



Маэль ТОМАС-БУРГНЕФ, Пьер МОЛЛО



М. Томас-Бургнеф  
П. Молло

## ПЛАНКТОН И АСПЕКТЫ МОРЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Невидимый для невооружённого глаза, планктон играет важную роль в процессах равновесия на нашей планете. Сегодня, однако, многообразие человеческой деятельности, особенно выпуск в окружающую среду многих химических соединений, тяжёлых металлов и излишков удобрений, вызывает качественную и количественную деградацию планктона. Пьер Молло и Маэль Томас-Бургнеф вводят нас в этот удивительный микроскопический мир и показывают его фундаментальную роль в нашей экосистеме. Планктон не только формирует основу морских пищевых цепей, но и производит половину всего свободного кислорода планеты, а также может употребляться Человеком в качестве пищи, (он содержит природные антибиотики и очень богат витаминами и микроэлементами). Создание систем устойчивой аквакультуры, проекты морских питомников, охрана мангровых лесов, воды которых изобилуют планктоном, сотрудничество исследователей разных стран -- иллюстрируются примерами, в которых активная роль отводится авторам. Эти примеры демонстрируют возможные пути сохранения планктона и надёжного воспроизводства морских биоресурсов.

Вначале педагог, а затем исследователь, Маэль Томас-Бургнеф, впоследствии стала киносценаристом, писателем и разработчиком веб – сайтов, что позволило ей успешно реализовать свои знания в интересах охраны и познания окружающей среды.

Педагог – исследователь, специалист по планктону, Пьер Молло, создал серию фильмов о море и его обитателях; ведёт совместно с Океанополисом сайт, посвящённый мировому планктону: [www.plancton-du-monde.org](http://www.plancton-du-monde.org)

М. ТОМАС-БУРГНЕФ, П. МОЛЛО

ПЛАНКТОН И АСПЕКТЫ МОРЕПОЛЬЗОВАНИЯ

# ПЛАНКТОН И АСПЕКТЫ МОРЕПОЛЬЗОВАНИЯ

*Экология невидимого*



Maëlle Thomas-Bourgneuf  
Pierre Mollo

## L'ENJEU PLANCTON

L'écologie de l'invisible

Préface d'Isabelle Autissier

Éditions Charles Léopold Mayer  
38, rue Saint-Sabin Paris (France) 2009

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ  
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ  
им. А. О. Ковалевского

*Образовательная научно-техническая  
серия для морских фермеров. Вып. 1.*

Маэль Томас-Бургнеф  
Пьер Молло

**ПЛАНКТОН И АСПЕКТЫ  
МОРЕПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Экология невидимого**

Под редакцией академика В. Н. Еремеева

Перевод с французского  
канд. биол. наук В. И. Холодова

Технический редактор  
канд. биол. наук Р. Г. Геворгиз

Севастополь, 2011

УДК 574.583

**М. Томас-Бургнеф, П. Молло. Планктон и аспекты морепользования / Пер. с франц. В. И. Холодова; ред. В. Н. Еремеев; Национальная академия наук Украины, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевско-го. — Севастополь, 2011. — 281 с.**

Научно-популярная книга о проблемах эксплуатации биологических и минеральных ресурсов моря; описаны современные экологические проблемы Океана, вызванные потеплением климата и загрязнением морских вод; обсуждаются вопросы рациональной организации и перспективы развития рыболовства и аквакультуры. Показано, что основой создания продукции и биоразнообразия в Океане являются планктонные организмы, без которых невозможно развитие аквакультуры. Для широкого круга морепользователей: рыбаков, морских фермеров, моряков, морских экологов, студентов, работников управляющего звена.

**М. Томас-Бургнеф, П. Молло. Планктон та аспекти морекористування / пер. с франц. В. І. Холодова; ред. В. М. Єремєєв; Національна академія наук України, Інститут біології південних морів ім. А. О. Ковалевського. — Севастополь, 2011. — 281 с.**

Науково-популярна книга про проблеми експлуатації біологічних і мінеральних ресурсів моря; відображені сучасні екологічні проблеми Океану, спричинені потеплінням клімату та забрудненням морських вод; обговорюються питання раціональної організації й перспективи розвитку рибальства та аквакультури. Показано, що основою створення продукції і біорізноманіття в Океані є планктонні організми, без яких не можливе розвинення аквакультури. Для широкого кола морекористувачів: рибалок, морських фермерів, моряків, морських екологів, студентів, працівників керівної ланки.

**Thomas-Bourgneuf M., Mollo P. Plankton and the sea exploitation aspects / translated from French by V. I. Kholodov; ed. V. N. Eremeev; A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas National Academy of Sciences of Ukraine. — Sevastopol, 2011. — 281 p.**

This popular scientific book tells about problems associated with the exploitation of marine biological and mineral resources, about disturbances in the ecology of the World Ocean induced by the global climate warming and marine pollution, and about the expedient fishery and aquaculture management and prospects. It points out that plankton organisms are the base that sustains production and biodiversity in the World Ocean and aquaculture advancement, too. The book is intended for those engaged in fisheries and mariculture farming, for seamen, marine ecologists, students, administrative and management personnel.

ISBN 978-966-02-5803-7

© Институт биологии южных морей НАН Украины, 2011

**Издательство им. Шарля Леопольда Майера (ИШЛМ)** — основано в 1995 г. с целью расширения возможностей обмена опытом и распространения идей Фонда Шарля Леопольда Майера «Прогресс для Человека» (ФПЧ) и его партнёров.

ИШЛМ является членом Конфедерации ресурсов мировой демократии (Coredem): [www.coredem.info](http://www.coredem.info)

## Авторы

Работая сначала преподавателем, **Маэль Томас-Бургнеф**, стала затем заведующей отделом «Вакансия — Совет по окружающей среде» Региональной дирекции окружающей среды в Бретани. С 2000 г. работает в своей частной организации как исследователь и автор документальных фильмов. Свой опыт специалиста по окружающей среде она широко использует в разработке сценариев документальных фильмов и в создании вебсайтов.

**Пьер Молло** начал свою карьеру биолога со строительства, совместно с рыбаками, питомника по воспроизводству омаров на острове Уат (северо-запад Франции). Работая затем исследователем — преподавателем, он придаёт большое значение распространению своих знаний (прежде всего по планктону) и практического опыта, как среди студентов, так и среди морских фермеров, рыбаков и широкой публики. Он активно развивает международное сотрудничество (Бенин, Камбоджа, Вьетнам, Украина), а также является членом бретонских ассоциаций (рыбаков, устрицеводов, фермеров . . .), деятельность которых направлена на рациональное использование прибрежных ресурсов и охрану планктона. Пропагандируя свои идеи о необходимости бережного отношения к морской среде и, к планктону в частности, Пьер Молло создал 25 фильмов, а также видеоматериалы, написал большое количество статей, активно участвует в работе конференций, а также, при поддержке Океанополиса (г. Брест, Франция) и ФПЧ, создал в Интернете сайт «Планктон Мирового океана».

Дополнительную информацию, фотографии, видеоматериалы вы найдёте на сайте: «Планктон Мирового океана»: [www.plancton-du-monde.org](http://www.plancton-du-monde.org)

# Благодарности

*Мы выражаем свою благодарность:*

*Коллективу Фонда Шарля Леопольда Майера «Прогресс для Человека», особенно Пьеру Ворену, оказавшему нам большую помощь в редактировании данной работы, сюжет которой может вызвать удивление.*

*Издательству Шарля Леопольда Майера и, прежде всего, Алине Жаблонке и Изабелле Яфиль за их доверие.*

*Эрику Юсно и Филиппу Гойолту из Океанополиса за их помощь и бесценную поддержку.*

*Всем профессионалам моря, питавшим наши идеи и размышления.*

*Жан-Иву Молло и его детям: Эрику и Коринне за предоставление в наше распоряжение помещений и персонала предприятия «2MB International».*

*Нашим семьям, которые нас поддерживали (в обоих смыслах этого слова) и помогали нам советами.*

*И наконец, нашим друзьям, за ободрение и полезные советы.*

Маэль Томас-Бургнеф  
и Пьер Молло

## Предисловие редактора к русскому изданию

Перед Вами, уважаемый читатель, новая книга — первый том серии учебной литературы Института биологии южных морей (ИнБЮМ) Национальной академии наук Украины. Эта серия освещает технические, технологические и научные аспекты морского фермерства. Из печати уже вышел в 2010 г. её второй том — «Выращивание мидий и устриц в Чёрном море»; авторы: Холодов В. И., Пиркова А. В., Ладыгина Л. В.

Книга «Планктон и аспекты морепользования» вводит читателя в обширную сферу проблем, с которыми неизбежно столкнётся морепользователь: рыбак, морской фермер, моряк, специалист по добыче морских минеральных ресурсов и многие другие. Везде, а в морях и океанах особенно, возникающие проблемы должны решаться профессионально, то есть с учётом многих действующих факторов и пониманием возможных последствий от принятых решений. Однако для этого профессионал должен обладать не только глубокими знаниями по своей узкой специальности, но и широким кругозором, включающим в себя и сведения о смежных профессиях, что обеспечит устойчивое существование и даже развитие его деятельности.

Поэтому задачу первого тома мы видим в формировании у читателя широкого кругозора. Мы полагаем, что такой кругозор должен основываться, прежде всего, на понимании сложивших-

ся экологических, социальных и экономических проблем, связанных с эксплуатацией морей и океанов. Эта задача удачно решена в научно-популярной книге наших французских коллег: Пьера Молло и Маэль Томас-Бургнеф, активно сотрудничающих с нашим институтом в течение последних 20 лет.

Г-жа Маэль Томас-Бургнеф — человек разносторонних интересов. Она и эксперт в вопросах морской экологии и экологии побережья, и педагог, подготовивший многих специалистов по окружающей среде, и режиссёр документальных фильмов о природе, об экологических основах взаимодействия Человека и Океана.

Г-н Пьер Молло — исследователь морского планктона, энтузиаст аквакультуры, преподаватель, оказавший влияние на становление современной аквакультуры во Франции и на исследования в Севастополе, автор многих фильмов о море и о бережной, рациональной эксплуатации его ресурсов. За выдающийся вклад в исследование моря и в развитие морской аквакультуры награждён Правительственным орденом *Merité Maritime*. Отметим, что этой же награды удостоены известные океанологи Франции: Жан Мари Перес и Жак Ив Кусто.

В книге, написанной живым, местами образным языком, не оставляющим читателя равнодушным, Вы найдёте сведения, необходимые для решения задач, связанных с освоением ресурсов морей и океанов, и для общего понимания неблагоприятной экологической ситуации — результата загрязнения и непродуманного использования морских ресурсов. Исключительно важными являются разделы, посвящённые многостороннему влиянию климатических изменений на структуру и функционирование морских экосистем, о чём, к сожалению, в русскоязычной литературе говорится очень мало.

Природа и судьба Океана представлены в широком временном диапазоне: от образования первичного Океана и до его обозримого научно-прогнозируемого будущего. Кратко, но точно описывается история становления морских исследований и идеи, владевшие умами наших предшественников, посвятивших себя изу-



чению жизни в море. Авторы настаивают: эксплуатация водных живых ресурсов должна базироваться на понимании механизмов формирования живого вещества в Океане, на функционировании водных пищевых цепей и сетей. А основу этих механизмов составляют микроскопические организмы, называемые планктонными. Эти одноклеточные организмы легкоранимы и первыми страдают от загрязнений и от изменений климата. Планктон, питающий население Океана, а значит, в конечном итоге и Человечество, в случае интенсивного загрязнения морских вод, становится токсичным и даже смертельным, как для морских обитателей, так и для человека. Поэтому авторы назвали свою книгу: «L'enjeu plancton», что в переводе означает «На кону: планктон», или «Ставка: планктон». Иными словами, Человечество в своей игре с Природой фактически поставило на кон морской планктон, забыв, что гибель планктона приведёт к гибели и всего Человечества.

С согласия авторов, мы всё же решили изменить название книги, так как название «Ставка: планктон» было бы не понято широкой публикой нашей страны. С другой стороны, название «Планктон и аспекты морепользования» точно отвечает содержанию книги. В остальном при переводе изменения не вносились, что позволило довольно точно передать стиль авторов, их любовь к морю и беспокойность его будущим.

При чтении книги желательно пользоваться географической картой Франции, которую можно найти, введя в Google ключевые слова «карта Франции».

Перевод выполнен морским биологом, к. б. н. В. И. Холодовым — многолетним другом авторов, их соратником по совместной деятельности.

Книга издана при финансовой поддержке ООО «ЯХОНТ ЛТД», г. Днепропетровск, за что мы выражаем благодарность С. В. Кулику — руководителю общества.

*Академик НАН Украины  
В. Н. Еремеев*

# Предисловие

Когда говорят об охране морей и морских животных, обычно вспоминают китов, тюленей или промысловые виды, уменьшение запасов которых заметно и, поэтому тревожно. Мало кого беспокоит биологическая база, обеспечивающая саму жизнь этих высших животных: планктон. Конечно, эта тема менее привлекательна, из планктона труднее изготовить замшу или глянцевые обложки дорогих журналов. Я далека от мысли, что не стоит интересоваться этими крупными животными, являющимися яркими представителями морского биоразнообразия. Но без планктона или при нарушениях равновесия между видами, составляющими его, вся жизнь в море оказывается под угрозой.

Океан нам представляется огромным, почти бесконечным; давно сложилось представление о том, что человек не в силах воздействовать на всю его поверхность. Мы и рассчитывали на эту бесконечность, постоянно увеличивая объёмы рыболовства, а также выбросов промышленных и бытовых отходов. Последние десятилетия всё с большей очевидностью нам доказывают ошибочность такого представления. Масштабы людской деятельности уже сейчас таковы, что не оставляют в Мировом океане защищённых от человеческого воздействия зон, будь-то в тропиках, полярных зонах, как на поверхности, так и у дна самых глубоких впадин. Ситуация осложняется ещё и сильной неоднородностью океана: зоны, благоприятные для жизни, обычно нуждаются в солнечной энергии, биогенных солях и, поэтому располагаются в прибрежных

зонах. Именно прибрежные зоны всё в большей степени попадают под воздействие многообразной человеческой деятельности, нарушающей течение естественных процессов.

Однако море по-прежнему нам даёт прекрасный шанс для выживания. Оно продолжает предоставлять необходимую для нас пищу и пространство. Только от нас зависит организация достаточно гармоничного развития, оставляющего экосистемам и особенно планктону — основе жизни в море, возможность нормального существования. Пока что мы этого не делаем. Повсюду возникают проблемы, причём всё более трудные и всё более однозначные. Вследствие растущей численности человечества, возрастающих потребностей, усиления нерациональной деятельности — всё большей части населения приходится за это расплачиваться.

В сложившейся ситуации население планеты затрачивает немалые усилия для расширения и углубления знаний, драматически всё ещё недостаточных для принятия правильных решений, а также для создания политики защиты и управления, а нередко и восстановления живой природы, политики, которая позволит природе продолжать выполнять свои функции. Знаний также недостаточно для организации правильного образования, формирования компетентных специалистов с верными представлениями и специалистов различных профессий, но знающих общую цель и способных действовать сообща. Последнее утверждение особенно важно. Живая среда не может быть приватизирована некоторой группой, профессией, предприятием, ни даже государством. Действие каждого отражается на жизни всех остальных. Ничего не стоят узконаправленные громкие заявления, но существует неотложная необходимость формирования глобального видения и понимания значимости *des enjeux* (возможных потерь; рисков).

Среди тех, кто неумоимо поднимает тревогу об уничтожении природы, организуя дебаты, лекции, подготавливая специалистов, находятся Пьер Молло и Маэль Томас-Бургнэф. Уточню, что каждый из них является пионером в своей области. Задолго до того, как начали говорить об устойчивом развитии, они уже плотно за-

нимались этими вопросами: Пьер, применяя данный подход к начальному звену жизни моря — планктону, а Маэль — к подготовке специалистов по окружающей среде. В данной работе оба специалиста хорошо дополнили друг друга, в частности в понимании жизни и проблем прибрежной зоны, что видно на протяжении всей книги. Причём они не ограничиваются только результатами своей деятельности в Южной Бретани; они знакомят нас с проектами, реализованными в четырёх уголках нашего мира: в Африке, в Азии, в Латинской Америке и в Крыму.

Отметим, что данное произведение представляет собой одновременно и описание сегодняшней ситуации, и объяснение рисков и возможных драматических потерь, но также и перекрёсток предложений и надежд.

Книга Пьера и Маэль обращена ко всем: рыбакам, устрицеводам, фермерам, но также и к учёным, руководящим работникам и промышленникам. Поэтому книга написана чётким языком, иллюстрирована многочисленными примерами, дающими возможность «пощупать» обсуждаемые проблемы, а также представить нашему взору живой таинственный и невидимый планктон.

Итак, данная книга является одновременно и источником знаний и предметом для размышлений о том, что мы намерены сделать с нашими океанами, зная, что худшее произойдёт неминуемо, если мы будем продолжать действовать, опираясь на логику нашей современной деятельности.

Пожелаем этому произведению самого широкого распространения и принятия его идей в качестве основы будущей деятельности и поблагодарим обоих авторов за их неослабевающую преданность планктону, следовательно, морю и, следовательно, человеку.

Изабелла Отисье

*Isabelle Autissier — первая женщина, совершившая кругосветное плавание под парусом, морская путешественница, писательница, эколог, президент Французского отделения WWF (World Wide Fund for Nature) — прим. переводчика.*

# Введение

Говорят иногда о «звёздной пыли», но существует также и «морская пыль», при рассмотрении которой под микроскопом, приходят мысли о космических пришельцах. Несметные их количества населяют моря, играя важнейшую роль в их экосистемах, но оставаясь при этом эфемерными, прозрачными и хрупкими как зарождающаяся жизнь. Без этих пылинок, хрупкое существование которых выдерживает только незначительные колебания концентрации солей и освещённости, жизнь в море была бы не возможной. Мельчайшие растительные и животные организмы вместе образуют группу, называемую *планктон*.

Это микроскопическое население очень активно, оно работает ресничками, вырисовывает арабески, абстрактные картины; планктон также прекрасен, как и эффективен. Две капли воды никогда не похожи друг на друга. Каждая из них содержит концентрат жизни. Различные планктонные организмы ведут невообразимые войны в невидимом мире. Но, если планктон исчезнет, то человечество исчезнет вместе с ним. К сожалению, микроскопические размеры организмов мешают судить об их роли в биоразнообразии. Планктон остаётся не известным широкой публике, а от этого он становится ещё более уязвимым. Вот почему необходимо бороться за его сохранение так же, как и за выживание белых медведей.

В этой книге мы предприняли попытку показать на конкретных примерах важность планктона: его роль в морских питом-

никах, использование планктона рыбаками острова Уат, рыбаками и морскими фермерами в г. Сет, а также в учебном процессе морского центра г. Бег-Мей. Особо мы хотим обсудить важность планктона для аквакультуры, а также её возможности и масштабы разумного воспроизводства морских биоресурсов. Мы также попытаемся объяснить связи, существующие между потеплением климата и человеческой деятельностью.

Деградация морских ресурсов произошла не только от их перелова рыбаками, которых часто считают единственными виновниками. В данной книге доказывается, как совокупность различных антропогенных воздействий приводит к уменьшению запасов или исчезновению некоторых видов рыб по причине подрыва их кормовой базы: планктонных организмов. Каждая последующая глава является более углублённым рассмотрением вопросов, касающихся потепления климата, морской биологии и аквакультуры, рассмотренных в предыдущей главе.

Земля и море дают человеку пищу. Мы обладаем общим наследием вместе с крестьянами, рыбаками, аквакультуристами и это наследие мы должны сохранить. Земля питает море и наоборот. Смогут ли они продолжать питать друг друга всеми своими соками, планктонными и другими, с тем, чтобы завтра в нашем распоряжении было лучшее из морей?

**Мы обладаем знаниями и разумом. Если мы добавим к ним немного любви к морю и немного солидарности по отношению к другим людям, мы достигнем этой цели.**

Часть I

**Знакомство с планктоном**

## Что такое планктон?

Берега входят и погружаются в море, образуя подводный пейзаж, как бы перевёрнутый по отношению к наземному рельефу. В трёхмерном пространстве моря интенсивно протекает жизнь, создавая разнообразные и удивительные формы, взаимодействующие друг с другом и ведущие неослабевающую борьбу. Экологи, изучающие жизнь в океане, рассматривают её в виде огромной экосистемы. Вместо применения к ней приёмов классической таксономии<sup>1)</sup>, они классифицируют водные организмы по способам жизни, различая бентос и пелагос.

### Место планктона в морских экосистемах

#### *Бентос*

Если наземные организмы населяют землю и воздух, то морских подразделяют на две группы: бентос и пелагос. В бентос входят организмы, населяющие океаническое дно от кромки берегов до абиссали (см. схему «Сообщества бентоса», стр. 17). Бентос бе-

---

<sup>1)</sup>Таксономия (от греческого *taxis* — организация, обустройство): классификация на типы, классы, семейства, отряды, роды, виды и подвиды.



рёт начало от берега, на который попадают брызги морских волн, осаждающих соль. Это — зона лишайников.

Ниже этой «зоны заплесков» простирается зона, покрываемая два раза в сутки приливом: литораль. Виды, постоянно находящиеся на литорали, вынуждены на протяжении всей своей жизни сопротивляться отрывающему воздействию волн, в том числе и во время самых сильных штормов. Некоторые организмы жёстко прикрепляются к твёрдой поверхности для надёжного удержания на своём месте в зоне литорали (морские блюдечки, актинии), другие цепляются за скалы и валуны специальными приспособлениями, как, например, мидии с помощью нитей биссуса или водоросли, с помощью ризоидов. Есть и подвижные виды, переносимые приливными течениями и покидающими литораль во время отлива, или же остающимися на время отлива в тёплых «литоральных ваннах» (креветки, морские звёзды, морские ежи, асцидии). Здесь же можно обнаружить крупных мягкотелых моллюсков с двумя рожками, но без раковин, напоминающих наземных слизней. Это — голожаберники. Можно встретить и крабов, совершающих пробежки по литорали. И, наконец, к бентосу относят и закапывающихся в грунт животных. В основном это черви и двусторчатые моллюски (венериды, сердцевидки, тапесы и др.), заселяющие песок или ил.

Все эти организмы не переносят длительного обсыхания. Оказавшись на воздухе, они закрываются в своём «домике», хорошо сохраняющем влажность и прохладу. Некоторые из них герметично закрывают свои раковины (мидии, устрицы), другие закрывают вход с помощью своеобразной двери — оперкулы (литорины, рапаны) или присасываются к скале (пателла или морское блюдечко). Другие же, как, например, баянусы (морские жёлуди) проявляют удивительную изобретательность, меняя систему дыхания: в воде они дышат жабрами, а на воздухе — с помощью трахей. Именно зона литорали, её население и, соответственно, литоральный промысел (сбор моллюсков, водорослей) наиболее подвержены негативным влияниям, вызванным изменяющимся климатом.

Ниже литорали простирается зона, всегда находящаяся под водой (инфралитораль и циркулитораль)<sup>2)</sup>. Животные и растения, населяющие эту зону, цепляются за дно (водоросли), приклеиваются к нему (кораллы, горгонарии), закапываются в грунт с целью маскировки (скаты, камбалы, морской язык) или свободно перемещаются (осьминоги, омары, лангусты). Они имеют возможность использовать для своих нужд солнечный свет, проникающий, в зависимости от прозрачности воды, до глубин 150–200 метров.

Все эти создания, включая растения, проводят всю свою взрослую жизнь в составе бентоса, но их «детство» протекает в планктоне.

### ***Пелагос: нектон и планктон***<sup>3)</sup>

В пелагос входят организмы, населяющие водную толщу от поверхности до дна. Организмов, способных преодолевать морские течения относят к нектону. Другие организмы, как правило, мелкие, которых переносят течения, составляют планктон. Нектон образуют активные пловцы, прежде всего, многочисленные виды рыб, но также и морские млекопитающие, черепахи и некоторые моллюски, как, например, кальмары.

Слово планктон происходит от древнегреческого *planktos*, что означает блуждающий. О планктоне писал ещё Гомер, как о совокупности животных, странствующих на поверхности потоков. Океанограф Анита Конти (Anita Conti) даёт планктону прекрасное определение: «Родившийся от очень древних сравнений, сделанных в отношении движения планет, представляющихся странствующими среди космических созвездий, с одной стороны, и перемещений живых созданий по морским просторам — с другой стороны, термин «планктон» вошёл в наш сегодняшний словарь. Он

---

<sup>2)</sup> В русской литературе эти зоны называются соответственно *верхняя* и *нижняя* *сублитораль* — прим. переводчика.

<sup>3)</sup> Желаящие ознакомиться с представителями планктона могут обратиться к сайтам: [www.eclm.fr](http://www.eclm.fr) и [www.plancton-du-monde.org](http://www.plancton-du-monde.org)

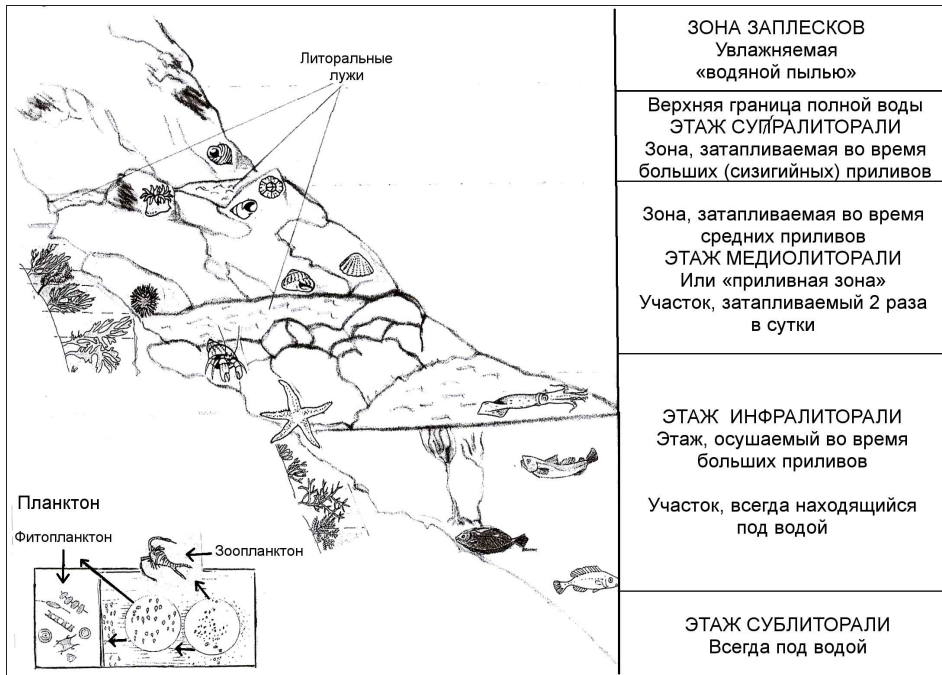


Рис. 1.1. Сообщества бентоса.

не определяет созданий, как таковых, но он характеризует поведение или образ жизни, подчёркивая их физическое состояние: блуждание, странствия в океанической среде. Таким образом, все организмы, переносимые движением воды и не способные сопротивляться течениям, входят в состав планктона»<sup>4)</sup>.

### *Два царства планктона*

Если планктонные организмы не могут преодолевать течения, то вертикальные перемещения они всё же способны осуществлять. С наступлением ночи можно наблюдать подъём планктона в верх-

<sup>4)</sup> Anita Conti. L’Ocean, les betes et l’homme. Payot et Rivages, 2002.

ние слои моря и обратно: в утренние часы планктон уходит на глубину. Амплитуда таких суточных перемещений достигает 1 000 метров. Внешне эти организмы чрезвычайно разнообразны; их размеры варьируют от 0,2 микрона (мкм) до нескольких сантиметров, иногда даже метров (медузы).

Различия в размерах позволяют каждому виду — планктофагу отыскивать себе пищу, соответствующую размерам рта, а животным, населяющим глубины — питаться организмами, живущими в поверхностных слоях. Среди этих планктонных «созданий», о которых говорит Анита Конти, различают фитопланктон, относящийся к царству растений и зоопланктон, входящий в царство животных.

## Фитопланктон

Растительный планктон или фитопланктон (микроводоросли) является отправной точкой, источником, дающим начало любой биологической активности в море. Он также формирует основу всех водных пищевых цепей. Также как и в наземных экосистемах, он использует солнечную энергию для производства органического вещества. Фитопланктон занимает пространство в верхней части океана в зависимости от интенсивности света, который он поглощает для осуществления фотосинтеза. Образуют его микроскопические водоросли, состоящие всего из одной клетки, или же из клеток, объединённых в цепочки. Эти клетки размножаются за счёт клеточного деления, потребляя  $\text{CO}_2$  и питательные соли. Они в огромных количествах производят кислород, который необходим не только для поддержания жизни в море, но и, благодаря газовому обмену, этот кислород поступает в атмосферу планеты. Фитопланктон потребляется мелкими животными, длиной 100–200 мкм. Это также излюбленная пища для многих морских животных, таких как устрицы, мидии и т. д., питающихся фито-

планктоном, как на личиночных стадиях развития, так и во взрослом состоянии. Фитопланктон, для обеспечения процессов роста и размножения, нуждается не только в солнечной энергии и углекислом газе, но и в многочисленных минеральных соединениях и олигоэлементах, особенно в соединениях фосфора и азота. Эти соединения поступают в воду во время разложения бактериями органических остатков.

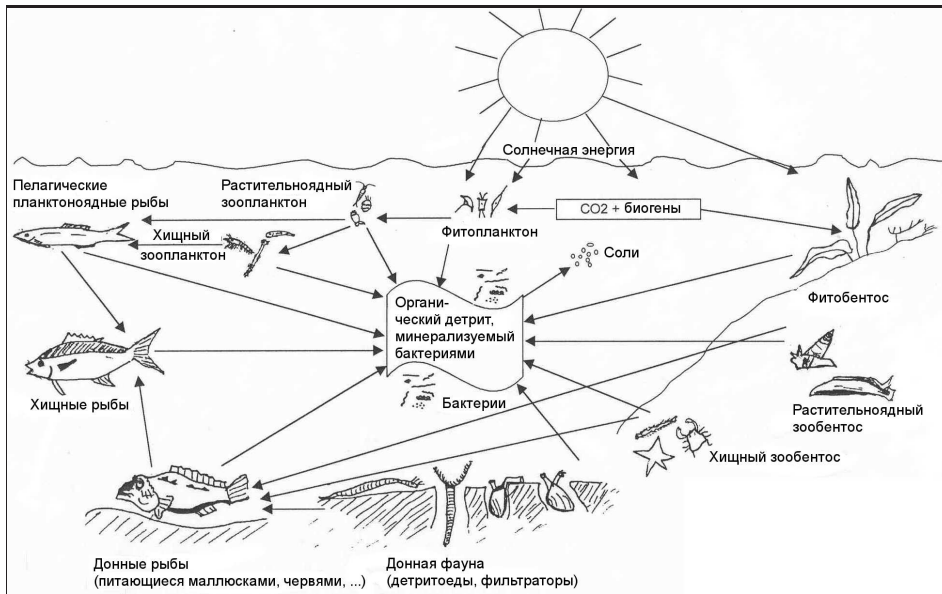


Рис. 1.2. Схематическое изображение круговорота вещества в океанах.

Вертикальные морские течения (апвеллинги) обогащают подповерхностные слои океана. Поступающие химические вещества потребляются разнообразными видами планктонных водорослей, от которых начинается трофическая (пищевая) сеть к зоопланктону, который, в свою очередь, потребляется мелкими ракообразными, поедаемыми рыбами.

Среди одноклеточных водорослей, выделяются диатомовые водоросли, формирующие самую многочисленную группу (около

10 000 видов) и, без сомнения, самую массовую. Затем идут водоросли, снабжённые жгутиками<sup>5)</sup>, называемые жгутиковыми или динофлагеллятами. Есть и микроводоросли, называемые известковыми: кокколитофориды, скелеты, которых образовали меловые скалы.

## Зоопланктон

Зоопланктон, или животный планктон, включает две группы: голопланктон и меропланктон. В соответствии с циклом развития организмов, голопланктон или постоянный планктон размножается, развивается и пребывает постоянно в водной толще. Во взвешенном состоянии его личинки проходят различные стадии развития, увеличивая свой вес и, соответственно, образуя пищу для хищников разных размеров. Итак, весь жизненный цикл представителей голопланктона протекает во взвешенном состоянии в толще воды.

Меропланктон или временный планктон состоит из первых (личиночных) стадий развития организмов, взрослая жизнь которых проходит на дне. Например, в меропланктон входят науплии креветок, которые, достигнув стадии молоди, становятся бентосом. Аналогично личиночные стадии развития омаров, устриц, мидий, калкана, других рыб являются планктонными, где они в основном поедаются хищным зоопланктоном.

Среди планктонных ракообразных выделяется доминирующая группа — копеподы, представляющая более 80% зоопланктона и поэтому играющая фундаментальную роль в биологических процессах моря. Нарушения пищевой цепи на уровне копепод могут вызвать падение запасов промысловых рыб, сравнимое с переловом. Исчезновение некоторых рыб и снижение запасов ценных рыб

---

<sup>5)</sup>Жгутик — подвижный нитчатый орган, осуществляющий перемещение организма в пространстве

не является следствием только деятельности рыбодобывающих судов.

Даже незначительные изменения химического состава водной среды способны нарушить сложившееся равновесие и вызвать развитие опасных видов фитопланктона, иногда токсичных и даже смертельных для моллюсков (микроводоросль гимнодиниум *Gymnodinium*) или нарушения пищеварительной системы у людей, потребляющих мидий и устриц (микроводоросли: динофизис и александриум *Dinophysis, Alexandrium*). Изменения состава планктона приводят к снижению численности некоторых видов и к нарушениям пищевых цепей, образующих в море трофическую пирамиду<sup>6)</sup>.

### ***Инвазии медуз***

Медузы, как организмы, переносимые течениями, входят в состав планктонных организмов. Внешне они прекрасны, особенно, когда их зонтики ритмично сокращаются подобно биению сердца. Однако медузы способны создавать и большие неприятности. Происходит это при благоприятных температурных условиях и обильной пищи, состоящей в основном из копепод. Оба эти фактора вызывают интенсивное размножение и рост медуз, поедающих корм, который становится дефицитным для мальков рыб. Огромные скопления медуз являются индикаторами загрязнения моря. Если в море поступают в больших количествах загрязнители, содержащие азот и фосфор, то при благоприятных условиях, это может вызвать «вспышку» фитопланктона, а затем и резкий рост численности копепод, в результате чего создаются благоприятные условия для размножения медуз.

Красное и Балтийское моря, особенно в загрязнённых зонах, напоминают суп из медуз. В Чёрном море до 1980 года медузы были редкими. Но затем, менее чем за 10 лет, их биомасса достиг-

---

<sup>6)</sup> См. схему на стр. 82.

ла полумиллиона тонн. Предполагают, что перелов рыбы, приведший к уменьшению запасов сельди, анчоуса, сардины — основных потребителей зоопланктона, и явился причиной массового развития медуз. В периоды вспышки численности медуз можно насчитать до 1 000 медуз в одном куб. метре. Они способны уничтожить предприятия марикультуры, как это произошло в Ирландии<sup>7)</sup>, где поле медуз площадью 25 км<sup>2</sup> и толщиной 13 метров уничтожило два рыболовных хозяйства, причём в одном было 100 000 взрослых лососей, а в другом 140 000 годовиков!

Размеры медуз могут быть огромными, например, у медузы *Chrysaor* диаметр зонтика равен 2 метрам, а длина щупалец — 18 м. Иногда их привлекает тёплая вода, выходящая из систем охлаждения, причём настолько, что они входят в системы трубопроводов и проникают по ним к фильтрам электростанций, АЭС и заводов, обессоливающих воду.

В Японском море они образуют скопления в сотни миллионов штук, причём некоторые из них достигают веса 200 кг. Они очень негативно влияют на рыболовство, поедая личинок рыб, забивая сети и вызывая порчу рыб в трюмах траулеров. Их яд может быть смертельным, как, например, у медузы *Chironex fleckeri*, которая способна убить человека в течение трёх минут (в Австралии гибнет в год один человек, а на Филиппинах — 20–40 человек).

Особенно опасны, как нормальные (сезонные), так и ненормальные периоды высокой численности медуз. Известно, что не только потепление климата явилось причиной роста численности медуз. Так, Жаклин Гои (Jacqueline Goy<sup>8)</sup>) пишет: «Контрацептивы и лекарства, лечащие менструальные нарушения являются возможной причиной пролиферации медуз». Гормоны, содержащиеся в лекарствах, выносятся из организма с мочой и не задерживаются на станциях очистки сточных вод и поэтому оказываются в

<sup>7)</sup> С. Labbe et O. Recasens. La revanche des meduses. Le Point, 31 janvier 2008.

<sup>8)</sup> Jacqueline Goy — ведущий мировой специалист по медузам. Работает в Парижском Океанографическом Институте.



море. Возникает риск «феминизации» рыб, но у некоторых медуз (например, Аурелия) исчезновение самцов не приведёт к уменьшению их численности, так как они способны размножаться почкованием. А повышение температуры воды будет способствовать ещё более интенсивному росту их численности. Более того, их основные враги: морская черепаха и красный тунец в Средиземном море находятся на грани исчезновения. В 400 океанических регионах, рассматриваемых как биологически мёртвые вследствие различных загрязнений, видимые живые организмы не встречаются, только... одни медузы<sup>9)</sup>!

## Фундаментальные исследования и эволюция научных идей

В 19-ом столетии океанография, исследования планктона, а также создание морских биологических станций были тесно связаны с развитием научных идей (дарвинизм), появлением новых транспортных средств (железная дорога) и изобретением новых исследовательских инструментов (микроскоп). В этой связи Анита Конти пишет: «Океанография — это новорождённая наука, которая смогла появиться только после всех остальных, поскольку она прибегает к помощи всех остальных. Однако Океан не может больше защитить себя. Он занимает 70% поверхности планеты и достигает в своих величайших впадинах 10 км толщины и в это огромное и нечеловеческое пространство несколько человек всё же вошли; они проследили за светом, за его странными превращениями в толще воды, которая для него играет роль фильтра. Они возвратились в наше повседневное существование, сохранив в глазах мечту и ностальгию»

---

<sup>9)</sup> Американский National Science Foundation поместил сайт, посвящённый медузам: [http://www.nsf.gov/news/special\\_reports/jellyfish/index.jsp](http://www.nsf.gov/news/special_reports/jellyfish/index.jsp)

### *Кратчайшая история развития научных идей*

Не принимая во внимание эфемерную станцию, созданную в 1783 г. в Специи<sup>10)</sup>, можно утверждать, что первая «настоящая» морская биологическая станция была создана в Остенде (Бельгия) в 1843 г. зоологом Пьером Ван Бенеденом (Pierre Van Beneden), посвятившим себя в основном изучению беспозвоночных, в особенности ракообразных. Известно, что в 19-ом веке одной из наиболее изученных областей были морские беспозвоночные, количество известных видов которых чрезвычайно выросло, благодаря длительным морским экспедициям, среди которых наиболее известна экспедиция на Челленджере в 1872–1876 гг. Экспедиционные суда, играя роль «плавающих лабораторий», предшествовали созданию морских биологических станций. Станции были необходимы и университетам для показа студентам живых животных (выловленных прямо возле станций или выращенных в аквариумах), а также для выполнения фундаментальных исследований бентоса. Железная дорога способствовала развитию этой педагогической революции, давая возможность студентам перемещаться на большие расстояния. Станции были нужны науке вообще, особенно палеонтологии, археологии и т. д., но, прежде всего, океанографии. К тому же совершенствовались технические средства исследований, как, например, микроскоп, который, начиная с середины 18 века, уже был лишён недостатков, связанных с хроматической аберрацией сложных микроскопов.

Нельзя не отметить настоящую революцию, произошедшую в умах людей того времени. Основы современной теории эволюции видов, предложенной Ч. Дарвином в 1859 г., хотя и вышли в свет, но не были приняты научным миром в течение «Славного тридцатилетия морских биологических исследований<sup>11)</sup>». Сторонники

<sup>10)</sup> Специя — это город, расположенный в Лигурии, в северо-западной части итальянского полуострова.

<sup>11)</sup> Michel Glemarec. Qu'est-ce que la biologie marine? De la biologie marine a l'oceanographie biologique. Vuilbert/Adapt-Snes, 2007.

самозарождения жизни, которых в наши дни можно отнести к креационистам или сторонникам Разумного Создания (Intelligent Design), отвергали идеи эволюционистов — приверженцев теории Дарвина. Эта теория базировалась на действии естественного отбора, иначе говоря, она утверждала, что выживают только наиболее приспособленные к внешней среде животные, (включая человека). «Выжившие» имеют больше шансов для размножения и, следовательно, для передачи своих генов. Животное, наделённое в большей степени полезным признаком, например, более волосатое, чем остальные, имеет больше шансов выжить в холодное время и передать потомству эту «положительную аномалию». Эта «мутация» более или менее легко распространится в будущих поколениях этого вида, в зависимости от условий среды (хищники, болезни, способность защищаться, добывать пищу и т. д.). Некоторые «выжившие» достигают половой зрелости и размножаются. Другие исчезают. Это результат «одновременно случая и изменчивости», что и доказала генетика в 20-ом веке.

Нетрудно понять, что такая теория вызвала столкновения научных идей. Так, Анри де Лаказ-Дютьер (Henri de Lacaze-Duthiers), великий анатом, «фиксист», отвергал дарвинизм, а основатель станции в Роскофе называл своего бывшего препаратора, ставшего первым французским эволюционистом Альфреда Жиарда, — «негодяй из Лилля». Необходимо также знать, что в то время быть эволюционистом, означало прекращение финансирования исследований этого специалиста, а также и лаборатории!

### ***В провинции «эволюционисты», а в Париже вожди-консерваторы***

В этот же период «научного кипения», после окончания войны 1870 г. и до первой мировой войны, постепенно сложилось то, что можно назвать «экологическим мышлением», которое было инициировано, прежде всего, некоторыми крупными учёными. Например, Анри де Лаказ-Дютьер, который был противником тео-

рии Клода Бернара, считал, что естественные науки должны быть сведены только к составлению списков видов и описанию анатомии организмов. Согласно его воззрениям, «зоология — это не более, чем изучение форм; она становится экспериментальной, то есть она базируется на наблюдениях за живыми животными, помещёнными в аквариум при некоторых условиях, установленных экспериментатором». На основе таких наблюдений он разработал принципы организации биостанций, примером которых может служить Неаполитанская станция. Что касается Альфреда Жиарда (его бывшего препаратора) то, несмотря на многочисленные открытия, сделанные им на морских животных, он более известен как изобретатель слова «этология», которая в наше время изучает поведение животных, но Альфред Жиард имел ввиду «совокупность отношений, связывающих животных с окружающими их созданиями и со средой, в которой они находятся»<sup>12)</sup>. Вокруг него на станции в Виреме (Wiremeux) сгруппировалась «фаланга» биологов, разделявших идеи Дарвина, Ламарка и Валласа. Среди них был и бельгиец Пельзенер, покинувший свою страну по причине собственных идей (неоламаркизма); к нему же присоединился Антуан-Фортюне Марион, основавший в 1869 г. в Марселе первую провинциальную морскую зоологическую лабораторию.

### ***Научное кипение, явившееся прелюдией экологического мышления***

Благодаря этим идеям, революционизировавшим науку, стали стремительно развиваться сравнительная анатомия беспозвоночных и эмбриология (или эмбриогенез). Более того, в 1866 г. Эрнст Геккель, немецкий биолог, распространивший идеи дарвинизма в Германии, предложил полигенетическую классификацию царства животных. Его генеалогическое дерево, называемое «древо Геккеля», выявило связи, существующие между крупными таксона-

---

<sup>12)</sup> Это определение отвечает современным представлениям об экологии.

ми живых организмов. В 20-ом столетии генетика подтвердила и развила сведения об этих связях. Именно Геккель, предложивший термин «филогения»<sup>13)</sup>, в 1866 г. придумал термин «экология», который он писал как «оэкология»<sup>14)</sup>. Он также является отцом «хорологии»<sup>15)</sup>. Нельзя не упомянуть создателя бентосной экологии Карла Мёбиуса — зоолога, работавшего в университете г. Киль и предложившего термин «биоценоз»<sup>16)</sup>. Нужно также назвать и Виктора Генсена, физиолога того же университета, предложившего термин «планктон», включивший в себя все дрейфующие организмы. Он разработал методы подсчёта икринок рыб, что давало возможность прогноза запасов рыб. Его называют «отцом количественной экологии пелагиали». Фридрих Дагл (Friedrich Dahl) ввёл метод количественных оценок популяций (сортировка по размерам, систематический анализ, подсчёт количества экземпляров по видам), что затем привело к созданию «количественной экологии бентоса», методы которой используются и сегодня.

---

<sup>13)</sup> Филогения или филогенез — наука, изучающая связи, существующие между различными таксонами (филумами). Системы связей предложили вначале анатомы, затем эмбриологи, что и вылилось в построение филогенетического (либо филетического) дерева.

<sup>14)</sup> Действительно, в Древней Греции каждый человек был тесно связан с «ойкосом» — ансамблем бытовых и хозяйственных предметов, дома, строений и людей, образующих вместе домашнее хозяйство. Следовательно, оэкология по Геккелю должна заниматься изучением связей, объединяющих живых организмов с биотическим и физико-химическим окружением, включая экономику природы.

<sup>15)</sup> Хорология — это раздел биогеографии, изучающий исторические процессы географического распределения и расселения организмов.

<sup>16)</sup> Биоценоз — совокупность организмов, живущих в определённых условиях среды и объединённых взаимными связями.

**Примеры простой классификации морских животных атлантического побережья.**

**(Примеры названий некоторых типов животных)**

**Аннелида** (от annulus — кольцо) — пелагические, либо донные черви.

**Артропода** (от arthron — членик и podos — нога) — членистоногие, куда входят ракообразные или crustacei (от crusta — корка или панцирь), пример: крабы, омары, креветки, морские жёлуди, морские козочки.

**Книдария** (от cnide — крапива) — жалящие или стрекающие: актинии, медузы, кораллы. *В русской литературе этот тип животных называют Кишечнополостные — прим. переводчика).*

**Эхинодерма** (от echinos — ёж и derma — кожа) — иглокожие: морские ежи, морские звёзды, офиуры, морские лилии.

**Моллюски:** бивальвия (от bi — две и valvae — створка) — двустворчатые моллюски: мидии, устрицы, сердцевидки, морские гребешки;

**Гастропода** (от gaster — живот, желудок и — podos — нога) — брюхоногие: рапана, блюдечко, литорина;

**Цефалопода** (от cephalo — голова и podos — нога) — головоногие: каракатицы, кальмары, осьминоги;

**Туниката** (от tunica — туника, накидка): асцидии.

**Спонгия** (от spongia — губка): губки

### ***Организация морских биологических станций***

Не лишним будет напоминание, о том, что создание морских биологических станций происходило в условиях активного противодействия некоторых учёных. Однако, несмотря на многие трудности, станции создавались, в чём-то копируя и поддерживая друг друга, что в конечном итоге сформировало европейскую базу фундаментальных исследований по морской биологии. Кипение идей,

развитие фундаментальных исследований вдохновляли создателей станций, построивших их по единому общему плану. Станции стали оплотом новой теории эволюции. Мы здесь рассмотрим историю создания четырёх станций, наиболее ярко воплотивших научную эпоху того времени.

