в экосистеме**, – отметил в заключение **De Goeij**, – надеемся сделать больше усилий для сохранения этих деликатных райских уголков природы». (11)

Опасность выживания коралловых рифов прежде всего связана с **человеческой деятельностью** и с **экологическими факторами**, которые зависят от изменения климата.

В то время как на **Карибских островах** исчезало **50%** коралловых рифов, **Куба** смогла сохранить нетронутыми и незагрязненными некоторые рифы, характеризующиеся наиболее богатым биологическим разнообразием на планете.

Низкий уровень берегового цементирования, ограниченный туризм, относительно небольшое количество стоков, которые сбрасывают в море, жесткий контроль коммерческого рыболовства, создание больших морских охраняемых зон содействовали сохранению на **Кубе** замечательных **коралловых рифов**.

Парк **Nacional Jardines de la Reina**, жемчужина морских кубинских охраняемых территорий, простирается на 840 квадратных миль в 60 милях от кубинского берега и включает коралловый риф длиной 30 миль, характеризующийся цельной экосистемой, в которой находит приют исключительное разнообразие тропических рыб, где можно встретить акул и рыбу **группер Golia**, экземпляры которой достигают **350 кг и 2,5 метров** длины.

Защитники окружающей среды будут вероятно обеспокоены ситуацией с коралловыми рифами, когда страна Фиделя Кастро и Че Гевара восстановит нормальные дипломатические отношения с США и, с окончанием экономического эмбарго, произойдет неизбежный бум туризма и развития **берегового строительства**.

Кубинское правительство пообещало охранять **25%** территории, окружающей страну, **с ее морскими запасами**, но остается посмотреть,

если Куба сможет избежать разграбления берегов, чрезмерного рыболовства и других проблем, связанных с капиталистическим путем развития, уже оплаченных карибскими коралловыми рифами и которые между тем не сделали богатыми и счастливыми жителей **Гаити, Санто Доминго** и других небольших островных государств. (12)

Исследование **“Заглатывание микропластмассовых частиц мадрепоровыми кораллами”**, опубликованное в журнале **Marine Biology**, подчеркивает то, что до сих пор только предполагалось: группа австралийских исследователей открыла, что кораллы **Большого Барьерного Рифа** заглатывают микрочастицы пластмассы. **Mia Hoogenboom**, исследователь **ARC Centre of Excellence for Coral Reef Studies** из **James Cook Университета**, отмечает, что «Кораллы питаются не селективным путем и наши результаты показывают, что они могут потреблять микропластмассовые частицы, если они присутствуют в морской воде. Если в Большом Барьерном Рифе увеличится загрязнение этими частицами, кораллы могут сильно пострадать, учитывая, что их небольшие желудочные отверстия наполняются неперевариваемым материалом».

Микропластмассовые частицы являются все более распространяющимся загрязнителем в океанах, вызванным их плохим способом сбора на материке и плохим повторным использованием, становясь загрязнителем морских экосистем и в частности **коралловых рифов**. К этой опасности добавилась еще одна: **“микросферы”**, используемые в косметических препаратах, начинают вызывать беспокойство как в США, где такие штаты, как Иллинойс и Нью Йорк уже приняли меры для запрещения или уменьшения их использования, а также в Европе, где недавнее исследование, проведенное на побережье Испании, обнаружило опасную концентрацию “микросфер”, вызванную **кремами от солнца**, и в Италии, где **Ермете Реалаччи** подал **парламентский запрос** на сокращение использования этих веществ.

Но несмотря на распространение микропластмассы, их влияние на морские экосистемы мало изучено, и **Hoogenboom** подчеркивает, что **«Морское загрязнение пластмассой это глобальная проблема, микропластмассовые частицы могут иметь негативное влияние на здоровье морских организмов. Мы в наших исследованиях хотели определить, если кораллы барьерных рифов потребляют их и влияет ли это негативно на коралловый риф»**.

Для этой цели австралийские ученые поместили коралловые полипы, собранные на **Большом Барьерном Рифе**, в аквариумы, в который были добавлены пластмассовые частицы и уже 2 мя днями позже они обнаружили, что кораллы «съели» пластмассовые частицы. Исследовательница **Nora Hall** из **James Cook Университета** объяснила, что «Кораллы получают энергию от фотосинтеза симбиотических водорослей, которые живут внутри их тканей, но они питаются также различной другой пищей, как зоопланктон, донные отложения, микроскопические организмы. Мы обнаружили, что кораллы «съели» пластмассовые частицы в концентрации несколько ниже того параметра, как если бы они питались обычным морским планктоном».

Проблема в том, что микропластмассовые частицы были обнаружены внутри коралловых полипов, обернутые пищеварительной тканью, и ученые обеспокоены, что это может помешать кораллам в течение длительного времени переваривать их обычную пищу.

Группа ученых собрала образцы воды вокруг коралловых рифов Большого Барьерного Рифа и исследовательница **Kathryn Berry** из австралийского **Университета Морских Исследований** сказала, что «Во время сбора образцов мы обнаружили такие микропластмассовые частицы, как **полистирол и полиэтилен**, хотя и в небольшом количестве».

Ученые должны будут определить, каково влияние пластмассовых частиц на физиологию и здоровье кораллов, а также на другие морские организмы и **Hoogenboom** отмечает: «Мы выясняем, питаются ли этими частицами также и рыбы коралловых рифов и влияет ли растущее потребление пластмассы на их выживаемость». (13)

Загрязнение моря, изменение химического состава, чрезмерный вылов рыбы повреждают не только кораллы, но и населяющий их мир, «партнеров» кораллов – позвоночных и беспозвоночных животных, которые живут в «**Морском Лесу**» кораллового рифа.

Согласно исследованию, выполненному международной группой на **голотуриях, морских огурцах**, эти животные подвержены риску истребления в бедных и густонаселенных странах, а также рискуют виды, обитающие на **Большом Барьерном Рифе** в Австралии.