### ***Конкарно<sup>17)</sup> — первая морская биологическая станция, разрабатывающая аквакультуру***

Врач императора Наполеона III профессор Косте (Pr Coste) занимался также выращиванием пресноводных рыб в г. Конкарно (северо-западная Франция), став инициатором создания современного рыбоводства. Благодаря известному местному штурману Этьену Гийю, он занялся изучением морской фауны, осуществляя лов планктона и драгирование дна бухты Конкарно, известной в то время своими промысловыми запасами сардин. Поскольку он был также и генеральным инспектором рыболовства, он смог найти средства для строительства в 1859 году станции и даже проводить драгирование дна кораблями военно-морского флота.

Здание новой биологической станции интересно, прежде всего, «своими бассейнами, расположенными в виде каскада, что обеспечивало непрерывное обновление воды и воздуха и, следовательно, содержание рыб в наилучших условиях»<sup>18)</sup>. Такое техническое решение в дальнейшем нашло широкое распространение в аквакультуре. Заросли zostеры (морской травы) в бухте Форэ и острова архипелага Гленан, расположенного в нескольких милях от станции, создали «истинный рай» для натуралистов, приезжавших в летнее время для работы на станции.

Косте разработал методы выращивания в бассейнах различных лососей. Живую рыбу, в том числе, редкие виды рыб ему достав-

<sup>17)</sup> В августе 2009 г., на праздновании 150-летия станции, по инициативе бывшего директора станции Ива Ле Галя, планктон был введён в ранг «почётного гостя».

<sup>18)</sup> Журнал Ag Men, см. список литературы.

ляли моряки, труд которых он оплачивал. Работал Косте и над проблемами «воспроизводства морских ресурсов», что в то время уже было актуальным. Так, в 1852 г. в бухте Конкарно резко снизились запасы устриц и проф. Косте провёл успешные опыты по подращиванию устричной молоди на искусственных субстратах (поверхностях), что послужило началом современного устрицеводства. Он также занимался исследованием причин резких колебаний численности сардин.

### ***Когда исследователи прошлого разрабатывают методологию дня нынешнего***

После кончины Косте станция продолжала выполнять с переменным успехом научные исследования. Благодаря исследованиям Жоржа Пурше был открыт динофизис — токсичная планктонная водоросль, а Лоран Шабри создал экспериментальную эмбриологию. В 1885 г. исследователь Поль-Луи Фабр-Домерг впервые разработал биотехнику выращивания морской рыбы — морского языка. Однако реализация в лабораторных условиях биологического цикла развития морского языка всё же не является разработкой технологии его культивирования. Например, ежедневно требовалось выходить в море для отлова планктона. Такая возможность появилась в 1906 г., когда лаборатория получила судно «Ле Петрель» (Le Petrel).

Фабр-Домерг изобрёл искусственную наживку, что было вызвано периодическими исчезновениями сардин. А совместно с Лежандром он разработал метод санитарной очистки устриц (в течение трёх суток устриц содержали без корма в бассейне с замкнутой циркуляцией в воде, лишённой бактерий).

### ***Неаполитанская станция — образцовая модель***

Немецкий натуралист Карл Фогт предложил проект создания станции на берегу Средиземного моря в г. Виллефранш, но этот



проект не был реализован, так как другой немецкий исследователь открыл в 1872 г. станцию в крупном туристическом городе Неаполе. В отличие от других исследователей, Антон Дорн обладал «коммерческой жилкой», подсказавшей ему гениальную идею: дополнить научную лабораторию публичным аквариумом. Публика, воодушевлённая увиденными морскими обитателями, легче будет отдавать деньги на морские исследования. Затем он сдал в аренду помещения лабораторий 15 странам, не имеющим морских станций, что позволило этим странам проводить собственные исследования.

Он также обеспечил дополнительное финансирование своих исследований за счёт частных лиц и общественных организаций, то есть, говоря современным языком, «спонсоров». Неаполитанская станция стала образцом для других станций, за исключением английских, задачами которых было обеспечение потребностей рыболовства Англии. Следует также отметить, что архитектурный стиль станций одинаков, независимо от их местоположения и времени постройки, начиная от 19-го века и до 20-го в Вьетнаме, в г. Ня Чанг (Nha Trang).

### *Севастопольская станция; память о планктоне*

История создания Севастопольской биологической станции, построенной, как следует из названия, на берегу Чёрного моря в Крыму, свидетельствует о том, как научный мир лёгко и свободно обменивался в 19-ом веке результатами исследований и насколько полно натуралисты всех стран были осведомлены об исследованиях своих коллег. Севастопольская станция базировалась на общих основах, принятых станциями 19-го века, которые были хорошо известны её основателю Александру Ковалевскому. Эта станция представляет особый интерес по двум причинам. Во-первых, потому что многие русские зоологи, сформировавшиеся на этой станции, работали затем и на других станциях. Они же, в частности, приняли участие в создании станции в г. Виллефранш. Во-

вторых, потому что начало работ этой станции связано с личностью С. М. Переяславцевой, занимавшей первые десять лет должность директора станции, не получая за это ни зарплату, ни научное звание, так как она была женщиной... Будучи известным исследователем, открывшим 200 видов животных в Севастопольской бухте, она заняла достойное место среди пионеров биологических исследований (эмбриональное развитие плоских червей и ракообразных). В ИнБЮМе (Институте биологии южных морей — новое название Севастопольской станции) прекрасно помнят, с каким упорством она боролась в течение десяти лет за оснащение станции различным оборудованием, от орудий лова и до микроскопов.

### *Виллефранш — русская станция, ставшая французской*

Создание станции в г. Виллефранш — это особый, можно сказать, удивительный случай. Не столько город, но исключительное богатство планктона, изобиловавшее в бухте и «море Ниццы» привлекали внимание исследователей, особенно Карла Фогта, отдавшего 10 лет исследованиям местной морской фауны. Бухта Виллефранш — поистине «ловушка для планктона», создаваемая течениями, приносящими к берегам живых организмов. В 1860 г. графство Ницца, управляемое прежде сардинскими королями, стало вновь французской территорией, но по-прежнему использовалось русским военным флотом в качестве угольной базы черноморского флота. По рекомендации А. О. Ковалевского в галереях здания базы киевский профессор Алексей Коротнев, организовал в 1885 г. зоологическую станцию Виллефранш со своими собственными фондами. Следует отметить, что К. Фогт дал согласие на организацию этой станции и даже передал ей свою библиотеку. А. Коротнев получал в течение 30 лет политическую и социальную протекцию со стороны Ниццы, а также поддержку многочисленной русской колонии. На станции работали многие се-

вастопольские исследователи. В войну 1914 г. и во время русской революции станция стала убежищем для беженцев, в том числе и для Григория Трегубова, приехавшего туда в 1915 г.

**Даты создания основных морских биологических станций**

1843 — станция в г. Остенде, Бельгия  
1859 — станция в г. Конкарно, Франция  
1871 — станция в г. Севастополь, Россия  
1872 — станция в г. Неаполь, Италия  
1872 — станция в г. Роскоф, Франция  
1874 — станция в г. Виремэ, Франция  
1879 — станция в г. Сет, Франция  
1885 — станция в г. Виллефранш, Франция  
1887 — станция в г. Мисаки, Япония  
1888 — станция в г. Плимут, Англия

Весьма известная в то время станция Виллефранш, благодаря исследованиям планктонных сообществ, в 1932 г. была официально включена в состав Министерства национального образования Франции. Станция была присоединена к Парижскому университету, непосредственно к лаборатории Араго в г. Баньюль сюр Мер (Banuuls-sur-Mer). Г. Трегубов, ставший зам. директора станции, совместно с Морисом Роз написали «Учебник средиземноморской планктонологии», переизданный в 1978 г., являющийся и в наше время авторитетным руководством в данной области.

## **Питомник в г. Бег-Мей (Франция) — учебная лаборатория**

В Бретани (северо-западная часть Франции) расположена небольшая биологическая станция, история создания которой

необычна. Преподаватель из Министерства национального образования, Робер Тессье (Robert Tessier), организовал в 1967 году в Сельскохозяйственном лицее г. Бреулу (Южная Бретань) проведение первых практических занятий (стажировок) по изучению морской среды, что явилось тогда настоящей инновацией в педагогике. Центр, в котором проводили стажировки, назвали СЕМРАМА (Centre d'étude du milieu et de pédagogie appliqué du ministère de l'Agriculture), в переводе: «Центр изучения среды и прикладной педагогики, Министерства сельского хозяйства». В 1973 г. этот Центр обосновался в г. Бег-Мей (возле Кампера) в здании бывшего «Гранд Отеля». В настоящее время Центр является частью Агрокампуса г. Ренн (административный центр Бретани). В 1986 г. Пьер Молло организовал в здании Центра учебно-исследовательский питомник для получения молоди морских организмов<sup>19)</sup>. Центр стал идеальным местом для обучения морепользователей: близость моря, крупный аукцион морепродуктов, рыболовный порт, вся сеть переработки и реализации рыбы и морепродуктов и т. д. Обучающиеся овладевали на судах профессией рыбака, а также, непосредственно контактируя со всеми подразделениями рыболовства; технологию марикультуры изучали в устричных парках и т. д.

Для того времени такое обучение было нововведением: ученики собирали пробы на литорали; живых ракообразных и моллюсков содержали в аквариумах; вели наблюдения над морскими организмами; подыскивали и изучали соответствующую литературу. После пятнадцатидневной практики ученики писали отчёт и делали устный отчётный доклад, сопровождаемый иллюстрациями.

В 1977 г. СЕМРАМА получил статус национального учреждения. До 1986 г. это экспериментально-учебное учреждение с основными профилирующими дисциплинами: аквакультура, экология, сельское хозяйство, педагогика — активно адаптировало учеб-

---

<sup>19)</sup>В последующих разделах эта организация, для краткости, будет именоваться «Бег-Мей».

ный процесс к требованиям инновационной педагогики. Изначально учреждение находилось в подчинении Генеральной дирекции образования и исследований Министерства сельского хозяйства и рыболовства.

### *Центр повышения квалификации преподавателей*

С течением времени цели и задачи центра в Бег-Мей существенно не менялись. К проведению практики учеников добавились практические стажировки преподавателей, приезжающих на переподготовку из Министерства сельского хозяйства и Министерства образования. Здесь приезжающие преподаватели углубляли свои знания в области морской биологии, географии прибрежных зон, экономики рыболовства и т. д., а также знакомились с новыми педагогическими методами.

Начиная с 1980 г., по решению Министерства сельского хозяйства, центр стал проводить преддипломные стажировки будущих аквакультуристов и рыбаков, а также обучение с выдачей «Профессионального диплома по морепользованию и сельскому хозяйству» (*Brevet professionnel agricole et maritime*). С 1986 г. стали обучать и взрослое население без отрыва от производства по программе 600–800 часов, которое (население), не имея соответствующих дипломов, не имело права организовывать морские хозяйства, ни получать государственную поддержку. Ранее взрослых обучали в нескольких учебных заведениях, расположенных на побережье страны. В том же году был построен морской питомник, в котором проходили практику в основном взрослые обучающиеся. Затем питомник Бег-Мей стал частью педагогического процесса так же и для других морских лицеев, выпускавших специалистов с полным образованием<sup>20</sup>). Следует отметить, что высшую квалификацию

---

<sup>20</sup> Начальным является «Диплом профессионального рыбохозяйственного обучения» («*Brevet d'études professionnelles aquacoles*», ВЕР); следую-

получает небольшая часть студентов. Сегодня уже существует система накопления обучения: использование накопленного опыта VAE (valorization des acquis experiences). Эта система особенно интересна лицам, не имеющим никакого диплома. Имея 20–30-летний профессиональный опыт работы, можно, пройдя упрощенное обучение, получить диплом. В конечном итоге требуются в основном навыки и умение хорошо выполнять работу.

### *Педагогический цех*

Питомник в Бег-Мей является, прежде всего, учебным подразделением. Данный питомник замышлялся как «живое учебное пособие», что было характерно для первых станций.

Ученики, стажёры, студенты на практике познавали сложность и ранимость водной среды, а также овладевали методами разведения водных животных, особенно моллюсков, проходящих различные этапы развития. Работая в питомнике, обучающиеся учатся преодолевать технические трудности профессии аквакультуриста.

Технологии аквакультуры позволяют управлять размножением водных организмов. Однако аквакультура является не только средством создания продукции. Она способствует более глубокому познанию биоценозов, биотопов, экосистем; пониманию роли в экосистемах личиночных стадий, питающихся в процессе развития различным специфическим кормом. Ученики приобретают навыки кондиционирования производителей, то есть доведение их до состояния нереста. Полученных личинок ученики подращивают до взрослых животных, проходя при этом все стадии развития. Питомник постоянно запитывается морской водой, отбираемой из бухты Конкарно. Исследуя поступающую из бухты воду, ученики

---

щая ступень: «Диплом рыбохозяйственного техника» — (“Brevet de technicien aquacole”, BTA); высшая ступень: «Диплом техника высшей квалификации» — (“Brevet de technicien supérieur”, BTS). Во всех случаях продолжительность обучения одинакова (2 года).

регулярно получают информацию о состоянии морской среды и об экосистеме бухты.

### ***Устройство учебного питомника***

В питомнике фитопланктон выращивают в больших стеклянных сосудах в специальном помещении, внутри которого температура удерживается в пределах 18–20°C. Вид выращиваемых микроводорослей можно распознать по цвету культур, принимающих различные оттенки зелёного, жёлтого, коричневого. Культуры фитопланктона получают световую энергию от ламп дневного света, горящих круглосуточно, что позволяет максимизировать продукцию водорослей. Поступающая из моря вода для культур фильтруется и стерилизуется. Для ускорения роста водорослей в сосуды с фитопланктоном подаётся сжатый воздух, обогащённый углекислым газом. Культура, достигшая нужной концентрации клеток, переносится в смежный зал для кормления личинок. Личинки выращиваются в больших баках из стеклопластика, куда подаётся сжатый воздух для насыщения воды кислородом.

В большом зале, называемом «питомник», установлены ванны разных размеров, в которых содержатся производители различных морских животных: тюрбо (*калбала — близкородственный вид черноморского калкана — прим. переводчика*), крабы «морские пауки», каракатицы, различные моллюски т. д. Также содержатся и ракообразные, служащие учебными пособиями курса по воспроизводству биоресурсов, — их затем выпускают в море. Некоторые виды, как например, тилапия (тропическая пресноводная рыба) являются сугубо подопытными организмами и, поэтому, ни в коем случае, не выпускаются в море. В некоторых ваннах установлены укрытия или убежища, необходимые для пугливых животных (каракатицы), либо легко уязвимых (омары после линьки).

При питомнике организована лаборатория, в которой установлен большой микроскоп с видеокамерой, подключённой к телевизору. Под кранами для пресной воды в ваннах — мойках можно

часто видеть пробирки, пипетки, колбы Эрленмейера<sup>21)</sup>, а в стороне: аквариумы и микроскопы, предназначенные для наблюдения личинок моллюсков, рыб и ракообразных, а также для рассмотрения свежих планктонных проб, взятых прямо с причала Бег-Мей или из лиманов Мустерлен, или на более удалённом расстоянии. Большой центральный стол предназначен для выполнения записей своих наблюдений, проводимых на телеэкране или под микроскопом и т. д. В лаборатории также проводятся учебные занятия и читаются лекции.

### *Биологическая мини-станция*

Каждое утро, входя в лабораторию, исследователь испытывает самое первое ощущение: «специфический запах лаборатории». По нему он сразу же узнаёт всё ли в порядке, или что-то случилось. Если ощущается «здоровый запах моря» — это означает, что всё обстоит хорошо. Но, если появился запах сероводорода — значит ночью, что-то произошло. Поэтому он обходит ванны и баки, в которых он внимательно рассматривает, прежде всего, цвет воды. В случае культур планктона, цвет должен быть яркий, незатуманенный и сверкающий, но, если появилась в оттенках цвета мутноватость — значит, в культуре возникли серьёзные нарушения. После предварительного обследования с помощью чувств, следует изучение культуры под микроскопом, что позволяет определить даже малейшие отклонения развития микроорганизмов от нормы.

Затем исследователь обследует природный планктон. Пробы планктона отбираются с помощью планктонной сети прямо с причала г. Бег-Мей. Как обычно в пробе обнаруживаются частички мусора, песчинки, частички панцирей ракообразных и, конечно,

---

<sup>21)</sup>Колба Эрленмейера, обычно называемая эрленмейер, или проще: эрлен — стеклянный сосуд, широко применяемый в качестве лабораторной посуды. Колба состоит из основной нижней части, выполненной в виде конуса и малой верхней части — цилиндрического горла. Существуют различные типы эрленмейеров, отличающиеся формой горлышка.



живые организмы — представители фитопланктона и зоопланктона. Профильтровав воду через фильтр с порами в 150 микрон, исследователь берёт каплю фильтрованной воды и обследует её под микроскопом. В воде обнаруживаются прозрачные организмы зоопланктона. Если их желудки окрашены в зелёные или коричневатые тона — значит это растительноядный зоопланктон, питающийся фитопланктоном. Часто наличие большого количества сытого растительноядного зоопланктона (обычно, копепод) свидетельствует о хорошем состоянии водной среды, причём копеподы являются пищей мальков рыб. Однако в этот день исследователь занят изучением планктонных личинок моллюсков, покрытых прозрачными раковинками. В это время года наиболее массовыми являются личинки мидий. Их желудки заполнены жёлтой массой, значит, они имели возможность питаться качественным фитопланктоном. Чёрное пятнышко на раковине говорит нам о том, что личинка находится в планктоне уже 20 суток и, что завтра она прикрепится нитями биссуса к поверхности скалы, и начнётся процесс метаморфоза, в конце которого личинка превратится в обычную мидию. У другой личинки уже появилась нога — это личинка устрицы, находящейся на стадии «педивелигера с глазком», то есть также готовой к оседанию на скалы.

Итак, результаты предварительного обследования природного планктона — обнадеживающие: личинки сытые, а значит, нужный кормовой планктон содержится в воде в достаточном количестве.

### *Станция культивирования фитопланктона*

По цвету морской воды иногда можно определить виды одноклеточных водорослей, размножившихся до образования высоких концентраций. Такие явления натолкнули исследователей на мысль о выращивании одноклеточных водорослей в искусственных условиях. Для этого, прежде всего, исследователи выделили в качестве основных условий три компонента: свет, углекислый газ, питательные соли. Затем они внесли в сосуды с питательной

средой отобранные виды водорослей. В зависимости от задач, выбирается для выращивания соответствующий вид водоросли. Например, если нужно получить культуру, богатую хлорофиллом, выбирают зелёную водоросль, допустим дуналиэллу, и вносят её в сосуд. В течение нескольких дней, благодаря фотосинтезу, клетки растут и размножаются, окрашивая культуру в зелёный цвет. Достаточно внести в сосуд всего несколько клеток растительного планктона, как они начинают увеличивать свою численность в зависимости от интенсивности освещённости и продолжительности светового периода. Если стоит задача культивирования бурых водорослей (богатых каротином), то в сосуд вносят диатомовые водоросли, например, скелетонему и добавляют в среду соль кремниевой кислоты, необходимую для построения кремниевого панциря, защищающего клетку от неблагоприятных внешних воздействий. Для культивирования жёлтых (золотистых) водорослей, содержащих и хлорофилл и каротин, в культуру вносят мелкую водоросль изохризис гальбана и т. д. Используя три перечисленных вида водорослей, можно выращивать личинки многих видов рыб, моллюсков, ракообразных.

### ***Выбор вида водорослей зависит от вида выращиваемых животных***

Можно задаться вопросом: «Для чего нужны разнообразные виды водорослей?». Дело в том, что описываемый питомник преследует учебные цели, поэтому разные культуры водорослей соответствуют различным целям образования. Некоторые учащиеся хотят выращивать рыбу, поэтому их интересует, прежде всего, зелёный фитопланктон. Другие предпочитают выращивать ракообразных, поэтому им нужны бурые (коричневые) водоросли, такие как диатомовые. Устрицеводам и мидиеводам нужны золотистые водоросли.

Выращивают кормовой планктон, а также ухаживают за изучаемыми животными сами учащиеся под руководством преподава-

теля. Но вот наступают летние каникулы у учащихся, а желудки животных работают без каникул... Возникает серьёзная проблема содержания животных.

### *Нежность осьминога*

В питомнике морские животные не задерживаются надолго, как это имеет место в зоопарке, но иногда между марикультуристом и животными возникают отношения привязанности, подобно привязанности фермера к своим питомцам. К большинству морских животных морской фермер равнодушен, но один вид является исключением из этого правила. Речь пойдёт об осьминогах, которых невозможно поставить рядом ни с кальмарами, ни с каракатицами, ни с другими головоногими! Кальмары, благодаря своим реактивным двигателям, производят удивительное впечатление. Они несколько пугливы и быстро уплывают, выпуская облако чернил. Но осьминог — это мечтатель. Представьте себе лысый череп с двумя большими глазами, внимательно разглядывающими Вас — очень похоже на половину человеческой головы, перемещающейся на восьми ногах. Разглядывающий Вас череп — это, вне сомнения, заблуждение. Но, когда Вы опускаете палец в воду аквариума, чтобы проследить реакцию животного, то, вместо испуга осьминог, не спеша подрабатывая мембранами, приближается на своих пуантах к пальцу и дружелюбно его пожимает, нежно обернув палец кончиком щупальца. Фантастическая встреча с пришельцем! Складывается впечатление, что у него нет желания Вас съесть, ни напасть; он просто подошёл передать свою «нежность» с помощью щупальца. Кажется, что он проявляет желание общения. Иллюзия ли это? Он очень странный, но и привлекательный. Осьминогов охотно наделяют человеческими качествами, считают, что среди морских животных, они по интеллекту следуют сразу же за дельфинами.

Почти всегда, несмотря на предпринятые меры предосторожности, осьминогов находят мёртвыми, на полу перед ваннами. Они

способны пройти сквозь мелкие отверстия в защитной сетке или крышке и выйти из ванны или бассейна в воздушную среду, если это необходимо для возвращения в море. Осьминог не предназначен для пребывания в заключении в условиях питомника.

## **Бег-Мей — центр прикладных исследований**

Профессор Ив Ле Галь, бывший зам. директора Коллеж де Франс, утверждает, что научные открытия часто происходят случайно. Он настаивает на таком факте: «противоречие между исследованиями и технологическим развитием является показателем глубокого непонимания реальных механизмов инноваций, базирующихся в основном на фундаментальных исследованиях, основывающихся на простом любопытстве, прилагаемом ко всем областям, по-возможности, к самым невероятным».

Результаты научных исследований и открытия, которые из них могут проистекать, связаны одновременно, как со случаем, так и со строгими наблюдениями. Питомник Бег-Мей это учебное заведение, рассчитанное на молодёжь; но также это и исследовательская лаборатория. Однако, прежде всего, это место, где учат наблюдать природу, учат быть любознательными. Несколько примеров, приведенных ниже, продемонстрируют, как ученики и преподаватели уточняют задачи, ищут практические решения и находят их, нередко случайно. Примеры помогают также понять, как удаётся разработать биотехнику разведения морских организмов.

### ***Не игнорировать достижения предшественников***

Нередко причиной исследования является жизненный опыт, например, наблюдения рыбаков, которые способствуют организа-

ции работ по иным направлениям и разработке новых проектов. Один из учащих в Бег-Мей — Ян, поехал волонтером в лесную Гвинею, то есть в район, расположенный вдали от морских берегов, в котором он решил развивать тропическую аквакультуру. За шесть месяцев ему удалось организовать в заброшенных бассейнах аквакультуры выращивание 250 граммовых тилапий<sup>22)</sup>. Местный рыбак спросил его, каким образом ему удалось совершить такое чудо, так, как хорошо известно, что «рыбу размножить не возможно, а на землю она падает с неба». Ян ему ответил: «Нам удалось сблизить самцов и самок, в результате чего они и размножились». Однако африканские рыбаки не поверили такому объяснению. «Конечно, это неплохо, что делает молодой француз, но мы-то точно знаем, что рыбы падают с неба!».

Несколько позже, после сильного дождя (это был сезон муссонов), Ян со своей террасы разглядывал поверхность лужи, казавшейся кипящей. Приблизившись к луже вплотную, он увидел массу мелких рыбок размером 3–5 мм. Выяснилось, что это мелкие поверхностные рыбки, а также рыбки, встречающиеся в местных родниках. Он вынужден был констатировать, что рыбы действительно падают с неба!

Возвратившись во Францию, он стал просматривать научные архивы в поисках описания подобных феноменов. Действительно, отмечаются «рыбные дожди», даже «щучьи дожди», «лягушачьи дожди». Подобные явления отмечались более века тому назад в Бордо и в Париже и объяснялись они довольно легко. На поверхности воды формируется мини — депрессия, откуда поднимается вверх вода вместе с рыбой и переносится затем ветром на расстояние 100–200 км, после чего и падает на землю с неба! Причём, в течение своего «путешествия» рыба не гибнет . . . Из этой истории

---

<sup>22)</sup>Тилапии включают три рода, входящие в семейство цихлид: *Oreochromis*, *Tilapia*, *Sarotherodon*. Их происхождение: Африка, а также Ближний и Средний Восток; размеры находятся в пределах 5–50 см. Это пресноводные рыбы, живущие и в солоноватой воде. Тилапии напоминают экзотических карпов; их широко выращивают в мире.

следуют несколько выводов: научный сотрудник постоянно должен задаваться вопросами; научное знание — это только одна из форм знания, существуют и другие формы. Всегда нужно пользоваться знаниями и опытом других, хотя иногда они приводят и к неверным выводам.

### *Чтобы понять, нужно исследовать*

Обучающиеся по курсу ВЕР изучают размножение тапесов (двустворчатые) в условиях питомника. Для них не представляет сложностей взять тапеса-самца и тапеса-самку, провести нерест, затем оплодотворение; в итоге получить молодь и поместить её в песок. Но как эти процессы протекают в природе?

Ученики проводят, своего рода, расследование: они расспрашивают профессиональных сборщиков тапесов. К их большому удивлению никто из сборщиков не знает, где находится молодь тапесов (*тапес* — по-французски: *palourde* — *палюрд*).

Сборщики прекрасно знают, где имеются поселения тапесов размером 20, 35 и 50 мм, но они никогда не видели молодых тапесов, размером от 0 до 20 мм. Однако не бывает родителей без детей! Ученики, получив задание отыскать молодь тапесов, не смогли его выполнить.

В конце концов, случайно ученик, сорвав со скалы гроздь мидий у уреза воды, увидел среди мидий массу мелких тапесов размером 3 мм. Молодь была прикреплена к нитям биссуса мидий. Оказывается, биссус играет роль коллектора для личинок тапесов. Последующие тщательные обследования скалы позволили обнаружить тапесов размерами 5 и 10 мм, а затем и все остальные размеры. Биссус известен как система нитей, с помощью которых мидии крепятся к скалам. Тапесы, размерами до 10 мм, не способны жить в грунте, так как они нуждаются в поступлении больших объёмов воды, из которых они отфильтровывают корм. Достигнув определённых размеров, тапесы открепляются и падают на дно.

После проведения успешного «расследования», ученики изготовили из нейлоновых (капроновых) нитей коллекторы, напоминающие биссус мидий. Спустя несколько месяцев, личинки тапесов осели на эти коллекторы.

Цель подобных мероприятий — научить молодых людей самим находить ответы на возникающие вопросы. В данном случае, ученики не только сами решили проблему, но и совершили настоящее открытие, так как в литературе нет ответов на данный вопрос. Кроме этого, ученики изобрели коллекторы для сбора молодежи тапесов.

### *Уметь наблюдать*

Следующие два примера объясняют, каким образом наблюдения помогают выполнять прикладные исследования и нужно ли всегда относиться некритически к известным истинам.

Цель первого опыта — проведение в лабораторных условиях размножения мидий, что необходимо для понимания протекания размножения в естественных условиях. Вначале обратили внимание, что в питомнике мидии, находящиеся в ванне на коллекторе в условиях хорошей обеспеченности фитопланктоном, всегда оставались на коллекторе. В другой ванне, с меньшим количеством мидий, соответственно и корма выдавали меньше. В этой ванне мидии опадали с коллектора и накапливались на дне. Складывалось впечатление, что мидии «решили поискать» другие места, более богатые кормом!

Таким образом, исследователь, случайно обнаруживает важную особенность поведения мидий: они способны перемещаться, если им не хватает корма.

Другой пример: в экологии называют симбиозом «ассоциацию двух разных видов, объединённых взаимовыгодными связями и не способных выживать в отдельности». Однако существуют случаи, когда два вида животных могут жить и в отдельности, но, находясь совместно на общем участке, они оказывают благоприятное

влияние на развитие друг друга. Это ярко проявляется при совместном содержании морских ежей и морских ушек. Ванну с выращиваемыми морскими ежами поместили над ванной с морскими ушками. Несколько поодаль находилась другая ванна с морскими ушками. С целью упрощения системы подачи воды, воду, выходящую из ванны с ежами, направили в ванну с блюдечками. Морские ежи питались своим любимым кормом: бурыми многоклеточными водорослями. Вскоре обнаружилось, что морские ушки стали быстро расти, причём гораздо быстрее тех, которые находились в другой ванне и получали обильный корм. Почему? Исследователь, а также фермер, определяет по экскрементам, насколько интенсивно питаются животные. Морские ежи размельчают водоросли своим ротовым аппаратом (Аристотелевым фонарём), при этом часть измельчённых водорослей переносится водой в ванну с ушками, которые охотно поедали этот оптимальный для них корм.

В Японии фермеры, выращивающие морских блюдечек, используют такую особенность морских ежей. На другом конце планеты, другие люди сделали точно такие же наблюдения, только гораздо раньше нас!

*Примечание переводчика: данное наблюдение даёт хороший пример и случайного создания поликультуры (совместного выращивания двух или нескольких видов водных организмов) — важного направления в современной аквакультуре.*

### ***Не изменять произвольно ни одного параметра среды***

В лабораторию Бег-Мей поступил заказ на исследование роста морского паука (*французское название коммерческого краба *Maia squinado* — не путать с настоящим морским пауком!* — прим. переводчика). Причём, рост необходимо было изучить на всех этапах жизненного цикла морского паука, от выклева из яйца и до взрослого животного, способного к размножению. Исследования тре-



бывалось провести в условиях близких к естественным, сохранив природные значения всех параметров среды.

При соблюдении требований заказчика, нам удалось довести до полового созревания несколько экземпляров крабов. Но, не обошлось без сюрприза! Обычно считается, что для получения взрослых морских пауков требуется 2–3 года. Но наши крабы стали взрослыми уже через год. Для выяснения причин ускоренного развития крабов, исследовательская группа обратилась к специалисту по ракообразным, работавшему в институте-заказчике. Специалист был чрезвычайно удивлён и, с самого начала, он решил проверить, на каких уровнях поддерживались основные параметры среды: температура воды, состав корма и т. д. Казалось, не было причин для ускоренного развития крабов... разве что ритм работы лаборатории? Свет в питомнике включали ежедневно в 6 утра, в том числе и в выходные, праздничные и каникулярные дни. А, если, независимо от сезона года, свет включать всегда в 6 утра, то нарушится ход продолжительности естественного светового периода. В зимнее время световой период длится 8 часов и к лету он увеличивается. Возрастает также и интенсивность освещённости. Выясняется, что световой период играет определяющую роль в развитии морского паука. Подопытные морские пауки в течение года получали летние порции света: с 6 утра и до 19 часов, то есть 13 часов в сутки! Возможно, что это и есть причина ускоренного развития крабов.

### ***Разрабатывать методы управления размножением организмов***

В зале культивирования фитопланктона свет включён круглосуточно, что необходимо для ускорения деления клеток. Если хотят замедлить процесс деления клеток, то продолжительность светового периода программируют на 12 часов; изменяют также и интенсивность освещения. Что касается животных, то известно, что фотопериод влияет на их половое созревание. Например,

изучено размножение рыб: лаврака (бара), дорады, тюрбо (калкана), периоды формирования у самок икры (ооцитов) и молок (сперматозоидов) у самцов, что в море происходит осенью. Чтобы вызвать нерест рыб в лабораторных условиях, достаточно искусственно воспроизвести тот же световой период.

Если, например, в зимнее время воспроизводить фотопериоды, характерные для весны, лета или осени — это позволит проводить искусственное созревание производителей и их нерест в удобное для фермера время.

### ***Нейтрализовать природную агрессивность***

Работа в питомнике направлена на обеспечение перехода, при минимальной смертности, личинок от стадии к стадии и до достижения ими ювенильной стадии. Например, личинки омаров — пелагические, то есть плавают в толще воды, поэтому они лишены убежищ, в которых они могли бы укрыться от хищников. К тому же среди личинок омаров широко распространён каннибализм. Поэтому при выращивании личинок омаров приходится интенсивно перемешивать воду продувкой воздуха, что мешает личинкам нападать друг на друга. Но при выращивании личинок морских пауков (крабов), в ваннах устанавливают многочисленные укрытия из сетной дели, в которых прячутся животные в период метаморфоза. К счастью, в естественных условиях, огромные морские пространства позволяют омарам держаться на удалении друг от друга. Вероятность встречи личинок в море очень низка, но в питомнике, в условиях высокой плотности культуры, личинки поедают друг друга.

Нейтрализовать агрессивность организмов можно путём создания искусственных рифов. Можно вырастить 600 омаров на площади 25 м<sup>2</sup>, что является высокой плотностью посадки даже для молоди длиной в несколько сантиметров. Агрессивность омаров вызывается, без сомнения, страхом быть съеденным сразу же после линьки, когда они абсолютно не защищены. Будучи малень-

ким, омар линяет в течение года примерно 10 раз. На следующий год он линяет 4–5 раз, а в последующие годы до достижения полового созревания — по одному разу. Взрослые омары (5–6 лет) линяют раз в два года. В наших экспериментах, сброшенные во время линьки панцири омаров, исчезали в мгновение ока! Поначалу мы предполагали, что омары поедают свои панцири для того, чтобы не быть обнаруженными хищниками. Панцири хорошо заметны, поэтому могут навести хищника на бывшего хозяина панциря. Мы разместили несколько кучек песка вблизи от входа в убежище омара и рядом положили панцирь. Спустя несколько дней все кучки были перемещены прямо к входу в убежище, а панцирь полностью исчез. Представлялось очевидным, что самка съела свой панцирь, а песком закрыла вход в нору. Однако, отодвинув песчаную кучу, мы обнаружили, что панцирь не был съеден, он был спрятан в убежище!

Перенаселённость в искусственной среде стимулирует агрессивность. Этот феномен хорошо известен в этологии. Это скорее проблема пространства, а не среды. Перенаселённость всегда вызывает агрессию, иными словами, саморазрушение.

Другой вид гидробионтов также практикует ужасный каннибализм: это угри, точнее их мальки, называемые сивели (*civelle* — *сивель*). Как только малёк становится немного крупнее других, он съедает малька помельче и т. д. Они заглатывают друг друга, подобно русским матрёшкам. В аквариуме нужно быть очень внимательными к подбору мальков, имеющих одинаковые размеры.

## Использование планктона в аквакультуре

Английское слово aquaculture распространилось в мире, вытеснив французское слово aquiculture, появившееся одновременно с английским термином в 1864 году. Как бы там ни было, существует несколько определений этого термина, в зависимости от угла рассмотрения: юридического, научного, технологического или экономического. «Аквакультура занимается деятельностью, главная цель которой: производство водных (пресноводных, морских, солоноватоводных) животных и растений в полностью, либо частично контролируемых человеком условиях. Производство живой продукции на основе водных элементов является фундаментальной целью водохозяйственной деятельности. Аквакультура заключается в изменении или управлении естественной или искусственной средой с целью получения продукции видов, полезных человеку<sup>23)</sup>». Сюда же можно отнести воспроизводство водных ресурсов, управление лагунами и лиманами, а также морской пакаж (pacage)<sup>24)</sup>.

---

<sup>23)</sup> Определение взято из Encyclopedia universalis.

<sup>24)</sup> Pacage — выпуск в море молоди и последующий вылов взрослых животных. *В русской литературе такой тип аквакультуры называется морским фермерством — прим. переводчика.*

## От собирания до выращивания: различные формы аквакультуры

### *Долгая история*

Фундаментальное отличие аквакультуры от рыболовства состоит в необходимости участия человека в производстве продукции в первом случае и в полном отсутствии такой необходимости — во втором. Рыболовство близко к деятельности, называемой «собираНИЕ». Океаны поставляют бесплатное сырьё для приготовления пищи, которое и собирают рыбаки.

Аквакультура родилась в результате прогрессивной эволюции этого занятия, то есть постепенного перехода от сбора готового урожая в дикой природе, к введению элементов управления и доместикации морских животных, точнее говоря, их выращиванию. Эти изменения рассматриваются как благоприятные для окружающей среды, так как воздействия на среду становятся более предсказуемыми и контролируемыми<sup>25)</sup> в Европе, а быстрое развитие аквакультуры на протяжении последних 30 лет рассматривается как социальная революция. Но везде ли ситуация такова? И даёт ли ответ на этот вопрос используемая технология?

Как следует из приведенного ниже календаря, развитие аквакультуры до конца 19 века шло очень медленно. Развитие морского рыбоводства началось, главным образом, только после проведения соответствующих исследований по морской биологии, то есть в течение последних 30 лет. В 2002 году Европейская комиссия разработала стратегию устойчивого развития аквакультуры, которая была принята в 2006 г. Значительный вклад в технологический прогресс внесли азиатские страны, особенно Япония, продукция аквакультуры которой удовлетворяет очень высокие национальные потребности. Аквакультура позволяет производить тре-

---

<sup>25)</sup> «Стратегия устойчивого развития европейской аквакультуры», 9 января 2006 г.

**Исторические этапы аквакультуры  
(рыбоводства и конхиокультуры)<sup>26)</sup>**

2000–1500 гг. до н. э. — развитие примитивного рыбоводства в Китае и Индии.

1400 г. до н. э. — первые законы, защищающие рыбоводство в Индии.

475 г. до н. э. — первый письменный труд по рыбоводству. Автор: Фан Ли, Китай.

6-ой век до н. э. — разведение рыбы этрусками в оборудованных лагунах.

5-ый век до н. э. — первые хозяйства по подращиванию устриц в Греции.

15-ый век — первые хозяйства по выращиванию морской рыбы, Италия.

17-ый век — начало устрицеводства в Японии.

19-ый век — развитие конхиокультуры во Франции.

Конец 19-го века — реализация крупномасштабных программ по производству и выпуску в море личинок рыб и омаров в США; разработка биотехники выращивания рыб.

1934 г. — размножение креветок в контролируемых условиях, Япония.

1950 г. — крупномасштабное выращивание угря в Японии.

1975–1980 гг. развитие выращивания сомика-кошки в США; морских рыб и морского гребешка в Японии.

1980–1990 гг. — развитие лососеводства в европейских морях. Интенсификация выращивания креветок в странах Юго-восточной Азии и Латинской Америки.

1985 г. — развитие средиземноморского рыбоводства.

1990 г. — развитие выращивания тюрбо в Европе.

буемую продукцию в нужный момент и в требуемом объёме. Таким образом, предприятия аквакультуры, программируя свою деятельность, не зависят от явлений сезонности, как это имеет место в рыболовстве. Морское рыбоводство дополняет рыболовство в периоды спадов вылова рыбы (шторма, сезонность) или в случаях обеднения живых водных ресурсов. Конхиокультура (*выращивание моллюсков — прим. переводчика*) долгое время базировалась на использовании рабочей силы в периоды, свободные от сельхозработ (конец осени — начало зимы), но соответствующие большим объёмам работ, выполняемым в морских хозяйствах. Это дополнительное занятие, постепенно развиваясь, превратилось в отдельную профессию с полной занятостью.

Наличие тысяч гектар участков, неиспользованных агрокультурой (прибрежные болота, засоленные участки, затапливаемые долины и т. д.) сыграло роль важного фактора в развитии конхиокультуры, особенно на французском атлантическом побережье.

Во второй половине 20-го столетия, вследствие прогнозов роста численности населения планеты и, с другой стороны, ограниченных возможностей интенсификации производства белка наземного происхождения (животного и растительного), развитые страны обратились к водным ресурсам, полагая, что такая волшебная палочка, как аквакультура, способна решить проблему голода в мире, за счёт производства дешёвого животного белка.

## Разнообразные методы аквакультуры

Также как и в сельском хозяйстве, где практикуется экстенсивное выращивание и стойловое выращивание, технологию выращивания водных организмов можно разделить на две основные группы.

### *Аквакультура экстенсивного типа*

Наиболее простая форма аквакультуры — кустарная аквакультура, называемая «традиционной». В этом случае выращиваемые объекты производятся (рождаются) в море или в пресной воде, а после достижения молодью определённой стадии, её отлавливают для доращивания. Такой тип аквакультуры часто практикуют в южных странах на небольших водных хозяйствах, выращивающих продукцию в основном для собственного потребления. Этот тип близок к «экстенсивной аквакультуре» и применяется он в местах обитания выращиваемого вида, где можно использовать дешёвые возобновляемые кормовые ресурсы. Базируется этот метод на за-

#### **Некоторые принципы конхиокультуры**

В июне и июле микроскопические личинки разных моллюсков, в частности моллюсков, выращиваемых в морских хозяйствах, (например, устриц и мидий), плавают в поисках поверхности, пригодной для прикрепления. Морской фермер (устрицевод или мидиевод) выставляет в море коллекторы — специальные устройства, к которым прикрепляются личинки моллюсков. Затем в процессе метаморфоза личинки перестраиваются, становясь похожими на взрослых особей. Сбор личинок называется каптаж. Мидийные коллекторы изготавливают из веревок (канатов), а устричные — из черепиц, покрытых известью, а также из раковин моллюсков, сланцевых плиток и т. д. Подросшую на коллекторах молодь моллюсков («спат») снимают и переносят в сетные рукава (для мидий), или в ящики с отверстиями (устричные садки), где моллюсков доращивают до коммерческих размеров.

селении водных участков отловленной в естественных условиях, либо выращенной в питомниках, молодью. При этом необходимо избегать перенаселённости выбранных участков, а также предотвращать проникновение хищников.



Этот тип аквакультуры практикуется семьями, либо кооперативами, которые свою продукцию поставляют на местный, либо национальный рынок. Для организации экстенсивной аквакультуры не требуются большие инвестиции, дорогостоящее оборудование, а также использование кормов, энергии в процессе выращивания и т. д.

Экстенсивная аквакультура широко распространена в тропических и субтропических странах; на долю её продукции приходится 80% от мирового объёма аквакультуры.

Можно также отнести сюда и вид аквакультуры, называемый воспроизводство (или заселение), который по определению, соответствует производству жизнестойкой молоди в контролируемых условиях, где молодь достигает размеров, обеспечивающих, после выпуска в море, высокий уровень выживания. Фермер принимает активное участие в производственном процессе только на этапе получения молоди. Далее, выпущенная в естественные условия молодь, сама заботится об удовлетворении своих потребностей. В основном данный метод применяют при выращивании рыбы, например в лососеводстве.

Умение производить молодь многих морских организмов — одно из главных достижений аквакультуры в последние 20 лет. Стоимость их производства снизилась, по крайней мере, в 10 раз (лососи, креветки, дорада). Некоторые специалисты считают, что технологический прогресс позволит через некоторое время снизить стоимость производимой сейчас продукции на 20–30%.

Производство молоди, предназначенной для выпуска в природную среду с целью возмещения численности видов, подвергающихся переэксплуатации человеком, является обычной практикой в пресных водоёмах. Но в море, несмотря на многократные попытки, сделанные в прошлом году, воспроизводство ресурсов путём выпуска молоди — привело к положительному эффекту только в отдельных случаях (императорская креветка в Японии, увеличение запасов атлантического лосося в Балтийском море, а также воспроизводство морского гребешка и омаров). Такие виды рыб,

как осётр, воспроизводятся в Чёрном и Каспийском морях<sup>27)</sup>. Данный тип аквакультуры можно рассматривать как альтернативный продуктивной аквакультуре, занимающейся товарным выращиванием.

### *Аквакультура интенсивного типа*

По определению аквакультура называется интенсивной, если «человек, управляя ансамблем параметров среды водного хозяйства и жизненным циклом выращиваемого животного, может производить максимальные объёмы рыбы, ракообразных, моллюсков заданного размера в минимальном пространстве, объёме воды, интервале времени, с наименьшими затратами и, придерживаясь заранее разработанного плана выращивания<sup>28)</sup>».

В таком виде деятельности вода играет роль только физического транспортного средства. Она приносит кислород и выносит растворённые и взвешенные продукты распада.

В индустриально-развитых странах развитие интенсивной аквакультуры, которое можно сравнить со стойловым выращиванием, получило очень быстрое распространение. Действительно, определяющим фактором в обоих случаях явился спрос на продукцию, а не способность экосистем её производить за счёт естественных кормов.

Интенсивная аквакультура практикуется коммерческими фирмами, поставляющими продукцию на региональные и мировые рынки. Вследствие использования гранулированных кормов, рыбной муки или цельной рыбы, она напрямую связана с рыболовством и зависит от него, в частности от вылова малоценных рыб. Чтобы вырастить один кг рыбы надо затратить в качестве корма 3–5 кг выловленной рыбы.

---

<sup>27)</sup> СССР выпускал в 80-ые годы ежегодно в Чёрное и Каспийское моря более 150 миллионов мальков.

<sup>28)</sup> Jacques Arrignon (dir.), L'Aquaculture de A a Z, Lavoisier/Tec & Doc, 2002.

## Три направления интенсивной аквакультуры

Различают три основных направления интенсивной аквакультуры.

*Аквакультура переработки* — интенсивное производство ценных рыб, таких как лососи, лаврак (бар), камбалы, а также креветки. Этот тип аквакультуры базируется исключительно на использовании доставляемых кормов, на долю которых приходится до 60% всех расходов, затрачиваемых на выращивание. Рыбу обычно выращивают в бассейнах при высокой плотности посадки и постоянном обновлении воды. Такой способ выращивания требует больших затрат энергии и воды. Именно поэтому в данном случае выращивают рыбу с высокой добавленной стоимостью.

*Аквакультура в замкнутом цикле* — это предыдущее направление, но в «подслащенном виде», не требующее больших затрат воды и вызвано оно жёсткими требованиями экологической политики, проводимой сейчас во многих странах, в частности в Европе. Этот тип аквакультуры основан на циркуляции воды в пределах рыбоводного хозяйства, без выпуска во внешнюю среду воды, несущей вредные соединения (медикаментозные препараты, патогенные агенты, а также выращиваемые организмы, иногда не встречаемые в местной фауне).

*Геотермальная аквакультура* — позволяет избежать ряд проблем: энергозатраты на подогрев воды, акклиматизацию новых видов и т. д. Используется тёплая скважинная вода для выращивания рыб, ракообразных или моллюсков. Этот тип аквакультуры получает преимущество при выращивании тропических видов в умеренном поясе или видов зоны умеренного климата — в северных районах. Недостаток — использование поддерживающих подпочвенных вод, что может привести к деформациям грунта.

## Планктон и питомник

Аквакультура не может существовать без своего базового элемента: планктона. Время от времени, причём непрогнозируемо, он негативно проявляет себя во время интенсивного размножения нежелательных видов, вызывающих массовую гибель рыб или моллюсков, а также в периоды запретов на реализацию моллюсков. Такие явления наносят большой экономический урон, который можно считать платой за выгоду от использования планктона в питомниках при производстве посадочного материала.

### *Роль питомников*

Первоначально лаборатории и питомники создавались для изучения биологических процессов, протекающих в природных условиях, например для изучения механизмов полового созревания животных. Затем, по чисто экономическим соображениям, исследователи стали разрабатывать методы управления процессами размножения, для того, чтобы не зависеть от внешней среды (сезонности).

Биотехника выращивания рыб, моллюсков, ракообразных базируется на получении личинок или молоди. От времён создания конхиокультуры и до наших дней, молодь для выращивания моллюсков, так называемый «спат», который подращивают на фермах (мидийных, устричных, гребешковых и т. д.) собирают (каптируют) в море, что свидетельствует о хорошем состоянии морской экосистемы. Выращивание большинства видов морских рыб начинается с вылова мальков в море. Однако такой метод аквакультуры не надёжен, так как он зависит от размножения рыб в природе, которое, в свою очередь, зависит от климатических особенностей года, а также от состояния морского планктона в данный период. Следовательно, производительность морского хозяйства изменяется из года в год (недостаточный каптаж или, напротив, чересчур обильный сбор спата). Имеются целые районы, в которых, из-за

отсутствия природных поселений моллюсков, надёжный каптаж вообще не возможен. Производство спата в питомнике существенно повышает надёжность работы морского хозяйства. Поэтому питомники становятся неотъемлемой частью марикультуры. Для повышения надёжности работы самого питомника нужно содержать производителей («маточное стадо»), а не отлавливать их в море перед нерестом. Располагая собственным маточным стадом, можно получать молодь в любое время года.

В настоящее время размножение производителей и выращивание в массовых количествах личинок рыб, ракообразных и моллюсков осуществляются в питомниках. В этих «внеморских» предприятиях в стерильных условиях выращиваются микроводоросли, а также, отобранные для питания личинок, микроскопические беспозвоночные.

Питание как производителей, так и личинок и пост-личинок является ключевой проблемой при разработке биотехники выращивания водного животного в любом питомнике, будь-то в Бег-Мей или в промышленном питомнике. Живые корма для личинок должны соответствовать размерам их рта. Монокультуры (*состоящие из одного вида — прим. переводчика*) микроводорослей и микробеспозвоночных представляют собой удовлетворительный корм для личинок рыб и беспозвоночных. Продолжаются поиски новых видов микропланктона, улучшающих питание личинок. Культивирование кормовых объектов проводят, как в природной воде, так и в искусственной среде. Вода и среда, предназначенные для культивирования, фильтруются, стерилизуются, что необходимо для предохранения их от микробиологического заражения, а также проникновения нежелательных видов, особенно инфузорий и амёб.

Личинок обычно кормят смесями, содержащими один или два вида диатомей; используют также несколько других видов водорослей и один-два вида беспозвоночных. В баках или в бассейнах большого объёма с выращиваемыми личинками можно, добавляя минеральные соли (нитраты, фосфаты, силикаты), вызвать рост

численности кормовых микроводорослей вплоть до достижения состояния «цветения» воды.

### **Фитопланктон — корм для личинок**

Объекты, способные потребляться моллюсками — фитопланктон размером от 2 до 20 микрон (мкм); размер рта личинок в среднем составляет 10 мкм. При этом фитопланктон должен находиться во взвешенном состоянии. Личинка двустворчатых моллюсков, достигшая стадии «велигера», питается взвесью, которую улавливают реснички личинки и направляют её ко рту, затем — в пищевод, желудок и эмбриональный кишечник. Все пути системы пищеварения покрыты вибрирующими ресничками, продвигающими пищевые частички.

Наиболее часто используют в качестве корма следующие виды водорослей:

1. Из хризифитовых: *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri* (жгутиковые);
2. Из хлорофитовых: *Tetraselmis suecica*, *Dunaliella* (жгутиковые);
3. Из диатомовых: *Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Phaeodactylum*.

Каждый растительный и животный организм нуждается в определённых условиях, то есть определённых уровнях факторов внешней среды. В отличие от организмов nekтона, планктонные организмы не способны активно избегать мест с неблагоприятными факторами. Организмы, входящие в планктонные сообщества морей и континентальных водоёмов, подвергаются воздействию двух групп факторов: а) абиотических факторов, включающих освещённость, температуру, физико-химические параметры среды, концентрацию питательных солей, растворённого органического вещества, прозрачность воды; б) биотических факторов,

связанных с живой компонентой экосистемы: физиологические сезонные особенности вида, скорость развития, роста и т. д. Взаимоотношения между видами, осуществляемые через пищевые связи, разнообразны: конкуренция, хищничество, симбиоз. Водные организмы также выделяют во внешнюю среду химические соединения, стимулирующие или угнетающие присутствие и развитие других видов.

### *Влияние деградации среды на планктонные сообщества*

Биотические факторы находятся под воздействием периодических явлений астрономической природы (сезонные и многолетние изменения); они также вызываются более или менее заметно и менее определённо деятельностью человека, сопровождаемой загрязнениями водоёмов. Озёра, реки, влажные прибрежные зоны (лагуны, лиманы, эстуарии) и береговая полоса (бухты, заливы, фиорды) — особенно страдают от антропогенного воздействия. Но береговая зона, занимающая пространство между сушей и морем — наиболее привлекательное место для развития морской аквакультуры.

В то время как загрязнения, поступающие с континентов, оказывают относительно слабое влияние на планктон вод, удалённых от берегов, в прибрежной зоне загрязнения качественно изменяют физико-химические и бактериологические параметры водной среды, а также нарушают видовой состав планктонных сообществ, в частности обилие фитопланктона.

### *Триплоидные устрицы*

Исследователи попытались найти решения некоторых проблем, связанных с факторами среды и требованиями потребителей моллюсков. Но соответствующая модернизация технологии конхиокультуры вызывает, в свою очередь, вопросы, причём скорее эти-

ческого характера, чем экономического: можно ли сделать нечто лучше, чем это делает природа?

Фундаментальный вопрос относится к устрицеводству. Устрица нового типа появилась в 90-ые годы, причём устрица почти стерильная — новая «гигас», называемая «триплоид», или же  $3n$ , в то время как обычные устрицы являются диплоидами или  $2n$  (поянения см. в рамке). В период размножения гонады диплоидных устриц становятся «текучими», что портит их вкус. Но триплоиды не производят гамет (не размножаются), поэтому их можно потреблять в течение всего года. Новых устриц стали называть «устрицы четырёх сезонов». По причине своей стерильности устрицы не тратят энергию на размножение (создание половых продуктов), в результате чего они растут быстрее других устриц<sup>29)</sup>. Согласно Ифремер<sup>30)</sup>, выживаемость триплоидов в море выше, чем диплоидов. Однако в 2008 и в 2009 годах они были поражены вирусной инфекцией так же, как и диплоидные устрицы. В настоящее время триплоиды составляют 30% от всех устриц, продаваемых во Франции.

Метод получения триплоидных устриц в питомнике является сложным и дорогостоящим. Раньше триплоидов получали путём термического, либо химического воздействия на оплодотворённые яйцеклетки гигантской (тихоокеанской) диплоидной устрицы *Crassostrea gigas*. Спустя несколько лет, триплоидов стали получать в питомнике, управляя классическим процессом размножения. В отличие от обычного скрещивания, в данном случае скрещивают диплоидного производителя с тетраплоидным ( $4n$ ), в результате чего и получают «естественным образом» триплоиды. Используемые тетраплоиды — это представители того же вида гигас, но специализированного к размножению. С их помощью лег-

---

<sup>29)</sup> Диплоидная устрица достигает коммерческого размера через 3–4 года, а триплоидная — через 18–20 месяцев.

<sup>30)</sup> IFREMER — Французский исследовательский институт эксплуатации моря — (самый крупный морской исследовательский институт в Европе — прим. переводчика).



**Что такое диплоид?**

Каждый вид имеет свой кариотип, характеризующий этот вид, называемый геномом. У устриц генетическая информация заключена в 20 хромосомах, включающих все гены устрицы. Следовательно, ядро каждой клетки содержит полную копию генетической программы. Двадцать хромосом представляют собой двойной набор десяти разных хромосом. То есть каждая хромосома присутствует вместе со своей копией.

Такое ядро называют диплоидным (от греческого *diploos* — двойной и *eidos* — аспект). В научной литературе двойной набор обозначают:  $2n$ .

Примечание: человек также является диплоидом, но с 23 парами хромосом ( $2n = 46$ )

Диплоидная устрица  $2n = 2$  набора  $\times$  10 хромосом

Триплоидная устрица  $3n = 3$  набора  $\times$  10 хромосом

Тетраплоидная устрица  $4n = 4$  набора  $\times$  10 хромосом.

ко получают в больших количествах триплоиды с оптимальными, в принципе, показателями (личинки с 100% выживаемостью, одинакового качества; устрицы вкусные, с хорошим ароматом и, теоретически, стерильные).

## Разрешить недоразумения

Возникают, однако, две проблемы. Прежде всего, до получения триплоидов по описанному методу, нужно обладать тетраплоидами, которые в природе не существуют. Значит, опять мы вынуждены вернуться к применению термического или химического шока, но эта операция ещё более деликатная, чем в случае получения триплоидов. Её выполняют только в Ифремер.

Затем, тетраплоиды размножаются сами также хорошо, как и диплоиды, но потомство получается разное. Если скрещивание

тетраплоид — диплоид даёт стерильных триплоидов, то скрещивание тетраплоид — тетраплоид даёт нестерильных тетраплоидов. Производители такого генетического продукта задают себе вопрос: «К чему может привести введение в морскую среду нового подвида устрицы?». Или, например, что произойдёт, если на литорали станут выращивать триплоидов в огромном количестве? Ничего — отвечают некоторые учёные, потому что триплоиды — стерильны. Однако, если и считается, что они абсолютно стерильны, тем не менее, они сохраняют возможность вымета небольшого количества гамет (яйцеклеток и сперматозоидов)<sup>31</sup>).

Остаётся нерешённым вопрос в отношении тетраплоидов, которые, возможно, более плодовиты, чем диплоиды. Как обеспечить сосуществование в дикой природе двух форм: тетраплоидов и диплоидов, — при очень высокой плотности их поселений, сохранив генофонд диких устриц?

### *Квоты и этикетирование*

Для поиска ответов на данные вопросы, в 1998 г. было выполнено исследование под руководством Административного совета AFSSA (Французское Агентство Санитарной Безопасности Продуктов). В отчёте о результатах исследования приводятся предельные значения количеств тетраплоидов, используемых для производства молоди в питомниках (один на тысячу, то есть один тетраплоид на 1000 обычных устриц) и с обязательством не выпускать тетраплоидов, а также оповещать соответствующие органы, в случае попадания тетраплоидов в природную среду.

С точки зрения производителей молоди эти устрицы не являются ГМО в юридическом смысле этого термина, так как они не содержат чужеродных генов. До настоящего времени питомники

---

<sup>31</sup>)В настоящее время принято считать, что одна триплоидная устрица из двадцати производит гаметы. Однако в течение лета 2003 г. на некоторых устричных хозяйствах отмечалась значительно большее количество размножающихся триплоидов.

производят молодь по заказам устрицеводов на триплоидный спат, для чего они получают в Ифремер самцов — тетраплоидов. Этический комитет Сомерга формулирует своё решение: «Для потребителей, биотехнологический продукт, который может рассматриваться как противоестественный морскому продукту и субъективно рассматривается как абсолютно естественный продукт». Учитывая это, Сомерга вводит этикетирование продукта с обозначением его термином «трипло». Потребитель в данном случае видит только преимущество, так как это обозначение указывает, что этих устриц можно есть во время туристического сезона. Так же как и для зимней клубники, для данного продукта теряется смысл сезонности, то есть естественного ритма биопродукции.

Некоторые считают, что планируемая замена некоторого дико-го вида, видом, смонтированным из разных частей — не должна вызывать каких-либо проблем. Так уже практикуется с пшеницей<sup>32)</sup>. Другие, наоборот, критикуют, так называемый, «производственный дрейф», заключающийся в бесконтрольном выпуске в природу быстрорастущих животных.

## Смертность устриц

С потеплением климата температура воды будет повышаться. Недавние исследования Ифремер показывают, что тетраплоиды, содержащиеся в лабораторных условиях, менее устойчивы, чем диплоиды, выращиваемые в морских хозяйствах. У тетраплоидов отмечалось некачественное формирование гамет, особенно женских и повышенная смертность, проявляющаяся в условиях повышенной температуры воды. Отмечается также повышение зависимости устрицеводов от владельцев питомников, которые мо-

---

<sup>32)</sup> Мягкие сорта пшеницы (6n) и твёрдые сорта (4n) заменили дикую диплоидную пшеницу.

гут стать монополистами в производстве спата, о чём предупреждает Сомерга.

Создание новых разновидностей устриц не улучшит ситуацию, так как у них уже наблюдалась повышенная летняя смертность, аналогичная смертности диплоидных устриц. Случаи высокой летней смертности устриц отмечались и ранее, но масштабы смертности последних лет и последствия таких явлений становятся всё более значительными. Потери в устричных хозяйствах летом 2008 г. составляли 40–100% молоди, что снизит в 2009–2010 гг. продукцию устрицеводства, по крайней мере, наполовину.

Первые результаты анализов патологических исследований, выполненных специалистами Ифремер, выявили два вида бактерий (*Vibrio splendidus* и *Vibrio aestuarianus*), а также вирус герпеса устрицы OsHV-1, которые получили развитие вследствие дождливой и тёплой весны, а также мягкой зимы в период 2007–2008 гг. Обильные осадки в виде дождя значительно увеличили вынос пресных вод реками, что отразилось на качестве прибрежных вод (привнос питательных солей и распреснение) и мощном развитии фитопланктона. Такие условия могут стимулировать цветение фитопланктона, токсичного для моллюсков (*Gymnodinium*, который сейчас называют *Karinia*). Другие факторы, ухудшающие водную среду (ядохимикаты, выносимые с полей), делают устриц менее устойчивыми к некоторым болезням. В летний период высокой смертности выращиваемых устриц, были сделаны многочисленные наблюдения любителями и профессионалами, согласно которым дикие устрицы того же размера, что и выращиваемые триплоиды, оставались живыми. Ясно, что когда эти устрицы были ещё личинками, их диета отличалась большим видовым разнообразием природного фитопланктона. Может быть, некоторые диатомовые водоросли передают личинкам и устрицам соединения, укрепляющие способность сопротивляться патогенным факторам среды? Вопрос заслуживает экспериментального поиска ответов...

Накопление знаний в течение последних 50-ти лет по биологии видов, в особенности по питанию личинок и молоди, с одной сто-

**Смертность устриц в 2008 г. характеризуется следующими особенностями:**

Беспрецедентный размах этого явления, начиная с периода интродукции устрицы (1967–1969 гг.), причём по всему побережью Франции. Запасы молоди снизились на 40–80%.

Массовая смертность коснулась в основном молоди возрастом до 18 месяцев, выращиваемой в природных условиях.

Практически одновременная гибель устриц по всему побережью, независимо от географических особенностей береговой зоны и типа экосистемы.

Источник: Ифремер.

роны и, с другой стороны, по питательной, а также антибактериальной способности планктонных водорослей — позволило предложить ряд решений для модернизации аквакультуры, в частности производить жизнестойкую молодь в контролируемых условиях. Несмотря на достигнутые в этой области успехи, проблемы, связанные с питанием личинок видов, представляющих экономический интерес, пока ещё далеки от разрешения. Опыт последних десятилетий приводит к мысли, что лучшие решения может дать тесное и прагматическое сотрудничество исследователей, морских фермеров и инженерно-технических работников. Однако сделать лучше, чем сделала Природа за 3,5 миллиарда лет — вряд ли нам удастся. Остаётся пожалеть, что больше не используют в питомниках производителей, взятых из природной среды, так как только они могут нам обеспечить наилучшие результаты.

## К устойчивой аквакультуре

Если цель: производство продуктов питания для Человека (для части населения рыба — это основной пищевой продукт), причем, не разрушая рыбные запасы, то можно ли считать, что аквакуль-

тура является альтернативой рыболовству или она его дополнение? Сейчас, когда весь мир снижает объемы вылова рыб, может ли аквакультура предотвратить исчезновение некоторых видов рыб?

### *Состояние зон, занятых аквакультурой*

Согласно отчёту ФАО (ФАО<sup>33</sup>), опубликованному 4 сентября 2006 г., половина потребляемых в мире рыб выращена на рыбных предприятиях.

Начиная с 1970 г., аквакультуру представляют как чудесное решение проблемы нехватки белка животного происхождения, особенно для стран, находящихся на пути развития. Сейчас уже доминирует морская аквакультура (51% — в море; 43% — в пресных водоёмах; 6% — в солоноватых водоёмах). На долю рыбы приходится половина продукции; другую половину составляют креветки и другие ракообразные, моллюски (устрицы, мидии и др.), водоросли (морская капуста и др.) и прочие беспозвоночные (морские ежи и т. д.). Азия, особенно Китай — наиболее мощные производители, по сравнению с которыми объём европейской продукции представляется незначительным. Азия производит миллионы тонн (45,5 млн. т); Франция в 1960 г. произвела только 2 т морской рыбы, а в 2008 г. уже произвела 7 500 тонн (4 500 т лаврака, 2 000 т дорады, 1 000 т тюрбо).

Можно подумать, что этот источник белка обеспечивает продовольственную безопасность населения развивающихся стран. Однако это не так: дорогая высококачественная продукция экспортируется в богатые страны, а местное население потребляет остальную, дешёвую часть продукции, если имеет к ней доступ.

В Испании — ведущем мировом производителе мидий — продукция, получаемая в бухте Виго (Vigo), составляет 250 т на гектар (живой вес). Акватории лагун также представляют со-

---

<sup>33</sup> ФАО — Организация при ООН по продовольствию и сельскому хозяйству.

бой высокий продукционный потенциал. Выращивают, например, канального сомика в лагунах, сообщающихся с морем. В Азии выращивают ежегодно 150 000 т этой растительноядной рыбы. Первичная продукция (синтез органического вещества водорослями) часто стимулируется внесением органических и минеральных удобрений. Этот приём используют и при выращивании кефалей в лагунах или в лиманах вокруг Средиземного моря и в Юго-восточной Азии. В последнем регионе выращивание пенеидных креветок осуществляют в акваториях, идентичных используемым для выращивания канального сомика. Производительность креветочных хозяйств: 300–1500 кг на гектар.

В Восточной Европе и в Китае практикуют экстенсивную аквакультуру планктоноядных карпов в прудах с развитым зоопланктоном, которым и питаются рыбы. В экстенсивной аквакультуре рост животных обеспечивается полностью кормовыми ресурсами водной среды, точнее говоря, в основном планктоном. Один из наиболее эффективных способов использования первичной продукции океанов — выращивание растительноядных моллюсков, например мидий, устриц, клемов. Будучи короткой (без промежуточных звеньев), пищевая цепь фитопланктон — моллюски, оказывается особенно эффективной. Экономическое значение французской конхиокультуры довольно высоко: 21 000 рабочих мест (более чем в рыболовстве).

### ***Аквакультура: дополнение или альтернатива рыболовству?***

Основной аргумент в пользу аквакультуры относится к санитарному качеству продукции. Этот аргумент может показаться несколько обманчивым. Нередко говорят, что вылавливаемые рыбы в большей степени подвергаются риску быть загрязнёнными<sup>34)</sup>,

---

<sup>34)</sup> Такими соединениями, как метиловая ртуть, диоксины, а также соединения органотина и камфехлора.

чем выращиваемые рыбы. Верно, что можно встретить повсюду очень загрязнённых рыб. Проблема заключается в биоаккумуляции токсичных соединений, которые не разбавляются, не выделяются из рыбы в течение её жизни, а напротив, накапливаются в процессе роста. Акула, тунец, меч-рыба, находящиеся на вершине пищевой пирамиды, являются прекрасными примерами такого феномена. Но не нужно забывать и о других источниках жирорастворимых токсикантов, содержащихся в пище. Всё зависит от зоны рыболовства. Избегают потреблять рыб, выловленных в Балтийском море или рыб, пойманных в придонном слое крупного индустриального порта, но, при этом, охотно едят рыб, выловленных в нескольких милях от берега (султанка, морской язык, камбала), причём выловленных за двое суток до реализации.

Многие считают, что продаваемая выращенная рыба гораздо свежее рыбы выловленной и пролежавшей в трюме несколько суток. Однако, известно, что морозильные рыболовные суда, находящиеся в море в течение нескольких месяцев, сразу же замораживают выловленную рыбу (например, тунцов), в результате чего она не теряет питательной ценности.

Профессия рыбака считается опасной и экономически затратной, но, кроме этого, рейсы слишком продолжительны, что не благоприятно, как для людей, так и для санитарного состояния улова. Рыбаки, конечно, согласились бы на сокращение продолжительности рейсов, так как «не для удовольствия» они проводят восемь — двенадцать дней в открытом море. В настоящее время активно обсуждаются другие методы рыбной ловли, особенно селективное рыболовство, позволяющее сократить продолжительность пребывания в море и чаще доставлять на берег качественную продукцию. Проводят также эксперименты по рыболовству ловушками (лов лангустинов), напоминающими ловушки для крабов. Этот способ уже применяют шотландцы, но они живут рядом с зоной вылова, в то время как французскому рыбаку нужно потратить на путь несколько часов. Можно решить проблему отдалённости, если французские суда будут швартоваться в шотландских портах.



Сокращение времени на переходы уменьшает риск быть захваченным сильным штормом. Представляет также интерес сравнение балансов по углероду для различных транспортных вариантов типа море–суша–самолёт.

Мобильность морских рыбаков возникла сравнительно недавно: рыбаки Морбиана (северо-запад Франции) ходили, например в Сэн-Бриэ (бухта на севере Франции) на весь сезон промысла морского гребешка; или, например, «сопровождали сардину» от Дуарнене (северо-запад) до острова Йэ (в Вандэ), проходя через Киберон и Тюрбаль (западное побережье Франции)<sup>35</sup>.

В каждом порту находились заводы. В общем, чаще провозили людей, чем грузы. А, если вместо тралового лова трески, ловить её ярусами или удочками? Другой необсуждаемый вопрос: с потеплением климата водные биоресурсы будут мигрировать. Что предпочтут в таком случае рыбаки: ловить другую рыбу или следовать за прежней? В новых местах возникнет потребность в знаниях и опыте рыбаков, умеющих ловить пришедшую рыбу. Возможно, что в будущем ситуация заставит рыбаков быть более мобильными. Однако сегодня, рыбаки, так же, как и их суда, слишком специализированы, поэтому им гораздо труднее перейти на вылов других объектов, чем это происходило в прошлом.

Третий аргумент в пользу аквакультуры касается сокращения углеродного баланса. Экологи настаивают на использовании пищи местного производства и соблюдении сезонности в потреблении сельхозпродуктов, потому что это сократит объём транспортных перевозок. Всё это осуществимо для продуктов сельского хозяйства. Доставлять продукты с другого конца планеты — это нонсенс. Исключение представляют незаменимые продукты или продукты, покупаемые для поддержки малых предприятий (кофе, бананы) тропической зоны. В отношении рыбы проблема состоит в

---

<sup>35</sup>) «Пристанница моряков» использовали время пребывания молодых моряков (юнг) в портах, организуя для них школьное обучение (учили читать и писать), а также помогали им бороться с алкоголизмом.

другом. Места вылова рыбы обычно находятся на большом удалении от мест её потребления. Даже, если рыба выловлена у французских берегов, она могла появиться на свет в Ирландском море. Треска исчезла из ряда мест, потому что она поднялась севернее. Рыболовство гораздо ближе к охоте (промыслу), чем к выращиванию скота в условиях животноводства, где возможно производство кормов вблизи от животноводческой фермы и в том же районе возможна реализация продукции. Если мы едим рыбу, то это означает, что мы вынуждены отказаться от питания местными продуктами. За рыбой человек вынужден отправляться в места скопления *взрослой* рыбы. Под предлогом питаться местными продуктами, не приемлемо питаться мальками или неполовозрелой рыбой, не успевшей оставить потомство. Растительным планктоном юга Испании питается зоопланктон португальских вод, которым, в свою очередь, будет кормиться треска в Ирландском море. Следовательно, корм не производится в местах вылова рыбы. Естественное воспроизводство живых ресурсов в море осуществляется не так, как на суше. Соответственно, не следует переносить на море то, что приемлемо только для суши. Тем не менее, следует поддерживать людей, которым повезло жить на берегах моря, питаться продуктами, выловленными или же выращенными поблизости.

### ***Аквакультура и экологический отпечаток***

Отказ от питания местными продуктами неминуемо увеличивает углеродный баланс. Но это — мелочь, по сравнению с экологическим воздействием, производимым интенсивной аквакультурой. Различают экологические воздействия, относящиеся к трём уровням.

Гектар природной среды обладает способностью производить без участия человека тонну ракообразных (например, креветок на акватории лагуны). В данном случае экологический отпечаток является корректным.

Применяя экстенсивную аквакультуру, тонну креветок получают на площади 0,5 га. Следовательно, экологическое воздействие возрастает в 2 раза, но, без внесения дополнительных кормов, водная среда не загрязняется. Продуктивность акватории увеличилась за счёт проведения мелиоративных работ, выполненных на основе знаний о механизмах функционирования природной экосистемы.

Но, применяя интенсивную аквакультуру, управляют всем: от гидравлики (циркуляция воды) до кормления выращиваемых животных. В Японии уже в 1971 г. с гектара получали 4 т креветок в год. Сегодня некоторые фермы производят по 10 т креветок на гектаре, что вызывает цепную реакцию экологических перестроек (излишки органического вещества в воде, развитие микрофлоры, в том числе патогенных агентов; соответственно — внесение антибиотиков и медикаментов; падение концентрации кислорода; создание анаэробных (бескислородных) зон; выделение сероводорода; подкисление водной среды; обязательное известкование акватории и т. д.).

Когда рыбовод предлагает свой чудодейственный рецепт: «На каждый килограмм гранулированных кормов, я произвожу килограмм рыбы!» — ему стоит задать следующие вопросы:

- сколько нужно затратить крабов, рыбы<sup>36)</sup> и использовать гектаров рыболовных акваторий, чтобы выловить сырьё для производства гранулированных кормов, (не забыв при этом о гектарах для производства первичной и вторичной продукции)? Рыба, крабы, кальмары могли бы быть непосредственно потреблены человеком...
- в терминах рабочих мест: сколько мест я потерял и сколько создал?
- в отношении баланса углерода: каков результат?

---

<sup>36)</sup> На производство 1 кг гранулированных кормов нужно затратить 5–7 кг морепродуктов.

### *Технологические решения*

Различные технологические решения, особенно связанные с развитием питомников, сопровождались разработкой сложных высококачественных кормов и радикальными изменениями питания рыб.

В эстуариях и в лиманах годовая первичная и вторичная продукция (фито- и зоопланктона) находится в пределах от 10 до 20 т/га, которая обеспечивает производство 1–2 т ракообразных. В этом случае экологические процессы уравновешены. Может быть идеальным решением для аквакультуры отфильтровывание планктона из морской воды? Но для выделения килограмма фитопланктона, нужно было бы профильтровать в лучшем случае 10 000 литров морской воды. Однако, имея 1 кг фитопланктона, можно произвести всего 100 г копепод (зоопланктона), которые могут дать 10 г анчоуса, скормив который, можно произвести 1 г лаврака (см. в рамке пример пищевой пирамиды). Верно также, что из 5 т анчоуса можно изготовить 1 т гранулированных кормов, на основе которых можно получить 1 т лосося. Не сложно подсчитать объём воды и площадь морской акватории, необходимые для производства соответствующего количества фитопланктона. Океан — это завод, непрерывно производящий планктон, с помощью процесса фотосинтеза. Для откорма лососей необходимо использовать первичную продукцию с площади в 40–50 тысяч раз превышающую площадь морской фермы.

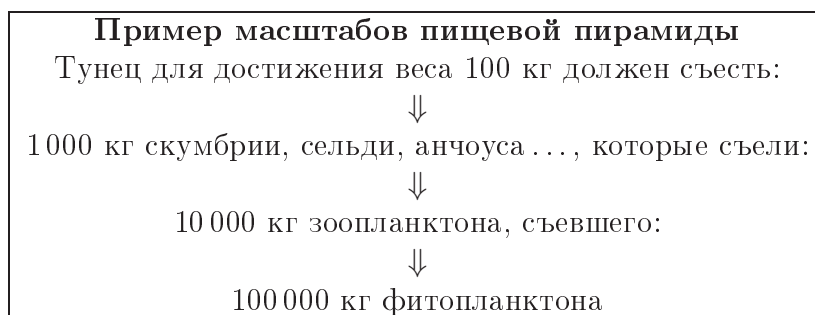
Анита Конти уже выступала против идеи фильтрации морской воды, которую она назвала «слепой», так как отфильтровывается всё подряд, не различая мёртвых и живых икринок, ни планктонные организмы. Она предусмотрела даже сбор токсичного планктона и отделение медуз! С тех пор технологию существенно усовершенствовали, но никто не мог предположить, что такие явления, как ураган Эль-Ниньо могут сильно снизить продукцию планктона<sup>37)</sup>.

---

<sup>37)</sup>Индустриальное рыболовство может оказаться очень ненадёжным, как

### *Переводя хищных рыб на растительную диету, рискуем превратить их в «ГМО»*

Запасы планктона, его продуктивность подвержены значительным межгодовым изменениям. Этот природный корм, при его добыче, обошёлся бы очень дорого, а его поставки были бы не регулярными.



В поисках надёжных источников питания для аквакультуры, исследователи пришли к выводу о необходимости создания искусственных «полноценных» кормов в форме сухих гранул, основу которых составляет рыбная мука (животные белки), а также пшеничная мука (растительные белки) плюс витамины и минеральные вещества. Иначе говоря, надо заменить растительными компонентами (пшеница, соя, зерновые) кормовую рыбу (сардины, шпрот, анчоус и т. д.). Проблема состоит в том, что на Западе выращивают в основном хищную рыбу: лаврак, дораду, тюрбо, треску, форель и т. д. В принципе, рыба питается рыбой, за исключением карпов, которые могут быть хищниками, всеядными или растительноядными (амур). Если кормить растительноядных карпов зерном, то это не приведёт к негативным последствиям. Но идея сделать хищных рыб «вегетарианцами» — вызывает много вопро-

---

это произошло в 1998 г., когда из-за урагана Эль-Ниньо, вылов анчоуса у берегов Перу упал с 8 до 1,7 млн. т, что было вызвано нарушением кормовой базы анчоуса — зоопланктона.

сов. До возникновения проблемы «коровьего бешенства», коровам скармливали отходы мясного производства, что сейчас запрещено. Сегодня пытаются заменить животные белки белками растительного происхождения. Точнее говоря, пытаются приучить хищных рыб питаться растительной пищей, в то время как раньше, наоборот, растительноядных коров кормили добавками из гранулированных кормов, изготовленных из мясных отходов.

Однако приходится всё же использовать в производстве кормов растительное масло и муку, так как необходимо обеспечить в кормах требуемое содержание жирных кислот омега-3, а также придать рыбному мясу высокие вкусовые качества. Мука может быть растительного происхождения, а в данном случае не всегда указывается наличие ГМО. Если это рыбная мука, то она обычно поставляется индустриальным рыболовством, разрушающим биоресурсы и поэтому с ненадёжным будущим. Известно, что индустриальный вылов рыбы не учитывает ни размеры рыб, ни их видовую принадлежность, а вся выловленная масса идёт на приготовление муки.

Возникает фундаментальный вопрос. Может с самого начала, на генетическом уровне и создать рыб «вегетарианцев»? Два трансгенные лосося уже запатентованы<sup>38)</sup>; они достигают коммерческого размера за 1,5 года, вместо 2–3 лет, кроме этого, они более устойчивы к холоду и болезням. Технически, метод полностью разработан, хотя его применение и вызывает много возражений, особенно в Европе. Однако нет доказательств того, что мы не идём сейчас по пути искусственного создания растительноядных рыб — ГМО, на основе существующих хищных рыб. Но к чему это может привести в будущем?

Другая проблема возникает при анализе схемы, аналогичной технологии производства горючего из сельхозпродуктов. Вместо того, чтобы направить на питание человека тонны зерна, его пе-

---

<sup>38)</sup>См. статью Patrick Philipon по трансгенетическим рыбам в журнале *La Recherche*, N 355, juillet-aout 2002.

перерабатывают в гранулированные корма, не считаясь с тем, что, в настоящее время, все страны, бедные и богатые (включая европейские) испытывают недостаток в зерне. Более того, известно, что 90% зерна будет потеряно при производстве мяса в животноводческих хозяйствах. Рыба также даёт прирост, численно равный 10% от потреблённого корма, а остальное теряется на производство энергии (выработка тепла, перемещение, размножение) и органические отбросы. Что же выгоднее?

### ***Реальная себестоимость, которая не включает все затраты производства***

Современная биотехника обоснована технологически и биологически, поэтому она осуществима и надёжна. Нет и теоретических накладок, тем не менее, здесь существуют обычно умалчиваемые проблемы. Можно задаться вопросом: «Кто оплатил все издержки разработок данной технологии?». Не только себестоимость производства кормов, но и оплату всех исследований, проведенных в течение многих лет разными научными и исследовательскими центрами. Себестоимость производства рыбной продукции не включает в себя оплату разработок, выполненных в научно-исследовательских учреждениях. Эти расходы забыли включить в стоимость продаваемой рыбы.

Например, себестоимость тюрбо — это расходы, сделанные рыбобоводным предприятием. Но никогда в стоимость рыбы не включали расходы 20-ти летних научных исследований, предшествовавших созданию этого предприятия, а также значительной последующей финансовой поддержки предприятия в период, когда оно не было рентабельным. Более того, другие страны закупили разработанную технологию по заниженной цене, не учитывающей реальные затраты на разработку технологии. Парадокс состоит ещё и в том, что эти страны сейчас вытесняют французское производство тюрбо: эта рыба теперь поступает из Китая по низким ценам.

Предприниматели, конечно, могут возразить: они платят налоги, создают рабочие места, следовательно, они должны иметь льготы в виде получения технологических разработок. Это справедливо, но при условии, что государственная поддержка будет соответствовать вкладам предпринимателя. В противном случае, как окупятся научные исследования? В чём здесь заключается государственный интерес?

В период 1950–1960 гг., когда развивали рыбоводство на основе использования отходов, поставляемых скотобойнями, одно положение было невозможным: увеличение производительности в расчёте на один кубический метр. Если увеличить плотность размещения форели в единице объёма воды, то придётся загрязнить воду жирной субстанцией (кормили рыбу мясными отходами). К счастью, «внешняя среда» в 70-е годы помогла решить эту проблему. Вместо использования мяса, стали выпускать гранулированные корма, которые загрязняли внешнюю среду в гораздо меньшей степени, к тому же для их хранения не нужны холодильники, что снизило затраты электроэнергии. Производительность форелевых хозяйств возросла в 2–3 раза. Некоторые хозяйства стали производить по 300 т форели, вместо 80 т причём на той же площади и без увеличения смертности рыбы.

Действительно, внешне представлялось, что загрязнять воду стали меньше. Но, спустя несколько лет заметили, что увеличение объёмов продукции сопровождается увеличением производства органического вещества. В конечном итоге оказалось, что загрязнённость вод возросла. Более того, некоторые органические соединения, поступающие в воду из гранул, очень трудно разлагаются бактериями, о чём не говорится в рекламах и технической информации по гранулированным кормам. Добавим, что остатки корма окисляются бактериями до минеральных соединений, которые вызывают бурный рост зелёных водорослей.

В конечном итоге оказалось, что основную прибыль получают не рыбоводы, а фабриканты, производящие корма.



### *А если «аквакультивировать» по-другому?*

В Европе можно найти примеры местных, уже испытанных, новых решений, а также идеи для поиска новых решений. Было бы весьма соблазнительным, но и в тоже время ответственным, использовать опыт аквакультуры, практиковавшейся во Франции 30–40 лет тому назад. Например, выращивать форель, используя отходы филетажа<sup>39)</sup>. В 50–60-ые годы в г. Лорьян работала сеть сбора и переработки рыбных отходов. Сегодня такая сеть могла бы работать в сети супермаркетов, что создало бы дополнительные рабочие места и снизило нагрузку на внешнюю среду.

Одно предприятие уже практиковало этот метод: рыбноводное хозяйство в Aber Wrac'h. С 2001 г. это предприятие производило лососей с белым мясом, которым давали корм, состоящий на 30% из зерна и растительного масла, и 70% рыбной муки, произведенной из отходов переработки рыбы. К сожалению, по частным соображениям, это предприятие в настоящее время не функционирует.

В Африке в течение десятилетий реализуется программа ФАО, однако созданная там интенсивная аквакультура не стала панацеей, как это было обещано. Действительно, на этом континенте невозможно создать интенсивную аквакультуру в любом выбранном месте. Перенос европейских технологий, адаптированных к условиям богатых стран, абсолютно бесперспективен для внедрения в бедных странах. Где найдутся деньги на производство электроэнергии и закупку гранулированных кормов после отъезда европейских специалистов? Аквакультура — это полезный инструмент для изучения биологии местных видов, но, для того, чтобы она работала, её нужно адаптировать к местной экономике, к традициям сельского хозяйства и рыболовства. Термин «техническое сопровождение» означает внедрение европейского ноу-хау и европейских подходов. А нужно было бы, прежде всего, выслушать

---

<sup>39)</sup> Филетаж — это технологический процесс приготовления филе из рыбы. Он сопровождается производством рыбных отходов в больших количествах.

африканских рыбаков и понять, какая аквакультура им требуется. Например, африканцы много раз к нам обращались с просьбами помочь им развить аквакультуру. Слушая их, мы не даём себе отчёта в том, что они уже практикуют экстенсивную аквакультуру, используя акаджа<sup>40)</sup> и довольно хорошее знание своей экосистемы. В этом случае достаточно внедрения простых систем, увеличивающих производительность и нет необходимости в использовании сложных технологий.

## Аквакультура как важный инструмент решения проблемы продовольствия

Если мы хотим сохранить для будущего природные экосистемы, нам, прежде всего, необходимо понять, как работают водные пищевые сети.

### *Мы сами являемся звеном большой пищевой цепи*

От бактерий и до рыб и китов, все организмы, живущие в водной среде, участвуют в круговороте вещества. Выражение «пищевая цепь» является упрощением сложной реальности, то есть системы сложных пищевых (или трофических) взаимоотношений, сложившихся в сообществах водных организмов. Точнее, следовало бы говорить о «пищевой сети». Действительно, немногие хищники ограничиваются одним видом добычи. В свою очередь, каждый из них может быть пойман различными хищниками.

Водоросли — производители органического вещества — являются фундаментом морской пищевой сети. К этой продукции фи-

---

<sup>40)</sup> Acadjas — отгороженный участок, в котором мальки рыб подращиваются до товарного размера.

топланктона, называемой «первичная», добавляется продукция, называемая «парапервичная», состоящая из экскрементов организмов зоопланктона, а также из их трупов, панцирей и различных остатков. Эти частички мёртвого органического вещества являются носителями бактерий (микрофлоры). Все эти частички представляют собой немаловажный источник пищи организмов, способных фильтровать воду.

Замкнутый круговорот органического вещества в морской воде, также как и в пресной, обеспечивается за счёт разрушения этого вещества бактериями до углекислого газа, фосфатов, нитратов и т. д. — продуктов, потребляемых водорослями. В морях разрушение мёртвого органического вещества происходит на больших глубинах.

Течения выносят к поверхности холодных морей, а также в зонах апвеллинга — тёплых морей, растворённые минеральные соединения. В озерах, действие ветра и колебания атмосферного давления способствуют образованию течений и более-менее регулярному перемешиванию верхних и нижних слоёв воды. В озёрах круговорот органических и минеральных веществ протекает быстрее, чем в морях. В небольших водоёмах (прудах, лагунах, лиманах) физико-химические процессы ускоряются: малые глубины способствуют быстрому переносу в зону фотосинтеза минеральных остатков.

В водах, бедных фитопланктоном (недостаток минеральных солей) первичное звено представлено бактериями, которых поедают ресничные простейшие — корм для зоопланктона (копеподы).

Сеть пищевых цепей не может функционировать без участия своих первых стадий: фитопланктона и зоопланктона. Каждый вид играет свою чётко определённую роль (хищники, хищники высшего порядка, разлагатели). «Эта работа осуществляется на всех этажах океанической водной массы и каждое животное является специализированным работником, который обогащается, выполняя свою работу, а, также борясь за жизнь, за то, чтобы, как можно позже, стать добычей более сильного, или более ловкого

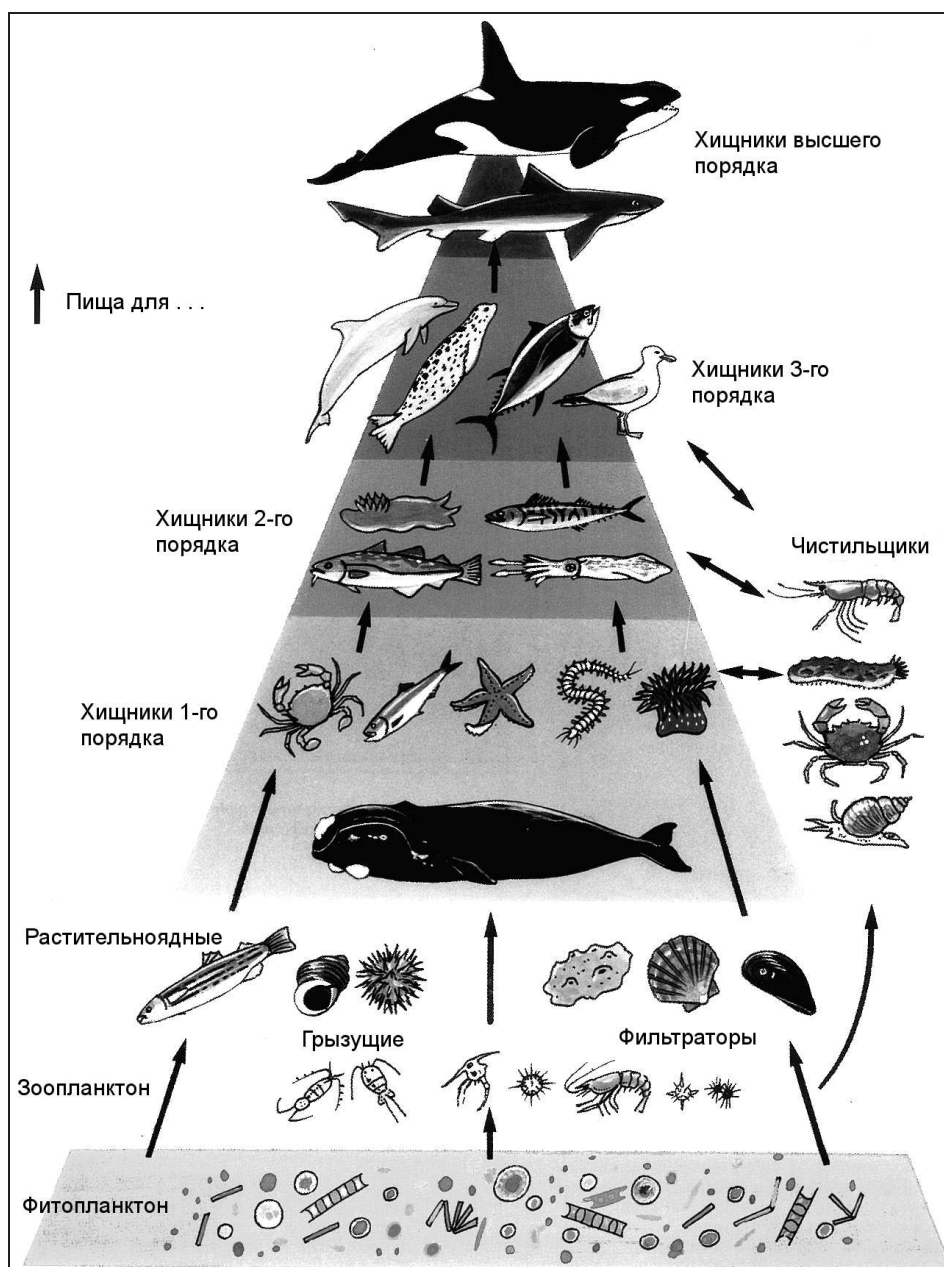


Рис. 2.1. Схема пищевой пирамиды.

Источник: Copains des mers, le guide des petits loups de mer. V. Tracqui, F. Claro, C. Heinrich, P. Robin. 1992, Editions Milan.

и прожорливого»<sup>41)</sup>. Организмы, все вместе, образуют экосистему, устойчивую как карточный домик. А человек в этом домике — пирамиде является хищником, причём на всех этажах.

Человек потребляет в пищу организмы, входящие во все звенья пищевой цепи. В первую очередь он ест рыбу, являющуюся полноценным продуктом, содержащим белки, жирные кислоты (например, полиненасыщенные жирные кислоты), а также витамины и химические элементы (витамины А, В<sub>12</sub>, D, йод и селен). Можно, например, быстро получить большое количество жирных кислот, съедая жирную рыбу или большее количество тощей рыбы. И напротив, люди, не питающиеся рыбой, могут не получать дневную дозу жирных кислот, что необходимо для нормального функционирования сердечнососудистой системы, а также развития плода у женщин<sup>42)</sup>. Эйкозапентаеновая кислота является основной жирной кислотой (ОЖК), которая содержится, главным образом, в рыбьем жире и входит в группу основных жиров омега-3. Интересно отметить, что, если дикая рыба не содержит это соединение, то рыба, выращенная в интенсивной аквакультуре — его содержит, так как её корма на 30% состоят из рыбьего жира.

### *Может ли планктон накормить человечество?*

Издавна известны питательные свойства фитопланктона. Наиболее известный его представитель — спирулина, появившийся на планете 3 миллиарда лет тому назад. Ещё ацтеки отфильтровывали её с помощью тонко связанных сит. Они потребляли спирулину, смешивая её с кукурузой, что повышало их способность выполнять тяжёлые работы в условиях высокогорья.

Спирулина — это цианобактерия, снабжённая ассимилирующими пигментами: хлорофиллом *a*, каротиноидами и фикобилипротеинами. Таким образом, она наделена фотосинтетической способ-

<sup>41)</sup> Anita Conti. L'Océan, les bêtes et l'homme (см. список литературы).

<sup>42)</sup> См. сайт [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu)

ностью, то есть способностью создавать органическое вещество, используя углекислый газ, воду и солнечную энергию, которую она переводит в химическую энергию. Итак, это микроводоросль пресных вод, длиной 0,3 мм; она имеет вид нити, свёрнутой в спираль. В питомнике Бег-Мей экспериментально определили, что спирулину можно культивировать в воде с солёностью 20‰ (20 г солей на 1 литр воды).

Она состоит из белков (белки составляют 60–70% её сухого веса), витаминов (особенно много витаминов А, Е и В<sub>12</sub>), микроэлементов (спирулина отличается высоким содержанием железа). Более того, она содержит в больших количествах магний, кальций, фосфор и калий. Благодаря высокому содержанию основных жирных кислот, спирулину относят к числу лучших источников гамма-линоленовых кислот. Углеводы составляют 15–25% её массы, причём это медленно усваиваемые углеводы. Спирулина, в виде таблеток, галет, порошка, коктейлей — представляет собой суперпродукт, хорошо сбалансированный по основным компонентам, необходимым для здорового функционирования человеческого организма.

Спирулину, в настоящее время, добывает и потребляет население, живущее по берегам озера Чад. Аналогичную ситуацию можно наблюдать и в Индии, где в южных, наиболее бедных районах, научились выращивать спирулину в прудах, защищённых от загрязнения листьями и насекомыми. Пруды, точнее небольшие бассейны, куда вносят питательные вещества, а Солнце в изобилии предоставляет энергию, являются высокопродуктивными культиваторами. Собранные водоросли сушат; местная ассоциация ежедневно включает в рацион школьников спирулину как пищевую добавку (1 чайную ложку порошка) на чашку риса<sup>43</sup>), аналогично тому, как во Франции, после Второй мировой войны детям ежедневно выдавалось молоко. Спирулина — это добавка, содержащая цен-

---

<sup>43</sup>) При ежедневной выдаче спирулины в количестве 2–10 г дети полностью восстанавливают свои силы.