Steven Purcell из **Национального Центра Морских Исследований из Southern Cross Университета**, автор исследования «The cost of being valuable: predictors of extinction risk in marine invertebrates exploited as luxury seafood», опубликованного в трудах **Proceedings of the Royal Society**, подчеркивает, что «Не только кораллы **Большого Барьерного Рифа** в Австралии находятся под угрозой исчезновения. Наше исследование показывает, что и некоторые морские огурцы находятся под угрозой по причине коммерческого рыболовства на экспорт».

Сухие голотурии в Гонконге и в Китае продаются по цене от 10 до 600 долларов за кг. Стоимость одного из видов достигает **3'000 долларов за кг.** Морские огурцы считаются «**кулинарными деликатесами**» и часто их подают в составе летних buffets или на **официальных ужинах.**

В мире известно **377 вида голотурий**, в **Красном Списке Iucn** находится **16 видов голотурий на грани исчезновения**, 9 из которых обитают на **Большом Барьерном Рифе**. Исследование показывает, что чем более ценен вид, тем больше шансов, что он появится в **Красном Списке Iucn** в качестве уязвимого или под угрозой исчезновения, очевидно, что **чем больше стоимость этих животных, тем больше они рискуют исчезнуть.**

«Большая часть этих животных в настоящее время подвергается чрезмерной ловле, – отмечает **Purcell**. – Даже если не могу сказать, что популяции Большого Барьерного Рифа находятся под немедленной угрозой исчезновения, безусловно, виды находятся в опасности на более широкой географической шкале, в частности, в странах с низким уровнем жизни и чрезмерным рыболовством. В Австралии необходимы инвестиции для

независимых исследований по определению численности популяций и эффекта вылова на рифах, если мы хотим охранять эти создания для экосистемных функций и для будущих поколений».

В Австралии виды **голотурий**, находящиеся под угрозой исчезновения, отлавливаются в Коралловом море в самом **Морском Парке Большого Барьерного Рифа**, в проливе **Torres**, в море северной территории и вдоль побережья западной Австралии.

Голотурии, питающиеся отмершим органическим веществом, перемешанным с песком, помогают поддерживать чистыми заросли водорослей и лагуны рифа, кроме того, выделяемые ими метаболиты вновь служат питательными веществами в биологической цепи водорослей и кораллов. Без **морских огурцов** не происходила бы **рециркуляция** большей части **питательных веществ** кораллового рифа.

Purcell подчеркивает, что «Исследование, опубликованное в прошлом году, показало, что особо ценные виды голотурий подвергаются чрезмерному вылову на Большом Коралловом Рифе...» Морские огурцы вылавливаются в больших количествах в **Тихом Океане**, в юго-восточной части **Индийского Океана**. В научной работе была проанализирована взаимосвязь между биологическими и антропогенными факторами в зависимости от классификации риска исчезновения морских огурцов, вылавливаемых для **элитных азиатских рынков**.

Purcell отмечает в заключение: «Высокий рыночный ценз голотурий напрямую связан с риском их исчезновения. Виды из регионов с высокой плотностью населения и бедной экономикой подвержены большему риску, таким образом, **сохранение видов морских огурцов** является **социологическим вопросом**. Срочно требуется уделять больше внимания **исследованию беспозвоночных**, составляющих основную часть биологического разнообразия морей. Необходимо охранять ценные виды и поддерживать страны с низким уровнем доходов с тем, чтобы они ввели **ограничения на торговлю исчезающими видами**». (14)

Повышение температуры и закисление океанов являются основными угрозами для выживания коралловых рифов, поскольку вызывают "**побеление**" полипов, которое может привести к гибели колоний. По мнению специалистов **Института Carnegie по Научным исследованиям из Университета Exeter**, даже следуя амбициозным планам по уменьшению CO₂ в атмосфере, к середине этого века существует риск массового побеления кораллов.

"Коралловые барьеры должны будут преодолеть драматическую ситуацию, - говорит **Peter Cox из Университета Exeter**. - ... Данное исследование показывает, что мы **или должны согласиться с неизбежной гибелью большей части кораллов в мире, или должны начать думать как уменьшить содержание CO₂ в атмосфере**". (15)

Исследование "Expectations and Outcomes of Reserve Network Performance following Re-zoning of the Great Barrier Reef Marine Park", опубликованное группой австралийских ученых в журнале **Current Biology**, отмечает, что расширение одной из охраняемых зон большого Барьерного Рифа привело к значительному увеличению популяции рыбы **коралловый группер**.

Исследователи отмечают, что «Морские резервы **no-take (Networks of no-take marine reserves – NTMRs)** широко поддерживаются для сохранения вылавливаемых рыбных запасов и биологического разнообразия». В научном исследовании, с использованием подводных наблюдений рыб и бентосных сообществ кораллового рифа, с целью количественной оценки краткосрочного экологического эффекта (от 5 до 30 лет) создания зон NTMRs внутри **Морского Парка Большого Барьерного Рифа (GBRMP)**, ученые обнаружили, что «Плотность, средняя длина и биомасса основного вылавливаемого вида рыб, **кораллового групера (Plectropomus spp., Variola spp.)**, имели большие величины в охраняемых зонах NTMRs, а не на рифе, где производится отлов рыбы». В «**зеленых зонах**», биомасса кораллового групера увеличилась более, чем вдвое с 80х годов, по сравнению с «**голубыми зонами**», где вылавливают рыбу. Исследование показывает, что «зеленые зоны» с запретом на ловлю способствуют улучшению здорового состояния Большого Барьерного Рифа и что **подобные меры могут быть полезными для коралловых рифов во всем мире.**