ные питательные элементы (белки, олигоэлементы, незаменимые аминокислоты, витамины и т. д.) для населения бедных стран.

Хотя спирулина в настоящее время в Европе является объектом маркетинговой компании, необходимо ещё продолжение тщательных исследований её преимуществ и недостатков в питании человека. Действительно, если наша пища хорошо сбалансирована, то потребление спирулины не является необходимым.

Другая чрезвычайно перспективная для использования в питании человека фитопланктонная водоросль: одонтелла (*Odontella*). Появившись 150 миллионов лет тому назад, диатомовые, к которым относится и одонтелла, проникли во все водоёмы и стали одним из основных компонентов растительного планктона, играющим ведущую роль в жизни морских экосистем. Они — исходное звено морских пищевых цепей. Так же, как и спирулина, одонтелла содержит белки, включающие восемь незаменимых аминокислот, хотя и содержание белков составляет 20%, что гораздо ниже, чем у спирулины. Она включает также витамины E, C, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, провитамин A, а также многие микро- и олигоэлементы. Эта водоросль содержит в больших количествах кремний, представленный в ассимилируемой форме. Но главное достоинство одонтеллы: это удивительно высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот с доминированием омега-3<sup>44</sup>).

Действительно, эта водоросль состоит на 30% из жирных кислот, поэтому она является среди растительного царства самым богатым источником жирных кислот. Она развивается в прибрежных зонах разных морей Мирового океана и легко адаптируется к различным условиям. Поэтому одонтелла может стать объектом марикультуры, особенно в странах, испытывающих продовольственные трудности.

Все слышали о криле (животные, напоминающие креветок и входящие в постоянный планктон) — пище китов. Это ракообраз-

---

<sup>44</sup>) Эти соединения оказывают благотворное влияние на человеческий организм, в частности на состояние сердечнососудистой системы.

ные, достигающие 5 см длины, формируют гигантские облака в антарктических водах, причём их плотность в облаке составляет 15 000 экз./м<sup>3</sup>. Также их встречают в водах умеренных и тропических морей под названием «мизиды». Уменьшение рыбных запасов способствовало распространению криля в других районах Океана. Сейчас криль рассматривается в качестве возможного пищевого ресурса в питании человека.

Представители другого постоянного зоопланктона — копепо́ды — в количественном отношении являются самыми массовыми животными на планете. Потребляемые медузами, креветками, рыбами, от сардины и до китовой акулы, эти маленькие растительноядные рачки составляют 80% всего зоопланктона. Они ежегодно производят 40 миллиардов тонн мяса, что несравнимо больше 260 миллионов тонн мяса, производимого мировым животноводством! А что Вы скажете насчёт бифштекса из копепод под соусом из спироулины или одонтеллы?

### ***Благотворное влияние планктона на наше здоровье***

Санитарное состояние морских вод зависит от качественного и количественного состава фитопланктона. Все мы слышали о благотворном влиянии моря, которое обладает, в частности, антибиотическими свойствами, связанными с секрецией планктонными организмами биологически активных веществ. Было показано, что некоторые диатомовые способны продуцировать антибиотики и другие бактерицидные соединения<sup>45)</sup>.

Чрезмерное присутствие фекальных колиформ, увеличивает вероятность патогенных агентов, с которыми нужно бороться (например, холера). Наличие бактерицидных диатомей угнетает эти патогенные агенты. Следовательно, существуют межвидовые вза-

---

<sup>45)</sup> Особенно водоросли родов *Chaetoceros*, *Skeletonema*, *Ditylum*, *Rhizosolenia*, *Nitzschia*, *Thalassiothrix*, *Melosira*.



имодействия, в частности между микроорганизмами, функционирование которых содействует уравниванию компонентов морской среды.

Пример Исландии: угнетение колиформ<sup>46)</sup> протекает при цветении диатомовой водоросли *Skeletonema costatum*. Присутствие этой водоросли в 30 г морской воды способно убить 10 миллионов *Escherichia coli*.

Изменения в доминировании видов планктонных водорослей сопровождаются изменениями спектров антибиотических свойств морской воды. По этим изменениям можно судить о появлении новых видов фитопланктона. В исследованиях 1970 г., проведенных под руководством профессора Оберта из CERBOM<sup>47)</sup> (г. Ницца), было показано, что химические изменения в морской воде и в местном планктоне происходят параллельно.

### ***Планктон и качество моллюсков***

Качество морепродуктов зависит от качества воды. Присутствие некоторых представителей фитопланктона (например, *Biddulphia*) свидетельствует о воде превосходного качества, пригодной для самой требовательной аквакультуры. Прекрасным кормом для устриц является одонтелла, которую устрицы отфильтровывают из воды и, поедая ее, накапливают соединения с омега-3. Температура и насыщенность кислородом воды играют опреде-

---

<sup>46)</sup> Фекальные колиформы, или термотолерантные колиформы, являются микроорганизмами, способными ферментировать лактозу при температуре 44,5°C. Наиболее часто упоминаемый представитель данной группы: *Escherichia coli*, на долю которой приходится 80–90% всех колиформ. Хотя наличие в воде фекальных колиформ обычно свидетельствует о фекальном загрязнении, существуют виды колиформ, которые поступают в воду не из фекалий, а развиваются в воде, обогащенной органическим веществом, например из сточных вод предприятий, производящих мучные изделия, бумажных фабрик, предприятий перерабатывающих сельхозпродукцию.

<sup>47)</sup> CERBOM — Центр исследований по биологии и медицинской океанографии.

ляющую роль в процессах накопления питательных элементов в мясе устрицы. Отмечалось, что присутствие одонтеллы благоприятно влияет на развитие других микроводорослей и способствует созданию высокого биоразнообразия фитопланктона прибрежных вод. От качества и богатства видового состава фитопланктона в зоне марикультуры зависит развитие и распространение вирусных и микробных заболеваний устриц, клемов, гребешков.

### *Тушь из планктона для устриц (для наведения красоты)*

Наблюдения над другой группой фитопланктона: навикулами (диатомей), наводят на воспоминания о традиционном французском устрицеводстве, которое научилось разводить эти водоросли в бывших «салинах» — земляных прудах для добычи морской соли. Эти пруды называли «клеры». Навикула (*navicule*), имя которой напоминает корабль (*navire*), имеет форму судна или лодки с заострённым носом и кормой и с полосками, напоминающими ряды гребцов, если их рассматривать с высоты птичьего полёта. Они размножаются осенью в зоне эстуариев и именно их используют для «зеленения устриц». Эта операция хорошо известна устрицеводам, готовящим устриц высокого качества: «фин де клер», которые будут реализованы в конце года (на Рождество и на Новый год). Напомним здесь, что зеленение устриц происходит в результате накопления жабрами сине-зелёного пигмента, содержащегося в голубой навикуле *Haslea ostrearia*, которая размножается в клерах. Последовательное развитие навикулы, одонтеллы, скелетонемы и других видов фитопланктона придаёт устрицам превосходный вкус, причём специфичный для каждого района.

Однако любитель устриц должен проявлять осторожность и не слишком доверять цвету устриц. Например, многие думают, что, поскольку форелей относят к лососям, их мясо должно быть розово-оранжевым, как у настоящих лососей! Мясо лососей, живущих в открытом море, лишь слегка окрашено, но оно не ро-

зовое. Только дикий тихоокеанский лосось, питающийся крилем, становится красномясым. Он так же, как и фламинго, окрашивается красным пигментом, извлекаемым из ракообразных. Потребитель хочет есть рыбу с красным мясом, а производитель ему её и производит, хотя это и нонсенс. Когда «делают» форель — это не означает, что «делают» лосося. Нормальная форель, выращенная в пресной воде, имеет мясо *естественно* белого цвета. Но в корм, для окрашивания мяса, добавляют калканонид (каротин), а это очень плохо. Форель, выращиваемая в открытом море при невысокой плотности посадки и питающаяся живыми креветками, становится *естественно* розовой.

## Прибрежные профессии под давлением

Некоторые специалисты размышляют о перспективах рыболовства, аквакультуры и об охране водных ресурсов, например рыбаки острова Уат (Морбианский залив). Ещё в 1972 г. они заявили об «обеднении ресурсов» и предложили меры, которые легли в основу устойчивого развития, точнее, как в прибрежной зоне сделать совместимыми различные виды деятельности: охрану ресурсов, туризм, давление недвижимости (конфликты землепользования между рыбаками и временными владельцами), экономическую деятельность? Они считали необходимым разработать совместно со всеми пользователями литорали соглашение, отвечающее потребностям всех пользователей и предотвращающее обеднение водных живых ресурсов. Они желали провести дебаты относительно обустройства прибрежной зоны, в которой они намерены провести мероприятия по обогащению природы, сохранив при этом свои исторические права. Свои предложения они изложили в «открытом письме».

### *Мобилизация профессионалов моря в 1973 г.*

Под заголовком «Голубой бретонский пояс, почему бы и нет? ...», объединение рыбаков о. Уат опубликовало в январе 1973 г. открытое письмо в газете Франс-Пэш (*Франция-Рыболовство*). Они предложили газете организовать круглый стол. Редакция высказала своё принципиальное согласие, потому что, «если море принадлежит всем, оно, всё же, продолжает оставаться в привилегированном пользовании у профессиональных рыбаков, но имеются ещё места в нашей 3 000 километровой береговой полосе<sup>48)</sup> для справедливого распределения моря, причём с учётом как экономических соображений, так и экологических требований».

Однако нефтяной кризис<sup>49)</sup> переориентировал интересы политического мира, оставив вне внимания предложения рыбаков — в результате они сами должны были заниматься решением своих проблем. Тогда они написали другое письмо, которое широко распространила пресса («Ле Марэн», «Уэст-Франс», «Ле Телеграмм», «Франс-Пэш», «Ля Либертэ») в период с февраля по апрель 1973 г. Эта манифестация, получившая название «Голубой бретонский пояс», породила многочисленные дебаты и превратилась в трибуну предложений по обустройству береговой полосы, по общественному управлению ресурсами и по организации туризма, совмещаемого с функционированием приморских организаций.

Окончательный текст содержит призыв к строительству будущего, общего для всех: местных работников, туристов, однако с условием, что все придут к соглашению, относительно распределения природных богатств.

В своей книге «Рыбаки о. Уат» Поль Жорион приводит выдержки относительно проекта развития туризма в 1972 г., предусматривающего строительство на острове 44 баз: «Необходимо спасти рыболовство о. Уат — главный ресурс острова. Однако ту-

<sup>48)</sup> Точнее 2 730 км, см.: [www.bretagne-environnement.fr](http://www.bretagne-environnement.fr)

<sup>49)</sup> Речь идёт о бойкоте арабскими странами поставок нефти после «семидневной войны» с Израилем — прим. переводчика.

ризм — это уже реальность, существующая на острове [...]. Поэтому будем реалистами и не станем его игнорировать или противопоставлять туризм рыболовству. Отдадим приоритет рыболовству, но сделаем гармоничными и процветающими оба вида деятельности [...]. Если мы хотим контролировать туризм, вписав его в наш остров, тогда давайте найдём ему место, причём такое, в котором будем заинтересованы и мы, и наши дети<sup>50)</sup>...

#### Открытое письмо<sup>51)</sup>

В прибрежных водах сложился очень тяжёлый кризис. Этот кризис носит двойное имя: «Обеднение ресурсов» и «Морское право». Действительно, в отношении прибрежного рыболовства ситуация неуклонно, год от года, ухудшается. Потери вылова из-за обеднения морских ресурсов невозможно компенсировать ни введением новых орудий лова, ни увеличением продолжительности лова.

Нужно признать, что реакции рыбаков на упадок рыболовства — различны: некоторые отказываются признавать факты; другие, прекрасно понимая происходящее, ещё сильнее стараются черпать из моря, заходят в запретные зоны, стараясь, пока ещё возможно, накопить, как можно больше денег. Для них рыболовство — это трудная профессия без будущего, поэтому им нужно сейчас взять максимум. Другие просто ожидают чуда.

#### *Новая «Атлантическая стена»*

Так как рыбаки не единственные, кто заинтересован в море, другие также хотели бы устроиться на берегу или в море. Уже получены разрешения на организацию разведки нефтяных запасов на шельфе Южной Бретани;

*Продолжение на следующей странице*

<sup>50)</sup> Paul Jorion. Les Pêcheurs d' Houat: anthropologie économique. Herman, 1983.

<sup>51)</sup> В прибрежных водах Бретани рыбаки ловят не только рыбу, но и донных ракообразных (омаров, крабов, лангустинов), моллюсков (морских гребешков, каракатиц, кальмаров, осьминогов). Ракообразных ловят специальными донными ловушками, а гребешков — драгами — прим. переводчика.

обсуждается вопрос выбора мест для размещения нефтеперегонных и химических заводов.

Растёт список портов яхт-клубов, т. е. индустрии отдыха. Некоторые предприниматели (промотеры) мечтают о возведении стены вдоль атлантического побережья Бретани.

Именем «права на отдых» прибрежная полоса погружается в строительные работы на 10 месяцев в году, а в течение полутора месяцев — заполняется потоками туристов, которые полностью переворачивают жизнь местного населения.

Наконец, многие организации и несколько крупных фирм проявляют интерес к созданию морских аквакультурных хозяйств, в связи с чем говорят, что прибрежная полоса будет им передана в концессию.

*Мы не согласны*

Едва ли нужно объяснять нашим коллегам рыбакам, что всё это приведёт к большим беспорядкам, а также к концу нашей профессии; море, которое является и нашим домом и нашим средством к существованию и на которое мы имеем «Исторические Права», сейчас находится на грани раздела, эксплуатации, купли и загрязнения. Нам остаётся только сделать выбор: либо маневрировать между всеми этими предприятиями, либо собирать чемоданы, то есть менять своё место жительства.

Бесполезно говорить, что мы, уатчане, не согласны с тем, что сейчас происходит.

Мы считаем, что рыболовство имеет своё надёжное будущее, потому что:

— Ранее наши воды были богатыми;

— Спрос на морепродукты всё время растёт.

Мы считаем, что море может воспроизводиться, а ресурсы должны быть воспроизведены, но не на благо кого угодно и как угодно, и что аквакультура, называемая рентабельной,

*Продолжение на следующей странице*

должна в ближайшем будущем контролироваться организациями рыбаков прибрежного лова.

Настоящей декларацией мы просим всех морских рыбаков, научные организации, административные учреждения, а также политических деятелей обсудить в ближайшее время проект обустройства прибрежных вод.

Речь идёт о включении различных попыток воспроизводства водных ресурсов, проводимых уже в Дуеслан (Doueslan), на острове Йе (ile d'Yeu), в Круазик (Croisic), в Нуармутье (Noirmoutier), в Бресте (Brest), острове Уат (Houat) в единую общую программу.

*Воспроизводить ресурсы*

Этот проект мы назвали «Голубой бретонский пояс». Он состоит, прежде всего, в выделении (делимитации) обширной подводной зоны от острова Йе и до Монт-Сен-Мишель (Mont-Saint-Michel), в которую войдут все острова, скалы, рифы, подводные поднятия, плато, подводные каньоны у берегов Бретани.

Запасы промысловых видов должны быть восстановлены до высокого уровня, соответствующего прежним запасам, как в количественном отношении, так и по видовому составу. Должна быть выделена зона для океанической аквакультуры, а также для марикультуры экстенсивного типа. Весь пояс должен представлять собой экологический ансамбль с природными богатствами: охраняемые участки, незагрязнённые воды, птичьи заповедники и местное население, живущее и работающее в гармонии с природным окружением.

Проект должен включать и другие формы морепользования, например аквакультуру, рентабельность которой, возможно, для некоторых видов уже доказана.

*Продолжение на следующей странице*

Следовательно, мы должны быть готовыми к её применению, так как это нам — рыбакам — надо объединять рыболовство и производство молоди и избегать конкуренции продукции рыболовства и аквакультуры.

Более того, морское выращивание может быть реализовано только в определённых местах: бухтах, лиманах, эстуариях, то есть на наших акваториях.

*Предлагаемые меры*

В практическом плане мы предлагаем следующие мероприятия:

- Более систематическую политику в отношении акваторий с регламентированным ловом; практиковать «планы рыболовства»;
- Строительство достаточного количества универсальных питомников, как для производства малька, так и молоди для аквакультуры;
- Заселение, с помощью надёжных методов, морских участков высококачественной жизнестойкой молодью;
- Постоянный контроль научными сотрудниками промысловых запасов с использованием специальных рыболовных бланков;
- Разработка новых методов рыболовства, наносящих минимальный урон природе;
- Борьба, с помощью быстроходных судов, с нарушителями запретов на лов в местах воспроизводства и ограниченного вылова;
- Должен быть организован круглый стол для рыбаков, с целью обсуждения данных предложений, а затем должен быть проведен широкий круглый стол для всестороннего обсуждения;

*Продолжение на следующей странице*



- Свободная навигация прогулочных катеров и яхт в зоне голубого пояса, но спортивный лов должен быть ограничен специально отведенными местами, а подводная охота должна быть полностью исключена; подводные исследования должны быть регламентированы.
- Свободная навигация прогулочных катеров и яхт в зоне голубого пояса, но спортивный лов должен быть ограничен специально отведенными местами, а подводная охота должна быть полностью исключена; подводные исследования должны быть регламентированы.

*Пришло время для посева*

Даже, если этот проект столкнётся с многочисленными возражениями, мы, уатчане, убеждены, что он необходим и абсолютно реализуем.

Поэтому мы призываем:

- Политическим инстанциям — взять ответственность за реализацию проекта;
- Администрацию и, особенно, «Морские дела» — взять на себя ведущую роль в разработке и внедрении проекта;
- Многочисленные научные учреждения — найти возможность своего участия, согласовав вначале программы между собой, а затем и с рыбаками;
- Бретонцев, которые хотят, чтобы их страна жила не за счёт крох, предоставляемых Парижем, а за счёт их естественных занятий, им издавна присущих и обращённых к будущему;
- Наконец, всех рыбаков всего побережья от Ламанша и Атлантики до Средиземного моря и Корсики, которых мы просим понять, что, если мы не будем работать вместе, прогресс будет развиваться без нас и будет он направлен против нас.

*Продолжение на следующей странице*

Источник наших богатств находится под килем, нужно его сохранить, понимая, что времена обдирать морское дно — ушли в прошлое. Пришло время сеять, но, при этом, отстаивать наше морское право.

Только так мы можем передать по наследству детям нашу профессию, будущее, здоровую и человеческую жизнь.

**Объединение рыбаков острова Уат, январь 1973 г.**

### *1972–2002: тридцать лет спустя, CAP 2000*<sup>52)</sup>

Вопрос о совместимости различных пользователей побережья постоянно обсуждался в последующие 30 лет. Однако объединение рыбаков осуществилось в другой форме. С целью сохранения первичного сектора (*промысел, выращивание*), особенно страдающего от возрастающей урбанизации побережья района Морбиан, три профессии пришли, в конце концов, к консенсусу, сначала, научившись понимать друг друга, а потом, сделав шаг навстречу друг к другу, что произошло после совместных акций в отношении деликатной проблемы «500 — метровой полосы»<sup>53)</sup>. Проблема состоит в следующем: нужно развивать оба сектора параллельно (устрицеводство и приморское сельское хозяйство), не исключая любой из них. Причём сельское хозяйство в этой зоне всё более переходило к «новоселянам» (“неоигеаух”), то есть пенсионерам, владельцам загородных усадеб и т. д. Постепенно совместная деятельность по урегулированию споров распространилась на весь бассейн.

<sup>52)</sup>История CAP 2000 показана в фильме «CAP 2000», (первый выпуск серии «Иллюстрации солидарности» DVD или VHS secam, 13 min, обращаться к режиссёру J. Y. Dagnet: [toot@toot.fr](mailto:toot@toot.fr), автор сценария: М. Thomas-Bourgneuf).

<sup>53)</sup>Полоса суши вдоль берега моря, где расположены морские фермы и, на которой крестьяне не имеют права использовать навоз.

### ***История ассоциации «САР 2000»***

Однажды произошёл... конфликт. Этот конфликт случился между морскими и наземными фермерами из-за бактериологического загрязнения вод реки Пенерф (Pennerf), произошедшего от удобрения полей органическими удобрениями. Одни обвиняли других в загрязнении воды. Другие заявляли, что их хотят сделать безработными. Казалось, сложилась неразрешимая ситуация.

Конхиокультура не имела своей профсоюзной организации как, например, агрокультура, поэтому двенадцать молодых марикультуристов организовали в 1997 г., в рамках Районного центра молодых фермеров, секцию конхиокультуры (CDJA). В 1999 г. CDJA предложила устрицеводам и мидиеводам представить их на «Международной пахоте» (Mondial de labour<sup>54</sup>), так как, в конечном итоге, у рыбаков, молодых агрофермеров, устрицеводов одна общая забота — качество воды. Именно в этот период и были посеяны зёрна идеи «САР 2000» — инициативы марикультуристов, агрофермеров, рыбаков, начавших вместе XXI век. Ассоциация руководствовалась двумя основными целями: 1) организовать меж-профессиональный диалог между морскими и земельными фермерами с целью обеспечения охраны качества воды вдоль берегов Южной Бретани; 2) совместно найти решение вопроса о сохранении первичного сектора в прибрежном районе, то есть сельскохозяйственного производства, рыболовства, марикультуры.

### ***«Педагогическая ячейка»***

Ассоциация «САР 2000», после двух лет неформального существования, наконец, была создана в феврале 2001 г. Её основная задача: ознакомление широкой публики с особенностями функционирования водных экосистем, используя при этом «педагогическую ячейку», разработанную Пьером Молло. Эта мобильная

---

<sup>54</sup> «Состояние Земли» (“Terre Attitude”) в Помакле (Pomacle), Марна (Marne), Франция.

установка, включающая видео систему, соединённую с микроскопом, может быть доставлена непосредственно в зону устрицеводства или мидиеводства и там, на месте может быть использована для изучения планктона. Изображения планктонных организмов появляются на экране и обсуждаются совместно с морскими фермерами. Это несложное мероприятие позволяет наглядно показать морским фермерам, из чего состоит водная среда и, как по видовому и количественному составу планктона можно сделать вывод о пригодности воды для роста моллюсков. «Это — эквивалент анализа почвы в земледелии» — говорит активный член ассоциации Р.-У. Roussel. Планктон, оказавшись в центре внимания, объединил представителей трёх профессий.

### *Диалог и размышления*

В рамках, какой темы можно найти «зону договариваемости», которая выявит добрую волю и готовность ко взаимному пониманию. Цель созревает на «кантональных подъёмах» (“relances cantonales”). Действительно, каждую зиму члены CDJA посещают молодых фермеров с целью оказания им помощи в решении возникающих проблем. Например, они решили посетить тридцать предприятий марикультуры, расположенных вдоль берегов рек Пенерф и Этель, где запрет на внесение удобрений в «500-метровой полосе», при выращивании моллюсков, представляется самой главной проблемой, порождающей конфликты с марикультурой.

В июле 2001 г. появилось постановление префекта по второй программе действий, называемой «директива по нитратам»<sup>55</sup>). В этом постановлении указываются периоды запрета на внесение органических удобрений и минимальные расстояния до воды, а также до расположения морских ферм. В этом тексте администрация допускает возможность нарушения указаний по внесению удоб-

---

<sup>55</sup>) Многолетняя программа, определяющая нормы внесения органических азотных удобрений.

рений в 500 метровой полосе, в то время, как в постановлении от 1997 г. это было исключено. Результатом диалога, начавшегося в 1995 г., явилось последнее постановление, которое применимо при условии подписания технического протокола между Сельскохозяйственной палатой Морбиана и Региональным отделением конхиокультуры Южной Бретани.

### *Полезна ли хартия для практики*

«САР 2000» подтолкнул Сельскохозяйственную палату (СП) и Региональное отделение конхиокультуры (РОК) к подписанию общего соглашения. Оно материализовалось в форме хартии, подписанной в январе 2002 г. «САР 2000» предлагает свои услуги в случаях, если изучение заявления на нарушение хартии происходит на местном уровне, а не в отдалённых местах (в Ванн в отношении агрокультуры и в Оре — конхиокультуры). Для повышения эффективности работы была подписана трёхсторонняя конвенция, определяющая место каждого участника. «САР 2000» после зачисления в свой состав специалиста, стал передаточным механизмом между местными комиссиями и департаментской паритетной группой. Найдены решения по «запрещённым зонам». Крестьяне, совместно с морскими фермерами, подготавливают соглашение по применению, с учётом определённых условий, органических удобрений в 500 метровой полосе. Рыбаки получили разрешение на лов рыбы между устричными парками, а устрицеводам было разрешено развивать устрицеводство в зоне литорали, но, не вредя, при этом «планктонным прериям», создающим кормовую базу для будущих рыб.

Ассоциация осуществляет также бактериологический контроль воды. Прибрежные воды классифицированы по степени пригодности для конхиокультуры на основе микробиологических критериев. Запрет на удобрение навозом 500 метровой полосы основывается на опасности проникновения в воду бактерий, содержащихся

в навозе. Контроль санитарного качества воды отражает также степень соблюдения положений хартии.

### *Конкретные действия*

Описываемая деятельность базируется исключительно на добровольных началах. Примерно 40 семейных агрохозяйств объединились с целью создания кооператива типа СУМА (кооператив совместного использования сельскохозяйственной техники) со специализацией по производству компоста<sup>56)</sup>. Сами устрицеводы организовали кампанию очистки устричных парков, а несколько рыбаков стали обследовать двигатели барж с целью предотвращения утечек ГСМ в воду, а также выбрасывания мусора в море и т.д. В перспективе ассоциации — распространить свои идеи и опыт на другие бретонские департаменты, а также на другие регионы, а в дальнейшем и на другие профессии (производители клемов, профессиональные сборщики моллюсков...). Планируется также сделать доступными для морских работников результаты научных исследований моря. Ежемесячно выпускается обзорная информация, направляемая в профсоюзы, в том числе отчёты регулярных наблюдений планктона. Ежемесячно проводятся собрания, на которых обсуждаются эти результаты представителями трёх профессий. Появляются новые идеи, которые включают в педагогические руководства, в частности по методикам изучения планктона (от взятия проб и до их систематического анализа). Профессиональные и добровольные сотрудники ассоциации активно участвуют в работе коллоквиумов, в форумах, выставках, а также выступают в специализированных лицах.

В итоге, спустя тридцать лет после того, как рыбаки острова Уат «взяли в руки лопаты и кирки с целью воспроизводства морских ресурсов», другие морские профессионалы поняли, что их

---

<sup>56)</sup>На эту тему ассоциацией «САР 2000» снят небольшой фильм, который можно получить, обратившись по адресу: [morgane.nedelec@educagri.fr](mailto:morgane.nedelec@educagri.fr)

---

практические действия оказывают непосредственное влияние на среду и могут свести на нет все усилия их коллег, направленные на охрану и воспроизводство ресурсов. Женщины и мужчины в течение трёх десятилетий воплощали на практике идею «земля питает море», в результате чего, то, что вначале казалось утопией, через годы стало реальностью. Верно, что профессионалы моря должны быть прекрасными специалистами, но в то же время они должны обладать качеством «долгосрочного глобального видения» и решать свои проблемы с учётом всех основных обстоятельств.

Часть II

Планктон: всемирное  
достояние и риск его потери



# Планктон без границ

## Планктон и кислород

Четвёртый отчёт ГИЕС (Межправительственная группа экспертов по изменению климата), составленный научными сотрудниками по заказу ООН, утверждён всеми государствами 6 апреля 2007 г. В декабре 2009 г. в Копенгагене должна состояться конференция для принятия программы уменьшения выбросов газов, обладающих свойствами парникового эффекта. Для разработки программы, в марте, в датской столице собрались 2 000 климатологов, которые пришли к выводу, что климатические изменения к началу XXI века оказались более тревожными, чем предполагалось. «Со времени последнего отчёта ГИЕС в 2007 г. у нас накопилось большое количество данных. Мы хотим, чтобы правительства поняли причины наблюдаемых явлений» — объясняет Катрин Рихардсон (Katherine Richardson) из Копенгагенского университета, одного из новых университетов, созданных для изучения данной проблемы.

### *Несколько заметок по климатическим флуктуациям*

Климатические изменения на Земле происходили и ранее, даже в масштабе человеческой истории. Они проходили не без последствий для развития цивилизаций, миграций народов или возникновения бунтов.

В античные времена в греческих городах, несомненно, не было так жарко, как в сегодняшней Греции, и погода располагала к прогулкам в садах, к философским разговорам среди друзей. Если викинги, жившие на территории современной Норвегии, смогли обустроиться в Исландии и в Гренландии, если Леиф Эриксон (Leif Erikson) плывал до Ньюфаундленда и обосновался в посёлке на американском побережье, то это означает, что тогда на Севере были гораздо более тёплые времена, чем сегодня.

За климатическими изменениями следовали миграции населения. Исчезновение в XV веке колоний викингов вызвано разными причинами, но главная — это ухудшение климата. Действительно, в северном полушарии наступило похолодание, которое началось во второй половине XIV века и продолжалось до начала XIX века. Этот период называют «малое оледенение» или «малый ледниковый период» и приходится он на период пониженной солнечной активности. Он вошёл в историю как период исключительно холодных зим ( $-20^{\circ}\text{C}$  на протяжении всего декабря, Париж, 1788 г.). Однако, «исчезновение» викингов не было фатальностью — говорит Жаред Дьямон (Jared Diamond)<sup>1)</sup>, так как ещё до наступления похолодания, они уже переэксплуатировали природные ресурсы.

Во Франции климатические изменения вызывали значительные политические противостояния. Например, все историки согласны с утверждением о том, что революция 1789 г. в значительной степени была вызвана голодом. Урожай был уничтожен за-

---

<sup>1)</sup>Природные катастрофы. Как общества принимают решения о своём исчезновении или выживании. (Effondrement. Comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie, Gallimard, 2006).

морозком в июле 1788 г. а, из-за последующей морозной зимы, весенний сев был невозможен — в результате возник голод. Таким образом, к июлю 1789 г. сложились все необходимые предпосылки народного возмущения.

Сегодня, ввиду глобальности процессов, планета рискует войти в хронический продовольственный кризис: «было бы очень затруднительно компенсировать дефицит продукции одной части мира, за счёт перепроизводства в другой части<sup>2)</sup>». Продовольственная безопасность 3 миллиардов человек будет под угрозой в 2100 г., что приведёт к серьёзным политическим последствиям. «Человечество готовится к временам Великого голода<sup>3)</sup>».

### ***Быстрые климатические изменения***

С начала XX века мы вошли в период потепления климата и этот процесс значительно ускорился к концу века. Научный отчёт ГИЕС (февраль 2007 г.)<sup>4)</sup> предсказывает с высокой достоверностью повышение средней температуры к 2100 г. на 2–4,5°C, а также повышение уровня океана. Установлено, что климат изменяется в 10 раз быстрее, чем в периоды оледенения.

Климатические изменения соответствуют расчётным долгосрочным изменениям статистических параметров глобального климата Земли, а также климата отдельных стран (средних значений температур, ветров, осадков, падающей солнечной радиации, влажности и солнечной активности). Средняя температура на планете является результатом баланса поступающей солнечной энергии и энергии инфракрасного излучения, рассеиваемого планетой в космическое пространство. Распределение температуры на уровне почвы зависит от количества газа с парниковым эффектом

---

<sup>2)</sup> Давид Батисти, исследователь Вашингтонского университета в Сиэтле и Розамонд Нейлор, используя 23 климатические модели, сравнили сезонный ход температуры в XX веке с прогнозируемыми данными.

<sup>3)</sup> Выражение американского демографа Paul Ehrlich.

<sup>4)</sup> [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

(ГПЭ), присутствующем в атмосфере. ГПЭ играет роль изолятора, помещённого между поверхностью Земли и Космосом. Если бы ГПЭ отсутствовал, то средняя температура поверхности составляла  $-18^{\circ}\text{C}$ , но, благодаря наличию ГПЭ, эта температура равна  $+15^{\circ}\text{C}$ . Однако наблюдаемое в последние 50 лет потепление — беспрецедентно. Богатство *hotspots* (горячих точек — англ.) биоразнообразия этих районов, концентрирующих редкие и эндемичные виды, окажется под угрозой при повышении температуры, начиная уже с  $1,6^{\circ}\text{C}$ . «Наши новые модели показывают, что большинство областей разрыва находятся в полосе между 2 и  $3^{\circ}\text{C}$ , поэтому необходимо предпринимать меры, которые не позволят подойти к этому порогу» — сказал в Копенгагене выступавший климатолог.

Повышение температуры увеличивает вероятность перемещения рыб и морских беспозвоночных в сторону холодных морей (арктических и антарктических). А куда денутся северные холодолюбивые виды? Скорее всего, они исчезнут. Согласно оценкам<sup>5)</sup>, за период от нашего времени и до 2050 г., исчезнет 1 000 видов морских животных. Предсказываемые миграции затронут 60% морской фауны, в которую войдут и многочисленные планктонные виды.

### ***Беспрецедентные последствия***<sup>6)</sup>

Моделирование и результаты выполненных исследований позволяют выявить тенденции, но не точные величины, получаемые со 100% уверенностью<sup>7)</sup>. Тем не менее, они указывают, в каком направлении происходят изменения. Мы являемся свидетелями крупных метеорологических коллизий, например, таких, которые произошли в 2005 г., когда был «поставлен рекорд»: 28 тропических ураганов и 15 циклонов (ураган Wilma во Флориде с ветром

<sup>5)</sup>William Cheung, Университет Британской Колумбии (Канада), апрель, 2009 г.

<sup>6)</sup>GIEC 2001.

<sup>7)</sup>Программы BRANCH, GRIDWALK, SMALLSTEPS, CENA и т. д.

в 295 км/час; ураган Katrina с 1 500 жертвами!). Прогрев воды стимулирует развитие циклонов; наступает «эффект домино»: засухи, лесные пожары, движения земной коры — с одной стороны; обильные дожди, наводнения, бури — с другой...

Во второй части доклада эксперты ГИЕС перечисляют последствия этих изменений:

1. «При превышении температуры, отмечавшейся в 1990 году всего на 2–3°C, негативные последствия будут ощутимы во всех регионах планеты»;
2. «При превышении на 1,5–2,5°C могут исчезнуть 20–30% растительных и животных видов, а их место займут другие виды»;
3. «Количество жертв наводнений может возрасти до 2–7 миллионов человек в год»;
4. «В 2080 г. засуха, деградация и засоление почв станут причиной голода 600 млн. человек, а 3,2 млрд. человек будут испытывать нехватку воды»;
5. Последствия наводнений будут особенно тяжёлыми в местах с высоким демографическим прессом: «бедные слои населения, даже в преуспевающих обществах, окажутся наиболее незащищёнными перед изменениями климата».

Первое и наиболее заметное следствие потепления климата — глобальный подъём (на 10–20 см за период XX века)<sup>8)</sup> уровня моря, что произошло благодаря тепловому расширению воды и таянию горных и полярных ледников. Согласно результатам последних исследований расчётные прогнозы оказываются более тяжёлыми, чем прогнозы, сделанные ранее<sup>9)</sup>.

<sup>8)</sup> ГИЕС 2001.

<sup>9)</sup> Согласно Конраду Стеффену (Konrad Steffen) из Колорадского университета, к концу века уровень воды поднимется на 0,9–1,2 метра; по расчётам Stefan Rahmstorf (Копенгаген) ожидаемый подъём уровня: 0,75–1,9 м.

Половина всего мирового населения обитает в прибрежных зонах, поэтому до середины нашего века должны будут переехать 150 млн. человек («климатические беженцы»). Некоторые участки суши уже погружаются сейчас как, например, острова и атоллы Малосмадулу (Malosmadulu)<sup>10</sup>). Под угрозой затопления находятся дельты рек (Нил, Меконг, Ганг, Миссисипи) и польдеры (Нидерланды). В 2007 г. Европа подверглась рекордным наводнениям, а Азия — самому жестокому в её истории муссону. Климатическое потепление должно привести к нарушению образования летних муссонов в Азии, а также к феноменам, незаметным с суши: кораллы гибнут при температуре воды, превышающей 29–30°C. Однако коралловые рифы представляют собой местообитания для многочисленных видов; они создают укрытия от океанских течений и от крупных хищников; образуют зоны откорма, размножения, а для некоторых видов и питомников, где подрастает молодь. Известно, что 19% коралловых рифов уже исчезло<sup>11</sup>). Более того, 54% коралловых рифов на планете находятся под угрозой исчезновения. Отметим, что коралл может развиваться только в присутствии планктона, в частности одноклеточных водорослей, с которыми он находится в симбиотических взаимоотношениях.

Для человека наиболее опасным является ухудшение доступности водных ресурсов. И интенсивные дожди, с последующими наводнениями, и засуха, с падением уровня почвенных вод, приводят к драматическим последствиям как для сельского хозяйства, так и для качества воды, даже к снижению запасов питьевой воды.

Например, в полосе Газа подъём уровня моря вызывает осолонение грунтовых вод, так как солёная вода начинает проникать по капиллярам дамб<sup>12</sup>), отгораживающих прибрежную полосу суши

---

<sup>10</sup>) Мальдивы.

<sup>11</sup>) Данные 4-х летних отчётов ICRI (International Coral Reef Initiative) и Ifremer (Initiative française pour les récifs coralliens) от 18 февраля 2009 г.

<sup>12</sup>) В данном случае дамбы имеют природное происхождение, они имеют вид песчаных дюн, предохраняющих сушу от морских ветров и от песка.

от моря. Параллельно уровень грунтовых вод понижается из-за чрезмерного выкачивания пресной воды, поступающей на орошение израильского интенсивного земледелия. Эффект обоих взаимодействующих процессов: солоноватая питьевая вода, непригодная для использования палестинским населением.

### *Причины ускорения климатических изменений*

XXI век должен осознать процесс, с которым ему приходится иметь дело. Аналогичная ситуация никогда ранее не рассматривалась человеком. Действительно, сейчас не только естественные причины (как, например солнечная активность) изменяют климат, но также и целый ансамбль разнообразной человеческой деятельности оказывает на него влияние. Размах, интенсивность и разнообразие деятельности человека увеличивает в атмосфере содержание газа с парниковым эффектом.

Различают два типа газов с парниковым эффектом (ГПЭ): а) газы, используемые человеком и встречаемые в природе; б) искусственно создаваемые газы. Среди газов первого типа, кроме паров воды, следует выделить  $\text{CO}_2$  или углекислый газ, (производимый сжиганием ископаемых энергоносителей и выжиганием лесов), который рассматривается в качестве основного ГПЭ. Двуокись азота ( $\text{NO}_2$ ) происходит в основном при сжигании энергоносителей, главным образом в автомобилях. Это соединение участвует в атмосферных реакциях, производящих озон. Оно также переносится облаками и выпадает на землю в виде кислотных дождей<sup>13)</sup> или вызывает эвтрофикацию вод<sup>14)</sup>. Что касается болотного га-

---

<sup>13)</sup> См. раздел: «Планктон и подкисление океанов».

<sup>14)</sup> Эвтрофикация — это процесс загрязнения водоёмов, происходящий в озёрах, реках, прибрежных зонах моря, в которые поступает много питательных для растений солей. Вследствие этого, в водоёме бурно развивается фитопланктон, а также другие водные растения. Затем растения гибнут и разлагаются. В процессе разложения из воды потребляется кислород (аноксия), в результате чего гибнут все живые организмы.

за метана, его вклад в интенсификацию парникового эффекта составляет 20% от газов, производимых человеком. Как и углекислый газ, метан может быть естественного происхождения, например, при выделении метана из болот. Начавшийся процесс таяния вечной мерзлоты может привести к высвобождению колоссальных объёмов метана, запасённых в замороженных грунтах. Но значительная часть метана выделяется из рисовых чеков при переваривании растительной пищи жвачными животными, а также на предприятиях переработки мусора и в процессе добычи нефти и газа. Считается, что более половины выделений метана происходят в результате человеческой деятельности.

Далее идут газы, производимые исключительно человеком, — фреон и другие, используемые в кондиционерах и в индустрии холода, а также в электротрансформаторах.

### ***Планктон — один из основных источников кислорода***

В природе углерод находится в двух формах: твёрдой (уголь, нефть) и газообразной. В газообразном состоянии он часто связан с другими элементами: кислородом, водородом, кальцием. В форме  $\text{CO}_2$  он поступает в атмосферу в результате ферментативных процессов, протекающих в аэробных условиях; при сжигании органических остатков, а также во время дыхания животных и растений. Из атмосферы  $\text{CO}_2$  улавливается растениями для построения своих структур: стеблей, листьев, корней.

Животные, в том числе человек, поедая растения, используют запасённый в них углерод для построения собственных тел, а часть углерода в виде  $\text{CO}_2$  выдыхают в атмосферу. Этот невидимый газ, словно стёкла теплицы, удерживает тепло вокруг планеты. Чем больше будет  $\text{CO}_2$  в атмосфере, тем будет выше температура. В принципе, в фотосинтезе больше потребляется  $\text{CO}_2$ , чем его выделяется во время дыхания растений. Но это только в принципе, так



как в настоящее время разрегулирован баланс  $\text{CO}_2$ , что и способствует повышению глобальной температуры на Земле.

Всем хорошо известно, что растения потребляют углерод и выделяют кислород. Основные массы растений сосредоточены в лесах. На Западе охрана лесов, как правило, стала одной из основных задач, причём не только экологов, но всех, кому не безразличны проблемы окружающей среды. Леса Амазонки, рассматриваемые как лёгкие планеты, стали, своего рода, эмблемой. Действительно, они могут быть только одной долей лёгких, потому что «море тоже дышит» и даёт дышать нам. В противоположность сложившемуся мнению о роли моря, можно утверждать, что море — это гигантский склад углерода на нашей планете. Часть атмосферного  $\text{CO}_2$  растворяется в верхнем слое воды и потребляется фитопланктоном, выделяющим, при этом, свободный кислород. Установлено, что треть  $\text{CO}_2$ , поступающего в атмосферу, потребляется фитопланктоном морей и океанов<sup>15)</sup>. Планктон и морские микроорганизмы используют карбонат кальция для построения скелетов и раковин, которые, после смерти организмов оседают на дно<sup>16)</sup>, образуя донные осадки. После «ухода» моря или подъёма морского дна, эти осадки видны в форме известковых скал. Большая часть кислорода, производимая фитопланктоном, благодаря газовому обмену между атмосферой и океаном, поступает в атмосферу.

Фитопланктон обладает двумя преимуществами: во-первых, он производит столько же пищи, сколько создаёт продукции вся наземная растительность; во-вторых, он способен воссоздать всю свою биомассу в течение нескольких дней<sup>17)</sup>, в то время как наземное растение живёт в среднем 10 лет. Но, как и в каждой системе, здесь также возможны болезни. Именно это и происходит

---

<sup>15)</sup>Межправительственная океанографическая комиссия (COI), ЮНЕСКО, CNRS (CNRS — Национальный центр научных исследований, Франция) и т. д.

<sup>16)</sup>Или OMZ (ocean oxygen minimum zones).

<sup>17)</sup>Например, диатомовая водоросль в течение 10 дней может дать миллион потомков!

сегодня: человеческая деятельность производит так много углекислого газа, что он не способен полностью потребляться морским фитопланктоном, не нарушая при этом сложившееся равновесное состояние планктонных сообществ.

### *«Зоны кислородного минимума» простираются в океаны*

Известно, что рыба нуждается в воде, но в действительности она нуждается в кислороде! Живущему на суше при виде рыбы, жадно глотающей воду, трудно себе представить, как это рыбе, которая не может дышать воздухом, в воде не хватает кислорода. Однако, если рыбы заглатывают воду и выпускают её из-под жаберных крышек — это означает, что они экстрагируют кислород из воды<sup>18)</sup>. Но для этого, разумеется, нужно, чтобы кислород содержался в воде. Установлено, что в океане имеются зоны, в водах которых растворено недостаточное количество кислорода (иногда даже меньше одного микромоля на 1 кг воды). Это явление уже давно известно и наблюдается оно в тропическом поясе, где в тёплой воде растворимость кислорода ниже, чем в холодной.

Однако влияние этого явления на экосистему и, в частности, на распределение рыб с вытекающими экономическими последствиями, пока для этих зон изучены не достаточно. Ясно, что зоны с низким содержанием кислорода довольно слабо заселены рыбами (тропический пояс, Юго-Восточная часть Тихого океана, северная часть Индийского океана), поэтому в этих районах почти не проводятся рыбопромысловые исследования.

В настоящее время установлено<sup>19)</sup>, что в течение последних 50 лет этот феномен тревожным образом усилился. В связи с этим

---

<sup>18)</sup> Благодаря жабрам, расположенным под жаберными крышками с обеих сторон головы.

<sup>19)</sup> Исследования, выполненные под руководством Lothar Stramma и Janet Sprintall из Institut Leibnitz des sciences de la mer (IFM-GEOMAR), г. Киль, Германия.

Janet Sprintall<sup>20)</sup> утверждает: «Зоны низкого содержания кислорода, подталкиваемые тропическими течениями, расположенными на средних глубинах, могут достигать и прибрежных вод. Зоны кислородного минимума захватывают глубинные слои, но могут доходить и до поверхности океана». Вертикальные перемещения воды одновременно к поверхности и ко дну угнетают биологические процессы, особенно в верхнем 100-метровом слое, то есть там, где обычно находится планктон и все пелагические организмы. Согласно Lisa Levin<sup>21)</sup> расширение этих зон будет снижать биоразнообразие, и способствовать увеличению численности видов, адаптированных к условиям гипоксии<sup>22)</sup>. По словам этого исследователя «мы вступаем в тера-инкогнито. Эти зоны изменяют пищевые отношения и связи, существующие между хищником и жертвой, а также перемещения планктона. Когда эти зоны достигнут континентов, мы станем свидетелями крупномасштабных изменений в экосистемах».

**Недостаток кислорода обнаруживается  
и на мелководьях**

Лет десять тому назад рыбаки острова Уат однажды обнаружили, что морская вода стала чёрной. Когда они подняли сети с глубины 50 м на широте острова Бель-Иль<sup>23)</sup>, они ощутили странный запах. Однако это не был чёрный прилив (разлив нефти). Об этом они сообщили Пьеру Молло, который вскоре к ним прибыл. Когда рыбаки подняли сеть, произошло нечто напоминающее катастрофу: коричневый ил, словно шоколадный крем, растекался по палубе; вся сеть была вымазана илом и коричневыми подтёками.

*Продолжение на следующей странице*

<sup>20)</sup>Океанограф Скрипсовского института (Scripps Institution of Oceanography (SIO)) при Калифорнийском университете, г. Сан-Диего, США.

<sup>21)</sup>Океанограф, специализирующийся по морской биологии; работает в SIO.

<sup>22)</sup>Гипоксия: низкая концентрация кислорода в окружающей среде.

<sup>23)</sup>Остров Бель-Иль (Belle-Ile) находится на широте Южной Бретани.

Сами рыбаки, в том числе и их лица, также были покрыты коричневыми пятнами, превращающими рыбаков в морских шахтёров! Всякий раз, после подъёма сетей, они вынуждены были чистить своё судно, а также самих себя. Пьер Молло взял необходимые пробы, хотя он и догадывался о причине наблюдаемого явления. Но некоторые детали его всё же удивили: это были двустворчатые моллюски, которые своими створками зацепились за сети. Значит, они выбрались из грунта, что само по себе не нормально, но более того, они прицепились к сети, зацепив створками её нити.

По словам рыбаков, запах, исходивший от сетей, напоминал запах тухлых яиц. Исследователь им объяснил, что их сеть скребла дно на глубине 50 м, причём в месте, где отсутствовал кислород, но присутствовал токсичный сероводород. Моллюски, сидевшие в грунте, вышли на поверхность дна и, руководствуясь принципом, «спасайся, кто, как может», цеплялись за всё, что проходило мимо, как будто они знали заранее, что если они прицепятся к сети, то она их вытащит на поверхность. Так Пьер Молло объяснил этот феномен, которым сам был удивлён не меньше, чем рыбаки.

*Несколько объяснений*

Вернувшись в порт Уат, исследователь установил в помещении свой микроскоп и предложил рыбакам самим просмотреть собранные пробы. Они разглядели в коричневой капле единственный вид: диатомовую водоросль *Cerataulina pelagica*. Эти водоросли сильно размножились в районе острова Бель-Иль, причём в невероятных концентрациях, после чего началось их разложение. Размножившиеся диатомовые водоросли, в виде снега оседали на дно, где их разлагали бактерии, потребляя при этом кислород.

*Продолжение на следующей странице*

Возник процесс, напоминающий несварение (так называемая эвтрофикация<sup>24)</sup>). Затем начинают появляться токсичные водоросли (динофлагелляты): *Ceratium*, *Dinophysis* и т. д.

Кто станет победителем в этом состязании? Диатомовые или динофлагелляты? Исследователь спрашивает у рыбаков, наблюдался ли подобный феномен в течение последних трёх недель, так как такие процессы не ограничиваются одними сутками.

Ответ: три недели тому назад открыли плотину Арзал (Arzal<sup>25)</sup>). Всякий раз, когда открывали плотину, в море выносило большое количество питательных веществ, что и вызывало в море полную анархию, в том числе грандиозное несварение. В условиях большого избытка питательных веществ сильно размножается один вид, который начинает доминировать над остальными. В случае, рассмотренным выше, доминирующей стала водоросль *Cerataulina pelagica*, захватившая пространство от эстуария р. Вилен и до острова Бель-Иль (примерно 50 км). Несмотря на это мрачное объяснение, рыбаки, казалось, успокоились: наконец они узнали истинную причину явления. Вода снова станет нормальной, когда загрязнение будет вынесено сильными течениями, образуемыми сизигийными приливами.

На следующий день на причале Бег-Мей, Пьер Молло рассказал об этом случае одному рыбаку. Рыбак сообщил ему, что он сам столкнулся с аналогичным явлением в районе Гленан. Таким образом, эффект плотины р. Вилен проявляется ещё дальше о. Бель-Иль.

Когда какой-то вид начинает доминировать, он размножается по экспоненциальному закону, нарушая видовое равновесие, что создаёт тяжёлые последствия для окружающей среды.

<sup>24)</sup> В переводе с греческого корни слова означают: «который слишком много ест».

<sup>25)</sup> Плотина в эстуарии реки Вилен, Юго-Восточная Бретань.

## Планктон и подкисление океанов

Более 150 учёных из 26 стран выступили с призывом ко всем странам остановить подкисление океанов, вызываемое крупномасштабной абсорбцией углекислого газа, что угрожает морским экосистемам. Учёные, через Монакскую декларацию (Monaco Declaration)<sup>26)</sup>, опубликованную 30 января 2009 г. в Ницце, подчёркивают, что подкисление океанов постоянно нарастает в течение последних 25 лет. Они призвали сократить объёмы выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу. Интенсивное подкисление океанов угрожает существованию коралловых рифов, среди которых обитает четвертая часть рыб Мирового океана.

### *Океаны, устающие от самоочищения*

Так как CO<sub>2</sub> тяжелее воздуха, он опускается на поверхность океана и проникает в подповерхностные слои. Итак, океаны играют существенную роль в регулировании климата, а также в поглощении углекислого газа, производимого, в том числе, и хозяйственной деятельностью человека (из расчёта 22 миллиона тонн в сутки; в начале промышленной революции эта цифра была на 30% меньше). «Сжигание энергоносителей сопряжено с ежесуточным выделением 11 кг CO<sub>2</sub>, приходящегося на одного жителя Земли. Из этих 11 кг Океан поглощает 4 кг. В целом Океан ежесуточно абсорбирует 25 млн. т CO<sub>2</sub><sup>27)</sup>. Поглощение газа (CO<sub>2</sub>) сопровождается химической реакцией с молекулами воды (H<sub>2</sub>O), в результате которой получается положительно заряженный ион водорода (H<sup>+</sup>) и карбонат водорода (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), который, в свою очередь, разлагается на карбонат (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) и другой ион водорода (H<sup>+</sup>). В результате этого процесса морская вода накапливает ионы водорода и

<sup>26)</sup><http://ioc3.unesco.org/oanet/Symposium2008/MonacoDeclaration.pdf>

<sup>27)</sup>J. Orr et al., "Antropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifing", Nature, 29 septembre 2005.

становится более реакционноспособной, что ограничивает (точнее, ингибирует) синтез карбоната кальция — основного строительного элемента наружных скелетов морских организмов. Короче говоря, вода океанов непрерывно подкисляется, а это представляет угрозу для жизни планктонных организмов, обладающих известковыми скелетами (личинки устриц, брюхоногих моллюсков и т. д.).

### *Влияние кислотности воды*

Кислотность воды измеряют в «единицах водородного показателя рН<sup>28)</sup>», аналогично тому, как температуру измеряют в градусах. Для того, чтобы судить о качестве воды, нужна некоторая величина, считающаяся «нормой». Принято, что для нормальной пресной воды рН должен находиться в пределах между 6 и 7. Для морской воды значение нормы выше 8, иногда даже этот показатель доходит до 8,3. Чем больше значение водородного показателя, тем дальше свойство воды удаляется от «кислотности» среды. Кстати сказать, пресные воды кислее морских, являющихся более «щелочными». Если в речной воде значение рН снизилось с 7 до 6, то это не создаст серьёзных проблем для водных животных, так как они адаптированы к ночным повышениям кислотности воды. Но в море ситуация иная: здесь не возможен переход от 8 до 7,7 без нанесения ущерба живым организмам. Изменение значения рН всего на 0,3 единицы очень опасно для личинок, имеющих раковинки толщиной в несколько микрон. Раковинки личинок устриц размером в 100–150 микрон разъедаются и могут полностью исчезнуть. Конечно, для взрослой устрицы такое небольшое понижение рН не страшно — понадобится несколько лет, чтобы её раковина растворилась. «По оценкам, до промышленной революции рН морской воды был равен 8,1, а сейчас — только 8, что соответствует увеличению кислотности на 30%» — объясняет Жан-Пьер

---

<sup>28)</sup> Водородный показатель рН отражает концентрацию ионов водорода ( $H^+$ ) в воде. Воду называют «нейтральной», если её рН равен 7. Если рН меньше семи — водная среда считается «кислой», а если больше семи — «щелочной».

Гаттузо<sup>29</sup>). Специалисты ЕРОСА предсказывают понижение рН к 2100 г. до 7,6.

Подкисление морской среды может иметь катастрофические последствия для планктона: доказательства этого утверждения имеются в Японии, где соответствующую информацию собирали в течение последних 40 лет. Подкисление среды в бассейнах для выращивания креветок — главная забота японских аквакультуристов, потому что содержание миллионов животных в одном бассейне может привести к изменению рН. Его значение необходимо удерживать на уровне 8, иначе экосистема не будет нормально функционировать.

Но на дне бассейна накапливаются органические остатки (несъеденная пища, экскременты), не заметные с суши, так как глубина бассейна равна 2 м. Вначале не замечали и мёртвых креветок, которых разлагали бактерии, потребляя при этом кислород. Затем начиналась эвтрофикация, которая внешне оставалась незамеченной. Но зафиксировать процесс эвтрофикации можно с помощью прибора рН-метра. Так, Пьер Молло заметил, что значение рН снизилось до 7,7, после чего и обнаружилась гибель всего планктонного населения бассейна, включая личинок креветок (*Penaeus japonicus*).

Итак, даже незначительное подкисление воды может вызвать серьёзные и не предвидимые последствия для морских пищевых цепей. Повышение кислотности в упомянутых японских бассейнах произошло случайно, точнее, от неаккуратной работы с бассейнами. На дне бассейнов образовывались «ниши» сероводорода, которые постепенно повышали кислотность воды. В море процесс проходит аналогично и, если рН падает ниже 8 — экологической

---

<sup>29</sup>) Jean-Pierre Gattuso — координатор программы ЕРОСА (European Project on Ocean Acidification). Программа 4-х летних совместных исследований 9 стран (105 научных сотрудников) проводится с целью изучения процесса подкисления океанических вод и влияния этого процесса на экосистемы. В задачи программы входит и моделирование процесса с прогнозом химических свойств воды в океанах в 2100 году.



катастрофы не избежать. Где бы ни начиналось повышение кислотности: у уреза воды, или в центре океана, её последствия сказываются, в первую очередь, на планктоне, а затем на моллюсках и других донных животных.

Ракообразные также нуждаются в карбонате кальция, который включается в их панцири. Подкисление среды несомненно ведёт к снижению концентрации карбонатов в морской воде (вспомним использование уксуса для удаления известкового налёта на лабораторных раковинах — мойках). Поэтому в числе первых жертв оказываются и ракообразные копеподы — массовый и постоянный зоопланктон, важное звено пищевой цепи. А в отсутствии корма не будет и его потребителей, то есть рыб.

### *Худшие сценарии на перспективу*

Учёные работают над получением оценок возможных последствий от нарушений морских пищевых цепей и изменений биохимии океанов. Стандартный сценарий<sup>30)</sup> предсказывает, что примерно через 50 лет самые холодные воды океана (антарктическое море Уэдделла) станут разрушающими (агрессивными) для известковых форм, называемых арагонитами. Таким образом, крылоногие моллюски оказываются в опасности, так как раковины этих планктонных моллюсков, плавающих в поверхностных слоях океана, содержат карбонаты кальция. И, если в атмосфере будет продолжаться накопление CO<sub>2</sub>, то к концу века весьма вероятно, что воды ледовитых океанов станут губительными для арагонитов. Поль Трегер<sup>31)</sup> уточняет, что данный процесс может к 2030 году достичь некоторых зон Тихого океана, так как Южный ледовитый океан непосредственно контактирует с другими океанами. Организмы с известковыми скелетами в будущем не смогут их со-

<sup>30)</sup>Scenario IS92a “business as usual”.

<sup>31)</sup>Paul Treguer — Научный директор EUR-Oceans (Европейская сеть океанических экосистем). См. также [www.plancton-du-monde.org](http://www.plancton-du-monde.org) — можно посмотреть фильмы по данному сюжету.

здавать. Такая агрессивная окружающая среда является беспрецедентной, во всяком случае, в течение последних 36 миллионов лет<sup>32)</sup>, а возможно и 65 миллионов лет<sup>33)</sup> — со времени исчезновения динозавров.

Также под угрозой разрушения от повышения кислотности воды находятся две трети глубоководных кораллов, особенно кораллы Северной Атлантики, которые должны раствориться первыми. Известковые скелеты необходимы по двум причинам: а) для развития самих кораллов; б) для создания убежищ для рыб открытых зон океана, для угрей, крабов, морских ежей, скелеты которых также могут растворяться.

### ***Надежда остаётся: кокколитофориды***

Необходимо подключить регулятор или биологический вид, способный поглощать излишки CO<sub>2</sub> в океанах с тем, чтобы океаны могли продолжать осуществлять свою функцию поглотителей углерода. «Пожирателем углекислого газа» могла бы стать кокколитофорида (золотистая водоросль). Как и другие морские организмы, такие как кораллы или фораминиферы, она использует известь для построения своего экзоскелета, но при этом, скелет не растворяется в кислоте. Например, кокколитофорида *Emilania huxleyi* — чрезвычайно распространённый вид демонстрирует странное, казалось бы нелогичное, поведение. По наблюдениям Delbora Iglesias-Rodriguez из National Oceanography Centre (Великобритания)<sup>34)</sup>, если эту водоросль поместить в водную среду, обогащённую CO<sub>2</sub> до состояния, предсказанного для океанов в 2100 году<sup>35)</sup>, она образует кокколиты, ещё более плотные и более кальцифицированные, чем в обычной воде! Является ли эта микроводоросль ответом среды на увеличение концентрации CO<sub>2</sub>?

<sup>32)</sup>LOV (Laboratoire d’Oceanographie de Villefranche-sur-Mer).

<sup>33)</sup>Бристольский университет, май 2009 г.

<sup>34)</sup>Статья в журнале Science от 18 апреля 2008 г.

<sup>35)</sup>То есть на 40% больше, чем в 1750 г., когда было сделано первое измерение.

Сравнительный анализ размеров экзоскелетов кокколитофорид, отобранных из донных осадков на больших глубинах, показывает, что некоторые виды производили избыток извести в течение последних 220 лет. Однако нужно проявлять осторожность при интерпретации положительных корреляций. Недостаток кокколитов заключается в стремлении захватить океаническое пространство. Как было показано ранее, это может привести к резкому снижению планктонного биоразнообразия в пользу процветания одного вида. Океаническая трофическая сеть будет разрушена.

А способен ли планктон «производить и дожди, и хорошую погоду»? Подобные мысли приходят в голову при сравнении данных спутниковых наблюдений и наблюдений, сделанных под микроскопом. Существует связь между производством продукции некоторыми микроводорослями, например кокколитофоридами, (выделяющими газовые компоненты, усиливающие конденсацию в атмосфере и образование облаков) и зарождением циклонов, вызываемых возрастанием влажности воздуха, а также теплом, излучаемым поверхностью океана.

Испарение, производимое планктоном, смешивается с тёплым воздухом, поднимается и встречается с холодным опускающимся воздухом. Оба потока закручиваются в спирали, которые получили название «большие метеорологические дисперсии». Эти большие массы влажного воздуха переносятся к горячим зонам Азии и центральной Африки, где проливаются в виде бурных ливней, создавая всё более масштабные катастрофы.

## Повышение плодородия океана

В Южном ледовитом океане, в восточно-центральной и северной частях Тихого океана поверхностные воды обогащены питательными солями и, тем не менее, первичная (фотосинтетическая) продукция в этих регионах довольно низкая. В 1990 г. этот пара-

докс объяснили низким содержанием в воде соединений железа<sup>36</sup>). Конечно, фитопланктон для обеспечения своего развития очень нуждается в этом элементе. С другой стороны, в течение более одного века, треть углерода, выбрасываемого индустрией в атмосферу, поглощается океанами — главными депо углерода на планете.

Для захвата  $\text{CO}_2$ , в море работают два основных механизма (два типа насосов):

1. Физический насос или апвеллинг, который поверхностные воды, насыщенные углекислым газом увлекает на глубину, где они оказываются изолированными от атмосферы.
2. Биологический насос, который фиксирует углерод, как через фитопланктон в процессе фотосинтеза, так и через образование известковых скелетов некоторыми микроорганизмами. Часть фиксированного таким образом углерода переносится на глубину в виде продуктов жизнедеятельности, а также трупов морских организмов.

### *Роль апвеллингов*

Может быть наша «человеческая вертикальность» создаёт в нас потребность быть перпендикулярными к земле? Может наша недостаточная открытость мешает нам представить себе дыхание Земли? И, тем не менее, она (планета) — наклонная, вертящаяся и она дышит. Благодаря вращению и наклону оси планеты, океаны образуют гигантское сердце, в котором сосуды, в виде морских течений, отклоняются вправо в Северном полушарии и влево — в Южном полушарии. Ветры, дующие над поверхностью, вносят свой вклад в перемещение водных масс от экватора в сторону полюсов и от южно-американского побережья в открытый океан. В

---

<sup>36</sup>) См. работы John H. Martin, Moss Landing Marine Laboratories, California, 1990.

местах стога поверхностной воды происходит её замещение холодной водой, поднимающейся с больших глубин, то есть образуются вертикальные течения. Они приносят холодную воду, а вместе с ними и коктейль из питательных солей, хранящийся в течение миллионов лет в океанских глубинах.

Океанические глубины вносят свой вклад в продукцию морских организмов. В течение миллионов лет население океанов, в ходе чередования жизни и смерти, передаёт глубинам биогенные соли, высвобождаемые в процессах разложения бактериями органического вещества. Апвеллинги выносят в поверхностные освещённые слои биогенные соли, которые потребляются микроводорослями, синтезирующими органическое вещество. Кислород, выделяемый водорослями, необходим для дыхания зоопланктонных организмов, поедающих эти водоросли. Зоопланктон, в свою очередь, служит пищей рыб планктонофагов (шпрот, анчоус, сардина), которыми питаются хищные рыбы. Таким образом, глубины дают жизнь разнообразному населению, преимущественно верхних горизонтов океанической толщи, а верхние слои непрерывно пополняют огромные запасы биогенных солей, хранящихся в глубинах.

Если бы водные массы океанов не переносились ветрами, течениями, апвеллингами — функционирование морских пищевых сетей было бы не возможным. Однако в настоящее время морские течения как горизонтальные, так и вертикальные — нарушены. В ноябре 2004 г. Гольфстрим — течение, обогревающее Европу — остановился на 10 суток. Наблюдения, проведенные английскими учёными<sup>37)</sup>, использовавшими новую буйковую сеть, подтверждают опасения в отношении нарушений течений. За последние 25 лет отмечалось снижение интенсивности переноса воды Гольфстримом на 10%, но впервые была отмечена полная остановка течения.

Что касается апвеллингов, то отмечается, что из-за таяния по-

---

<sup>37)</sup> Коллектив английских исследователей, руководимый Harry Bryden из National Oceanography Center, 2004.

лярной шапки и климатических изменений, они начинают смещаться, причём в направлении, где они будут выносить на поверхность холодные воды с меньшим содержанием биогенных солей. Это может привести к существенному снижению и даже к блокированию первичной продукции<sup>38)</sup>.

### *Искусственное удобрение океанов*

Столкнувшись с такой проблемой, некоторые американские и европейские океанографы, специалисты по культивированию фитопланктона, обдумывали идею удобрения океанов, что должно интенсифицировать потребление CO<sub>2</sub>. Сама по себе идея довольно проста: если в атмосфере слишком много CO<sub>2</sub>, а этот газ абсорбируется океаном, нужно простимулировать развитие морского фитопланктона, внося в воду соли железа<sup>39)</sup>. Известно, что внесение небольших количеств железа позволяет увеличить численность фитопланктона в 20–30 раз. Следовательно, размножившийся фитопланктон потребит излишки CO<sub>2</sub>, а это ослабит действие парникового эффекта.

Данный проект заинтересовал промышленников. Если удастся простимулировать развитие фитопланктона, то будет больше и зоопланктона, а, следовательно, больше рыбы. Соблазнительно также и то, что можно и не искать в океане особых мест для искусственного повышения его плодородия. В принципе, когда судно выливает в море раствор солей железа, оно не распыляется в морских просторах, а оставляет длинный след за кормой идущего судна. Этот след привлекает фитопланктон, который там начинает концентрироваться в виде облака. Ровный прямой след за кормой привлекает фитопланктон, словно магнит. Появляется даже угроза нарушения экологического равновесия планктонных сообществ на периферии прибрежных вод (шельфовых зон бедных стран!),

<sup>38)</sup> См. на сайте [www.plancton-du-monde.org](http://www.plancton-du-monde.org) фильмы на эту тему.

<sup>39)</sup> John Martin in Nature, 1990.

так как фитопланктон оттягивается в открытое море своеобразным магнитом из солей железа.

Этот проект особенно интересен для производителей железа, а также для рыболовных компаний, которые видят двойную выгоду. С одной стороны они становятся производителями планктона, поэтому могут получить «легитимные» права на лов рыбы. С другой стороны — это превосходная идея использования металлолома (т. е. отходов), от которого не знают, как избавиться и получить при этом дополнительное «легитимное» право на загрязнение моря в процессе утилизации отходов!

Но существует проблема масштаба: эффективность метода, разработанного в лаборатории, пока не доказана и не просчитана для случая его применения в природе. Специалисты по проблемам окружающей среды выражают озабоченность.

Начиная с 1993 г., было проведено 12 попыток искусственного повышения плодородия океана. Только «в трёх экспериментах из 12 были получены надёжные данные по удалению  $\text{CO}_2$  из атмосферы» — отмечает Philip Boyd, учёный<sup>40)</sup> из Исследовательского института воды и атмосферы (Новая Зеландия). Установлено также, что 80–85% железа не было потреблено фитопланктоном и просто потерялось в океане. Экспедиция KEOPS<sup>41)</sup>, была организована в 2005 г. с целью изучения роста фитопланктона в районе островов Кергелен, расположенных в Южном ледовитом океане. Экспедиция установила, что перенос углерода на глубину протекает слабее, по крайней мере, в два раза, чем в лабораторных экспериментах. Однако в январе 2009 г. эксперимент LАНОFЕХ<sup>42)</sup>, проведенный с целью изучения эффекта повышения плодородия

<sup>40)</sup>Цитировано по Lise Barnneoud, статья «Железная рука с морем» (Bras de fer avec la mer), напечатанная в Liberation, 8 janvier, 2008.

<sup>41)</sup>Kerguelen Ocean and Plateau compared Study.

<sup>42)</sup>LАНОFЕХ это исследовательская программа, руководимая институтом Institut Alfred Wegener, в ходе которой было диспергировано 6 тонн железа на площади 300 км<sup>2</sup> в океанической зоне Антарктики с целью изучения эффекта потребления  $\text{CO}_2$ .

и поглощения  $\text{CO}_2$ , потерпел провал. Научная германо-индийская экспедиция распространила 6 тонн солей железа на широте Аргентины, на площади 300 км<sup>2</sup>. Микроводоросли хорошо росли, но быстро были съедены зоопланктоном (копеподами). Повторное повышение плодородия ничего не дало, так как океан уже был насыщен железом<sup>43</sup>).

## Планктон и экологические отпечатки

Баланс углерода не даёт полного представления об антропогенном влиянии на окружающую среду. В 1994 г. William Rees и Mathis Wackerafel придумали новый показатель: «экологический отпечаток» (*empreinte écologique*<sup>44</sup>), рассчитываемый в настоящее время в 170 странах и, который рассматривает экономику как экосистему со своим метаболизмом. Один из авторов пишет<sup>45</sup>): «Экологический отпечаток — это очень простое средство, позволяющее определять количество природных ресурсов, которые находятся в нашем распоряжении и тех, которые мы используем. Если разделить экологическую ёмкость (*capacité écologique*) планеты на всё население, получим 2 гектара на человека. Затем мы можем сравнить эту поверхность с поверхностью, требуемой для производства пищи, волокна, потребления  $\text{CO}_2$  и для размещения наших инфраструктур». Иначе говоря, речь идёт об оценке площади поверхности планеты, используемой каждым жителем, учитывая при этом привычки потребления (наша деятельность, наши покупки, требующие непосредственно или опосредовано уча-

<sup>43</sup>) См. журнал “Sciences et Avenir”, mai 2009.

<sup>44</sup>) См. четыре источника: сайт l’ONG Global Footprint Network [www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org); сайт Redefining Progress на: [www.rprogress.org](http://www.rprogress.org); сайт WWF France на [www.wwf.fr](http://www.wwf.fr) [www.ingenius.net](http://www.ingenius.net) [www.gaalliance.org](http://www.gaalliance.org) [www.st-pee.inra.fr](http://www.st-pee.inra.fr) [www.europa.eu.int/eur-lex/fr](http://www.europa.eu.int/eur-lex/fr)

<sup>45</sup>) Видеоинтервью с Mathis Wackerafel на Международном саммите по устойчивому развитию, Йоханнесбург, сентябрь 2002 г.



ствие небольшой части планеты). Это среднее пространство, необходимое для обеспечения индивида строительными материалами для построения его жилища (лес для производства пиломатериалов, карьеры для получения камня, песка и т. д.); обеспечения продуктами питания: фруктами, овощами, мясом, водой; ликвидацией отходов; поставкой электричества, тепла; перемещения в пространстве и т. п. Можно рассчитать отпечаток некоторого объекта (компьютера, автомобиля, мебели из экзотического дерева и т. д.), базируясь на средней площади, занимаемой ресурсами, которые будут добыты, переработаны, перевезены, затем будет изготовлен данный объект, после чего он будет эксплуатироваться и, в конце концов, он должен быть элиминирован, т. е. переработан или захоронен. Все перечисленные этапы требуют размещения на определённых участках (площадях). Идея заключается в переводе всех предметов благосостояния, предметов потребления на биологически продуктивную поверхность, которую называли «глобальные гектары» (гга) или «планетные эквиваленты». Например, при производстве 1 кг мяса ставится вопрос таким образом: «Какова должна быть общая площадь, включающая пастбище, посев кормовых культур, хлев»? Аналогично: «Сколько квадратных метров нужно для обеспечения потребления CO<sub>2</sub>, образованного в процессе производства и потребления энергии (транспорт, бойня и т. д.), не учитывая метан, выделенный животным.

### *Экологический отпечаток и углеродный баланс*

В масштабе страны экологический отпечаток может быть рассчитан на уровне отдельного индивида, отдельного продукта, региона и т. д. Например, между 1961 г. (точкой равновесия) и 2004 г. Франция увеличила свой экологический отпечаток на 47%, тогда как население увеличилось всего на 27%. Требуется 4,9 га для того, чтобы жить, как француз (3 планетных эквивалента); 9,2 га — жить, как американец (5 планетных эквивалента) и 1,4 га — жить, как африканец. Каким же должен быть идеальный отпечаток,

пригодный для всех? Чтобы получить более справедливую оценку нужно «скрестить» экологический отпечаток с ИЧР (индекс человеческого развития), разработанным в 1990 г. программой Объединённых наций для развития (ПОНР) для оценки социальной и экономической устойчивости нации: процент выживаемости при рождении, РИВ на жителя, уровень образованности, жизненный уровень. Значение ИЧП, равное 0,8 считается приемлемым, а ниже — не приемлемо. Наконец, для оценки экологического влияния человека на биоразнообразие, WWF (Всемирный фонд дикой природы) объединил экологический отпечаток с другим показателем — с *индексом живой планеты*<sup>46)</sup>, позволяющим оценивать изменения, происходящие в наземных популяциях. За период с 1970 г. и до 2000 г. значение этого индекса снизилось на 40%.

Данные индексы позволяют получить глобальные оценки состояния морских организмов, в частности планктона. В море, оценка влияния первичной продукции на среду, должна учитывать трёхмерность пространства среды, причём все три измерения взаимодействуют и зависят друг от друга. Здесь море дышит, тогда, как на суше земля испаряет от низин и до вершин. Вскоре население планеты достигнет 9 миллиардов человек; подъём уровня моря — неотвратим; прибрежные территории всё более засаливаются; сельскохозяйственные угодья, расположенные у эстуариев и лиманов станут непригодными для эксплуатации. То есть, полезная сельскохозяйственная площадь (ПСП) будет уменьшаться, так же как и акватории марикультуры в некоторых регионах Азии. На волшебную палочку аквакультуры возлагаются надежды по обеспечению населения белком в процессе выращивания рыбы в интенсивной аквакультуре. Но каким будет экологический отпе-

---

<sup>46)</sup> Индекс живой планеты ИЖП (*indice planete vivante, IPV*) — показатель состояния мирового разнообразия. Он даёт количественную оценку тенденций, проявляющихся в популяциях позвоночных из наземных, пресноводных и морских экосистем. ИЖП является средним трёх индексов, отражающих изменения обилия 555 наземных видов, 323 пресноводных видов и 267 морских видов. <http://rapport-planete-vivante2004.wwf.fr>

чаток такой формы аквакультуры по сравнению с рыболовством или экстенсивной аквакультурой?

### ***Интенсивная аквакультура, связанная с мукомольным рыболовством***

Для того, чтобы быть рентабельной, устойчивая аквакультура должна развиваться, не оказывая разрушающих воздействий на окружающую среду. Принято считать, что для производства 1 кг рыбы нужно затратить 1 кг гранулированных кормов. Известно также, что для производства 1 кг гранулированных кормов нужно выловить 5 кг кормовых рыб (шпрота, анчоуса, сардин, атерины и т. д.), которые вылавливаются на банках (поднятиях) мукомольными судами<sup>47)</sup>, в основном принадлежащими Перу, Чили, Эквадору, которые 90% выловленной рыбы перерабатывают на муку и рыбий жир. В течение уже длительного времени эта мука используется в птицеводстве и свиноводстве. Но опасения потребителей в отношении проблем, связанных с мировым птицеводством, привели к снижению объёмов продаж птицы, что повлияло на увеличение объёмов выращивания рыбы. При этом мукомольное рыболовство абсолютно не пострадало. Точнее говоря, с экономической точки зрения система производства рыбной муки не понесла убытков. Но пострадала окружающая среда. Тысячи тонн рыбы вылавливаются специальными неводами длиной более километра и высотой в 150 м и всасывателями (с длинными трубами, всасывающими рыбу из невода, без её селекции по размерам, и транспортирующими её в трюмы с производительностью, превышающей 80 т/час)<sup>48)</sup>. Можно ли считать, что такой лов не оказывает никакого влияния ни на хищных рыб, ни на морских млекопитающих и птиц? Другая задача для мысленных вычислений: если

<sup>47)</sup> Суда, специализированные для лова рыбы, идущей на приготовление рыбной муки.

<sup>48)</sup> Филипп Фаврельер, «Мука и холера», *Peche et developpement, Lettre d'information trimestrielle du groupe peche de Solagar*.

завод перерабатывает в сутки 400 т рыбы для производства муки и, при этом он производит 50 м<sup>3</sup> жидких отходов, сбрасываемых в море, рассчитайте, сколько он сбросит в море органического вещества, а также жира?<sup>49)</sup> В Южной Америке большинство заводов не оснащены станциями очистки сбрасываемых вод.

Итак, о рыболовстве. В расчёте экологического отпечатка, как это следует из предыдущего раздела, нужно ввести способность океана производить планктон — основу пищевой цепи. Какая площадь поверхности и какой объём океана необходимо задействовать для того, чтобы произвести первичную продукцию, необходимую для производства 5 кг кормовой рыбы? В 1988 г. г-н Фольке<sup>50)</sup> выполнил оценку объёмов первичной продукции экосистем Северного и Балтийского морей, обеспечивающих вылов лосося, а также создание рыбной массы, идущей на кормление лососей, выращиваемых в садках или в бассейнах. Этот расчёт базируется на данных, определяющих соотношения между разными трофическими уровнями данных морей.

Рассчитываемая продукция нередко создаётся в зонах, удалённых от мест рыболовства и от мест нагула кормовых рыб, которые будут переработаны на муку на заводах, расположенных в тысячах километрах от мест вылова. Мука поступит на заводы гранулированных кормов и затем будет использована в рыболовных предприятиях, функционирующих в тысячах километрах от заводов. Рассчитывать баланс углерода в данной ситуации — бессмысленно. Можно ввести в баланс сырьё, энергоносители, расходуемые на транспорте. Затем можно рассчитать баланс углерода рыбы от её выгрузки в порту и до тарелки потребителя этой рыбы. Вылавливаемая траулером дикая рыба, очевидно, потребляла кормовую рыбу, но её углеродный баланс (по прибытии в порт) будет состоять из меньших значений компонент, чем баланс выращиваемой рыбы. В терминах теории экологических отпечатков, сравне-

<sup>49)</sup> Ответ: примерно 233 т органического вещества и 2 т жира.

<sup>50)</sup> М. С. Folke. "La chasse aux footprints", Samudra, mars 1997.

ние балансов, рассчитанных для выловленной и выращенной рыбы, говорит в пользу рыболовства даже, принимая во внимание утверждения о том, что выращенная рыба — это свежая рыба, а выловленная — морозилась много дней в трюмах.

### *Углеродный бум*

Появившееся новое право: «право на снижение CO<sub>2</sub>», рассматривалось некоторыми специалистами как появление нового рынка. Канадское судно “Weatherbird II”, принадлежащее компании Planktos, подозревалось в том, что в конце 2007 г. оно вылило в океан десятки тонн железа возле островов Галапагос. Компания предполагала, что удобрение океана создаст «временные плавающие леса», которые можно будет «продать на рынке углерода». В действительности существуют два рынка углерода: первый происходит из Протокола Киото, определяющего квоты на эмиссию CO<sub>2</sub>. Он применим к наиболее загрязняющим предприятиям, существующим, например, в США. Второй рынок проистекает из первого. Если США или промышленные предприятия произвели CO<sub>2</sub> меньше, чем указано в квоте, они могут продать разницу предприятиям, превысившим свои квоты.

Допустим, что метод повышения плодородия океана даёт надёжные результаты и компания Planktos получила разрешение на выполнение своей программы. Допустим, инвестировав 5 евро, Planktos рассчитывает на поглощение 1 тонны углерода, что можно продать за 70 евро предприятию, не снизившему выбросы углерода, причём — это разумная плата. Протокол Киото признаёт подобные варианты, которые можно назвать, как «разрешение на загрязнение», однако это, мягко говоря, содержит противоречия. Во-первых, контролирующие органы не способны установить, не приведёт ли увеличение численности водорослей к новой форме загрязнения, к тому же с выделением газов, создающих парниковый эффект. Возможны и серьёзные экологические нарушения.

Климатолог, профессор А. Watson<sup>51)</sup> возмущается весьма односторонним подходом рынка углерода: «К сожалению, они не учитывают ничего, кроме CO<sub>2</sub>. Когда мы делаем сравнение с северными лесами, поглощающими CO<sub>2</sub>, но снижающими отражение солнечных лучей снегом (это то, что называют альбедо<sup>52)</sup>) и, следовательно, повышают температуру планеты, то на это специалисты рынка отвечают, что они измеряют CO<sub>2</sub>, а не альбедо. Но этого явно не достаточно».

В отношении замечаний, сделанных учёными, ответ «геоинженерной» компании Planktos был критическим в отношении масштаба их эксперимента: слишком маленький с их точки зрения! Следует всё же отметить, что апвеллинги, как правило, действуют на сравнительно малой площади (порядка 150 км) и хорошо просматриваются со спутника. Хорошо видно и то, что происходит вокруг Галапагосов. В понятие апвеллинг мы включаем и значительные живые ресурсы. Вылитое в океан железо привлечёт из соседних зон вместе с планктоном и рыб, что принесёт для Planktos дополнительный доход. Но, при этом, снизятся рыбные запасы в прибрежных водах вокруг островов. Выбор компании Planktos зоны на широте островов Галапагос не был, без сомнения, случайным.

---

<sup>51)</sup> Конференция по климату. Woods Hole Oceanographic Institution USA, octobre 2007.

<sup>52)</sup> Альбедо — слово латинского происхождения, означающее «отбеливатель». Альбедо представляет собой отношение отражённого света к свету, падающему на данную поверхность. Но белый свет состоит из набора многих цветов, а поглощаются и отражаются лучи, в зависимости от длины волны, поэтому качественный состав отражённого света отличается от падающего света. Если отражаются все лучи, то предмет воспринимается как белый. И наоборот: если поглощаются все лучи, то предмет — чёрный.

### *Планктон путешественник*

Рыба добывается там, где она находится. Это может быть и у берегов, или на расстоянии 12 морских миль<sup>53)</sup>, или далеко в открытом море, например в 200 милях от берега. Если рыба есть в данном месте, можно предположить, что экосистема функционирует нормально и кормовая база — планктон находится в хорошем состоянии. Как уже отмечалось, жизненные стадии рыбы, начиная от стадии личинки и до взрослой стадии, не протекают в одном и том же месте. Аналогично в экосистеме некоторого района может быть хорошо представлен фитопланктон или зоопланктон. В другом районе, принадлежащем другой стране, хорошо растут и развиваются мальки, а в следующем, более отдалённом от берегов районе, уже имеются промысловые скопления рыбы. Иначе говоря, ни планктон, ни рыба, ни прочие живые ресурсы не имеют границ.

Однако рыба, населяющая отдалённые открытые пространства, мало доступна для мелких судов, тем более пирог. И наоборот, современные суда промышленно развитых стран, оборудованные электроникой, приходят для крупномасштабного лова своей немалой части источника белка в ущерб странам, у берегов которых создавалась кормовая база и подрастала молодь. Каким образом найти справедливую систему, которая учитывала бы интересы бедной страны, в водах которой создаётся богатая первичная продукция, но эта страна не получает за это никакой компенсации? А кто получает прибыль на планктоне? Планктон, который изобилует «здесь» сегодня, через несколько лет «произведёт рыбу там». Нередко осуждают прибрежных рыбаков за то, что они ловят рыбу в местах нагула молоди, то есть, в, своего рода, питомниках. Но, как правило, у них нет других средств, позволяющих выходить в открытое море. А доход от этих питомников, в конечном итоге, получают другие, а не те, кто их охраняет, а это — явная несправедливость.

---

<sup>53)</sup> Морская миля равна 1 852 метрам.

## Планктон — часовой

### Значение биоразнообразия планктона

Благодаря СМИ термин «биоразнообразие» стал наряду с «парниковым эффектом» и «озоновым слоем» одним из наиболее часто употребляемых слов в международных дискуссиях о проблемах окружающей среды. Биоразнообразие одна из глобальных характеристик природы, своего рода «наследие природы». Оно отражает разнообразие и вариабельность живой природы на всех уровнях организации от гена до популяции, от вида и до экосистемы. Но оно также подчиняется действию основных физических законов.

Небесполезно здесь вспомнить физический закон, без действия которого, жизнь на Земле, наверное, была бы невозможной — аномалия воды. Вообще говоря, жидкое тело при охлаждении сжимается, а его плотность возрастает и достигает максимума при температуре твердения. Твёрдое тело обычно более плотное, чем его жидкая фаза. Вода являет собой исключение из этого правила: её плотность достигает максимума не при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ , а при  $3,98^{\circ}\text{C}$ . Поэтому плотность льда ниже плотности жидкой воды. Эта особенность позволяет тёплой воде, а также и льду плавать на поверхности воды, имеющей  $T=3,98^{\circ}\text{C}$ . Если бы вода при изменении температуры вела себя также, как и большинство других



соединений, тогда бы лёд опускался на дно рек, озёр и океанов, а жизнь в водоёмах была бы практически не возможной, по крайней мере, в существующей сейчас форме. Однако одним из мест, где биоразнообразие достигает высоких значений, является подлёдное пространство в заполярных районах, именно там, где киты (самые крупные животные на планете) добывают свой криль, там, где морская жизнь стала эндемичной, следовательно, уникальной и драгоценной, там, где подлёдная жизнь в течение многих тысячелетий противостоит полярным зимам.

### ***Прибрежные зоны — пограничные зоны между морем и сушей***

Не обязательно отправляться в Арктику в поисках высокого биоразнообразия, достаточно посетить прибрежные зоны или эстуарии, чтобы убедиться, что эти зоны самые богатые в Океане. Управлять живыми ресурсами прибрежной зоны означает также принимать в расчёт и промысловые ресурсы открытого моря, то есть учитывать запасы (биомассы), находящиеся на большом удалении от берега. Земля питает море, например, через реки. Живые создания Океана нуждаются в питомниках — кормильцах<sup>54</sup>), функции которых выполняют бухты, лиманы, эстуарии, аналогично тому, как наземные леса питают почву. Аналогично, в илах эстуариев микроорганизмы минерализуют растительную массу, превращая её в компоненты, доступные для других микроорганизмов, трансформирующих растительные остатки в минеральные соли, необходимые для нормального развития высших растений и водорослей.

Перенос питательных веществ из этих континентальных пространств в море вводит эти влажные прибрежные участки в состав наиболее привилегированных пространств — пограничных

---

<sup>54</sup>) Французское слово *питомник* (*nurserie*) по смыслу и написанию близко к слову *кормилица* (*nourrice*) — примеч. переводчика.

зон между сушей и морем. Высокие значения растительного и животного разнообразия зависят от сохранности природного равновесия. Мы будем пользоваться плодами природного морского пастбища, если мы будем знать, как сохранять живое на суше. Таким образом, воды эстуариев, так же, как и глубинные воды, создают биоразнообразие наших морей. Краткость жизни планктона делает его прекрасным индикатором качества морской воды. Он является результатом синтеза человеческой деятельности (физической, химической, биологической, плотин, пестицидов, сбросов загрязнённых вод). Изменения и пертурбации планктона ведут к увеличению числа редких видов (рарефикации) и нарушениям трофических сетей, а также пирамиды морской жизни. Исчезновение одного планктонного вида повлечёт исчезновение нескольких других видов.

Специфичность бретонского побережья определяется его географией, а прибрежные воды — это истинная лаборатория под открытым небом, в которой сток эстуарных вод в море и распространение их в открытой части моря проявляются в особенностях морской экосистемы. Таким образом, открытые прибрежные зоны и удалённые от берегов зоны, получают питательные вещества, приносимые потоками из континента. Создаваемое за счёт поступления питательных веществ биоразнообразие, привело к созданию разнообразных профессий, относящихся к морскому промыслу. Профессиональные рыбаки, вылавливающие рыбу далеко в открытом море, следовательно, должны быть заинтересованы в качестве прибрежных вод, от которых зависит их ремесло. Выбранный тип обустройства береговой зоны также может оказать влияние на экологию моря, вплоть до нанесения морским ресурсам невосполнимого ущерба. Но не только аквакультура (за исключением конхиокультуры) сможет компенсировать уменьшение запасов рыбы. Аквакультура — это только один из этапов, позволяющий обзавестись ноу-хау по размножению организмов в контролируемых условиях и получению молоди морских видов. В будущем аквакультура может стать средством воспроизводства морских ре-

сурсов. Море, так же, как и суша будут способны сами производить белок для будущего человечества.

### *Глобальное управление побережьем*

Обеспечение питания для 8–9 миллиардов человек требует глобального управления береговыми пространствами (суша+море), способного сохранить водные живые ресурсы. «Все элементы управления должны быть согласованы между рыбаками, местными и общественными властями и исследовательскими центрами. Они должны планироваться таким образом, чтобы не допустить проведения необоснованных экспериментов, изолированных действий, противоречащих друг другу<sup>55)</sup>». Аквакультура воспроизводства, посредством выпусков в море жизнестойкой молоди, может стать для морских профессионалов школой природы. Вначале «засеяя» рыбаки научатся понимать «как это работает». А затем, моряки усвоят данный подход воспроизводства настолько, что предписываемые им правила рыболовства (снижение рыболовного усилия, выделение квот, биологический отдых, промысловый размер рыбы) станут для них понятными и обоснованными. Понимание механизмов функционирования живых систем необходимо для воспитания уважения к промысловым ресурсам.

### *Планктон адаптируется к географии грунтов*

3 мая 2005 г. министерское постановление предоставило производителям цемента Lafarge и GSM<sup>56)</sup> «исключительное право на исследования» кремнивого песка и гравия на морском дне сроком на 2 года на широте Erdeven. Это исключительное право должно привести к созданию концессии по добыче песка и гравия в течение 30 лет, с производительностью 600 000 т/год (18 млн. т за

<sup>55)</sup> См. раздел в книге: «Голубой бретонский пояс, почему бы и нет?».

<sup>56)</sup> Филиалы итальянской компании Italcementi.

30 лет). Добыча должна производиться на площади более 16 км<sup>2</sup> вдоль берегов Морбиана, на прямой, соединяющей острова Бель-Иль и Иль де Круа. Это место находится на широте самой большой дюны Бретани — месте экологически чрезвычайно важном. «Влияние на побережье проявится не ранее, чем через 30–40 лет после начала добычи песка» — утверждает Эммануэль Элюард<sup>57)</sup>, руководитель исследований по данному району, классифицированному, как Natura 2000<sup>58)</sup>, простирающемуся от Гавра до Киберона. Подъём грунта мог бы свести на нет все усилия работ, предпринятых в течение последних нескольких лет рыбаками и морскими фермерами по обеспечению чистоты прибрежной морской воды. Однако возникла и другая, причём весьма серьёзная угроза. Мощное взмучивание донных осадков поднимет во взвешенное состояние и микробное население «спящее» в грунте. Взмучивание также будет содействовать развитию нежелательных видов фитопланктона, что приведёт к краху устрицеводства в данном районе и угнетению рыболовства, особенно в бухте Этель.

В результате протестов организаций «Люди дюн»<sup>59)</sup> и «Ассоциации охраны и защиты береговой полосы» полуострова Гавр, административный суд 11 декабря 2008 г. отменил «исключительное право на исследования». Проблема была снята, но те события продемонстрировали неправильность принятия решения по организации добычи песка. Действительно, нужно было бы вначале, по инициативе местных организаций, провести необходимые исследования, которые могли бы выполнить местные организации за счёт европейского финансирования, или за счёт заинтересованных стран. Эти исследования позволили бы изучить влияние до-

---

<sup>57)</sup> Газета «La Vie», №3210

<sup>58)</sup> Сеть Natura 2000 создана в 1992 г. Европейской директивой с целью поддержания биоразнообразия и охраны зон побережья (дюн, солёных болот, лугов, лесов и т. д.), представляющих большую ценность для местообитаний фауны и флоры.

<sup>59)</sup> Против данного проекта выступили 140 ассоциаций, см. сайт: <http://peupledesdunes.blog.com> или сайт: [www.le-peuple-des-dunes.org](http://www.le-peuple-des-dunes.org)

бычи песка на экосистему, в том числе возможное развитие токсичной микрофлоры. Не стоит будить «злого джина». Вопросы, связанные с риском для будущих поколений, вообще не должны выноситься на повестку дня.

Вот ещё несколько примеров: в эстуарии реки Vilaine (Вилэн) в результате постройки плотины у г. Arzal (Арзал) стал накапливаться ил, толщина которого достигла 3–4 метра, что вызвало, начиная с 1980 г., бурное развитие токсичных микроводорослей *Dinophysis* и *Gymnodinium*; у острова Groix: осаждение портовых илов<sup>60)</sup> и развитие *Dinophysis*; в районе островов архипелага Glenan: добыча морского известняка и интенсивное развитие токсичной водоросли *Pseudonitzschia*; на Morlaix: подъём со дна строительных материалов возле Плугасну и развитие токсичной водоросли *Alexandrium* и т. д. Можно ли теперь сделать вывод о существовании связи между подъёмом грунта и развитием токсичного фитопланктона?

### ***Можно ли продолжать бетонировать берег, не думая, при этом, о последствиях?***

Пример местного значения, который мы упомянули выше, позволяет обобщить подходы, существующие как на местах, так и на европейском уровне — связь между местными жителями, а также отдыхающими, которые хотели бы пользоваться природным и не испорченным стройками побережьем, с одной стороны. А с другой стороны, — существующей тенденцией бетонировать на побережье всё подряд. Например, 4/5 населения департамента Морбиан проживает на побережье (средний годовой прирост населения за последние 5 лет составляет 5%). Очевидно, что такая концентрация населения проходит с параллельным строительством домов, дорог,

---

<sup>60)</sup> Регулярные дноуглубительные работы в портах обычно связаны с подъёмом тонкодисперсного ила, выбрасываемого в море, как правило, на небольших глубинах.

мостов, спортивных и туристических инфраструктур и т. д., что требует много песка, гравия, камня. Бетон, как известно, состоит из песка и цемента, которые уже не могут поставлять наземные карьеры.

Коллектив «Люди дюн» предлагает более экономно использовать песок, а его добычу проводить с соблюдением экологических требований. Другой подход — использование строительных материалов б/у. В этом отношении Франция отстаёт; она использует всего 4,5% материалов б/у, в то время, как Германия — 16%, а Великобритания — 25%. Кроме этого, прежде, чем выполнять строительные работы, необходимо понять особенности функционирования местных экосистем и найти различные индикаторы состояния экосистем, а не только наличие или отсутствие рыбы. Нужно предвидеть возможность распространения инфекций и нежелательных видов.