Данная работа является частью проекта **Австралийского Института Морских Исследований (AIMS) и Центра ARC по Изучению Коралловых Рифов Университета James Cook** и основывается на многочисленных данных подводных исследований, выполненных с 1983 по 2012 годы, на рифах протяженностью около 150'000 км², составляющих более **40% Морского Парка**. Новое зонирование **GBRMP**, проведенное в 2004 году, расширило охраняемые «**зеленые зоны**» – названные так за цвет, который они имеют на картах –, морские зоны, в которых запрещена ловля рыбы (no-take). «Зеленые зоны» в настоящее время занимают около 1/3 общей поверхности Парка, прежде им было отведено меньше 5%. Исследование продемонстрировало, что резервные морские зоны no-take, где **нельзя производить вылов рыбы**, но можно осуществлять другую дозволенную деятельность, включая подводные погружения, значительно увеличивают популяцию **кораллового групера**, основного вида рыб как для профессиональной, так и для спортивной ловли. Кроме того, «зеленые зоны» позволили выжить многочисленным взрослым половозрелым груперам, после того, как **Большой Коралловый Риф** серьезно пострадал от тропического циклона Hamish в 2009 году. (16)

На **Карибских островах** роль коралловых рифов имеет огромное значение для экономики туризма, но рифы в последнее время испытывают сильное влияние **увеличения температуры моря и антропологического загрязнения.**

Kerricia Hobson, руководитель проекта **Подразделения по Окружающей Среде Министерства Сельского Хозяйства, Территории, Лесоводства, Рыбных запасов Гренады**, отметила, что «В рамках данного проекта впервые, под эгидой **Организации Восточных Карибских Государств (Oecs)**, предвидится создание **питомников по культивированию кораллов**. Предвидится создание **коралловых питомников**, на которых будет культивироваться живой коралл, взятый из здоровых колоний рифа вокруг острова. Когда колонии кораллов будут достаточно взрослыми, они будут пересажены на существующие структуры рифа».

Возрождение рифа производится совместно с правительством Гренады и **Программой ООН по Окружающей Среде (Упер) на береговых экосистемах Малых Развивающихся Стран (Coastal EBA Project)**. **Hobson** подчеркнула, что «Гренада и близлежащие Карибские острова получают большие экономические преимущества от их береговых экосистем, в частности, за счет **туризма и рыболовства**, ... но многие факторы приводят к уничтожению рифов. Это связано с изменением климата и с **человеческой деятельностью**. ...как для мангровых зарослей, уничтожение некоторых барьерных рифов в действительности является результатом **загрязнения** как результата деятельности на земле. Например, в нашем сельскохозяйственном секторе является традицией выращивание животных и культивирование растений вблизи источников воды и это означает, что когда идет дождь, все избытки **удобрения и фекалии** сбрасываются в реку и, учитывая, что живем на острове, через 5 минут все это оказывается на коралловом рифе, который по этой причине **«зарастает» водорослями**».

Согласно трехлетнему исследованию, опубликованному в 2014 году международной группой из 90 специалистов, восстановление популяции **рыбы-попугая** и улучшение других стратегий, как защита от чрезмерного использования и берегового загрязнения, может помочь в восстановлении коралловых рифов и сделать их более пластичными по отношению к будущим изменениям климата.

Однако, в государстве **Белиз** покрытость живых кораллов на мелководном рифе снизилась с **80% в 1971 году до 20% в 1996 году и достигла 13% в 1999 году**. В 1980 году ураган Allen, один из сильнейших ураганов, обрушившихся на Ямайку в последние 100 лет, разрушил экосистемы коралловых рифов. (17)

В то же время, определенные зоны распределения кораллов до сего дня остаются недостижимыми и в последнее время, благодаря глубоководным исследованиям, открываются новые виды, обитающие на коралловых рифах.

В последнее время из **Треугольника Кораллов** поступила новость об обнаружении более **100 новых морских видов животных** в неисследованной до сих пор зоне вдоль берегов **Филиппин, вблизи Verde Island Passage**, зоны, характеризующейся одним из наиболее высоких индексов биологического разнообразия в мире.

Исследователи **Калифорнийской Академии Наук** в течение 7 недель исследовали этот подводный рай и в частности скалы, называемые **“Twilight Zone”**, загадочная сумеречная зона, зона между **45/50 и 150 метрами водного столба**, которая до сего дня оставалась загадкой, куда попадает мало света, зона малодоступная для подводников и практически не исследованная глубоководными роботами.

Удивительно биологическое разнообразие, до сих пор неизвестное, открытое во время экспедиции в **Twilight Zone Треугольника Кораллов**: около 10 новых видов за час погружения. Среди многочисленных собранных проб во время последней экспедиции в Verde Island Passage - около 40 “новых” видов многоцветных **голожаберных моллюсков, усоногих ракообразных, ежей, 15 видов рыб, которые обитают только в Twilight Zone**. Кроме того, исследователи впервые наблюдали жизнь животных, существование которых до сих пор было известно лишь по находкам из останков, как

голожаберный моллюск **Chelidonura alexisi** или **морской еж Echinocardium sp** с бело-розовыми иглами, странная форма которого роднит его с древним видом, существовавшим около **50 миллионов лет тому назад**.

Живые неизвестные ископаемые «Twilight» Зоны служат живыми свидетелями того, что мы можем потерять с массовым исчезновением видов, вызванное **Антропогенным периодом**.

По мнению **Rich Mooi**, ответственного **Сектора Безвоночных Института Зоологии и Геологии Калифорнийской Академии Наук**, вовлечение филиппинских правительственных организаций и обучение местного населения является одной из основных задач данных экспедиций: **«Научный коллектив также работает над программами обучения, чтобы дать понять жителям удаленных деревушек, имеющим лишь начальное школьное образование, какое уникальное биологическое разнообразие существует во дворе их дома»**.

Размеры потребления и привычки наиболее богатой части Планеты ставят в опасность **глобальное биологическое разнообразие** и в частности **Треугольника Кораллов**. По мнению **Terry Gosliner**, сотрудника **Сектора Безвоночных Института Зоологии Калифорнийской Академии Наук**, «Наши решения, как использовать естественные ресурсы как вода и энергия не касаются только Вау Агеа, но они влияют на здоровье коралловых рифов всего тихого Океана. Ученым еще не известно, что они могут открыть в Зоне **Twilight** и почему в этой экосистеме обитает так много видов организмов, но одно им ясно, что эта территория должна **охраняться**». В заключение **Gosliner** отметил: «Филиппины полны различных видов, существование которых находится под угрозой исчезновения, это один из регионов Планеты с удивительнейшим биологическим разнообразием. Несмотря на это богатство, биоразнообразие этого региона до сих пор осталось **неизвестным**. Списки видов и карты распределения, созданные нами во время многолетнего исследования территории и моря Страны, внесут важную лепту для принятия решений по сохранности и гарантирования, чтобы этому **богатейшему биоразнообразию** была дана лучшая возможность **выживания**».

Несмотря на многочисленные угрозы во всем мире, от архаичных методов рыбной ловли до изменения климата, морские обитатели **Verde Island Passage** продолжают процветать. И существование этого несметного биологического разнообразия обязано также усилиям более 12 научных институтов **США** и **Филиппин**. (18)

Океаны нагреваются и закисляются под эффектом изменения климата, повреждая **тропические кораллы** и процесс их **кальцификации**, а также **раковин моллюсков**, но эти и другие потенциально катастрофические эффекты могут быть лимитированы, если глобальное увеличение температуры будет поддерживаться в рамках **2 ° C**.

К такому выводу пришла группа из 22 известных ученых в научной работе **Ocean Initiatives 2015**, опубликованной в журнале **Science** в преддверии **Международной Конференции Рамочной Конвенции ООН об изменении Климата (Unfccc)** в Париже в декабре 2015 года, в процессе которой есть надежда, что будет достигнуто соглашение по уменьшению

потепления климата в рамках 2°C, поскольку «углекислый газ, который выделяется сегодня в атмосферу, может безвозвратно изменить земную систему на многие будущие поколения».

Во время выступления для печати, проведенного в Париже, **Alexandre Magnan**, один из авторов работы, напомнил, что **«Будущее человека зависит от будущего океанов»** и просил политических лидеров всего мира сделать все возможное для сокращения выделения парниковых газов. Главный автор работы, **Jean-Pierre Gattuso**, отметил: «Мы объединили знания по океанам, уже имеющиеся в распоряжении **Ирсс (Межправительственная Группа Экспертов по Изменению Климата)**, сделав прогноз по предвидимому влиянию на **экосистемы рыб, ракушек, кораллов, мангровых зарослей и т.д.** и на услуги, предоставляемые океанами (поглощение CO₂, защита береговой линии, рыболовство, аквакультура и т.д.)».

Моря и океаны являются мощнейшим амортизатором глобального потепления: они поглощают более **90% избыточной энергии парникового эффекта и более 25% выделяемого CO₂**, кроме того, как подчеркнул **Gattuso**, «Они населены **25% высших животных, поставляют 11% потребляемых белков** и играют большую роль в защите берегов (коралловые рифы, мангровые заросли, луга и т.д.). Но с начала **прединдустриальной эры** поверхность океанов уже нагрелась на температуру от **0,6 до 0,7°C**, со значительными различиями относительно различных географических зон, «и потепление продолжается, – сказал **Laurent Vorr**, соавтор работы, – также как **закисление**, которое влияет на некоторые организмы (кораллы, ракушки и т.д.), уже увеличившееся на **30%**, то есть **0,1 значения pH**».

Согласно данному научному исследованию, при сценарии увеличения температуры на **+2°C**, увеличение pH предвидится на 0,14 единицы, но оно выйдет из-под контроля, если выделение парниковых газов будет продолжаться с актуальным ритмом: **+0,4 единицы pH, то есть в 40 раз больше**.

Ученые подчеркивают, что **«Когда многочисленные стрессовые факторы работают вместе, иногда они ликвидируют друг друга, но чаще всего негативные эффекты умножаются».**

В настоящее время, в условиях **увеличения температуры океанов, закисления и меньшего процента содержания кислорода в воде, тропические кораллы и ракушки средних широт, как устрицы восточного побережья США**, подвергаются сильному повреждению. Авторы работы **Ocean Initiatives 2015** подчеркивают, что эмиссии по сценарию **«коммерческая деятельность»** «В значительной степени утяжелят ситуацию: почти все изученные организмы должны будут подвержены гораздо большему риску, почти **массовой смертности** и значительным миграциям».

Другой автор работы, **Carol Turley из Плимутской Морской Лаборатории**, отметила, что «Океан находится на первой линии по влиянию изменения климата на физические и химические параметры, которые могут измениться с ритмом, не имеющим равных в прошлом,

экосистемы и организмы уже подвержены этому изменению и будут все более им подвергаться в зависимости от того, сколько CO₂ будет выделяться. Океан поставляет нам пищу, энергию, минеральные вещества, медицинские препараты, половину кислорода в атмосфере и регулирует наш климат и погоду. **Мы просим политических деятелей признать потенциальные последствия этих драматических изменений и увеличить внимание к морю в международных переговорах».**

Особенной угрозе подвергаются **тропические коралловые рифы**, населенные богатейшим биологическим разнообразием и защищающие островные государства и большие береговые территории от жестоких штормов, гарантируя такие важнейшие экономические ресурсы, как рыбная ловля и туризм и, как напоминает Gattuso, «экологические и экономические услуги, составляющие значительные суммы. Сегодня как никогда необходимы общие усилия по уменьшению выделения CO₂, чтобы избежать риска невозвратимых и жестоких изменений в экосистемах».