## Неудачные уроки биоразнообразия

В экосистемах некоторым видам удаётся вести нормальный образ жизни, то есть удовлетворять свои потребности за счёт окружающей среды и нормально развиваться. Каждый занимает определённую нишу, причём, не только определённое пространство, но и поддерживая связи с другими индивидами, а также с неживым окружением. Невозможно изучать их поведение (этологию), не зная их связи с окружением, их потребности, их инстинкты, их генетику (как их разместила эволюция среди других видов). Всё перечисленное определяет, так называемую «экологическую нишу». Каждый вид активизируется двумя главными двигателями: питанием и размножением, которые и определяют положение вида в пищевой цепи, его конкурентные отношения, либо сотрудничество с другими видами. Иначе говоря, никакой живой организм не может изучаться без анализа его связей с другими видами (биоце-

ноз) и со своим физико-химическим окружением (среда), которые и определяют равновесие или войну (конкуренция) со своими соседями. Разнообразие живого (биоразнообразие) позволяет каждому виду наилучшим образом адаптироваться к своей внешней среде.

В природе можно найти экологические ниши, где близкородственные виды, избегая прямой конкуренции, нормально уживаются в ограниченной среде. В этих случаях они отличаются друг от друга, либо, благодаря узкой специализации в выборе пищи, либо пространственной или временной разобщённостью. Но зато, если два вида занимают одну экологическую нишу, тогда всегда один вид вытесняет другой (принцип конкурентного исключения). Это может произойти в случае нашествия какого-либо вида.

### ***Нильский окунь: худший из видов — захватчиков***

Нильский окунь (*Lates niloticus*) — рыба из семейства центропомид может достигать в длину до 2 метров. Происходит он из района, занимаемого Эфиопией, но был интродуцирован во многие реки Африки, а в 1954 г. его перенесли в оз. Виктория — второе по величине пресноводное озеро на Земле и самое крупное в тропическом поясе. В этом озере существовало значительное количество автохтонных (местных) видов рыб, в основном несколько сотен видов цихлид (таких как: скалярии, рыбы-клоуны, диски и другие ярко окрашенные тропические рыбы). Но после вселения нильского окуня видовой состав рыб сильно изменился. Исчезли 200 видов, относящихся к семейству *хатлохромисы*. Виды рыб оз. Виктория за 14 тысяч лет — продолжительность существования озера — диверсифицировались (разделились на разные виды) и за короткий временной интервал они были уничтожены окунем. Этот пример — реализованная угроза, висящая над биоразнообразием. Действительно, на беду местной рыбе, этот окунь прекрасно приспособлен к внешней среде. Если в 1977 г. вылов цихлид ещё составлял 32% от общего количества выловленных рыб, а на нильского окуня приходился 1%, то в 1983 г. на нильского окуня уже приходилось

68%, а на циклиды — 1%. Танзания — одна из трёх стран, выходящих на оз. Виктория (две другие: Кения и Уганда), ежедневно экспортирует в Европу 500 тонн филе этого окуня. Об этом говорится в научно-популярном фильме «Кошмар Дарвина»<sup>61)</sup> — притче об африканских проблемах, таких, какими их видит автор, а также о последствиях такого рыболовства. Даже, если этот фильм рассматривается некоторыми как клевета, тем не менее, полезно показать Европе два аспекта одной катастрофы как социальной, так и экологической — опустошение, совершённое хищным видом<sup>62)</sup> и последствия рыболовства, ориентированного на экспорт. Оба аспекта уничтожили кустарное рыболовство, существовавшее ранее на озере, и ухудшили качество воды, так как оз. Виктория подверглось эвтрофированию от антропогенного воздействия и от инвазии водного гиацинта. Эвтрофирование в значительной степени объясняется эффектом от поступления отходов при разделки окуня на берегах озера, а также от больших скоплений домашнего скота и сведением лесов (дерево используется для копчения филе окуня). Этот феномен, без сомнения, явился причиной бурного развития сине-зелёных водорослей, занявших огромные пространства на поверхности озера. В результате разложения этих водорослей образуются заморы, сопровождаемые гибелью рыбы.

Как бы там не было, если рыба и не задохнётся, нильский окунь всё равно её выест и начнёт уничтожать собственное потомство, что сократит его численность.

Несмотря на ущерб, нанесенный оз. Виктория, нильский окунь, которого египтяне называют Самос, был интродуцирован в озеро Нассер<sup>63)</sup>. В этом озере, образованном плотиной на р. Нил в 1970 г., нильский окунь также сильно распространился. Он так-

---

<sup>61)</sup>Режиссер, австриец Hubert Sauper.

<sup>62)</sup>Группа специалистов МСОП (Международного союза охраны природы), основанного в 1948 г., включила вид *Lates niloticus* в число наиболее опасных для природы видов (всего 100 видов).

<sup>63)</sup>Это озеро в суданской части называется Нубии.



же был недавно обнаружен (интродуцирован или сам проник?) в озере Мариут, расположенном в дельте Нила.

### ***История Красного Королевского Краба<sup>64)</sup>, русского краба, попавшего на Запад***

К той же плеяде кошмаров, которых относят к Дарвину, следует присоединить и размеры «главных действующих лиц». Если нильский окунь достигает в длину 2 м, то красный королевский краб Камчатки (*Paralithodes camtschatica*) в размахе ног достигает 1,8 м и веса 10 кг. Питается он ракообразными, водорослями и рыбой; его мясо превосходного вкуса, напоминающее мясо омаров. Происходит он из района Камчатки (как указывается в его латинском названии), то есть на тихоокеанском побережье России. Было предпринято несколько безуспешных попыток расселения этих очаровательных созданий. В СССР в 30-ые годы реализовали идею акклиматизации краба на западных берегах (Белое море), очевидно не предупредив соседние страны. Это мероприятие не принесло успеха. В 60-ые годы были предприняты несколько новых попыток, когда каждый раз переселяли несколько тысяч особей. Наконец, пришёл успех. Краб настолько хорошо прижился, что к моменту развала коммунизма (простое совпадение), он двинулся на Запад в воды норвежской Лапландии. Первые сообщения обнаружения крабов поступили из Норвегии в 1993 г. Вначале обнаружили 200 тысяч крабов, затем запасы краба стремительно увеличивались, превысив черту в 1000 тонн<sup>65)</sup>.

Эти гигантские крабы для своего пропитания буквально выедали всё, что попадалось на дне, вплоть до полного уничтожения некоторых местных видов; они проникли во все фиорды, съедали рыбу, попавшую в ставные сети. Их промысел считается очень

<sup>64)</sup>Источник: USDA (National Nutrient Database) и Svein Lokkeborg — исследователь из Института морских исследований, г. Берген, руководитель исследований по распространению гигантских крабов вдоль норвежских берегов.

<sup>65)</sup>Газета Ouest-France, 7 avril 2006.

опасным: ловушки весят 250–300 кг; штормовая погода случается часто, а волны достигают высоты 20 метров; нередко возникает оледенение судов, что грозит переворачиванию судна. Однако — это очень доходный бизнес. Здесь уместно привести слова Jannike Falk-Petersen<sup>66</sup>): «Красный королевский краб — это чудовищный опустошающий вид, который одновременно является и золотой жилой и потенциальным бедствием Баренцева моря».

«Золотая жила» — по причине очень высокой цены краба в рыбных магазинах Осло, а «потенциальное бедствие» — потому, что ещё неизвестно, каких паразитов и какие болезни он принесёт — объясняет Maren Esmark из WWF. Этот краб пожирает всё, поэтому возникла угроза исчезновения рыб, откладывающих икру на дне. Среди этих рыб есть и рыбы, служащие кормом для трески — одной из наиболее важных промысловых рыб Баренцева моря.

Влияние распространения гигантского краба уже сказывается на рыболовстве. «В некоторых районах уже не практикуют определённые типы рыболовства. Крабы налетают на сети, рвут их и путают» — объясняет Jan H. Sundet, научный сотрудник Норвежского института морских исследований. Особенно он свирепствует в студёных водах Берингова моря между Бристольской бухтой и арктической зоной, то есть в одном из самых рыбных районов. Предполагают, что продвижение краба будет остановлено южнее — в тёплых водах Португалии. Но, что он успеет натворить пока дойдёт до этих мест? Начиная с 2002 г., русские разрешили норвежским рыбакам ловить этого краба без ограничений на вылов и без ограничений на коммерциализацию (продавать только самцов), как это было ранее, когда этот краб был объявлен русскими как охраняемый вид. Возможно, что это позволит ограничить инвазию гигантского краба.

---

<sup>66</sup>) Исследователь университета г. Тромсё (Норвегия).

## *Можно ли экологическую катастрофу сделать обратимой?*

Аральское море сократилось как шагрeneвая кожа и оставило вокруг себя 30 000 бедствующих человек, живших ранее за счёт рыболовства и вынужденных, в поисках заработка, покинуть эти места. Каким образом 30 лет тому назад создали самую крупную в XX веке экологическую катастрофу? Рецепт этого настолько прост, насколько и глуп. Возьмите гигантское озеро, которое пополняется двумя крупными реками: Сырдарьёй и Амударьей. Направьте эти две реки на орошение 2 миллионов гектар хлопковых полей и рисовых чеков, расположенных среди узбекской пустыни. Результат гарантирован<sup>67)</sup>: поступление воды в море равное 60 км<sup>3</sup> в год (1950 г.) сократилось до 1,3 км<sup>3</sup> в год в 1986 г; берега отступили на 80–100 км; ветер стал переносить солёные пески, называемые местными жителями «сухие слёзы Арала». Эти «слёзы» уничтожают всё на своём пути, засаливая почву и грунтовые воды. Наконец Аральское море разделилось на две части: малый Арал и большой Арал, которые, как говорят, приговорены к неминуемой смерти<sup>68)</sup>. Однако речь идёт не только об экологической, экономической и социальной катастрофе. Санитарное состояние местного населения является драматическим. Орошаемое хлопководство неконтролируемо использовало удобрения; пестициды, запрещённые в других республиках; гербициды; дефолианты, в том числе знаменитый «оранж», который американцы использовали во Вьетнаме; ДДТ, который давно запрещён на Западе и т. д. Вследствие загрязнений токсическими веществами, овощи и фрукты стали тоже токсичными, а исчезновение рыбы вызвало нехватку белка. И, наконец, избыток соли спровоцировал желудочно-кишечные заболевания<sup>69)</sup> и высокую детскую смертность.

<sup>67)</sup> Jean Etienne, сайт Futura-Sciences, 16 juillet 2007.

<sup>68)</sup> См.: [www.operavenir.com](http://www.operavenir.com) [www.cyberpresse.ca](http://www.cyberpresse.ca) [www.naturavox.fr](http://www.naturavox.fr)

<sup>69)</sup> См. информационные бюллетени Ecosan на английском и французском языках; ONG — немецкий выпуск, занимающийся здравоохранением

И, тем не менее, для небольшого Аральского моря надежда остаётся, даже, если сейчас нет свидетельств благополучного завершения этой истории. Строительство дамбы между двумя морями, начатое в 1989 г., остановлено в связи с развалом СССР в 1991 г. Затем строительство было завершено за счёт самофинансирования, организованного местными жителями. К сожалению, в 1999 г. дамба была разрушена ураганом. Мировой банк и казахское правительство решили с помощью новой гидравлической системы вернуть снова воду в море (строительство плотины Кок Арал; создание сети каналов для регулирования солёности вод; установка задвижки в плотине, позволяющей перепускать воду в большой Арал, большая часть которого находится в Узбекистане). Другой проект, находящийся пока в разработке, предусматривает ремонт другой плотины, и строительство канала, соединяющего оба современных моря, а также строительство гидроэлектростанций. В 2006 г. были получены впечатляющие результаты. Малый Арал достиг 30% своей начальной поверхности, а зарыбление принесло свои плоды: рыболовство снова стало возможным (дорада, камбала, сазан).

Из всей этой истории можно извлечь четыре урока. Прежде всего, благодаря инициативе ассоциации рыбаков «Арал Тенези» («Аральское море») и его председателя Занат Махамбетовой, начались работы по восстановлению Арала<sup>70</sup>). В 1977 г. в разгар катастрофы, её отец покинул этот район, в расчёте продолжать рыболовство в других местах. При этом он не взял с собой семью и 10-ти летнюю Занат в том числе. Несколько лет спустя, вместо того, чтобы смириться с безысходностью сложившейся ситуации, она мобилизовала рыбаков, заинтересовала власти и международные организации, в том числе ООН.

Второй урок: до урагана обслуживание дамбы финансиру-

---

ем и экологией или через сеть распространения информации: CREPA, [www.reseaucrepa.org](http://www.reseaucrepa.org)

<sup>70</sup>) Jean Etienne, сайт Futura-Sciences, 16 juillet 2007.

лось не за счёт инвестиций, а за счёт вкладов жителей (каждый вносил 1% от своего заработка).

Третий урок: рыбоводное хозяйство Комышбоша получило финансирование от Израиля в объёме 140 000 евро с условием выпуска в Арал 30 млн. малька осетра, карпа и других рыб.

Четвёртый урок: Мировой банк, а, следовательно, мы все, приняли участие в финансировании некоторых работ по ликвидации последствий катастрофы.

В заключение следует отметить, что сочетание доброй воли простых людей (ассоциация рыбаков), которые сами заложили начало последующих работ, привлечение самофинансирования, а затем и международной солидарности (иностраный финансовый вклад), международной помощи (Мировой банк) смогли экологическую катастрофу сделать обратимой.

## Планктон — индикатор среды

Планктон присутствует на Земле уже в течение более 3 млрд. лет. Первые клетки древних фитопланктонных организмов были приспособлены к качеству вод того времени, когда действовали многочисленные вулканы, создававшие рельеф планеты, а вода Океана содержала много серы. К таким условиям могли адаптироваться организмы, живущие в настоящее время в экстремальных средах, как, например, цианобактерии (сине-зелёные водоросли). Затем, большинство вулканов потухли, но извержения вулканов продолжались, в том числе и под водой на больших глубинах.

Вулканы и гидротермальные источники выбрасывали в воду минеральные соединения, способствующие развитию фитопланктона, хотя вблизи этих источников биоразнообразие планктона было невысоким. Но достаточно немного отойти от источников, чтобы обнаружить «следы металлов», то есть олигоэлементы и, как следствие — биоразнообразие.

15 апреля 1977 г. геолог Джон Корлис опустился на батискафе «Элвин» с целью изучения вулканических образований возле Галапагосских островов на глубине 2600 м. То, что он обнаружил, было полной неожиданностью: дно совершенно не напоминало пустыню, напротив жизнь процветала! В лучах прожекторов «Элвина» появились трубы, высотой свыше 20 метров, из которых били термальные источники, которых называли “hot vents” («горячие источники» или «чёрные курильщики» из-за выходящей чёрной воды). Эти подводные источники или гидротермы, благоприятны для протекания жизненных процессов, несмотря на отсутствие света, а, следовательно, и фотосинтеза, экстремально высокую температуру, токсичный газ и пар. Корлис увидел нечто, очень похожее на первобытный планктон.

### *Два питомника, две разные среды*

Известно, что чем дальше мы отходим от берегов, тем выше разнообразие планктона за бортом. Этот факт послужил одной из причин размещения омарового питомника на острове Уат<sup>71</sup>). В течение четырёх месяцев в 1972 г. морские рыбаки, сменяя друг друга после выходов в море, строили своими руками здание, называемое «питомник для воспроизводства запасов». Морскую воду закачивали в бассейны, закрытые сверху прозрачной плёнкой, благодаря чему температура воды поднималась на несколько градусов и численность фитопланктона, в отсутствие хищников, быстро увеличивалась. Имелось лишь одно отличие от природной среды: система специальных фильтров не пропускала в бассейны личинок морских организмов. В течение ряда лет имелась возможность наблюдать разнообразие диатомовых, которые использовались для культивирования зоопланктона — корма для личинок омаров. Несмотря на значительное количество выращиваемых

---

<sup>71</sup>) См. фильм «Питомник» (“Ecloserie”); авторы: Ronan Quemere, Jean Le Dorven, Pierre Mollo.

личинок, из которых ежегодно получали 100 000–150 000 мальков омара для выпуска в море, никогда не возникали проблемы, связанные с качеством или санитарным состоянием морской воды.

Для питомника в Бег-Мей также требовался высококачественный планктон, однако планктон бухты Конкарно не отличался достаточно высоким разнообразием. Обсеменённых самок (*femeles grainees*<sup>72)</sup>) омаров отлавливали и помещали в аквариумы с водой, закачиваемой из бухты. Из яиц вылупливались планктонные личинки омаров, но часть из них гибла во время линек. В итоге не удавалось получить мальков омара, перешедших из временного планктона (меропланктона) в бентос, что очень беспокоило сотрудников. В чём заключается причина неудач? Возможно, что в некачественном фито- и зоопланктоне? Наблюдения, проводимые в течение ряда лет сотрудниками питомника Бег-Мей, приводят к мысли о нарушениях в функционировании экосистемы бухты в течение последних нескольких лет. Биомассы, как фитопланктона, так и зоопланктона достаточно высоки, но разнообразие планктона не отличается богатством. Но понижение биоразнообразия планктона отражается негативно на всех трофических уровнях морской экосистемы. Невозможно найти даже несколько видов, питающихся на протяжении всего жизненного развития только одним видом корма.

Человек тоже не может ограничиваться потреблением одного вида пищи. Если бы сейчас во Франции в качестве пищи оказалась одна цветная капуста, то быстро возникли бы серьёзные нарушения в организмах людей, связанные с недостатком поступления многих элементов и соединений. Морские организмы, так же как и наше тело, нуждаются в разнообразии. Проблема не в количестве планктона, которое по-прежнему значительно, а в его разнообразии. Можно найти виды даже среди диатомовых, «устроившиеся» весьма устойчиво, даже слишком устойчиво, но за счёт других.

---

<sup>72)</sup> Самки, у которых под шейкой (хвостом) прикреплены чёрные или красные яйца. Цвет зависит от степени созревания яйца.

Так как «природа боится пустоты», поэтому исчезнувший вид тотчас замещается другим. Этот другой вид может быть и микроводорослью, менее деликатной и менее требовательной к качеству воды.

### *Непрерывно изменяющийся планктон*

Ухудшение качества вод происходит в результате выноса с континентов сточных вод и поступлений загрязнений с водой рек, а также от интенсификации загрязнений морского происхождения (добыча нефти, газа; балластными водами, авариями на морском транспорте и т. д.). Если в летнее время у берегов можно наблюдать на поверхности моря радужные разводы, то бывает трудно определить их происхождение: слив с маломерных судов с отдыхающими (катера, моторные яхты) или с гораздо более малочисленных рыболовных судов, с трудом, протискивающихся между катерами. Океан заражен (болен) Человеком и об этом свидетельствует планктон. Продолжительность жизни планктона очень коротка, а размеры его — слишком малы, поэтому он быстро меняется. Если постоянный зоопланктон, прежде чем измениться, находится в толще воды в течение нескольких недель, то фитопланктон изменяется за несколько дней, иногда часов. Для нормального развития разнообразного фитопланктонного сообщества требуется определённый набор питательных веществ, нужное количество разных олигоэлементов, различных витаминов и т. д. Короче говоря, для развития определённого фитопланктонного сообщества требуется свой «кухонный набор», свой коктейль из точного состава нужных компонентов. Как только какое-то соединение оказывается в избытке в морской воде — сразу же быстро растёт численность некоторых специфичных видов фитопланктона<sup>73)</sup>. Выше мы упоминали плотину у Азрала на реке Вилэн. Когда открывали за-

---

<sup>73)</sup> Например, в случае увеличения концентрации нитратов или фосфатов, железа или других олигоэлементов или же поступления некоторых витаминов.



движки<sup>74)</sup> для выпуска избытка осадков, накапливающихся на дне перед плотиной, происходил вынос в море органического вещества, ила и химических соединений, что вызывало развитие одновидового планктона, сбивавшегося в пятна, напоминающие перья<sup>75)</sup>.

Внезапный мощный выброс органического вещества создал условия для стремительного развития бактерий, которые, минерализуя органику, произвели питательные минеральные соли, необходимые для развития растений. Также бактерии производят и витамины, ускоряющие развитие определённых видов фитопланктона и, таким образом, снижают его биоразнообразие. Например, диатомовая водоросль *Cerataulina pelagica* экспоненциально увеличивает свою численность и блокирует развитие других видов микроводорослей. Если обычно в капле воды насчитывают 10–15 видов микроводорослей, вполне может оказаться, что из них разовьются только 3–4 вида. В этом случае все трофические сети<sup>76)</sup> страдают от этого, особенно разнообразие постоянного зоопланктона, который, по закону домино, нарушит временный зоопланктон.

Изменяется качество воды, соответственно изменяется и фитопланктон, непрерывно адаптируясь к изменениям в среде. Снижение продукции некоторых видов зоопланктона приводит, через некоторое время, к разрегулированию трофической цепи. Именно поэтому такие рыбы, как шпрот (килька), анчоус (хамса) и сардины уходят из зон, в которых они не находят пищу, соответствующую размерам их рта. Это объяснение подходит и к китовым акулам, потребляющим в огромных количествах копепод. Учитывая их размеры (несколько тонн) можно легко согласиться с таким утверждением. Когда их замечают у берегов, то одновременно и тревожатся и успокаиваются. Если они подходят к Бретани, то это означает, что они находят корм, отвечающий их потребно-

---

<sup>74)</sup> Система для спуска воды.

<sup>75)</sup> Явление, описанное для плотины на реке Вилэн (Vilaine).

<sup>76)</sup> Трофические сети образуются через пищевые связи. Например, трофическая связь между хищником и жертвой соединяет два вида в экосистеме.

стям. Но, когда китовые акулы уходят из прибрежных вод — можно быть уверенными, что определённые виды зоопланктона уже там отсутствуют. Вместе с климатическими изменениями (возрастание температуры) быстро изменяется и фитопланктон, в то время как бентосные организмы (моллюски, ракообразные) и рыбы изменяются гораздо медленнее. Гаметогенез у них по-прежнему происходит в те же сезоны, а нерест и оплодотворение в те же сроки. Но, увы, личинки, произведенные омарами или креветками, не находят планктонных организмов, соответствующих размерам их ртов, так как для планктона произошла «сдвигка в календаре». Не известно, чего ещё натворит этот «эффект бабочки» (“*effet papillon*<sup>77</sup>”). Он может, например, вызвать необъяснимые перестройки в планктоне, которые произойдут через несколько лет после исчезновения некоторых видов. В действительности эти виды могут и не исчезнуть, а только измениться, что в микромире происходит довольно часто. Иногда, например, приходится наблюдать в наших водах редкие виды, обычно с низкой плодовитостью, но вдруг они становятся массовыми, как, скажем, медузы или аплизии (моллюски «морские зайцы»). Когда медузы становятся массовыми, они выедают весь имеющийся зоопланктон, в частности копепод — корм мальков рыб. Другой пример: морские жёлуди (ракушковые раки), колонизируя скалы, выделяют вещества, отпугивающие споры водорослей. Этот феномен является причиной исчезновения большого количества видов водорослей, создающих экологические ниши для многих морских животных.

---

<sup>77</sup>)Эффект бабочки (англ.: butterfly effect) — выражение, придуманное американским метеорологом Эдвардом Лоренцем, показавшем, что каждое действие, даже самое незначительное, может повлечь через, возможно, очень длительный промежуток времени, колоссальные последствия. Эту ситуацию иллюстрируют вопросом Лоренца: «Может ли биение крылышек бабочки в Бразилии вызвать торнадо в Техасе?».

### *Предвидеть непредвидимое за счёт массовости участников*

Для того, чтобы получить точные оценки и оперировать надёжными количественными показателями, необходимо, чтобы планктон не оставался уделом небольшого числа экспертов или научных сотрудников. Когда поле деятельности огромно, а работников — мало, тогда возникает риск невозможности предвидеть события или даже катастрофы. Вот почему нам представляется важным интегрировать граждан, объясняя им на конференциях и встречах важность планктона и, затем, демонстрируя роль планктона непосредственно в море. Сотня человек из департамента Морбиан уже вошла в ассоциацию «Обсерватория планктона»<sup>78)</sup>. Они уже обладают определёнными знаниями в отношении планктона; при изменении цвета воды или других её характеристик, они могут грамотно взять пробу воды и доставить её для проведения анализа. Одна из целей данного проекта — сделать невидимый мир доступным для многих. Члены ассоциации с течением времени могут стать научными помощниками.

Сегодня профессиональные морские фермеры, морские рыбаки, работающие или пенсионеры, особенно интересуются этими вопросами.

Депутатам вменено в обязанность не только распределение питьевой воды, но и, под давлением Европы, воды, «пригодной для жизни»: рамочная директива по воде была принята Европейским парламентом и Советом Европейского Союза 23 октября 2000 г. Директива устанавливает юридические рамки и регламентацию политики на местах в отношении воды. Её цель: достижение к 2015 году «хорошего состояния» (экологического и химического) всех типов водных сред и обеспечение сохранности вод, находящихся в очень хорошем состоянии<sup>79)</sup>.

<sup>78)</sup> См. сайт: [www.observatoire-plancton.fr](http://www.observatoire-plancton.fr)

<sup>79)</sup> См. сайты: [www.cemagref.fr](http://www.cemagref.fr) или [www.ecologie.gouv.fr](http://www.ecologie.gouv.fr)

Вода морей, эстуарий, пляжей и литорали должна обладать качеством, обеспечивающим нормальное развитие моллюсков, ракообразных и рыбы. Год 2015 уже скоро наступит! Местные власти стали оплачивать проведение наблюдений членами ассоциации, особенно в течение последних трёх лет в бухте Этель<sup>80)</sup>. Когда возникают проблемы массовой смертности или исчезновения некоторых видов, то объяснить причины наблюдаемых явлений, оказывается не возможным без знания того, что происходило в предшествующие годы. Планктон является индикатором, более того, настоящим «показателем загрязнения». Он же указывает на причины нарушений: добыча донных грунтов, взмучивание воды, воздействие плотины, выбросы бактерий (фекалии, поступившие из животноводческих ферм или из городских стоков), плохое выполнение с/х работ (пестициды)<sup>81)</sup> и т. д. Особенно хорошим индикатором является фитопланктон: определённые виды диатомовых обнаруживаются в морской среде определённого качества. Иначе говоря, то, что изменяет состав воды, изменяет и состав планктона, вплоть до серьёзных изменений, способных к созданию экологических катастроф.

## Обустройство прибрежной полосы и нарушения в экосистеме

«Работы и проекты по обустройству, производимые общественными организациями, а также работы, нуждающиеся в получении разрешений, так же как и документация по урбанизации должны выполняться с учётом требований охраны природы. Предварительные исследования возможностей обустройства или выполнения работ, которые, вследствие своих масштабов или возмож-

---

<sup>80)</sup>Морбиан, Южная Бретань.

<sup>81)</sup>Сельхоз работы, дачные сады, железная дорога и др.

ных влияний на природную среду, должны включать исследование возможного влияния и получение оценок последствий такого влияния». (Статья 2 закона от 10 июля 1976 г.).

В законе содержится описание необходимости компенсировать вред, нанесенный природе дорожными инфраструктурами, постройкой зданий и т. д., что, в действительности, никогда не производилось. Можно надеяться, что Управление, занимающееся окружающей средой, сможет обязать промотеров выплачивать справедливую компенсацию за вредные последствия, избежать которые было не возможно. Два примера, приведенные ниже, показывают нам, что планктон невидим, но . . .

***«Эстетично» не означает «экологично»:  
пример розовых фламинго***

Лиманы в районе Палавас (de Vic, de Pierre Blanche, du Prevost, de l'Arnel, du Mejean, de l'Or, de Palavas etc.)<sup>82)</sup> довольно плодородны, но они ранимы и зависят от водообмена со Средиземным морем. Это продовольственная кладовая, но также и вместилище всего того, что стекает с водосборного бассейна между г. Сет и г. Монпелье.

Населению внушают, что обустройство береговой полосы от Palvas до La Grande-Motte (в основном бетонные работы) не повлияет на качество воды в лиманах! Доказательством могут служить розовые фламинго, которые стали встречаться в лиманах в больших количествах, чего ранее не было. Строители утверждают, что чем больше они строят (бетонируют, перестраивают гидравлические системы), тем больше оказывается фламинго. Как можно принять неприемлемое, то есть заверения о том, что планктон состоит на службе у строителей? А что планктон — это подсобный рабочий у бетонщиков?

---

<sup>82)</sup>Перечислены лиманы департамента Герольт (Herault) на юге Франции.

Старый морской рыбак замечает, что, действительно, фламинго размножились после того, как строители выполнили свои бетонные работы. Размышляя над этим парадоксом, мы обратили внимание, что уровень воды понизился, после того, как закрыли задвижки с целью, по мнению строителей, «оздоровления» среды. Ранее, когда глубины находились в пределах 1–1,5 метров, в лиманах устанавливали капетшады<sup>83)</sup>, с помощью которых вылавливали огромное количество самых разнообразных рыб и ракообразных. Но это разнообразие резко снизилось после перекрытия лиманов. Сейчас, когда глубина едва достигает 50 см, акватории стали непригодными для жизни крабов, креветок и рыбы. Вода стала зелёной, вследствие цветения (развитие некоторых фитопланктонных водорослей), а потом вода окрасилась в оранжевый цвет, что говорит о массовом развитии зоопланктона.

В водоёме с глубиной 50 см фламинго легко отфильтровывают мелких организмов, которые, в отсутствие вымерших хищников, образуют большие биомассы. Ранее фламинго приходилось мочить перья, а сейчас им воды «по колено». Новая среда прекрасно подходит птицам, они без труда отлавливают нужный зоопланктон, из которого они получают и красивый розовый пигмент. Этот феномен, несмотря на кажущееся процветание, выдвигает проблему соотношения биомассы и биоразнообразия: биомасса фито- и зоопланктона присутствует всегда, но биоразнообразие исчезло. Так как трофические взаимосвязанные цепи<sup>84)</sup> больше не существуют, рыбы и моллюски неизбежно исчезают. Единственное, что сейчас можно созерцать — это эстетический вид лиманов, подвергшихся экологической катастрофе, скрывающейся внизу, в водной среде. Строители не уничтожили планктон, но зато они уничтожили вершину пирамиды путём уменьшения уровня воды. В сущности, они переключили действовавшую ранее трансформацию планктона в личинок креветок, которые затем трансформировались в биомассу

<sup>83)</sup> Capetchade — ловушки для рыбы, изготовленные из сетей.

<sup>84)</sup> См.: иллюстрацию морской пищевой пирамиды на стр 82.

рыб — в иную трансформацию: в создание биомассы фламинго.

Если экосистема функционирует нормально, человек, находящийся на конце цепи, может изымать пищевую продукцию. Сейчас же осталась только атрофированная пищевая цепь (растительный и животный планктон) и розовые фламинго, не потребляемые человеком. Итог: благоприятная ситуация для тиражирования красивых почтовых карточек, рекламных плакатов и достижений строителей.

### *Стер де Лескониль (Le Ster de Lesconil) — обустройства, существующие в видении*

Стер де Лескониль в Бретани это риа<sup>85)</sup>, площадью в 36 га, разделённая весьма большим биологическим богатством. Это образцовое или эталонное для учёных и рыбаков место, так как, благодаря изобилию планктона, оно играет важную роль в обновлении видов рыб. Стер это также поток воды образцового качества.

Многочисленные работы по обустройству эстуария Стер, выполнявшиеся, начиная с 1950 г., в частности строительство в 1968 г. дамбы-моста, привели к нарушению гидрологических процессов, в том числе и динамики осаждения взвешенных веществ. Изменилось всё: вся эстуарная зона, порт, дюна и пляж.

Постепенно Стер стал превращаться в морское болото, а закончилось это полным зарастанием водоёма. Внизу песок, выносимый с берега, задерживался дамбой-мостом и там накапливался. Возникшие проблемы стали предметом исследований, выполнявшихся различными организациями, начиная с 1993 г. В мае 2006 г., на основе анализа всех предыдущих работ, была выполнена итоговая работа, из которой следовали, как минимум, семь вариантов строительных работ, предназначенных для улучшения создавшейся ситуации.

---

<sup>85)</sup> Стер — это название риа. Риа — испанское слово, обозначающее речную долину, затапливаемую морем.

Муниципалитет г. Plobannaec-Lesconil должен был провести исследование динамики седиментации (осадконакопления на дне), используя методы математического моделирования, что должно было определить наиболее приемлемый вариант (возможный, желательный, реализуемый и устойчивый), а также определить сроки реализации окончательного варианта. Нужно было, с одной стороны, решить проблему заноса эстуария песком, что позволит восстановить экосистему и остановить эрозию дюны. А, с другой стороны, необходимо обезопасить прибрежную полосу от наводнений. Действительно, руководство Департамента обустройства и оборудования рекомендует обеспечить содержание дюны, которая является единственным средством, предохраняющим от морского затопления экономически важную прибрежную территорию.

Именно важность этой зоны объясняет причину того, что данный проект по реабилитации прибрежной зоны будет выполняться с участием местных депутатов, институций, ассоциаций и научных сотрудников. Однако это ещё не всё: 6 ноября 2004 г. возник очаг загрязнения, образовавшийся вследствие массовой гибели рыбы, погибшей от огромных скоплений водорослей на входе в Стер. Разложение этой массы водорослей, а также слабые приливы в тот период — вот причины возникновения аноксии<sup>86)</sup> в водной среде. Образование скоплений водорослей, вероятно, связано с мостом-дамбой, затруднившей свободный водообмен и фактически ликвидировавшей эффект обновления воды в бухте за счёт прилива. Массовая смертность коснулась также и крабов, которые, как и остальные животные, не могут жить без кислорода. К несчастью для крабов, они остались в ловушке, тогда как такие пелагические рыбы, как лаврак, дорада, кефаль смогли подняться вверх и уйти в море. Две сотни добровольцев извлекли из воды 200 м<sup>3</sup> разлагающихся водорослей.

В процессе совместной работы по расчистке бухты (риа) от водорослей родилась ассоциация. На собрании подчёркивалось, что

---

<sup>86)</sup> Аноксия: полное отсутствие кислорода в среде.



подъёмы морской воды в будущем непредсказуемы, но неотвратимы и, если вода не будет проходить по естественным путям (например, через ложе Стер), она пойдёт в обход и зальёт территории, возможно уже застроенные жилыми домами. Во Франции вышло много работ по данной проблематике, в том числе и по плотине Азрал в Морбиане. Ассоциация стала играть роль катализатора, ускоряющего работы в данном направлении; она активировала деятельность местных организаций, депутатов с целью изучения новых возможностей решения данных проблем и включения этих задач в национальные или европейские программы. Было найдено промежуточное решение: постройка бюз<sup>87)</sup> в мосту-дамбе и строительство каналов в бухте путём выемки грунтов.

Председатель Ассоциации г-н Жозе Гуйан включил в ассоциацию и фермеров-животноводов, деятельность которых приводит к микробиологическому загрязнению речных и морских вод. «Иногда безобидное, с нашей точки зрения сельскохозяйственного фермера, действие может иметь серьёзные последствия для морской среды, где работают наши коллеги — морские профессионалы. Общаясь с рыбаками, можно лучше понять сложности их работы». Это сказал крестьянин Жоэль Юон, на первой дружеской встрече в Ассоциации. В ходе последующих встреч была разработана хартия поведения тружеников, работающих на суше и на море.

---

<sup>87)</sup> Buse — труба очень большого диаметра.

## Планктон в центре дискуссий

### Нужно ли патентовать планктон?

«*Res nullius* или *res omnis*? В первом случае, если это (некая ценность) никому не принадлежит, то каждый имеет право присвоить его себе. Во втором случае, если это принадлежит всем, то трудно установить закон и невозможно заставить соблюдать неприкосновенность этого общего достояния, более того, проблема вылова в свободной зоне является наиболее острой<sup>88)</sup>».

Анита Конти

### *Res omnis — всеобщее достояние*

Методы производства продуктов питания из планктона известны с давних пор. Недавно в Бретани на «рынке биопродуктов» один продавец продавал для питания спирулину в виде бисквитов, а также в форме пасты и в виде порошка. Прикинувшись наивными, мы сказали продавцу, что мы хотели бы заняться культури-

---

<sup>88)</sup>Anita Conti. L'Océan, les betes et l'homme, op. cit.

вированием планктона. Может ли он нам рассказать, как он выращивал спирулину с целью её употребления в пищу? Продавец ответил, что он предпочитает хранить секреты своего производства. Иначе говоря, некоторые люди, найдя интересную идею в отношении производства товара, приватизируют рынок. Следовательно, нужно платить за право производства того, что уже имеется в природе! В этой ситуации имеется начало присвоения технологии предшественников с секретами производства, напоминающими патентование. Представим себе, что африканцы прибыли во Францию для изучения технологии выращивания водорослей (других видов, а не спирулины, которую они хорошо знают), а им отвечают: «Это не возможно! Секрет производства!». Или же им предлагают заплатить очень дорого за своё ноу-хау.

Вы хотите выращивать спирулину? Приезжайте во Францию, вас обучат, если вы заплатите! Но это немыслимо. С этической точки зрения такое обучение должно быть бесплатным.

### ***Бесплатные маточные культуры!***

Прошло уже 40 лет с тех пор, как во Франции стали культивировать фитопланктон для питомника на острове Уат. В то время Интернет не существовал, поэтому трудно было отыскивать нужную информацию. Поиск лабораторий, которые могли бы предоставить маточные культуры фитопланктона, проводили путём анализа публикаций. Инициативная группа о. Уат обратилась в некоторые американские и японские лаборатории. Через неделю группа получила пробирки с запрашиваемыми культурами. Сколько они стоят? Ответ: «Маточные культуры высылаются бесплатно». Иностранные исследователи пояснили, что это селекционные культуры, которые они поддерживают непрерывно в течение многих лет и поставляют всем по требованию. Но в обмен, если потребитель согласен, он может выслать объяснение, как и для каких целей, будет использован данный фитопланктон. Итак, первые маточные культуры, прибывшие во Францию, были бес-

платными! Сегодня, если кто-либо обращается в питомник Бег-Мей с просьбой о предоставлении культур — всегда эти культуры выдаются с удовольствием и бесплатно. Это вошло в правила вежливости взаимоотношений питомников, считающих, что никто не может быть собственником живого.

Очевидно, что ситуация становится иной, если планктон производят в промышленном масштабе, где требуются большие затраты энергии. Документация по выращиванию спирулины, в настоящее время, легкодоступна и её можно получить в организациях Министерства сельского хозяйства и рыболовства, например в Бег-Мей<sup>89)</sup>.

*Для достижения максимальной  
эффективности необходимо  
не отдаляться от природной среды*

Как правило, морские питомники используют новые технологии, отодвигающие питомники всё далее от морской среды. Это знак технологического бега вперёд, причём удаляющегося от идей устойчивого развития. В итоге специалисты замыкаются в своём питомнике и, при возникновении проблем, решение ищется не в изменившихся особенностях морской среды, а с помощью новейших биотехнологий. Современные питомники, особенно в Европе, прибегают, в случае возникновения биологических или технических проблем, к генетическим или хромосомным манипуляциям с целью обеспечения рентабельности любыми средствами. Питомники должны предварительно проанализировать способы 30–40-летней давности, в которых ведущую роль играла морская среда. Море знает, как надо производить личинок и доводить их до метаморфоза.

С помощью простых методов можно, профильтровывая воду, отсекаать хищников и постоянно поддерживать в сознании «идею

---

<sup>89)</sup>Обратиться по адресу: [morgan.nedelec@educagri.fr](mailto:morgan.nedelec@educagri.fr)

неразрывной связи с природой», создавать питомники «в старинном духе», например, как на о. Уат. Ранее море выступало в роли заказчика продукции фито- и зоопланктона, необходимой для получения омаров или устриц. Иначе говоря, питомник должен учитывать знания и подходы предшественников, например, питомников XIX века, в которых технология была привязана к природной среде, что нужно было для понимания отбора, которым она оперировала. Нужно сохранить дух (настрой) тех исследователей; безусловно, его развивать, но без перегибов, ведущих к созданию подобию стойлового выращивания, как в животноводстве, так и в аквакультуре.

## Пластик в продуктах нашего питания

От Гавайев и до Японии на поверхности Тихого океана, вдвое превышающей площадь США, плавает 100 млн. т пластиковых фрагментов. Какой бы не была площадь рассматриваемого пространства (34 млн. км<sup>2</sup> согласно Агалита из Калифорнии<sup>90</sup>), 25 млн. км<sup>2</sup> согласно статье из журнала L'Ecologiste<sup>91</sup>) или 600 000 км<sup>2</sup> согласно Гринпис<sup>92</sup>) — к этому факту необходимо отнестись самым серьезным образом. Существуют, так называемые, *garbage patch* (мусорные банки или мусорные поля), которые формируют гигантские слои пластиковой взвеси, которую птицы<sup>93</sup>) и черепахи<sup>94</sup>) путают с пищей, в результате чего они задыхаются, либо умирают медленной смертью от интоксикации, закупорки кишечника или инфекции. Маленькие шарики из полистерена за-

<sup>90</sup>) Pdf Rapport du capitaine Charles Moore, publie par le PNUE (ou UNEP).

<sup>91</sup>) Статья Daisy Dumas, напечатанная в L'Ecologiste, 24, octobre-decembre 2007.

<sup>92</sup>) После плавания судна «Эсперанса» в ноябре 2006 г.

<sup>93</sup>) Погибло 100 000 альбатросов из-за отравления пластиком.

<sup>94</sup>) Исследования, выполненные Гринписом показали, что 80% черепах уже ели пластик.

глатываются морскими птицами. Желудок птиц не может освободиться от такой пищи, поэтому они гибнут от голода и переохлаждения. Фрагменты пластика встречаются в руслах течений, образующих иногда гигантские океанические водовороты. Например, большой водоворот на севере Тихого океана (North Pacific Gyre), вовлекающий в свой водоворот несколько течений (Куросио, Южное экваториальное, Калифорнийское, Северное тихоокеанское). Его центральная зона — относительно спокойна, а также почти безветренна, но, в то же время, мало посещается судами. Именно поэтому никто не знает или не учитывает, что эта гигантская пасть заполнена пластиковым мусором на 80% берегового происхождения и на 20% — судового. Этот мусор не разрушается турбулентными течениями в водовороте, но зато рассыпается на мелкие частички под воздействием ультрафиолетовых лучей. Частички, в конце концов, заглатываются морской фауной.

Пластик, в отличие от нефти, не распадается на отдельные молекулы, которые постепенно могут быть метаболизированы живыми организмами. Мельчайшие пластиковые частички смешиваются с планктоном, высвобождая опасные для фауны и флоры токсические вещества. Планктонные организмы накапливают твёрдые органические загрязнители (ТОЗ), такие как ПХБ<sup>95</sup> и ДДТ<sup>96</sup>. Данные соединения являются биоаккумуляруемыми, поэтому животные (особенно жирные рыбы и хищники, поедающие этих рыб: птицы, млекопитающие) могут затем «экспортировать» токсины на обширные пространства. Токсичные соединения переносятся по трофической цепи, всё более накапливаясь на каждом уровне, донося эти соединения до конечного потребителя в пищевой цепи — человека. Если достоверно установлено, что у белого медведя наблюдается ослабление иммунной системы от накопившихся ПХБ,

---

<sup>95</sup>) Полихлорбифенилы (ПХБ) массово использовались в 1930–1970 гг. в качестве смазки, после чего оказывались в воде.

<sup>96</sup>) Дихлордифенилтрихлорметилметан, обычно называемый ДДТ, является пестицидом, запрещённым с 1970 г. Он практически не растворим в воде, но растворим в жирах и в большинстве органических растворителей.

а также нарушение функционирования системы размножения, почему у человека не может быть то же самое? Облако Чернобыля остановилось на границе с Францией, а не достигнет ли человека, в частности француза, биоаккумуляция токсинов?

### *Активная мобилизация против пластика*

Поле, пластиковый остров, пластиковый суп, независимо от названия — всё это не единый монолит, а накопление неузнаваемых отходов, проплававших долгое время и подвергавшихся воздействию солнечных лучей. Если будут продолжать использовать выбрасываемый пластик, его количество в океане удвоится в ближайшие 10 лет. Тогда пластик будет составлять 90% объёма всего плавающего в океане мусора. Программа ООН по окружающей среде обнаружила, что на каждом кв. км плавает в среднем 46 000 пластиковых фрагментов.

Рассмотрим два примера из нашей повседневной жизни: во Франции ежегодно кассы в магазинах раздают по 15 млрд. пакетов, что соответствует скорости 500 пластиковых пакетов в секунду. Общий вес пакетов: 83 000 тонн. Среди них, 150 млн. пакетов (один из ста) попадают в прибрежные воды Франции, где являются причиной смерти морских млекопитающих, путающих пакеты с медузами или кальмарами. Пластиковый кассовый пакет, производимый за 1 сек и со средней продолжительностью использования в 20 мин, требует для своего полного разрушения в природе 400 лет. Другой пример: табак — биоразрушаем, но сигаретные фильтры — не разрушаются. Фильтр изготавливается из ацетата целлюлозы, разрушающегося до микрочастичек, встречающихся в донных осадках или на песчаных пляжах. Это к сведению отдыхающих курильщиков...

Что касается мусора, сбрасываемого с судов, то в 1972 г. ММО (Международная морская организация) и ООН обнародовали Лондонскую конвенцию по предотвращению загрязнения моря сбрасываемым мусором (London Dumping Convention). Прило-

жение 1 Лондонской конвенции запрещает выбрасывать в море «твёрдые пластиковые и другие твёрдые синтетические материалы, сети, верёвки, способные плавать или переходить в морской воде в суспензии, взаимодействующие с рыболовством, навигацией или другой законной деятельностью в море». Международная конвенция Marpol (1973–1978 гг.) была введена на многие суда, но ряд стран её не ратифицировали. Известно, что пластик, плавающий в море, сбрасывают всего 20–30% судов. Большая часть мусора заносится в море с берега ветром и ливнями.

Нужно ли предпринимать какие-то меры против этого? В принципе возможно и даже необходимо запретить пластиковые пакеты, сократить объёмы нашего мусора и одновременно выловить пакеты, плавающие в море. Действуют ассоциации, агитирующие население не загрязнять макроотходами природу, а отдыхающих на судах и яхтах привозить отходы с собой и высыпать их в портовые мусорные контейнеры (см. текст в рамке).

**Голубой цех (Atelier bleu):**

Ассоциация в PACA (Provence — Alpes — Cote d'Azur)

Цель: побуждать отдыхающих к экологическому поведению.

[www.ecogestes.com](http://www.ecogestes.com)

**Collect-if:**

Ассоциация в La Ciotat / Воздействие на отдыхающих.

Цель: сокращение объёмов пластиковых пакетов и их складирование в супермаркетах.

Агитационные мероприятия среди отдыхающих под девизом: «Я люблю моё море».

[www.collect-if.org](http://www.collect-if.org)

**Echo-Mer:**

Ассоциация в Ля Рошель / Работа с отдыхающими.

Цель: сокращение объёмов пластического мусора; сбор отработанных батареек; экологическая пропаганда.

*Продолжение на следующей странице*



Цех вторичного использования старых парусов (пакеты всех типов).

[www.echo-mer.com](http://www.echo-mer.com)

**Эконавигация (Econavigation):**

Фонд Nicolas Hulot ([www.fnh.org](http://www.fnh.org)): SOS Чистое море.

Ассоциация De Navigatio ([www.econav.org](http://www.econav.org)): Forum Econv.

**Светлый залив (Golfe Clair):**

Ассоциация в Морбиане / Работа среди отдыхающих.

Сбор мусора.

[www.golfeclair.com](http://www.golfeclair.com)

**Море — Земля (Mer — Terre):**

Ассоциация в Марселе / Работа с местным населением и общественными организациями.

Сбор данных по количеству мусора на побережье и в море.

[www.mer-terre.org](http://www.mer-terre.org)

**Фонд Виндсерфинга (Surfrider Foundation):**

Международная ассоциация виндсерфингистов.

Кампания «Океанские инициативы»: весенние сборы мусора на пляжах и на берегах.

[www.surfrider-europe.org](http://www.surfrider-europe.org)

**Парус Нептуна (Voile de Neptune):**

Ассоциация в г. Сет / Работа среди отдыхающих.

Информирование и агитация управленцев и портового персонала.

<http://voiledeneptune.org>

**Какой выбрать пакет: пластиковый или бумажный**

В противоположность распространённому мнению о том, какие пакеты надо производить, если их не швырять где попало, лучше всё же выпускать пластиковые пакеты. Почему?

Потому что пластиковые можно реутилизировать, минимум, 4 раза (в течение 10 лет), после чего их можно использовать для сбора мусора.

В производстве пластиковых пакетов используется втрое меньше воды и выделяется вдвое меньше углерода, чем при изготовлении бумажных пакетов. Сжигание пластикового пакета эквивалентно энергии, выделяемой электролампой 60 ватт в течение 10 мин.

Но лучше всего использовать «авоську» или корзину.

***Зелёная лента, успех ассоциации<sup>97)</sup>***

Береговая полоса, ассоциация Loctudy Environnement, небольшая ассоциация на бретонском берегу доказала, что можно собрать весь мусор как на берегу, так и в море. Это и есть история Зелёной ленты.

Вечер 1992 г., Жан-Рене Кео — владелец рыболовного судна отдалённого рыболовства<sup>98)</sup> «Кербюлик», рассказывает старому портовому рабочему рыбного оптового рынка г. Лёктюди (Loctudy) о современном море, страдающем от загрязнений. Рыбак объясняет, почему он уже давно полностью прекратил загрязнять море. Он объясняет, что отныне он доставляет все отходы (мусор экипажа и мусор, выловленный тралом) на берег.

<sup>97)</sup>История зелёной ленты рассказана в фильме Loctudy Environnement — в третьей части серии «Иллюстрации солидарности», автор Маэль Томас-Бургнеф, режиссёр Жан-Ив Данье.

<sup>98)</sup>Судно, работающее в море в течение 2–3 недель. Прибрежное рыболовство: суда ловят рыбу на протяжении 1–3 дней; суда дальнего рыболовства уходят в море на несколько месяцев.

По его оценкам 250 кг отходов накапливаются за один выход, равный 15 дням. Учитывая, что в рыболовном порту Loctudy приписаны 45 таких судов, поэтому общее количество мусора оказывается значительным. Портовый рабочий, даже будучи человеком «сухопутным», понимает, что этот мусор может оказаться губельным для морской флоры и фауны. На следующий день он решил действовать. Он предупреждает прессу о том, что ассоциация Loctudy Environnement, членом которой он является, будет публично, в присутствии СМИ, вручать награду нетипичному рыбаку. Наградой будет диплом, напоминающий старые грамоты и называемый «Зелёная лента».

Поначалу эта идея произвела впечатление на владельцев и экипажи судов, которые стали собирать и сортировать мусор и доставлять его на берег. В течение первых шести лет Loctudy Environnement вручила «Зелёную ленту» семи владельцам судов, отмеченных как суда высокой культуры. Постепенно к этим рыбакам присоединились и рыбаки прибрежного лова. Но ассоциация Loctudy Environnement — инициатор этой компании, оказалась неспособной справиться с возросшими объёмами мусора. Она не могла заменить Торгово-промышленную палату (ТПП) города Кампер, являющуюся концессионером рыболовного порта, ответственного за сбор отходов оптового рынка. В конечном итоге, ТПП ввела в 2000 году должность «советника по управлению отходами портовых организаций», который замыкался на оптовый рыбный рынок г. Локтюди (Loctudy). В задачи советника входит побуждение «несогласных рыбаков» к сбору мусора и организация на причале пунктов сбора мусора. Сегодня более 80% флота порта Loctudy проводит сбор и сортировку мусора. Таким образом, первоначальная идея вошла в число культурных привычек морских рыбаков.

Однако было бы упрощением думать, что введение официальной должности советника является достаточным условием для воздействия на рыбаков. Не надо забывать важнейшую составляющую: способность родных и друзей, остающихся на берегу,

оказывать соответствующее воздействие на моряков. Жёны моряков обладают неоспоримым влиянием на своих мужей; влияют даже дети, на которых в свою очередь, оказывает влияние школа, а также дети награждённых моряков. Влияют на рыбака и его родители, в частности отец, чьё дело он продолжает.

### *Кто должен оплачивать уборку мусора?*

Если цель данной инициативы заключается в организации сбора мусора, то в дальнейшем возникает иная задача: что делать с собираемым мусором и кто должен оплачивать всю эту работу?

В качестве обсуждения этой проблемы, представим себе судно с экипажем из 6 человек. Каждый из членов экипажа ежедневно выбрасывает 2 банки из-под консервов (металлических или пластмассовых) и одну пластиковую бутылку. Если в море рыбаки проводят 250 дней в году, получится 3 000 консервных банок и 1 500 бутылок в год на одно судно. И это, не учитывая другой мусор и мусор, выловленный тралом. Напомним, что весь мусор должен быть рассортирован. Некоторые отходы (например, куски сетей и верёвки) не могут быть отнесены к конкретной категории мусора. Без учёта зарплаты, стоимость сбора и переработки отходов высока и она возложена на порт Loctudy: 150 евро за тонну (всего в 2002 г. было собрано 63 т). За сбор бытового мусора платят жители домов, а кто должен платить за сбор морского мусора? Некоторые моряки и рыбаки отказываются платить двойную плату: раз за отходы, образовавшиеся во время рейса, (что им представляется нормальным), а второй раз — за выловленный мусор, то есть созданный другими. Обобщая, можно сказать, что в случае, если процесс сбора и переработки мусора будет хорошо организован, то это приведёт к значительному снижению затрат. Иначе говоря, сбор подготовленного к вывозу мусора будет проводиться в фиксированное время, от порта к порту, вплоть до платформы мусороперерабатывающего завода.

### *Опыт, полезный для всех*

Опыт «Зелёной ленты» безусловно, положителен. Первое доказательство этого утверждения дают сами моряки, которые говорят, что в Ирландском море попадает всё меньше мусора. А это свидетельствует о необратимости процесса. И не случайно, что во время написания книги, кризис рыболовства обострился параллельно с мировым финансовым кризисом, подъёмом цен на нефть и уменьшением запасов водных ресурсов. Итак, рыболовство пребывает в глубоком кризисе. Для его оздоровления во Франции разработан план спасения, точнее, план Мишеля Барнье<sup>99)</sup> по оказанию финансовой помощи рыбакам. План стимулирует объединение рыбаков в припортовые кооперативы (аналогичные кооперативу «Ар Мор Глаз», созданному в департаменте Финистер) или создание фонда (аналогичного «Франция — ответственное и устойчивое рыболовство»). Каждый район рыболовства выберет оптимальный тип организации в зависимости от своих интересов и культуры, после чего будет подписана хартия. Кроме предоставления дешёвых ГМС, этот план базируется на подписании хартии, содержащей ряд условий: взамен предоставляемой помощи кооператив или фонд берёт обязательство изменить свои методы лова, наносящего ущерб окружающей среде. Речь идёт о рыболовстве, сохраняющем водные ресурсы, для чего потребуются использовать другие орудия лова, или улучшить методы рыболовства, а также доставлять на берег весь мусор, собираемый тралами.

Опыт порта г. Лёктьюди продолжительностью в несколько лет является новаторским и, мы надеемся, что он воодушевит и другие порты.

---

<sup>99)</sup> План рассчитан на период 2008–2010 гг. на сумму 310 млн. евро.

## Подъём уровня вод: опасность для мангровых зарослей

Подъём уровня моря заденет, прежде всего, береговую зону, где функционируют наиболее продуктивные экосистемы (мангры, дельты, эстуарии), а на берегу расположены активно работающие организации рыболовства, сельского хозяйства, туризма. Как правило, это наиболее урбанизированные, наиболее заселённые зоны.

### *Мангровые заросли — экологическая ниша*

В противоположность тому, о чём пела в первой половине XX века Полин Картон, прогуливаться в «палеле, палетюто, в розовых палетювье» (*палетювье (paletuwiers) — по-французски означает мангры — прим. перевод.*) в действительности очень трудно, так как стволы мангровых деревьев погружены в солоноватую воду или в ил. Их многочисленные воздушные корни придают им вид застывших ходоков на ходулях; некоторые из них даже напоминают пастухов, решивших осмотреть свои стада с высоты ходуль; другие — стариков с больными конечностями, ставших на колени и локти и разглядывающих фауну, разместившуюся на их ногах: моллюсков, насекомых, птиц. У других ноги согнуты в виде арок, придающих им силу, необходимую для противостояния приливным течениям и ветрам в условиях жидкой илистой почвы, бедной кислородом и промываемой течениями при каждом приливе. Мангровые деревья прижимаются друг другу и перемешиваются друг с другом, создавая особенно сложную непроходимую мешанину воздушных корней, по которым поднимается вода приливов — всё это называется мангры.

«Приливы и отливы выполняют работы по уборке в манграх, а полная вода осуществляет их полную промывку. В этих процессах важная роль принадлежит Луне: это она вызывает мощные потоки воды, выносит из зарослей мёртвые деревья и сотрясает

поселения устриц, отрывая старые раковины<sup>100</sup>). Мангровый лес трясётся. Каждый прилив несёт массу отходов; он собирает также и «торпеды» — едва родившееся деревья»<sup>101</sup>).

### ***Гениальные мангры!***

Мангровые деревья обладают потрясающей способностью адаптироваться к экстремальным условиям, которые являются смертельными для любого другого дерева. Мангры — это более-менее подвижный лес, который перемещается, в зависимости от поступления в мангровые леса грунтов (осадков), приносимых реками или приливами. В соответствии с приливным ритмом проявляют активность многочисленные виды морских организмов, использующие ресурсы морских иловых отложений (крабы, моллюски, рыбы, личинки и молодь креветок). В зависимости от продолжительности нахождения воздушных корней в воде, на них размещаются различные виды животных. Мангры можно сравнить со средневековой крепостью. На первом уровне обороны расположены красные мангры<sup>102</sup>), ряды которых обращены к морю. Их легко распознать по системе воздушных корней, которые помогают растению дышать и извлекать из морской воды пресную воду. Они обычно растут вдоль потоков воды (вдоль рек, эстуариев и т. д.). За ними, на «крепостном валу» размещаются белые мангры<sup>103</sup>), а затем — серые мангры<sup>104</sup>), снабжённые экзотической системой дыхания: пневматофорами. Это приспособление позволяет корням дышать во время их затопления приливом. В отличие от красных мангров, отфильтровывающих соль, белые мангры откладывают соль в солевые железы, расположенные на листьях. Издалека эти деревья кажутся беловато-сероватыми, как неочи-

<sup>100</sup>) Дикие мангровые устрицы, заселяющие воздушные корни.

<sup>101</sup>) Анита Конти. Океан, живые создания, человек. (*На франц. яз.*).

<sup>102</sup>) Латинское название: *Rizophora racemosa* (rizo — корень; phora — носить).

<sup>103</sup>) *Avicenia germinans*

<sup>104</sup>) *Laguncularia racemosa*

ценная поваренная соль. Но этих удивительных систем дыхания и выделения солей не достаточно для выживания в экстремальных условиях, поэтому они выработали ещё одну невероятную систему: оригинальную систему размножения. «Мангры являются живородящими; их дети сбрасываются в воду и, собираясь вместе, образуют плавучие острова — плацдармы новых земель. Каждый день работает морской отлив и ежедневно приливное наступление Океана проникает в дебри мангров, унося часть их будущей жизни. Лес всегда в пути — дороге в море<sup>105)</sup>».

### *Богатая и разнообразная фауна*

Родившиеся в широтах Атлантического океана, тропические креветки находят убежища в манграх. Они подходят к берегам с целью поиска укрытий от своих врагов, то есть мест, где имеются условия для роста, развития до достижения взрослой стадии, когда креветки вновь возвращаются в открытый океан. Возвращаются те, которые, например, в Гайане избежали встречи с акупой — крупной рыбой, вооружённой острыми зубами, или лубиной — морским окунем, либо машуароном (красивым сомом). Фауна соответствует изобилию джунглей. В Гайане, например, грунт аэрируется за счёт нор, выкапываемых манящими крабами, которые не боятся ламантинов, спокойно поедающих листья молодых мангровых деревьев. Яркость пейзажа усиливают многочисленные яркоокрашенные птицы (местные и прилетевшие из Южной Америки).

Мангры — это амфибии, которые растут на побережье, ограниченном тропиками Рака и Козерога и исключительно в зоне действия прилива<sup>106)</sup>. Площадь, занимаемая манграми, оценивается

<sup>105)</sup> Анита Конти. Океан, живые создания, человек. (*На франц. яз.*).

<sup>106)</sup> Зоны, заключённые между нижним и верхним уровнями моря, что на пляжах соответствует зоне литорали.



в 15 млн. гектар<sup>107)</sup> и простирается на побережье Флориды, Америки (Центральной и Южной), Западной и Восточной Африки, Индии, Юго-Восточной Азии и частично Австралии (за исключением Юго-Западной Австралии). Все мангры занимают участки на границах земли и океана, однако мангры разных географических районов имеют существенные различия. Растительное разнообразие атлантического и тихоокеанского побережья беднее зоны индо-тихоокеанского побережья.

Ранее мангры рассматривали как нездоровую среду, бесполезную для использования, населённую комарами и даже мухой цеце. Сейчас мангры считаются зонами важными для экономики, например для аквакультуры, рисоводства; мангры также рассматривают в качестве защитного экрана берега от циклонов и сизигийных приливов.

### *Термическое расширение и подъём вод*

Мангры обладают недостатком, связанным с жёсткостью их структуры. Они слабо сопротивляются гидрологическим изменениям в экосистеме, которые представляют для них смертельную опасность. Одной из многочисленных неприятностей является подъём уровня океана. Этот феномен определяется действием в основном двух факторов. С одной стороны, таяние полярных шапок (Гренландия и Антарктида) усиливает поступление в океан пресной воды<sup>108)</sup>. С другой стороны, нагревание поверхностных вод океана приводит к их расширению. Океаны ограничены континентами, поэтому увеличение объёма океана осуществляется за счёт подъёма его уровня. Результат совместного действия обоих факторов в течение XX века — подъём уровня Мирового океана

---

<sup>107)</sup> В соответствии с докладом ФАО «Мангры Мира, 1980-2005 гг.», общая площадь, занимаемая манграми, изменилась от 18,8 млн. га в 1980 г. до 15,2 млн. га в 2005 г.

<sup>108)</sup> В течение 5 лет ледники обоих континентов теряют в год по 130 млрд. тонн льда. Данные Национального центра космических исследований (CNES).

на 15–20 см. Прогнозы подъёма уровня океана в течение 1990–2100 гг. — 30–50 см, но, по расчётам Конрада Стеффена (Konrad Steffen)<sup>109)</sup> к концу нынешнего века уровень поднимется на 0,9–1,2 метра.

В 70-ые годы климатологи полагали, что климатические изменения растягиваются на сотни или даже тысячи лет, но никак не на несколько десятков лет. Если изменения происходят очень медленно, тогда животные и растительные организмы успевают адаптироваться к этим изменениям. Но в течение последних двух десятков лет климатические изменения нас удивляют своей стремительностью, даже, если океан не везде поднимается очень быстро. Если в некоторых районах океан поднимается со скоростью 3 мм в год, то в других — 15 мм/год. Опасность особенно очевидна для восточного побережья Азии<sup>110)</sup>.

Непосредственное воздействие подъёма уровня океанов: затопление прибрежного пояса солёными водами, эрозия берегов и расширение периодически затапливаемых зон. Сейчас уже отмечают повышение солёности воды в эстуариях и грунтовых вод прибрежных районов. Подъём уровня угрожает биотопам дельт тропических рек (Ганг, Меконг, Ориноко, Брампутра, Хуанхэ и т. д.), то есть местам мангровых зарослей. Затопление мангров и прибрежных лагун может привести к потере биоразнообразия. Согласно «Красного списка IUCN»<sup>111)</sup> в Африке под угрозой исчезновения находятся более 700 видов. Но этот список не включает виды, входящие в планктон мангров.

Известно, что приливы улучшают экологическое равновесие, регулируя распределение деревьев и кустарников в периодически затапливаемых зонах. Они мешают накоплению грунтовых осадков, образуя интенсивные течения между воздушными корнями. Но, если уровень моря поднимется, то отливов не будет. Однако из-

<sup>109)</sup> Университет Колорадо, март, 2009 г.

<sup>110)</sup> «Наука и жизнь» (фр.), июль, 2008 г.

<sup>111)</sup> Международный союз охраны природы:  
[www.iucn.fr/Liste-rouge-2007.html](http://www.iucn.fr/Liste-rouge-2007.html)

вестно уже, что небольшие гидрологические изменения являются фатальными для мангров. Имеется уже печальный опыт мангров Гамбии, где в период с января по март 1982 г. мангровые деревья погибли на корню на тысячах гектарах<sup>112)</sup>. Всё это произошло из-за временных (несколько недель) небольших (несколько сантиметров) изменений гидрологического режима, точнее уровня моря.

Равновесное состояние мангров всегда остаётся очень неустойчивым: не допускается излишек соли, ни слишком сильное затопление водой. Когда мангры гибнут, мёртвые стволы выносятся течением и начинается эрозия почвы с последующими изменениями «береговой черты»<sup>113)</sup>.

К счастью мангры постоянно перемещаются; они могут даже переместиться и на далёкое расстояние. Так, в результате изменения баланса осаднения взвешенного грунта и эрозии берегов Французской Гвианы между 1979 и 1984 гг. произошли два события, приведшие к восстановлению равновесия: появились новые мангры на площади 60 км<sup>2</sup>, в то время как 58 км<sup>2</sup> старых мангров были унесены эрозией и течением<sup>114)</sup>. Но, если мангры охраняются, как, например, в Бангладеш, они сохраняют свою площадь заселения. Охрана мангров даёт положительные результаты, но противостоять повышению уровня океана не возможно.

### *Мангры — резервуар для накопления планктона*

Частокол воздушных корней мангровых деревьев создаёт пристанище для фитопланктона и зоопланктона, привлекающее мальков, взрослых рыб, особенно тилапий и многочисленных беспозвоночных, в частности крабов и креветок. В манграх планктон размножается, так же как и рыбы, нуждающиеся в укрытиях и твёр-

<sup>112)</sup>Статья Francois Blasco «Мангры» в журнале «La Recherche», №231, апрель 1991 г.

<sup>113)</sup>Это географический французский термин, обозначающий границу между сушей и морем.

<sup>114)</sup>По Mette Wilkie — эксперта по лесам при ФАО.

дых поверхностях для размножения. Охраняя и спасая мангры — сохраняют корм для тилапий, которые растут и соответственно меняется состав их пищи.

Издавна африканцы восстанавливают мангры. Действительно, в середине лагун имеются проплешины, покрытые песком или илом. А мангровые заросли образуют как бы корону волос вокруг проплешины. Африканцы в этих местах строят загородки из переплетений воздушных корней. Внутри загоронок на площади 100 м<sup>2</sup> они размещают в беспорядке срубленные ветки, воткнутые в ил, и выпускают туда пойманных мелких тилапий. Иначе говоря, они создают искусственную экосистему в отгороженных участках, называемых акаджа. Ветки, размещаемые в центральной части, служат для сбора планктона. Фитопланктон может осесть на дно и, в этом случае, его называют бентосным. Но он может осесть и на ветки и строить на них колонии. Зоопланктон также может проходить сквозь ветки, где он находит пищу. Постепенно увеличивается численность фитопланктона до появления вспышки его численности. Таким образом, создаётся постоянный запас пищи.

Мангры Гвинеи вписываются в береговую полосу длиной 400 км между Гвинеей Биссау и Сьерра Леоне. Этот лес образует зону размножения и откорма 70% рыб, вылавливаемых на атлантическом побережье (кефаль, бонго, морской язык, сом). Вообще, во Франции «разрешено думать», что один гектар влажной зоны эстуария даёт первичную продукцию, эквивалентную пшеничному полю площадью 10–20 га. Если, в качестве примера, взять естественную продукцию гектара мангров, то она, с учётом продукции растительного и животного планктона, даст 6–10 тонн годовой органической продукции на га (сухой вес)<sup>115)</sup>, а также сотен килограммов креветок, которых можно продать.

Развитие экстенсивной аквакультуры в манграх должно вписываться в функционирование экосистем лагун, то есть аквакультура должна использовать существующий гидрологический

<sup>115)</sup> Francois Blasco. La Recherche. №231, апрель 1991 г.

режим, фотосинтез и круговорот органического вещества. Экстенсивная аквакультура — это занятие, объединяющее человека и природную среду. Хорошее знание окружающей среды, в которой создаётся нужная человеку продукция, облегчает правильное использование доступных возобновляемых ресурсов для рыболовства и ответственной аквакультуры.

## Нужно ли опреснять воду?

«Море солёное, потому что в нём плавает треска; и оно не выходит из берегов, несмотря на множество рек, впадающих в него, только потому, что Провидение, в своей бесконечной мудрости, разместило в море губки».

Alphonse Allais

*(Пояснение переводчика: Alphonse Allais — популярный французский юморист, живший в XIX веке. Здесь он вспоминает треску, потому что во Франции, наряду со свежей треской, продавали и очень солёную сухую треску, которую вымачивали в пресной воде перед приготовлением некоторых блюд традиционной французской кухни).*

Недостаток воды во многих странах привёл к мысли, которую априори можно считать логичной: раз имеется много воды (моря, океаны), достаточно из неё извлечь соль и, таким образом, получить питьевую воду. А что делать с солью? Здесь сталкиваются с проблемой, характерной для станций очистки загрязнённых вод: «Что делать с илом?». И станут ли предлагаемые решения губительными для планктона?

## *Почему морская вода солёная?*

Моря и океаны не всегда были солёными. В прошлом, 3,5 млрд. лет тому назад, температура атмосферы, благодаря интенсивной

вулканической деятельности, была значительно выше. Вся планета была покрыта водяным паром, смешанным с углекислым газом, двуокисью серы, которые выбрасывали вулканы. Смесь трёх элементов произвела кислоты, выпадавшие на скалы и растворявшие их. Образующиеся соединения стекали в океан. Соединяясь с ионом натрия, который был в воде океана, они образовывали кристаллическое соединение: хлористый натрий, или поваренную соль. Море содержит в среднем 35 г<sup>116)</sup> минеральных солей в литре, из которых 80% составляет хлористый натрий, придающий воде специфический вкус. По-прежнему и сегодня море и земля тесно связаны: натрий поступает в море с водой небольших рек, тогда как кальций доставляют крупные реки<sup>117)</sup>. Солёность моря зависит от количества поступившей пресной воды (дожди, реки и т. д.). На глубинах солёность моря варьирует незначительно.

С окончанием вулканической активности наступило охлаждение атмосферы; водяной пар перешёл в жидкое состояние и стал выпадать на сушу в виде дождя, непрекращающегося в течение миллионов лет. Солёность была низкой, возможно 1 г солей на литр. В настоящее время поступление солей в океан осуществляется либо из магмы при подводных извержениях, либо в процессах эрозии континентов дождями и ветрами (3,6 млрд. т солей в год). По мере того, как атмосфера и океан остывали, понижался и уровень вод. Образование полярных шапок сформировало огромные объёмы замороженной воды. Следствием понижения уровня океана явилось постепенное повышение его солёности до 35 г/л. Так, Аральское море, бывшее солоноватым водоёмом, после понижения своего уровня стало гиперсолёным (100–200 г/л). Настоящий рассол!

---

<sup>116)</sup>Точнее: 34,7 г на кг морской воды, то есть 34,7 промилле (практических единиц солёности).

<sup>117)</sup>Eric Guilyardi. Que de sel. La Recherche, №335, juillet-aout 2002.

### *Влияние солёности воды*

«За полярным кругом, когда океан освободился от больших зимних холодов и пригнал до субарктических границ ледяные частицы своей собственной массы, я встретила молчаливо плывущие острова: беловатые изломанные формы, словно разрушающиеся руины — это айсберги, излучающие сверкающую агрессивную белизну. Умирая, они переходили в потоки и водопады<sup>118)</sup>», — пишет Анита Конти.

Если сейчас ледяная шапка начнёт таять, изменится и солёность, хотя и незначительно. Вероятно, за несколько веков солёность изменится от 35 до 34,5 г/л. В пресных водах, так же как и в морских, живут планктонные организмы. В пресные воды питательные соли и олигоэлементы попадают из разрушающихся твёрдых пород. В океанах гидротермальные источники поставляют биогенные элементы, выделяемые из скал и разрушающейся земной коры. Поступив в океанские просторы, они становятся питательными элементами, поддерживающими высокое биоразнообразие фитопланктона, который, в свою очередь, даёт начало трофической сети. Изменение климата оказывает влияние на концентрацию солей. Но и солёность вод влияет на климат, температуру, атмосферное давление. Солёность изменяет плотность воды и, как следствие, изменяет распределение тепла и его потоки к поверхности<sup>119)</sup>. Быстрое таяние полярных шапок, происходившее 17 млн. лет тому назад, высвободило огромные объёмы воды, приведшие к обессоливанию морских вод и, поэтому, к замедлению течений, перемешивающих Мировой океан. Климат в Европе стал более суровым. Сегодня же стоит вопрос: «Как повлияет на солёность потепление климата и обратно, как будет влиять на климат изменившаяся солёность океана?». Не исключено, что вся пищевая сеть будет коренным образом изменена.

<sup>118)</sup> Анита Конти. Океан, живые создания, человек. (*На франц. яз.*).

<sup>119)</sup> На глубинах имеются скопления тёплой воды (солёной).

### *Найти пресную воду*

Пресная вода — это важнейший экономический козырь, а, следовательно, и политический. Страны, обладающие источниками в виде великих рек, удерживают население поблизости от этих источников. А есть ли пресная вода в морях? Немного известно подводных источниках пресных вод. Однако все крупные источники уже открыты, так как издавна моряки и рыбаки замечали участки с изменениями внешнего вида воды, вызванными различиями плотностей. Было открыто примерно 500 источников (самый мощный находится в Сирии: источник Тартус, питаемый водами Монливана). Все источники находятся на глубинах не более 200 метров, поэтому их можно считать перспективными для эксплуатации, даже если нет гарантии, что это повлияет на экосистему. Содержание солей в воде этих подводных источников несколько выше, чем в нормальной питьевой воде, но ниже, чем в газированной воде. Геологи отметили участки, на которых могут находиться «небольшие» источники. Эта разведывательная работа была выполнена на юге Франции на основе обнаружения с помощью инфракрасной камеры отклонений температуры (летом — в холодную сторону, а зимой — в тёплую). Является ли такой способ наилучшим решением проблемы пресной воды?

«Поскольку ресурсы пресной воды уменьшаются, её надо брать в океанах». Первой инициативой было не опреснение воды. В 70-ые годы Арабские Эмираты выдвинули сумасшедшую идею покупки айсбергов, их раздела на куски, которые нужно было буксировать к их стране и там, по трубам, подавать питьевую воду. Чем не сценарий для фантастического фильма! К счастью, этот проект был отклонён.

### *Обессоливать морскую воду*

В течение двух тысячелетий соль для консерваций и приготовления пищи получают из морской воды путём выпаривания под



воздействием Солнца<sup>120</sup>). В прошлом воду выпаривали кипячением в глиняных горшках, как это сейчас делают в Африке. Сегодня хотят сделать нечто обратное: из морской воды получить пресную воду. В 1960 г. в Персидском заливе появились первые заводы по производству пресной воды на основе дистилляции морской воды (замораживание или выпаривание). В 1972 г. на острове Уат был построен первый завод по обессоливанию морской воды. Фирма Дегремонт там испытывала технологию обратного осмоса<sup>121</sup>). Ранее все жители о. Уат пили воду из водопровода, распределяющего обессоленную воду. Эксперимент прекратился через десяток лет, по причине высокой себестоимости водопроводной воды. К настоящему времени технологии стали значительно совершеннее, а оборудование менее громоздким. Сейчас уже возможно получать пресную воду на борту парусной яхты.

Можно согласиться с тем, что небольшие перерабатывающие предприятия существуют для решения определённых узких задач, возникающих в удалённых друг от друга местах. И это не нечто шокирующее. Напротив, более шокирующими являются крупные заводы, построенные на берегу моря, производящие миллионы кубометров питьевой воды. Проблема заключается в следующем: что делать с солью и с огромными объёмами рассола, получаемого в качестве отхода? Ответ промышленников очень прост: выливать рассол подальше от места забора морской воды. Почему подальше? Для того, чтобы не создавать высокую солёность вблизи всасывающей трубы. Поэтому трубы тянут далеко по побережью, иногда в лагуны, где солёность сильно возрастает. Но лагуны — это местообитание богатого планктона. Повышение солёности губит местную экосистему. Выживают только 2–3 вида, встречающиеся в гиперсолёных водоёмах. В результате создания сети заводов по обессоливанию морской воды, береговые зоны оказываются под

<sup>120</sup> «Соль — это дочь Солнца и Ветра» — говорит производитель соли Алян Куртель в фильме Пьера Молло и Женевьев Дельбо «Море плодородное».

<sup>121</sup> То есть отделение рассола от пресной воды с помощью полупроницаемых мембран, отфильтровывающих соль.

угрозой перехода в разряд «экстремальных» зон, в которых прибрежное рыболовство будет исключено. Поэтому существующее кустарное рыболовство просто исчезнет. Высказываются предложения по складированию соли и рассола на берегах. Но земля предназначена для её возделывания и производства сельхозпродукции, в частности в прибрежной полосе.

**Когда воздух становится . . . питьевой водой!**

Нидерландское предприятие Dutch Rainmaker, в соответствии со своим названием «делает дождь» на месте ветровых электростанций. Оно создало ветровую установку, способную улавливать водяной пар из воздуха и переводить его в жидкое состояние с помощью турбины, вращающей компрессор, который, в свою очередь, связан с холодильной установкой, расположенной на пилоне (мачте). Когда ветровая турбина начинает вращаться с помощью пропеллера, электрогенератор подаёт электроток на холодильную установку. Вентилятор гонит ветер на мачту, что вызывает конденсацию воды на пилоне. Вода стекает по стенкам и накапливается в резервуаре.

Воздух становится водой.

В малых масштабах: на острове, небольшом судне, процесс по обессоливанию чрезвычайно интересен и оправдан. Но при переходе на промышленный масштаб, он становится катастрофой. Хорошо известна история добычи каменной соли и её использования в металлургии (особенно на востоке Франции), что привело к засолению крупных рек (в частности Рейна), в которые стекали солёные компоненты. Нельзя повторять одни и те же ошибки.

Загрязнённая или солёная вода всегда, путём использования современных технологий, может стать питьевой водой. Но при этом, делая воду «пригодной для питья», часто забывают о том, что она должна быть и «пригодной для жизни» водных и земноводных организмов. В то время как нехватка пресной воды рас-

тёт<sup>122)</sup>, в промышленности и в быту воду используют не в «природном» направлении, а, наоборот — в направлении «обратном природе». Не загрязнять, а охранять нужно реки; воду использовать в замкнутых циклах, делать всё необходимое для того, чтобы дождь пополнял подпочвенные запасы неотравленной воды, а также ключи, источники, речки и реки, которые в прямом смысле слова должны быть «источниками жизни».

---

<sup>122)</sup> В соответствии с PNUD (Программа Объединённых наций по развитию) примерно 3 млрд. людей будут затронуты нехваткой пресной воды в период до 2025 г.

Часть III

**Охрана планктона:  
инициативы и предложения**

# Планктон — инструмент устойчивого развития

В самых общих чертах можно утверждать, что устойчивое развитие направлено на формирование нового мышления и новой деловой активности, объединяющих взаимно дополняемые, а, иногда и противоречивые требования, такие как: охрана окружающей среды, социальная справедливость и надёжное экономическое развитие, причём, сочетание перечисленных условий выполняется без превалирования одного условия над другим. Эта идея схематизирована тремя, проникающими друг в друга сферами: экологической, социальной и экономической. Их общая часть соответствует устойчивому развитию. Эта гимнастика для воображения входит в конфликт с нашим привычным способом мышления, привыкшим к рассмотрению в каждый момент только одной конкретной темы или одной области.

Таким образом, для того, чтобы «мыслить глобально и действовать локально» нужно, например, опираясь на методы соучастной демократии (*democratie participative*) и отказа от ряда неэффективных или неудачных производств, изобрести социально справедливые способы обмена, а также способы бережливости, опирающиеся на солидарность и способы продуманного гармоничного обустройства территории. В отношении упразднения неудачных

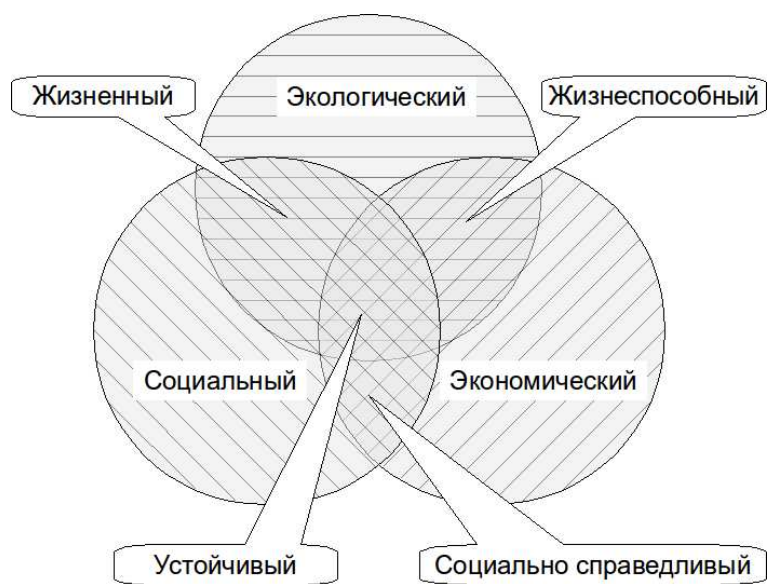


Рис. 1.1. Условия устойчивого развития.

производств, мы обсудим роль планктона в принятии решений о таком упряднении.

## **Действовать локально, но мыслить глобально**

Океан в действительности это совсем не то, что о нём думали 100 лет тому назад. Например, считалось, что жизнь в океане распределена равномерно, причём по всем океанам. Затем было установлено, что, с одной стороны, существуют морские пустыни, а с другой — продуктивные зоны, в которых сосредоточены рыбы. Считалось, что глубины океанов — пустыни, а потом выяснилось, что они заселены странными животными, напоминающими чудо-

вищ, но, тем не менее, хорошо адаптированных к своей среде. Вода представлялась обычной жидкостью, но сейчас мы знаем, что она дышит и, выделяя кислород, помогает дышать и нам. Ресурсы Океана считались неисчерпаемыми, в то время, как сейчас известно, что некоторые живые ресурсы к 2050 г. исчезнут вовсе. Ранее думали, что море и земля могут жить и живут независимо друг от друга, но это совершенно не так. Они находятся в постоянном взаимодействии и непрерывном влиянии на климат друг друга. Мы лишены возможности непосредственно наблюдать подводную жизнь, протекающую без нас и по своим законам. Мы этой жизнью буквально «потрясены».

Для того, чтобы понять этот мир, который, между прочим, является нашей колыбелью, нам нужно совершить усилие, одновременно аналитическое и синтетическое, сохранить общее видение, но в то же время достаточно детальное, как бы «от микроскопа к макроскопу»<sup>1)</sup> — всё это и необходимо для формирования подхода, суть которого формулируется следующим образом: «думать глобально для того, чтобы действовать локально».

### *Новые средства наблюдений*

В настоящее время имеется много средств, помогающих «мыслить глобально» с целью осуществления правильных локальных действий. Для глубокого изучения структуры и функционирования экосистем их изучают непосредственно в природе, а также в лаборатории с помощью микроскопа, что необходимо для исследования мельчайших компонентов экосистемы: планктона. А в последние годы такие исследования дополняют наблюдениями из космоса, что позволяет изучать взаимодействие макросистем. Спутниковые наблюдения особенно ценны тем, что они поставляют данные одинакового качества для всех уголков планеты. Кро-

---

<sup>1)</sup>Макроскоп — это термин, придуманный Joel de Rosnay для обозначения междисциплинарного синтетического подхода.

ме этого, скорость спутника превышает скорость научного судна в 1 500 раз, поэтому данные наблюдений, полученные в разных районах поверхности планеты, можно считать полученными одновременно и недавно.

### *Спутниковые исследования планктона*

Как известно, фитопланктон населяет верхний (фотический) слой, в который проникает солнечный свет. Известно также, что его проникновение в воду связано с климатическим потеплением, уменьшающим растворимость кислорода в воде. С помощью «датчиков цвета воды»<sup>2)</sup> спутниковые снимки, отображая концентрацию пигмента хлорофилла (зелёный цвет), выделяют зоны весеннего цветения воды, производимого кокколитофоридами. На основе спутниковых наблюдений, например бретонских берегов, можно обнаружить пятна повышенного содержания фитопланктона, начинающиеся от плотины у Азрал. Это изображение флуоресцирующего фитопланктона, токсичного, либо нетоксичного получают, а затем пересылают с помощью датчиков в SeaWiFS, Modis (NASA) или Европейским космическим агентствам Meris в режиме квази реального времени. Информация поступает в Центр анализа и архивирования, где её обрабатывают, оценивают и анализируют. Наблюдения из космоса перемещений флуоресцирующих пятен позволяют следить за состоянием прибрежной полосы и определять зоны повышенного риска эвтрофикации.

### *Навигаторы на службе у планктона*

Однако спутниковые наблюдения не могут заменить океанографические экспедиции, так как спутник может обследовать только поверхность воды, в то время как судно берёт пробы воды с разных глубин. К сожалению, морские экспедиции, исследующие на раз-

---

<sup>2)</sup>CZCS (Coastal Zone Color Scanner. Цветовой сканер береговой зоны).



ных глубинах качественный и количественный состав планктона, его сезонную динамику и биоразнообразие, пока ещё немногочисленны.

Чтобы внести свой вклад в исследование планктона, морская путешественница Анна Кемер (Anne Quemere) ежедневно пересылает с борта своего судна фотографии планктона на спутник. Она составила программу пересечения Тихого океана за 3 месяца<sup>3)</sup>, а сотрудники Океанополиса (г. Брест) предложили ей отбирать пробы планктона в периоды тихой погоды. Ей передали планктонную сеть, пробирки, небольшую фотокамеру и микроаквариум, то есть оборудование, необходимое для взятия проб планктона и его фотографирования<sup>4)</sup>. При каждом отборе проб, она должна измерить температуру воды, затем сфотографировать планктонные организмы и передать данные с помощью телефона Iridium в Океанополис. Изображения планктона регулярно будут выставляться на сайте: [www.plancton-du-monde.org](http://www.plancton-du-monde.org), а специалисты, по изображениям планктонных организмов, смогут определить их видовую принадлежность. Такого рода операции ещё не проводились в мире. Условия данного эксперимента довольно суровы: плавсредство типа kiteboat<sup>5)</sup> длиной 5,50 метра, у которого, вместо паруса установлены самые совершенные «тянущие крылья» (ails de traction). Однако Анна Кемер была вынуждена на полдороге прекратить свою экспедицию. Тем не менее, оборудование было испытано; оно легко может быть установлено на любом судне, включая парусники или катамараны. Достаточно попросить путешественников или просто отдыхающих на своих судах ощутить себя «гражданами мира» и стать участниками данного проекта, то есть получать и транслировать информацию о состоянии планктона на пути их следования.

<sup>3)</sup> В рамках программы «Вызов Адриана» (Defi Adrien): начало экспедиции ноябрь 2008 г., окончание — январь 2009 г.

<sup>4)</sup> С помощью системы, включающей камеру и миниатюрные макро- и микрообъективы, разработанные и испытанные в лаборатории Океанополиса.

<sup>5)</sup> [www.anne-quemere.com](http://www.anne-quemere.com)

Даже, если принципы исследования одинаковы, независимо от типа судна, то организационные работы существенно разнятся, что проявилось на гоэлетте (судно с косыми парусами) «Тара», отправившегося 9 сентября 2009 г. в океанографическую экспедицию продолжительностью в 3 года. Прежде всего, различие связано с характером рейса: это научная экспедиция, а не спортивная гонка. «Тара» это судно, предназначенное для проведения научных исследований в море. На нём установлено современное инновационное научное оборудование. Экипаж состоит из пяти моряков и семи научных сотрудников. Кроме этого, маршрут был выбран необычный: он повторяет маршрут судна «Бигль», на борту которого путешествовал Ч. Дарвин, но исследования должны проводиться с использованием новых методов и современных приборов. Планируется передача данных на спутник и далее — в генетическую лабораторию для проведения анализа данных. Речь идёт не только об исследованиях циклов углерода и кислорода, но и об изучении связей между климатическими изменениями и перестройками в морских экосистемах.

Другой 3-х мачтовый гоэлетт «Ля Будез» вышел в море 21 октября 2009 г. в двухлетнюю научную экспедицию в район Южной Америки и до Тихого океана. В программу исследований входит: биоразнообразие, климатические изменения, загрязнение вод и, особенно, исследование великих южноамериканских рек (Амазонки, Ориноко, Паранги), каналов Патагонии и «изолированных» островов Тихого океана (Полинезии, Микронезии и Меланезии). В задачи этой новой экспедиции входит не только изучение проблем Океана, но также и крупных рек (загрязнение, деградация биотопов, обезлесивание), поставляющих в Океан питательные вещества.

Организационные работы включают два положения. Первое: каждая новая экспедиция не должна быть изолированной, а должна быть продолжением предыдущей экспедиции. Другое положение относится к количественному аспекту: измерения, сделанные любителями и спортсменами по всем морям должны выполняться

в соответствии с научными протоколами — только в этом случае данные будут сопоставимыми.

### *Математическое моделирование*

Собранные данные научных наблюдений используют для моделирования экосистем. Что может дать моделирование? Соответствует ли оно моделируемому объекту? Математическое моделирование является ценнейшим средством, способным предсказывать изменения в потеплении климата и их влияние на среду. Системная динамика<sup>6)</sup> позволила уже Римскому Клубу выяснить, является ли развитие общества, базирующегося на эксплуатации природных ресурсов, устойчивым и долгосрочным. Действительно, в начале 70-х годов существовала программа World3 (или World Dynamics), которая моделировала функционирование мира, используя для этого несколько глобальных параметров, с помощью которых предсказывали особенности развития мира в течение длительных интервалов времени. Результаты, опубликованные в 1972 г. в отчёте «Границы Роста» (неудачно переведенном во французском издании, как «Остановка Роста»), предсказывали, что окружающая среда станет основной заботой общества. Действительно, если сейчас сравнить результаты моделирования (по программе World3) развития мирового общества на период с 1970 г. по 2000 г. с особенностями реального развития за тот же период, можно утверждать, что авторы довольно точно предвосхитили все основные особенности реального развития.

Что касается планктона, даже, если моделирование в основном выявляет только региональные различия в реакциях экосистем на климатические изменения, тем не менее, моделирование указывает на тенденции в изменениях, поэтому можно говорить об изменениях в планктоне в отдалённом будущем. Используемый тип программ с широким охватом параметров, должен помочь

---

<sup>6)</sup>Разработана в 1950 г. Дж. Форрестером.

лицам, принимающим решения, воспользоваться возможностями программ и мощностью современной вычислительной техники и принимать обоснованные политические решения, гарантирующие сохранность жизни в океане, в том числе планктона — главного индикатора состояния Океана.

## Поддерживать инициативы по воспроизводству морских ресурсов

Имеется срочная необходимость анализа деятельности рыболовного флота. Например, методы вылова камбал (морской язык, камбала, палтус) основаны на случайном вылове и угрожают сокращением запасов. Необходимо и без отсрочек дополнить рыболовство воспроизводством, то есть выпуском молоди, вылавливаемых рыб и, на основе моделирования, определять объёмы вылова и объёмы выпусков молоди. В терминах устойчивого развития следует увязать (примирить) противоречия экономические — с одной стороны и требования охраны среды — с другой. Но для этого нужно изменить привычный подход к управлению прибрежной зоной.

Потребители также могут внести свой вклад в охрану морских биоресурсов, отказываясь от покупки рыбы в периоды её размножения, а также не покупая рыб, не достигших разрешённых для вылова размеров. Процесс размножения глубоководных рыб очень затруднён. Их продажа, следовательно, должна специально оговариваться или быть запрещена. Для получения полной информации читатель может обратиться к справочному указателю WWF<sup>7)</sup>, который классифицирует рыб на три категории (избегать потребления, умеренное потребление, преимущественное потребление); к

---

<sup>7)</sup> [www.pourunepchedurable.fr/GUIDE\\_POISSON.pdf](http://www.pourunepchedurable.fr/GUIDE_POISSON.pdf)  
[www.pourunepchedurable.org](http://www.pourunepchedurable.org)

списку Гринпис<sup>8)</sup>, либо к списку Офимер<sup>9)</sup>, которые указывают сезоны лова и потребления рыб.

### ***Воспроизводство морей — это утопия?***

Идею воспроизводить (*repeuplement* — буквально: заселение, прим. переводчика) ресурсы моря часто относят к гигантомании, то есть к утопии! Наоборот, с точки зрения энтузиастов аквакультуры, рыбоводство входит в новую эру, в настоящую социологическую революцию. Человек перешёл от собирательства пищи и охоты (рыболовство, добыча) к выращиванию (с использованием природных ресурсов) и доместикации морских животных (прежде всего, к освоению методов их размножения). Для многих исследователей эти изменения практической деятельности равносильны промышленной революции. Однако воспроизводство биоресурсов морей не является новой идеей. Например, в Японии Центр воспроизводства в Кимамото<sup>10)</sup>, созданный в 1965 г., расширился вплоть до 1990 г., что говорит о возрастающем интересе к этому центру. Сегодня он включает в себя префектурную ферму<sup>11)</sup> воспроизводства и экспериментальную лабораторию. Ферма разводит рыбу дораду, морских ушек, морских ежей, японских креветок, угрей, японского калкана — виды с большой добавленной стоимостью. Центр производит и жизнестойкую молодь, которую выпускают в море. Поэтому следует говорить не об обычной ферме, занимающейся товарным выращиванием, а скорее о морском инкубаторе и питомнике.

---

<sup>8)</sup> [www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

<sup>9)</sup> [www.ofimer.fr](http://www.ofimer.fr)

<sup>10)</sup> Расположенном на юго-западе острова Киучи.

<sup>11)</sup> Японские префектуры соответствуют французским департаментам (*или украинским районам — прим. перевод.*).

### *Япония: единство рыболовства и аквакультуры*

В Японии аквакультура и рыболовство тесно связаны, в то время как у нас они разобщены. Рыбаки заказывают мальков в центрах воспроизводства в зависимости от квоты на вылов рыбы. Каждый центр выполняет две основные функции: 1) посредничество между рыбаками и префектурной лабораторией; 2) внедрение технологий, разрабатываемых в лаборатории. Сама же лаборатория не изолирована от научной среды: она сотрудничает с университетскими лабораториями, региональными лабораториями и исследовательскими институтами.