Gattuso подчеркивает, что «В предыдущих переговорах по климату Океану даже минимально не было уделено внимание. Наша научная работа предоставляет убедительные аргументы для радикального изменения в преддверии Конференции ООН по изменению климата».

Manuel Barange, научный директор Плимутской Морской Лаборатории, в заключение отмечает для журнала **Science**:

«Изменение климата будет продолжать в значительной степени влиять на океанические экосистемы и общество должно принять меры против этого. Некоторые экосистемы и предоставляемые ими услуги могут получить преимущества от изменения климата, говоря о кратком эффекте, но в комплексе эффекты предвидятся отрицательными. Отрицательные эффекты ожидаются прежде всего для **тропических регионов** и для развивающихся стран, увеличатся проблемы с поставкой **пищи** и безопасным **уровнем жизни**. **Мы сами предприняли это длинное путешествие по единственной опасной дороге и мы идем по ней без оценки ожидающих нас последствий».** (19)

11. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гимн Мшанкам и их «партнерам»

Как хорошо известно и подтверждено фактами, антропологическое воздействие на окружающую среду различных биотических и абиотических факторов меняет равновесие экосистем, функционирование основных биологических процессов как одиночных организмов, так и популяций, нарушает взаимодействие компонентов экосистем на различных уровнях организации животного и растительного мира, включая человека.

В новых экологических условиях, характеризующихся **тепловым загрязнением, эвтрофикацией водоемов, загрязнением тяжелыми металлами**, экосистемы и их обитатели пытаются адаптироваться к изменениям, модифицируя состав флоры и фауны, внедряя **чужеродные виды** и включая другие процессы, что в экстремальных случаях приводит к исчезновению видов.

Изучение влияния антропологических факторов на биологические параметры важно для оценки **количественного и качественного ответа** гидробионтов, обитающих в измененных экосистемах.

В частности, изучение мшанок, которые обитают в водоеме-охладителе Гидроэлектростанции, демонстрирует высокие адаптивные возможности **клональных организмов, модулярная организация** которых гарантирует пластический ответ основных биологических параметров в условиях теплового пресса.

Клональность гарантирует экспоненциальный рост и позволяет занимать большие поверхности, развивать большие биомассы в измененных экосистемах. Было показано, что в этих экосистемах мшанки могут играть важную роль в качестве **мощных естественных фильтров** – очистителей водоемов, **трансформаторами органического вещества, индикаторами качества воды и загрязнения тяжелыми металлами.**

Наши исследования показали, что параметры биологических процессов в градиенте анализированных экологических факторов среды в водоеме-охладителе в значительной степени лимитированы и достигают **предельных значений** параметров жизненной активности животных.

В настоящее время особо важно корректное толкование термина «**предельное значение**» и его рациональное использование, учитывая климатические изменения, вызываемые антропологической деятельностью человека, абсурдность нелимитированного использования природных ресурсов, с целью предотвращения непоправимых изменений земных экосистем, сохранения их **гомеостаза и защиты экосистем для будущих поколений.**

Схожесть биологии 2х типов рифа, **Мшаночного Рифа и Кораллового Рифа**, создаваемых **клональными модулярными организмами, зооидом мшанок и полипами кораллов**, подчеркивает хрупкость этих животных и мира их «партнеров», населяющих эти сложные, автономные и самоуправляемые экосистемы, **на фоне изменений**, вызванных человеческой активностью: чрезмерный вылов рыбы, увеличение температуры воды, закисление морей и океанов, загрязнение различными веществами, включая удобрения и пластмассовые материалы, портовое строительство и т.д.

Изменений, которые в случае превышения «**предельных значений**» ведут к полному уничтожению **мест обитания.**

Экосистемы кораллов являются сообществами, характеризующиеся высочайшим индексом биологического разнообразия. «**Морские Леса**» предоставляют многочисленным видам укрытие, пищу, имеют значительную роль в рециркуляции питательных веществ, это зоны социально-экономической важности и неоценимой красоты.

Экосистемы Коралловых Рифов и взаимозависимые отношения многочисленных обитателей этих «**Морских Лесов**» были недооценены и малоизучены. Последние исследования зоны глубоководного столба океанов приводят к открытию многих новых видов животных.

Создание **Морских Коралловых Заповедников, культивирование кораллов** помогли бы в сохранении и защите этих чудес природы.

В преддверии приближающейся **Конференции ООН** по изменению климата **COP21**, которая будет проводиться в Париже с 30 ноября по 11 декабря 2015 года, видится важным вопросом в переговорах по климату внесение аргументов, касающихся Океана и, в частности, формирование плана более углубленных исследований по **бесповоночным животным**, населяющим коралловые рифы, изучение взаимозависимых отношений их популяций, создание плана по защите и предупреждению истребления этих деликатных морских райских уголков неоценимой красоты.

Выдающийся химик, геолог, основатель радиобиологии, исследователь систем и основатель теории **Биосферы** и **Ноосферы**, мировой интеллектуальной сети человеческих индивидуумов, **мыслящих позитивно и верящих в прогресс науки и разума**, русский **Академик Владимир Вернадский** писал в 1945 году из своей ссылки во время 2й Мировой Войны в деревушке Боровое в Казахстане:

«В геологической истории Биосферы перед человечеством открывается огромное будущее, если он поймет это и не будет употреблять свой разум и свой труд на самоистребление. Человечеству остается изучить законы функционирования биосферы и научиться соблюдать их».

В начале 90х годов во время одной из конференций, в которых участвовала после защиты в 1990 году диссертации по Биологии Мшанок, я познакомилась с коллегой-бризоологом, который, кроме того, что был ученым, безусловно, имел также литературный дар. Во время встреч после конференции в нерабочей обстановке как-то раз он прочел нам свою Поэму о Мшанках, которая мне очень понравилась. Затем мы потерялись на долгие годы. Время было жестким для всех после “перестройки”, и для нас, ученых, тоже. Только в прошлом году мне удалось разыскать моего коллегу, теперь доцента, который преподает в Университете Самары в России. Я попросила его выслать мне свою Поэму и попыталась перевести ее на итальянский язык, значительно упростив текст. Текст получился почти без рифмы, учитывая трудности перевода с русского языка. В данной русской версии я привожу Поэму о Мшанках в оригинале, без сокращения, назвав ее **”Гимн Мшанкам”**, гимн маленьким, с первого взгляда какому-нибудь коммерсанта бесполезным колониальным животным, которые фильтруют, живут всего одну неделю и погибают, откладывая странные репродуктивные органы, похожие на микроскопические везикулярные тарелки и вновь возрождаются... Гимн знанию, красоте, важности каждого вида, который выполняет свою роль во взаимосвязанной экосистеме, автономной и самоконтролируемой, в надежде, что однажды придут молодые последователи, которые не только напишут **Гимн Кораллам** и удивительному миру, который обитает в этих **«Морских Лесах»**, но защитят и сохранят деликатное экологическое равновесие природного мира, как это делали мы.

Посвящаю эту статью школе гидробиологов Белоруссии и моим учителям - Нине Хмелевой, Леониду Суцене, Юре Гизиняку, Георгию Винбергу.

Выражаю огромную признательность Профессору Университета в г.Милан, Италия, Марио Котта Рамузино и Профессору Университета в г.Дайтон, США, Тимоти Вуд за бесценное сотрудничество.

Гимн Мианкам и их «партнерам»

*Стрекоза-красотка мило
Маску для добычи мыла.
Хоть была она красотка,
Но была уже не кротка,
И имела детский вид
Плюс хороший аппетит.*

*Трубочник ползёт уныло,
Извиваясь, как бандит,
Не нашёл себе он милой,
Так как он – гермафродит.
Он съедал детрита много,
Проедал себе дорогу,
Он любил такой кисель,
Под названьем сапропель.*

*Трубочник ползёт уныло
В одиночестве постылом,
В самом горизонте стылом,
Философствовать любя.
И в суммарной биомассе
Популяции и класса
Не нашлось того, кто б понял
Душу нежную червя.*

*Мианки дали статобласты,
Распустили лофофор,
Открывают перистомы,
Начинают разговор
Про достоинства детрита,
Недостаток аппетита,
Если корм приплыл не тот,
Хорошо иметь бы сито,
Потому что мал живот.*

*В этом долгом разговоре
Часто слышится мотив,
Что на суше и на море
Процветает коллектив.*

*Помечтали о погоде,
Про субстрат, который в моде,
Про вселенцев-чудаков,
Про друзей и про врагов.
Щупальцами в лофофоре,
Как в озёрах, так и в море,
В завлекающем узоре,
Будь подкова или круг,
Ловят, сидя на опоре,
Муть, где много разных штук.*

Нужен друг,
Большой и прочный,
Чтобы двигался по кочкам,
И носил бы дружных мишанок
На себе он, как подруг.

Изысканный затейник
Рак морской отшельник,
Возит он актинию,
Украшает тиною,
Словно клумба и цветы,
Все пищат от красоты!

Рак речной весь в камуфляже,
Тёмный и зелёный цвет,
Любит прятаться и даже
Носит свой бронежилет.
Он, конечно, понимает:
Зря актиний не таскают,
Эта маскировка
Обжигает ловко.

В общем, надо знать секреты,
Проработали вопрос,
И уже в начале лета
Панцирь мишанками оброс.

Здесь, конечно, обоюдно,
Всем на диво симбиоз,
Пользу разглядеть нетрудно,
И живёт биоценоз.

Трубочник, блестя извивом,
На зоарий вполз красиво
И подумал: что за диво
Быть на месте весь свой век?

И не знал он, что для мишанки
Был он, словно обезьянка,
Из которой вышел в люди
Прогрессивный человек.

А карась напал на губку,
Их жевал он ради шутки.
Но угрюмая спонгилла
Юмор не переносила,
Резким запахом бодяга
Прогоняла прочь бродягу.

*И с достоинством Морфея,
Много гладких мышц имея,
Перейти на бег не смея,
Полз по стеблю прудовик.*

*Он, бывая в высших сферах,
Видел свет и атмосферу,
И твердил, как символ веры,
Что фунгоза – трутовик!*

*Что бодяга, что фунгоза, -
Булькал он среди рогоза, -
Будь хоть мало их, хоть много,
Всё равно, одна дорога:
Настоящий трутовик,
Для энергии – тупик.*

*Бормотал, а между дел
Все зоиды поел.
Но смешно хирономидам,
На фунгоз имевшим виды,
Их на мианках – целый воз,
Собственный биоценоз.*

*Залегли хирономины,
Грациозно выгнув спины,
И блестят как бирюза
Вертикальные глаза.*

*Хаоборус – частый гость,
Гложет мианок он, как кость,
Он к миграциям охочий,
Преимущественно ночью.*

*Пусто место не бывает,
И цистиды заселяют,
Заселяет их народ
Пресных и солёных вод.*

*В них, как
в дом многоквартирный,
Влезли ортокладиины.
Их враги пелопины
Рыщут тут же, глаз совиный.
Имя им – инсектный волк,
Что в охоте знает толк.
Раньше, если есть вода,
Замечайте, господа:
Если клещ из тины,
То - гидракарина.
А теперь – такая вещь:
Не из тех, но тоже клещ.*

*Развивается наука,
Удивительная штука.
Раньше были водные,
Хищные, свободные.
Прежде были ильные,
Стали гидрофильные.*

*Почему же не едины?
Не совсем гидракарины?
И не гидрахнеллы?
Все покровы целы.
Тоже вроде бы клещи,
Будто бы товарищи.
А живут они на нас,
Скажут мшанки в тот же час,
И ведь выглядит, красавец:
Натуральный статобласт.*

*Их вокруг совсем немало
Этих самых комменсалов.
Если протереть очки,
Видно, что сидят рачки,
И в своих туманных далях
Рассуждают о деталях.*

*Ты – мокрица водяная,
Самка ты, для мужа злая,
Ну, а я – самец лихой,
То есть, ослик водяной.*

*Ну, конечно, есть большие
Раки русские речные,
Но их ловят и едят,
И на клешни не глядят.*

*Я ж, назло ловцам-собакам,
Никогда не стану раком.
Тут поэт один, клянусь,
Молвил: «Шороха боюсь.
Мол, туманятся мозги,
Что природа – это страх,
Мол, не вижу я ни зги
И запутался в кустах».*

*Как-то нам нигде не тесно.
Жить – нам страшно интересно,
Жуть – какая благодать.
Всё бывает, как не знать,
В целом - против привилегий
И за множество стратегий.*

*Входим, будь всем не в обиду,
В пищевую пирамиду.
Нам сражаться – не впервой,
Нам природа – дом родной!*

*После сытного обеда –
Богословские беседы:
Что греховно размноженье,
Суета, а не движенье.
В корень сути рак глядит:
Ангел есть гермафродит.
Самое безгрешное –
Размноженье внешнее.*

*Выразить своё томленье
Одноклеточным твореньям
Очень сложно. Ну, беда!
Вот амёба из пруда:
Вакуоль-живот.*

*Эфемерный рот
Появляется несмело
На любом участке тела.
Путь неспешно бороздит.
А чего бы ради?
Вот улыбка впереди.
Вот она же – сзади.*

*В общем, как-то сообщила,
Прежде, чем ушла по илу:
Что мне яйца? Я не птица.
Нам господь велел делиться.*

*Важное общение
волнует население:
То за расширение,
то за углубление.*

*Каждый знает организм:
Есть же креационизм.
А его зачем сюда?
Не пускайте! Никогда!*

*Больше дров,
Чем дальше в лес:
И партено-, и генез,
Про гаметы, про биоты,
Непорочные зиготы.*

*Мшанки дали заключенье
Про самцов и размноженье:
Бросьте вы своё гаданье,*

*Предлагаем почкованье,
Остальное всё – балласт.
Лучший способ – статобласт!
Толк какой речей пустых?
Мы святее всех святых!*

*У коряги стало тихо,
По песку ползёт рачиха.
По пять пар ходильных ног,
Это вам не осьминог:
Я, как высший организм,
Обожаю диморфизм.*

*Я вполне довольна браком
И своим любимым раком.
А когда самец большой
На песочек тащит,
Нежно цапает клешнёй
И глаза таращит,*

*Встречи удивительны,
Ночи восхитительны.
И такой придёт восторг,
Что своих не чуем ног:
Одухотворённые,
Оплодотворённые.*

*Ну, и каша из идей!
Ну, набрались от людей!
Поповские нам
бредни чужды,
Пропали бы они везде!
Не искушай меня без нужды,
А искушай лишь по нужде!*

*Учить всех нас,
что размноженье – грех,
Забавно очень,
просто – смех!
Вот им (ну, хватит
вам смеяться),
Вот им
не нужно размножаться!*

*Тут биолог молодой
Наклонился над водой.
Наблюдая за биотой,
Исполнял свою работу.*

Он устал и одинок,
Под собой не чуёт ног,
И ему, как в укоризну,
Весь подводный праздник жизни:
Так и погибнешь без бабы с тоски
В пойменной
части Самарской Луки.

Статобластов нынче много,
Урожай, хоть песни пой,
Делал дом ручейник строгий,
Вспоминался мезозой.

По преданьям, пращур строгий
(был тогда он молодой),
Первый раз примерил штучки
Из хитина, лад на свой.
А вокруг лежала тина,
Был тот пращур с головой.

Чтоб в историю попасть,
Размечтался наш карась:
Я костями на тину лягу.
Тут же вдруг отозвалась
Плюмателла с литорали:
Мы ничуть не хуже вас,
Статобластами я лягу
На ближайшую корягу.
Пусть пока ещё вода,
Свита будет хоть куда!

Статобласт – наш
паспорт, друже,
Он всегда и всюду нужен,
С ним мы будем как в раю,
Коль пришли из синя моря
В пресноводную струю.

Кто же ты,
мой древний предок?
Или был ты сильно редок?
Или мягкий, как белок?
И детей имея стаю,
Без условий проживая,
Отпечататься не смог?
Так и я порой рыдаю,
Что идей имея стаю,
Словно редкостный червяк
Не печатаюсь никак!

*Мы б и мыслью воспарили
И величьем духа,
Если б только были в силе
Одолеть главбуха!*

*Пролетели годы,
Загрязнились воды.
Что же нас не замечают,
Что же нас не изучают?
Где биолог молодой?
Он с седою бородой?
Прославляем прессой?
Доктор и профессор?
Он, мы знаем, - чемпион.
Класс наш сделал типом.
Мы теперь – перифитон.
Не оброст с полипом.
Он прославил нас в веках!*

*Что вы, что вы, всё не так!
Он, как редкостный чудак
В справедливость верит.
Он же честный, он – слизняк!
И в эпоху денег,
Как его ни бей-топчи,
Он науку ценит.
Степени и звания –
Лишь одно название,
Их дают не за науку,
Прославляя с данью руку.
Обладая званием,
Не имея знания,
Кушают наличные
Люди неприличные.*

*Мы же знаем нашу грязь.
Может, это просто мразь?
Либо их не признавать,
Либо степеней лишать.
Время движется, течёт,
Будет и тебе почёт.
И одной мечте бы сбыться:
Как бы
мишанкам сохраниться?*

*Жизненный наш путь недолог.
Напиши про нас, биолог!
Право дело, поспеши
И про мишанок напиши.*

*Труд готов уже давно,
Удивительное рядом:
Не осталось никого,
Кто б гордился этим кладом!*

*Говорю не ради свиста:
Нет, увы, специалистов.
Те, что близко, - много лет,
А таких, как надо, - нет!*

*Вейтесь, нити спирогиры!
Крепче стой стеной, рогоз!
Будь зоарии как гири!
Процветай биоценоз!*

*Когда седые кудри долу
Потянут мудрое чело,
Пускай предстанут
живо взору
Младые годы и тепло.
Тепло души всех тех,
кто рядом,
И тех, кто, будучи вдали,
Мечтал, как будут
буйным садом
Ростки, которые взошли.*

*А в том саду, где ты – отрада,
Как будто вешняя трава
Младая б поросль венчала
Твои труды, твои дела.*

*Пусть чаще посещает нас
Научный творческий экстаз.*

Известно:

*В данной отрасли не тесно,
А бризоология –
великая наука!
Вот вам моя рука,
и дайте вашу руку!*

*Мы знаем твёрдо
наперёд: придёт черёд,
И кто-то юный обязательно придёт
И скажет (это тоже нам известно):
А мшанки – это интересно! (20)*

*Татьяна Михаевич, кандидат биологических наук
27.08.2015 г.*

Библиография:

1. Эколого-энергетическая характеристика мшанки *Plumatella fungosa*, Bryozoa в водоеме-охладителе Белоозерской ГРЭС, Беларусь, кандидатская диссертация, специализация 03.00.18 Гидробиология, УДК 574.586+591.1:574.2/3(043.3), Институт Зоологии, Академия Наук Беларуси, г.Минск, 1990, 173 стр.
2. www.aiam.info/riproduzioni-ed-allevamento/66-ricerche-sperimentali-sullallevamento-del-corallo-mediterraneo-cladocora-caespitosa
3. www.ru.wikipedia.org/corallovie-polipy
4. www.it.wiki/anthozoa
5. www.fr.wikipedia.org/wiki/Récif_corallien
6. www.olorologiaiomiope-national-geographic.blogautore.espresso.repubblica.it/2012/10/22/coralli-di-norvegia-lophelia-perthusa
7. Grenada ricostruisce la sua barriera corallina. I danni ai reef hanno conseguenze per importanti servizi ecosistemici regionali, www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/grenada-ricostruisce-la-sua-barriera-corallina, 29 giugno 2015
8. L'Australia denunciata dall'Unesco: l'industrializzazione mette in pericolo la Grande barriera corallina. Gli ambientalisti contro i progetti di porti e carbone del Queensland che mettono in pericolo il Reef, la Grande barriera corallina. 20 giugno 2013
9. Australia vara il piano per salvare la Grande barriera corallina, www.repubblica.it/ambiente/2015/03/23/news/australia_grande_barriera_corallina, 24 marzo 2015
10. Il mega-porto turistico nel paradiso (fiscale) di East Caicos. La speculazione internazionale all'assalto dell'ultima isola incontaminata dei Caraibi, www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/il-mega-porto-turistico-nel-paradiso-fiscale-di-east-caicos, 8 luglio 2015
11. Reef, come possono crescere nei deserti oceanici? Risolto il paradosso di Darwin. Sciolto il mistero dopo 171 anni, grazie allo "sponge loop", www.greenreport.it, 8 ottobre 2013
12. Il mare di Cuba riuscirà a salvarsi dalla fine dell'embargo Usa? Lungo la costa cubana le barriere coralline più intatte dei Caraibi, www.Greenreport.it, 6 marzo 2015
13. Il coralli della Grande Barriera Corallina Australiana mangiano micro-plastica. I polipi dei coralli non sono in grado di digerirla e viene avvolta dal tessuto digestivo. Un pericolo che viene dalla cattiva gestione dei rifiuti e dalle "microsfere" dei cosmetici, www.greenreport.it, 26 febbraio 2015
14. Avete presente le oloturie? Rischiano l'estinzione perché i ricchi cinesi ne mangiano troppe, www.greenreport.it, 17 marzo 2014
15. www.tgcom24.mediaset.it/green/salvare-le-barriere-coralline-le-nuove-armi-sono-particelle-di-gas-riflettenti, Coralli a rischio estinzione.
16. Le Aree marine protette no-take fanno bene alla Grande Barriera Corallina e alla pesca. Le riserve integrali favoriscono la ripresa di specie commercialmente importanti, 27 marzo 2015.
17. Grenada ricostruisce la sua barriera corallina. I danni ai reef hanno conseguenze per importanti servizi ecosistemici regionali,

- www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/grenada-ricostruisce-la-sua-barriera-corallina*, 29 giugno 2015.
18. *Science Today: Pressure in the Twilight Zone*, California Academy of Sciences, *www.youtu.be*, 22.06.2015, *www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/scoperte-piu-di-100-nuove-specie-marine-nella-twilight-zone-delle-filippine-video-e-fotogallery*, Scoperte più di 100 nuove specie marine nella "Twilight Zone" delle Filippine (Il Verde Island Passage è il "centro del centro" della biodiversità marina), 22 giugno 2015.
19. *Il mare in crisi da acidificazione. «Evitare il rischio di modifiche brutali e irreversibili». Anche mantenendo l'aumento delle temperature globali entro 2°C, impatti su coralli e conchiglie*, *www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/il-mare-in-crisi-da-acidificazione-evitare-il-rischio-di-modifiche-brutali-e-irreversibili*, 3 luglio 2015.
20. А.В.Виноградов «Поэма о мшанках», "Затерянные миры и их обитатели", 2011, стр. 141 – 147, Germany, Saarbrucken, Lambert Academic Publishing.