#### **Морская ферма в Нагасаки**

Муниципалитет г. Нагасаки финансировал создание морской фермы и префектурной лаборатории. Весь комплекс открыт для посещения широкой публикой, что является не типичным для исследовательского центра. В зале представлена витрина японской морской продукции. Для того, чтобы попасть в центральное здание, нужно пройти через коридор, на стенах которого представлены в аквариумах выращиваемые либо исследуемые виды морских организмов. Эта презентация несёт чисто педагогическую функцию: она не только знакомит посетителей с деятельностью морских ферм, лабораторий, институтов, но и рассказывает, как функционируют морские экосистемы. В конце коридора расположен питомник, в баках, ваннах и бассейнах которого производят молодь морских ушек, креветок, морских ежей, которых отправляют как на фермы, так и выпускают в море (воспроизводство).

Организация японской сети «рыболовство — аквакультура» имеет свои отличительные особенности. Японцы, широко практикующие интенсивную аквакультуру, убеждены в примате размножения организмов в питомниках и в воспроизводстве биоресурсов, то есть в выпусках в море получаемой искусственно жизнестойкой молоди. Морские фермы были созданы по инициативе рыбаков,

причём рыбаков, заботящихся о морской среде. Аквакультура в Японии находится на службе у рыболовства. Рыбаки играют ведущую роль в принятии решений относительно политики по водным ресурсам. Во Франции, наоборот, уставы обеих профессий не совпадают: или ты рыбак, или — аквакультурист. В Японии, когда муниципалитет производит инвестиции, каждый в них находит свой интерес: морские рыбаки, учёные, но также и широкая публика, потому что она хочет иметь доступ к знаниям.

### *Искусственные рифы*

Токийский университет рыболовства также ведёт исследования по воспроизводству. Один из преподавателей, профессор Коике, интересовался ролью рифов, предоставляющих морским организмам и кров, и стол, а также увеличивающим продуктивность моря. Зная, что рыбы предпочитают затенённые места и, что они охотно укрываются в рифах, преподаватель построил для них под водой спальные помещения и даже город — настоящий «город лангустов среди водорослей»<sup>12)</sup>. Во Франции существует только одна организация, строящая искусственные рифы, причём её возможности ограничиваются только двумя моделями. В Японии многие организации предлагают свои услуги в этой области, а общее количество различных моделей рифов равно 222. Строительство рифов на побережье Японии финансируется кооперативами рыбаков и префектурами. Рифы уже установлены на 20 000 участках и ежегодный прирост новых рифов равен 10 000 га. Стали устанавливать искусственные микрорифы (в виде кирпичей с 12-тью отверстиями) в Японии — с 1970 г., а во Франции — с 1972 г. (остров Уат, для укрытий молоди омаров).

Сейчас уже нужно выходить в открытое море и ставить рифы на больших глубинах. Эти рифы, сделанные из железобето-

---

<sup>12)</sup> См. этот сюжет в телепередаче «Таласа», переданной 18 апреля 2008 г. по каналу France 3.

на, должны быть очень высокими и должны включать пространства различных размеров, что необходимо для привлечения на общий участок разных видов животных<sup>13)</sup>. Цель таких сооружений: создание «социальных конгломератов», которых в экологии называют «биоценозами». После постройки рифа вводится запрет на рыболовство в данном месте сроком на 10 лет — время заселения рифа. Роль профессора Коике — специалиста по морским ушкам — быть связующим звеном между его студентами, совершенствующими концепцию искусственных местообитаний и рыбаками, указывающими виды морских животных, которые их интересуют. Преподаватели, студенты и рыбаки работают вместе, обогащая друг друга практическим опытом и теоретическими знаниями.

Существует, однако, фундаментальное противоречие между настоящим экологическим управлением водными биоресурсами в прибрежных водах Японии и интенсивной эксплуатацией морей, практикуемой японцами в остальных морях планеты. Это — характерный парадокс для страны, пребывающей между традициями и модерном. Японцы представляются одновременно и ультратрадиционалистами и ультрапрогрессивными (в техническом отношении); гиперэкологами и гиперзагрязнителями; они опустошают океаны и рачительно возделывают море у своих берегов.

### “*V-Notching*”

Другой способ воспроизводства биоресурсов моря — это сортировка уловов. Программа по маркированию самок омаров, или “*V-Notching*”<sup>14)</sup>, реализованная в Пемполе (Франция), может служить примером такого метода. В данном случае, с помощью специального устройства, метили хвосты (шейки) самок омаров метками, которые сохранялись в течение четырёх лет. Каждая вы-

<sup>13)</sup> Напоминающий «здание» 27 м высотой, установленный на глубине 60 м.

<sup>14)</sup> Ежегодная стоимость программы 90 000 евро.



ловленная самка, носящая метку, должна быть выпущена в море. Выгрузка из судна меченых самок на берег, а также их продажа запрещены. Это касалось как промысловых, так и любительских плавсредств. Запрещена также продажа самок с повреждёнными хвостами, если повреждение могло быть сделано при удалении метки. Начиная с сентября 2008 г., специальная охранная служба следит за соблюдением условий данной программы. Цель программы: «усилить репродуктивную биомассу, способную обеспечить устойчивую эксплуатацию запаса омаров, а не увеличить уловистости ловушек»<sup>15)</sup>.

В соответствии с ирландским опытом, размер маркируемых самок омаров должен быть 10 см (измеряют только длину панциря без хвоста), то есть весом примерно 700 г (самки такого размера составляют 27% от всех омаров, попавшихся в ловушку). Самки без яиц также могут быть помеченными — это даст им возможность отнереститься хотя бы один раз. Учитывая смертность омаров на различных стадиях их развития (яйцо, личинка, малёк), пополнение (количество ежегодно рождающейся молоди) оценивается в промысловой зоне Пемпол в 2 400 экз. Данная программа спонсировалась EDF в рамках проекта по строительству гидроэлектростанции в Raïmpol — Brehat и рассчитана на лов омаров 78 судами, имеющими лицензии на отлов ракообразных. Предусмотрена маркировка 6 000 самок. Рыбак получает финансовую компенсацию за выпущенных маркированных омаров. Размер компенсации зависит от веса омара и его рыночной цены.

Маркировка самок омаров рассматривается как первый опыт во Франции, хотя в англосаксонских странах (США, Канада, Ирландия) он уже практикуется давно. Однако во Франции в 80-ые годы уже была предпринята попытка воспроизводства омаров в питомнике на острове Уат.

---

<sup>15)</sup> [www.clpmem-raïmpol.com/IMG/pdf/](http://www.clpmem-raïmpol.com/IMG/pdf/). Отчёт местного комитета морского рыболовства и морского выращивания (CLPMEM), 11 февраля 2009 г.

### *Посев ракушек*

Жест сеятеля, разбрасывающего зёрна, принадлежит миру агрокультуры. Можно назвать морских фермеров, выращивающих двустворчатых моллюсков — палурдов (*palourde*, в русской литературе эти моллюски называются «тапесы» — прим. перевод.) «морскими крестьянами», потому что они сеют молодёжь этих моллюсков, разбрасывая её рукой. Используется также и техника, выполняющая функции сеялки. Посевной материал (спат) фермер заказывает в питомнике, либо сам собирает в море. Его «поле» на протяжении 18 месяцев огорожено загородкой, либо покрыто сетью, защищающей урожай от крабов и других хищников. Тапесов собирают драгой по истечении 2–3 лет.

Что касается проекта регулярных повторных посевов (*reen-seedement*) морских гребешков, «посевная» заключается в распределении на дне раковин длиной 3 см. Спустя 3–4 года гребешки достигают коммерческих размеров. Однако в нормальной коммерческой практике фермер, который засеивает своё поле, он же и убирает урожай. Но при повторных посевах сеют одни, а урожай собирают многие. Проект повторных посевов финансируется данной профессией: «в соответствии с правилами, 1% общей стоимости проекта направляется на оплату коллективных мероприятий». Подобные проекты были предложены с целью привлечения специалистов всех профессий, имеющихся в данном морском квартале<sup>16)</sup>, включая профессиональных сборщиков моллюсков<sup>17)</sup>.

### *«Замороженные» морские пространства*

Программы “V-Notching” и «Посев ракушек» были разработаны на основе данных опроса рыбаков, проведенного в 2008 г. «Замороженные гектары», то есть акватории, закрытые для ры-

<sup>16)</sup>Морская зона, относящаяся к местности Lannion-Paimpol.

<sup>17)</sup>Доклад для Экономического и социального совета Бретани, подготовленный Местным комитетом рыбаков, июнь, 2008 г.

боловства, являются большой головной болью для рыбаков, особенно для удильщиков и для драгировщиков. По соображениям безопасности запрещается судам подходить к морским нефтяным и газовым платформам, а также к морским гидроэлектрическим станциям, которые связаны с берегом подводными кабелями. Но никто не может запретить подводному населению размножаться вблизи этих платформ. Вместо того, чтобы воспринимать эти зоны биологического отдыха в качестве вынужденного заповедника, рыбаки их рассматривают в качестве долгосрочного инвестирования. «Большинство рыбаков<sup>18)</sup> считают, что совместная реализация проекта управления ресурсами и проекта гидроэлектрической станции стала бы хорошим решением как задачи охраны живых ресурсов, так и соблюдением интересов прибрежного рыболовства». Однако это возможно при соблюдении двух условий: 1) почти все рыбаки настаивают на их информировании о продвижении реализации проекта; 2) проект и его реализация не должны затруднять профессиональную деятельность рыбаков. Рыбаки даже готовы, с учётом своего опыта, помочь в выделении зон, а также в составлении оценок влияний на водные ресурсы и определении экономического эффекта, в частности влияния на эффективность рыболовства. С другой стороны, необходимо выдвинуть условия в отношении собственности концессий. Не следует предоставлять концессию предприятию, которое будет эксплуатировать участок в течение нескольких лет, а затем продаст свои права другому предприятию, у которого интересы совершенно другие. Ведомство, ответственное за общественные морские работы (DPM) не является ни промышленной организацией, ни кустарной и, как указано в его названии, оно не является и частной организацией<sup>19)</sup>.

<sup>18)</sup> На собрании Местного комитета рыбаков, состоявшегося 6 июня 2008 г., 87% присутствующих проголосовали за экспериментальный проект EDF.

<sup>19)</sup> Одна из ассоциаций настаивает также на введении биологического отдыха для моллюсков. Ассоциация Иодд, организованная на острове Олерон, противодействует чрезмерной активности профессиональных сборщиков моллюсков и крабов, вводя периоды запретов сбора морских организмов во время

### *Охраняемые морские зоны*

«Наиболее эффективный способ охраны морской среды — предоставление возможности экосистемам свободно развиваться, то есть восстанавливаться ресурсам в местах, где они были подорваны. Должна быть проведена делимитация зон (в море и на суше), для которых приоритетной целью считается охрана среды» — утверждает Катрин Шабо<sup>20</sup>). Если страна принимает такую политику, тогда концепция «морских охраняемых пространств»<sup>21</sup>) позволит определить (и тем самым установить) различные уровни охраны, в соответствии с существующей градацией<sup>22</sup>), принятой Международным союзом охраны природы.

Во Франции эта политика была вначале внедрена в Средиземном море в виде создания в 1964 г. Национального парка в Порт-Гро, затем зона была расширена конвенцией в Барселоне (1976 г.) до охраны морской среды и побережья Средиземноморья. В 1992 г. под охрану попали все берега метрополии и заморские владения. К настоящему времени уже созданы природные морские парки (морские парки: Iroise<sup>23</sup>), Saziley<sup>24</sup>), Reunion), а также специальные природные заповедники, большая часть которых простирается на морские заповедные зоны<sup>25</sup>). Сейчас задача заключается в расширении береговых зон, входящих в «Природа 2000» (европей-

---

их размножения [www.oleronmag.com](http://www.oleronmag.com)

<sup>20</sup>) Catherine Chabaud. *Preserver la mer et son littoral*. Grenoble, Glenat, 2008.

<sup>21</sup>) Морское охраняемое пространство — это пространство, выделенное в море, для которого определена цель охраны природы в течение длительного времени. Эта цель бывает исключительной только в редких случаях; часто она связана с местными целями социально-экономического развития, либо с целями устойчивого управления ресурсами. См.: [www.aires-marines.fr](http://www.aires-marines.fr)

<sup>22</sup>) От 1 (полная охраняемость) до 6 (управление деловой активностью с учётом бережного отношения к природе).

<sup>23</sup>) Bretagne (Бретань).

<sup>24</sup>) Mayotte (Майот).

<sup>25</sup>) Ведомство общественных морских работ, Охрана береговой полосы и озёрных берегов, национальные парки, зоны «Природа 2000», природные заповедники и т. д.

ская программа), на морские акватории. Это намерение совпадает с национальными программами США. Однако эта идея поддерживается далеко не всеми пользователями побережья.

#### **Межфакторные взаимодействия с точки зрения биоразнообразия и планктона**

Уже почти десять лет тому назад прекратили оперировать понятием «запаса» (“stock”) для рыб при полном описании взаимодействий факторов среды в планетарном масштабе:

- Пищевая цепь наших океанов и наших морей составлена на основе регулярных наблюдений за планктоном и его разнообразием, особенно в прибрежных водах. От состояния планктона зависит пополнение стада кормовых рыб, которые, в свою очередь, служат пищей рыбам, входящим в наше меню.
- Биоразнообразие, базирующееся на разнообразии фауны и флоры формирует богатство наших морских акваторий. Акцент ставится на наблюдения за этим разнообразием и на понимание морских и прибрежных экосистем. Рыбаки, практикующие прибрежное рыболовство и фермеры, выращивающие моллюсков, благодаря своим морским профессиям и знаниям, ежедневно дополняют концепцию, разработанную научными сотрудниками.

Источник: Элизабет Темплие, «Рыболовство в 2020 году».

Средиземноморская антенна Коллектива рыболовства и развития, а также журнал «Морские чернила».

Охранять — не означает всё разместить под защитным кололом. Рыболовная деятельность должна стать часовым у водных ресурсов и включающих их экосистем. Действительно, рыбаки, благодаря своему присутствию в этих охраняемых зонах, будут ценными наблюдателями за планктоном и качеством морской среды (слежение за цветом воды, особенностями поведения

рыб и т. д.). Так как отбор проб — это довольно простая процедура, то рыбаки могли бы их поставлять ассоциациям побережья для определения видового состава и оказывать помощь в подготовке наглядных пособий для различных учебных заведений.

### *Помочь природе восстановить своё здоровье*

При воспроизводстве морских биоресурсов, вероятность спасти или увеличить естественный запас рыб и ракообразных, хотя и скромна, но, тем не менее, не пренебрежимо мала. Для проведения успешного воспроизводства нужно заинтересовать рыбаков, морских фермеров, объясняя им, что, если природе не оказывать никакой помощи, то грядущие годы будут ещё более трудными. Ясно, что речь идёт не о замене природы, что не реально, да и вообще невыполнимо. Но, если что-то в природе пребывает в угнетённом состоянии, тогда можно ей оказать помощь в восстановлении здорового состояния. Например, существуют годы со слабо развитым фитопланктоном и зоопланктоном к моменту размножения омаров, креветок, рыб или моллюсков. Но в такие годы животные размножаются (нерестятся) в природной среде как обычно, однако, их личинки не находят нужную им пищу и в итоге — пополнение популяций молодью будет неудовлетворительным. В Природе как бы существует календарь для развития каждого вида морских организмов. Создаётся впечатление, что всё заранее запрограммировано и к моменту размножения и выклева личинок в морской среде появляются клетки фитопланктона, пригодные для питания личинок рыб, креветок и т. д. Но иногда случаются несовпадения во времени, точнее смещения сроков развития корма и появления личинок. Например, прогрев океана на несколько десятых градуса может вызвать миграцию планктона и зоопланктона в другие зоны, там, где нет личинок, что вызовет их массовую гибель. Однако в питомниках, работающих на воспроизводство биоресурсов, такие явления исключены, поэтому помощь, оказываемая природе, будет эффективной.

### *«Выпускать» — поистине действенный акт*

В питомнике можно разработать метод размножения животных и получить молодь с оптимальными размерами, а также производить в лаборатории требуемый корм: фитопланктон или зоопланктон с размерами, соответствующими ротовому отверстию молоди. Достаточно в течение месяца кормить эту молодь (рыб, моллюсков, ракообразных) в условиях питомника. Однако нельзя слишком долго (более 3-х месяцев) содержать молодь в питомнике, так как она начинает терять свои инстинкты, которые обычно не возвращаются в природной среде. Поэтому переходят к «выпуску», что делается с двойной целью: 1) компенсировать недостаток пополнения природной популяции; 2) позволить рыбакам и фермерам увеличить эффективность их производства. Эта акция оказывает сильное положительное влияние на рыбаков и фермеров и содействует воспитанию бережного отношения к морской среде.

Впустить жизнь в море — это поистине значительный акт, особенно, когда эта жизнь создаётся Вашими руками в контролируемых условиях питомника. Причём, эта жизнь воссоздаётся через многие виды фитопланктона, зоопланктона и, затем, в виде основных объектов выращивания: омаров, крабов, рыб, которые не являются больше безликой массой, оставляющей биолога равнодушным. Со своими питомцами складываются особые отношения. Это своего рода педагогика живого, работающая на будущее.

## Адаптировать аквакультуру к требованиям береговой зоны

В соответствии с растущим спросом потребителей, желающих покупать рыбу вполне определённого размера на протяжении всего года и, конечно, недорого, европейские аквакультуристы вывели породы легко выращиваемых рыб. Причём, сейчас уже нужно быть конкурентно способными по отношению к китайским производителям, которые до недавнего времени ориентировались на внутренний рынок и удовлетворяли потребности появившегося среднего класса. Китайские креветки, недавно ещё малоизвестные в США и в Европе, стали товаром, способным вытеснить прежний местный товар.

Уточним, что конкуренция сама по себе — явление нормальное и о ней сожалеть не следует. Речь должна идти об условиях труда в Китае и экологическом отпечатке, связанным с распределением, который не соответствует нашим представлениям об устойчивом развитии. «Китай также экспортирует рыбу других стран: лосося из Аляски или мороженных головоногих (кальмары, каракатицы), произведенных Россией, Норвегией, Америкой, Новой Зеландией и т. д. От 6 до 10 миллионов тонн рыбной продукции производится в Китае с малыми затратами на заводах, на которых трудятся многие миллионы рабочих. Продукция затем в форме мороженого филе экспортируется в Японию, Корею, США и, в меньшей мере, в Европу»<sup>26)</sup>.

В мае 2005 г. Си Фуд и Европейский салон морепродуктов представили в Брюссель ожидаемые «тенденции» аквакультуры. Два холодолюбивых вида рыб: треска, выращиваемая в Норвегии, и из лососевых — голец, выращиваемый в Швеции, — а также три вида из южных морей: тропический сом, высоко ценимый в Азии, тилапия — тропическая пресноводная рыба, которая сейчас вышла

<sup>26)</sup>Raymond Cosqueric. Ouest-France, 7–8 mai 2005.



по объёму производства на второе место после карпа и нильский окунь, — заполняют современный рынок.

### *Тилапия и голод в Африке*

Среди этих рыб, следует выделить тилапию, которая, вследствие удобства её выращивания, может помочь решить проблему нехватки белка во многих южных странах. Тилапии встречаются по всему африканскому континенту, но они также распространены по всему тропическому и субтропическому поясу<sup>27)</sup>. Относятся они к семейству цихлид. В аквакультуре выращивают представителей трёх родов, которых различают по особенностям отношения рыб к собственному потомству (после нереста): *Oreochromis* — самки инкубируют икру во рту; *Sarotherodon* — икру инкубируют во рту самцы либо самки; *Tilapia* — откладывают икру на открытые поверхности.

Когда этих рыб интродуцировали во многие страны (для развития рыболовства и для научных исследований)<sup>28)</sup>, их коммерческое крупномасштабное выращивание ограничивалось почти исключительно тремя видами: *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambica*, *Oreochromis aureus*. Среди этих трёх видов, нильская тилапия *Oreochromis niloticus* — является наиболее широко распространённым в аквакультуре видом<sup>29)</sup>.

В 50-ые годы интродуцировали несколько видов тилапий в оз. Виктория с целью восстановления запаса местных тилапий,

---

<sup>27)</sup> Имеются доказательства выращивания этой рыбы в прудах древними египтянами более 3 тыс. лет тому назад. Тилапию также называют «святой Петр», так как, согласно легенде, именно эту рыбу ловил Пётр, когда Христос его попросил опустить сети в Галилейское море. Источник: Peches et Océans, région Canada.

<sup>28)</sup> В научных исследованиях при разработке методов лечения диабета использовали трансгенных тилапий.

<sup>29)</sup> В США, в Центральной и Южной Америке, на Антильских островах, в Африке, Азии, особенно в Китае — самом крупном производителе тилапий.

который был серьёзно подорван рыболовством. Но после интродукции в оз. Виктория нильского окуня, весь запас тилапий, практически перестал существовать.

### *Почти превосходная рыба*

Тилапию ценят за её высококачественное белое, плотное и нежирное мясо. Его слегка сладковатый вкус соответствует деликатесным продуктам, причём с приемлемой ценой. Эта рыба — почти идеальный объект для разведения. Она довольно быстро растёт и выносит высокие плотности её размещения в водоёмах. При хорошем питании, она достигает за 6 месяцев 100 г и более (наиболее крупные экземпляры весят 5–6 кг). Через 5–6 месяцев они становятся половозрелыми и размножаются через каждые 1,5 месяца, вымётывая каждый раз по 200 мальков! В нормальных условиях содержания (плотность посадки, температура, концентрация кислорода, корм) теляпии болеют очень редко.

Тилапия — довольно живучая рыба, она достаточно продолжительное время может находиться на воздухе и переносить различные манипуляции биотехники разведения, в том числе продолжительные переезды, при условии продувки воды воздухом. В неволе тилапия хорошо размножается, причём настолько интенсивно, что иногда выращивают только самцов, темпы роста которых выше. Для избегания перенаселённости водоёма тилапией, иногда вводят хищников. Она обладает также удивительной способностью менять свой пол<sup>30)</sup>: при превышении температуры воды 32°C самка может стать самцом. А самцы более привлекательны для фермеров, так как они растут быстрее и производят больше мяса. Вместо того чтобы вызвать инверсию пола с помощью гормонов, фермеры предпочитают повышать температуру. Но нужно ли это

---

<sup>30)</sup> См. по этому поводу интервью Жана-Франсуа Баруале, исследователя из Монпелье, в газете Либерасьён от 8 августа 2008 г.

делать, если рыба и без того хорошо размножается и быстро растёт?

### ***Адаптация ко всем испытаниям!***

Спектр питания этой рыбы очень широк (планктоноядная, растительноядная, всеядная). Будучи растительноядной, эта рыба занимает основание пищевой цепи и поэтому она становится экономически привлекательной для разведения. Она питается мелкими водорослями, диатомеями и не поедает собственную молодь. Кормят тилапию отходами сельхозпроизводства: рисовыми отрубями, хлопковой шелухой, кухонными отбросами и т. д. Она поедает отходы как мясного, так и растительного производства, дроблёную кукурузу, планктон и т. д. Обычно рыбы плохо переносят изменения состава корма, независимо от того является ли корм богатым или бедным.

Тилапия относится к семейству карповых, населяющих пресные водоёмы. Она встречается в тропических озёрах и прудах, но может адаптироваться и к морской воде! Её способность жить в солёной воде определяется внутренними факторами (видовая принадлежность, вес индивида, физиологическое состояние), а также питанием и условиями перехода от пресной воды к солёной<sup>31)</sup>. В экспериментах, выполненных в Бег-Мей было установлено, что тилапия без каких-либо проблем сразу переходит из пресной воды в морскую. Правда, в морской воде тилапия плохо размножается, но её легко можно размножать в условиях питомника. В Африке тилапии приходится жить и в экстремальных условиях. Она может процветать в мелководных водоёмах, с очень мутной водой и низким содержанием кислорода при температуре от 22 до 32°C. Немногие виды рыб способны выжить в таких условиях. Как и другие пресноводные карпы, тилапия заглатывает с поверхност-

---

<sup>31)</sup> См. статью Gilles Lemarie «Простой тест определения устойчивости к солёности как критерий отбора тилапии». В журнале: *Aquaculture Recherche* Fiche N147—2005. *Biologie d'adaptation*.

ной плёнки личинок комаров, насекомых, но также и кислород, если его мало в воде. Она адаптируется ко многим факторам и обстоятельствам даже, если температура воды опускается ниже 21°C, когда замедляется интенсивность её питания, а также темпы роста.

При таких превосходных качествах, тилапия должна использоваться в борьбе с голодом в Африке. Однако существующий проект аквакультуры рассчитан на длительный период, что противоречит традиционной африканской культуре, отдающей предпочтение краткосрочным проектам. Конечно, для выращивания тилапий, нужно уметь программировать свои действия во времени. В Европе готовят специалистов по рыбоводству, которые будут реализовывать свои проекты в течение одного, трёх, пяти лет, получая соответствующие инвестиции. В соответствии с программой проекта, отлавливают производителей, получают от них личинок, осуществляют выращивание, затем реализацию продукции; получают кредиты в банке, проводят дальнейшие банковские операции и т. д. В Африке в банках берут, как правило, микрокредиты (несколько евро для покупки тачки или корзины), причём на несколько дней или для возврата денег в течение нескольких недель. Поэтому, для того, чтобы внедрение проекта было успешным, нужно учитывать местную специфику.

### ***Новое освоение тилапии***

Проблема выращивания тилапии заслуживает более серьёзного методологического подхода, потому что эта рыба позволяет найти выход из тупика, сформулированного фондом WWF: «Разумно ли кормить выращиваемую рыбу выловленной дикой рыбой?». Очень часто на одной территории сосуществуют предприятия по производству полуфабрикатов, которые могли бы стать дополнениями друг для друга, если бы с самого начала рассматривался единый более масштабный проект, в который эти предприятия вошли бы в качестве компонентов.

Изначальная идея проста: Солнце производит энергию, необходимую для растений (наземных и водных), которые производят отходы, но отходы, перерабатываемые и включаемые в цикл производства белка как растительного, так и животного происхождения, усваиваемого человеком. Например, сельхозработники производят отходы, которые, после компостирования, могут быть использованы для повышения плодородия воды при выращивании спирулины. Аналогично в «водном культиваторе» после сортировки урожая спирулины, отбраковывается часть клеток, не пригодных для питания человека, но которые можно использовать в качестве корма для мальков тилапии на некотором рыбоводном хозяйстве. Можно также эти отходы спирулины использовать для выращивания зоопланктона, скармливаемого малькам хищных рыб. Фермер, выращивающий рыб, в качестве платы за корм должен выпускать часть мальков в озера. В то же время рыбак, наряду со своей главной практикой, будет снабжать питомник производителями.

Следуя такой логике, было бы очень заманчивым создать на определённой административной территории центр ресурсов, в работе которого активно участвовало бы местное население. В данной организации, с четко определёнными направлениями и календарём выполнения биотехнических операций, должна присутствовать возможность обмена между разными специалистами своими знаниями, идеями, ноу-хау, что необходимо для оптимальной реализации общей идеи. Нужно исходить из теоретических разработок, на основе которых должны выкристаллизоваться идеи остальных участников.

## **Борьба с бетонированием влажных зон**

Хотим ли мы этого или нет, в нашем коллективном сознании слово «болото» ассоциируется с чем-то нечистым и нездоровым,

что исходит от слова малярия *la mal aera* — итальянского слова, означающего «плохое пространство» и давшего название болезни, возбудителем которой, комары, обитают на болотах. Прибрежные болота являются влажными зонами, а слово «влажный» несёт негативный смысл, утверждающий, что данная зона не пригодна для сельхозработ, что она нуждается в осушении, например путём дренажа. Однако влажные зоны — это не только места, охраняемые ради красот пейзажа, или сохранившиеся окна для проветривания бетонных набережных, или кусочки природы, спасённой от человеческого хищничества. Они играют для моря ту же роль, что и леса для суши. Они также являются главными «губками» держащими воду на случай засухи. Если мы хорошо представляем себе неприятности, какие повлечёт за собой потепление климата, нужно, прежде всего, максимально возможно обеспечить сохранность влажных зон.

Почти 3/4 мировых запасов животного и растительного белка находится в море. Но большую часть водных биоресурсов составляют, так называемые, «континентальные» виды, то есть виды, размножающиеся во влажных наземных зонах. Прибрежные болота представляют собой места протекающих процессов со сложной геохимией и инкубированием икры и яиц многочисленных морских организмов. Там, где смешиваются морские и пресные воды, многие факторы принимают участие в создании своеобразного инкубатора и питомника для морских организмов: высокая продуктивность, превосходящая в 2–3 раза лучшие сельскохозяйственные земли, богатый зоопланктон и сложные циклы развития, включающие многочисленные стадии. В этом же смысле влажные береговые зоны являются богатством, причём непосредственно эксплуатируемым человеком, но при условии, что он знает, как (и может!) сохранять природное равновесие — источник его существования. Если человек сможет стать соучастником труда природы и внесёт в него свои знания, полученные в научных исследованиях и в процессе жизненного опыта, тогда эти питомники станут для человека дружественными и щедрыми.

### ***Возврат к происхождению жизни: солёные болота***

Жизнь на нашей планете, в том числе и в океанах, существует уже на протяжении 3,5 млрд. лет. Есть, однако, место, в котором в течение года можно наблюдать эволюцию жизни и это место — солёное болото. При внимательном исследовании функционирования экосистемы солёного болота, оно представляется лабораторией под открытым небом. Протекание жизни здесь подчинено сезонным ритмам, а каждый бассейн характеризуется сложными геохимическими процессами.

В среде с высокой солёностью и экстремальными значениями гидрохимических параметров, разнообразие фитопланктона не велико. В природном, либо искусственном кристаллизаторе с осаждающейся солью выживают только два вида микроводорослей. В литре воды, содержащем 280 г соли, разнообразие отсутствует и развивается только одна микроводоросль: *Dunaliella salina* и, в основном, только один представитель зоопланктона: *Artemia salina*. Это уникальные виды, способные выживать при экстремальных значениях солёности. Странное «сообщество» микроскопических призм соли и мельчайшей водоросли создаёт для нас обязательный компонент нашего благосостояния: поваренную соль и единственный цветок, растущий в море — солевой цвет (*la fleur de sel* — буквально цветок соли, так по-французски называют белые мелкие кристаллы соли, плавающие на поверхности воды в виде белых полос и пятен — прим. переводчика). Среди этих двух представителей гиперсолёных водоёмов встречается и представитель простейших: *Fabrea salina*.

Если рассматривать организацию жизни в океане, нельзя не заметить, что она представлена организмами фитопланктона, затем зоопланктона и, наконец, простейшими; все они вместе создают колоссальное биоразнообразие жизни в Океане. В солёных болотах обнаруживаются условия для происхождения жизни: минеральный мир (кристаллы соли) и три вида, вызвавшие революцию в

океанах: фитопланктон, зоопланктон и простейшие. Если сделать несколько шагов, можно попасть в водоём с солёностью 34 г солей на литр воды. В этом месте планктон демонстрирует всё своё разнообразие. Но, если идёт испарение воды, тогда видовой состав фитопланктона начинает обедняться. Соответственно в дождливые сезоны идёт пополнение бассейнов водой и восстановление биоразнообразия. Собирая соль путём испарения воды, человек снижает разнообразие растительного планктона, но в остальное время года при заполненных водой бассейнах, человек поддерживает обменные процессы между морем и пресной водой, поступающей с континента. В этот период природа продолжает производить высокое разнообразие планктона, который затем выходит в море.

#### **Как функционирует солёное болото?**

Под воздействием солнца и ветра вода нагревается и испаряется. Болота и сегодня также обустроены, как и тысячу лет тому назад: тоненький ручеёк морской воды, называемый «этье» (etier) поступает внутрь болота. Начиная с бассейна накопителя воды «вазье», (который заполняется при полной воде во время прилива), морская вода проходит самотёком через систему последовательных бассейнов. При этом вода испаряется, а солёность — повышается и в конце доходит до насыщения и выпадения из рассола кристаллов соли. Иначе говоря, вода проходит через систему бассейнов, выкопанных в глинистом грунте, и в последних бассейнах, при солёности 280 г/л и слое воды всего в 5 см, достигается состояние насыщенного раствора. В этих бассейнах и собирают соль в кучи, расположенные рядом с бассейном. В сентябре кучи перевозят в складские помещения.

#### ***Болота Геранды (Guerande)***

Болота Геранды, образуя две зоны, занимают общую площадь равную 2 000 га. Одна из них, более обширная, простирается вокруг города Круазик (Croisic) и захватывает коммуны: Batz-sur-



Mer, Guerande, La Turballe. Другая — идёт вдоль побережья Геранды и занимает площадь в 350 га, с коммунами: Mesquer, Saint-Molf и Asserac. Соль в районе Геранды добывали на полуострове со времён железного века. В настоящее время насчитывают более 10 000 работающих бассейнов, из которых пять относятся к каролингской эпохе.

В настоящее время в Геранде ежегодно 250 человек производят 12 000 тонн соли. История этих болот рассказывается в фильме «Земля Соли» (Terre de Sel), который пользуется успехом у зрителей на протяжении всего года<sup>32</sup>). История эта совсем не банальна, так как болоту грозило полное исчезновение, а вместо него должны были появиться автодороги. Это также история встречи преподавателя с квалифицированными специалистами, во время которой они обсуждали возможные варианты будущего, пригодного для этих мест.

### *Болото против бетона*

В 1976 г. Министерство национального образования и Министерство транспорта решили создать систему подготовки специалистов по марикультуре в первом во Франции лицее в г. Геранде. Было поручено Пьеру Молло, в то время преподавателю аквакультуры, организовать реализацию этого проекта, для чего ему предоставили жильё, бассейны и лабораторию, построенную посреди солёных болот. Но в г. Batz-sur-Mer, столице соли, он узнал из афиши, что морским болотам угрожает бетонирование. Точнее, одна часть болот предназначалась для застройки, а на другой части планировалось разместить интенсивную аквакультуру. Первый контакт Пьера Молло с противниками проекта прошёл довольно прохладно. Производители соли больше противились проектам организации интенсивной аквакультуры, которые меняли предназначение бассейнов (производство соли), чем бетонирова-

---

<sup>32</sup>) [www.terredesel.fr](http://www.terredesel.fr)

нию побережья со строительством зданий, обращённых к морю. Они начинали действовать через профсоюзы, ассоциации, а также через прессу, театр и т. д.

Многие солевары рассматривали Пьера Молло как аквакультуриста, поэтому для них — потенциального противника. Для производителей соли аквакультура являлась синонимом предприятия с солидным капиталом, с тяжёлым и интенсивным режимом деятельности. Она им напоминала попытку Генеральной трансатлантической компании (“Transat”), которая в 1969 г. перестроила болота и солевые бассейны вокруг г. Круазик в фермы интенсивного выращивания угрей. Всякие новые проекты Пьера Молло по созданию морских хозяйств встречали сопротивление со стороны местных жителей. Ситуация побудила Пьера Молло, ставшего невольным потенциальным врагом, окопавшемся посреди солёных болот, рассказать производителям соли о преимуществах марикультуры.

Мало-помалу солевары, особенно молодёжь, стали навещать лабораторию и увидели, что они имеют дело с открытым человеком. По понедельникам, в течение нескольких месяцев они взаимно обучали друг друга, начав с освоения специальных терминов. Преподаватель рассказывал простым доступным языком о биологии морских организмов, а добытчики соли — об интересных особенностях морских болот, о системе циркуляции воды через бассейны, флоре и фауне болот. Как только был найден общий язык, Пьер Молло стал знакомить своих собеседников с различными типами аквакультуры и организовывать принципиальные, но доброжелательные обсуждения существующих проблем. В конце концов, они пришли к единому мнению относительно будущего солёных болот — природных питомниках морских организмов. Постепенно родился проект по разведению двустворчатых моллюсков тапесов. На базе обсуждений с производителями соли сложились собрания местной общественности, на которых обменивались мнениями рыбаки, устрицеводы, другие профессионалы моря, которые ранее друг с другом практически не общались. Таким обра-

зом, Лаборатория Министерства национального образования стала местом плодотворных встреч.

### ***Выращивать тапесов и добывать соль***

В 1976 г. представлялось, что производство поваренной соли из морской воды не имеет будущего. Казалось, что разумнее следовало бы продать болота, так как продажная цена соли не высока, поэтому трудно заинтересовать молодёжь производством соли из морской воды. Однако молодые производители соли решительно возражали против намерения строителей увеличить площадь застройки района г. Боль, путём осушки болот района Пулиган. Идея выращивания тапесов, что не исключает производство соли, представлялась наиболее привлекательной.

В то время производство молоди в контролируемых условиях питомника относили к так называемой «новой аквакультуре». Молодь тапесов, выращенная в питомнике, получает возможность максимального использования высоких урожаев первичной продукции (фитопланктон) и вторичной продукции (зоопланктон), характерных для земляных бассейнов морских болот. Но это была ещё гипотеза. Тогда была создана «Ассоциация морских культур Геранды», которая изучила возможность совмещения экономических аспектов с аспектами окружающей средой, а также с существующей местной деятельностью и проблемой занятости. Пьер Молло показал, что болота богаты диатомовыми водорослями и получил в искусственных условиях 4 000 штук молоди тапесов, которых он разместил в бассейнах глубиной 1,5 метра. Каждые 15 дней работник открывал задвижку и брал пробы морской воды и моллюсков. В условиях бассейна, с регулярно обмениваемой водой, с хорошей освещённостью и высоким содержанием биогенных солей, развивалось многовидовое сообщество фитопланктона — корма для тапесов. Через 1,5 месяца солевары заказали в питомнике 40 000 штук молоди тапесов, а ещё через три месяца — 500 000, а в следующие годы — по миллиону.

### *Красная метка*

Однако экономика солёных болот базировалась не только на выращивании тапесов. В 1970–1980 гг. производители соли смогли организовать и успешно противостоять в конкурентной борьбе с промоутерами недвижимости, противопоставив им свой продукт — пищевую соль из моря. Повышение их профессиональной квалификации, организация стажировок в 1979 г. позволили привлечь молодёжь и модернизировать технологию. В 1988 г. объединение производителей соли преобразовалось в сельскохозяйственный кооператив, который, путём политики повышения качества продукции и продвижения (promotion) продукта, сумел существенно увеличить объёмы реализации. Именно в этот период была организована ассоциация Univers-Sel<sup>33)</sup>, целью которой стал обмен опытом между производителями соли Франции и Бенина, а затем и Гвинеи. В 1991 г. солеварам Геранды была вручена Красная Метка (Label Rouge<sup>34)</sup>), которая остаётся за ними до сегодняшних дней и этот факт является мощной поддержкой их производства. В 1995 г. они объединились в единый кооператив «Солеварни Геранды» («Salines de Guerande»)<sup>35)</sup> и выкупили общество «Герандеец», давшее название продаваемой соли. Начиная с 2006 г., кооператив принял меры для улучшения «relooker» (внешнего вида) своих продуктов и расширил свои возможности в сфере коммуникаций.

В настоящее время можно констатировать, что спустя 35 лет после угрозы развала производства соли и застройки солёных болот, болота Геранды живут полной жизнью, в тоже время экономическая деятельность успешно осуществляется, окружающая среда не загрязнена и не нарушена, бывшие социальные проблемы — ре-

---

<sup>33)</sup> [www.guinee44.fr](http://www.guinee44.fr)

<sup>34)</sup> Label Rouge была вручена не только за организацию систематического контроля состава продукта, гарантирующего должное содержание микро- и олигоэлементов в соли, а также высокое органолептическое качество, но и за выполнение требований ко всем этапам технологического процесса получения соли, включая её сбор, кондиционирование, складирование и т. д.

<sup>35)</sup> [www.salinesdeguerande.com](http://www.salinesdeguerande.com)

шены. Три основных компоненты устойчивого развития (экологическая, социальная и экономическая) в данном случае присутствуют в полной мере.

### *Находятся ли в опасности профессии, используемые в прибрежной зоне?*

Биологическое разнообразие солёных болот Геранды необходимо для гарантии существования прибрежных профессий. В течение тысячелетий мужчины и женщины Франции используют технологию получения соли из морской воды. Солевары Геранды являются лучшим этому примером. Солёные болота Геранды живут собственной жизнью, но обогащают и обновляют жизнь, разрушающуюся в других зонах. Циклы планктонных организмов и взаимозависимость прибрежных профессий на примере конкретного места — Герандского полуострова, являются очевидными. Планктон развивается в солёных болотах Геранды и питает устричные парки в районе г. Круазик, которые, в свою очередь, поставляют личинок ракообразных и рыб из Ля Тюрбаль.

Солевары, год от года, от поколения к поколению, следят и обустривают сложную и хрупкую гидравлическую систему соляных бассейнов. Именно таким образом они обогащают море, создавая условия для развития растительного планктона, — начального звена пищевой цепи. Солёные болота, поддерживаемые усилиями солеваров, издавна являются природными питомниками, в которых нуждается море.

Непрерывно, от поколения к поколению, продолжается обустройство прибрежной зоны для выращивания моллюсков, то есть для конхиокультуры. Успех в этом деле определяется качеством вод, (особенно качественным и количественным составом фитопланктона), поступающих из влажных зон (здесь это болота, а далее — эстуарии). В период нереста моллюсков, они вымётывают миллионы яиц, из которых развиваются личинки, входящие в со-

став зоопланктона и кормовой базы для личинок ракообразных и рыб.

Когда рыбак расставляет вдоль устричных парков свои ловушки для отлова ракообразных, он не знает, насколько богатым будет его улов. Если в прибрежной экосистеме произойдут нарушения, то они затронут, прежде всего, этого рыбака. Сегодняшний рыбак озабочен состоянием биоресурсов, внедрением орудий селективного лова, биологическим отдыхом мест интенсивного рыболовства, воспроизводством биоресурсов и восстановлением качества прибрежных вод.

В чреде традиционных ремёсел и профессий, использующих такие специфические водоёмы как болота, эстуарии, большие пространства литорали и т. д., развитие новых видов деятельности, таких как современная аквакультура, должно быть совместимым с экологическими особенностями среды, с грамотным использованием богатств моря — только в этом случае новые направления будут действительно инновационными и перспективными.

## Развивать «народную экономику»

В XIX веке через религиозное мировоззрение, затем в XX веке через некоторые неправительственные организации, с самыми лучшими намерениями, внушали странам, находящимся «на пути развития», что наилучший путь к счастью ведёт через принятие западных ценностей. Таким образом, по мнению Запада, развивающимся странам «нужно решительно отказаться от прошлого», но ведь в действительности, нужно не отказываться, а адаптировать свои традиционные ремёсла к требованиям сегодняшнего времени. Инфраструктура западного образца (дороги, плотины) не всегда уместны, особенно там, где особенности уклада позволяли компенсировать недостаток финансовых средств местными ремёслами, например продажей соли, бартером и т. д. Не следу-

ет забывать, что обмен позволяет участникам сохранять достоинство, в то время как в сотрудничестве «Север–Юг» одна сторона остаётся ассистентом. Известно, что «ещё до европейской колонизации существовали местные организации взаимопомощи и кооперации»<sup>36</sup>). Яо Ассогба, профессор социологии, уточняет, что социальная экономика развивается вновь, начиная с 60-х годов, среди населения территорий, прилегающих к Сахаре, как ответ на неспособность государств удовлетворить их фундаментальные потребности (питание, здоровье, образование и т. д.). Сейчас мы являемся свидетелями возрождения (и признания) крестьянских организаций, а также организаций профессиональных, организованных социальных групп, но не имеющих ни уставов, ни профсоюзных организаций.

«Концепция неформального сектора была использована для выделения целых направлений социально-экономической деятельности, функционирующих в автономном режиме по отношению к системам производства благ и к службам общественной власти, то есть системам, называемым «современными». Сегодня существует развитая тенденция признания в качестве движущих сил третьего сектора в Африке. Однако его сторонники предпочитают использовать в качестве синонима социальной экономики термин «народная экономика»<sup>37</sup>).

### *Мангры — благодатная почва для обмена опытом*

Мангры — это общий термин, включающий в себя, в зависимости от географического положения, леса совершенно разного плана. Во второй части книги было показано, что мангры играют важную экологическую роль природных питомников, особенно в

<sup>36</sup>) Yao Assogba «Управление, социальная экономика и развитие в Африке», Cahiers de la chaire de recherche en développement communautaire, serie “Recherche” n 16, Hull (Canada), universite du Quebec a Hull (UQAH), 2000.

<sup>37</sup>) Тот же источник.

случаях, когда они находятся в хорошем состоянии, либо специально охраняются.

### *От Геранды до Бенина: переход от политики выживания до практики устойчивого развития*

Лагуна Бенина простирается за кордоном, образованным дюной на запад от Котону до тоголезской границы. Эта лагуна испытывает негативные последствия чрезмерного демографического роста и безработицы среди молодёжи. Рыбы в лагуне мало, так как вылавливают сейчас слишком мелких и уже редких рыб. Другая экономическая деятельность: производство соли, для которого не используют солнечную энергию и ветер. Даже — соль по-бенински — традиционно производится женщинами. Как только во время отлива море скатывается с солёных болот, женщины начинают скоблить землю, содержащую кристаллы соли. Собранную землю разводят морской водой, кипятят рассол и, после выпаривания воды, собирают соль. На выпаривание воды уходит большое количество дров. Когда-то дрова находили поблизости в манграх, теперь мангры стали сильно изреженными и дрова приходится покупать в Котону или заготавливать их в отдалённых местах.

Женщины вынуждены заниматься всем: воспитанием детей, отправляться на поиски дров, собирать кокосовые орехи и делать из них масло, молотить красный перец или готовить кукурузную кашу. Производство соли и её продажа на рынке требуют от них много времени и энергии. Особенно они обеспокоены происходящими изменениями в солёных болотах, «которые после строительства плотины стали другими». То солёная земля стала плохой, либо слишком поздно высыхает после окончания сезона дождей, то она затапливается высокими приливами, а то, наоборот, сильно пресняется дождями.

Для спасения мангров, производители соли из Геранды пришли на помощь своим африканским коллегам и предложили им свою технологию. Возможно, что европейская технология не луч-



ше, но она безопасна для окружающей среды. Перенос технологии, использующей солнечную энергию, в африканские условия может увенчаться успехом, если она впишется в местные традиции и психологию населения. Коллективная деятельность, объединяющая бенинцев и герандцев, позволила адаптировать методы традиционной добычи соли в Геранде (использование солнечной энергии). Вместо выкапывания бассейнов в глинистой почве, французы предложили делать бассейны-испарители из пластиковой плёнки, площадью 10 м<sup>2</sup>, которые заполняли рассолом. Дальше под воздействием Солнца и ветра происходило естественное испарение воды и выпадение кристаллов соли. Данная технология не только экологически безопасна, но и удобна, так как плёнку можно приобрести на местном рынке, то есть не требуется завоз материалов из Европы. Женщинам новая технология должна принести облегчение: не нужно дышать вредными испарениями во время выпаривания соли; появляется свободное время, которое можно использовать для семьи, воспитания детей. Внедрение новой технологии вписывается в программу устойчивого развития (даже, если в 1988 г. эти термины использовали не часто), в котором отдают предпочтение конкретным потребностям людей и предотвращению негативных воздействий на природную среду<sup>38</sup>.

### *Спасение соли и риса в Гвинее*

В Гвинее, также как и в Бенине, соль производят женщины. Они соскабливают чёрный и солёный поверхностный слой почвы, помещают его на сито и промывают морской водой. Вода, проходя через слой земли, растворяет соль и образует рассол, который собирают в широких глиняных тазах. Затем воду из рассола выпаривают нагреванием на кострах, в которых в качестве дров используются мангровые деревья. Для производства 1 тонны соли

---

<sup>38</sup>) Об этом обмене опытом рассказывается в фильмах «Ула-Ко и сын Солнца и ветра» Женевьев Дельбо, Жана Арлода и Пьера Молло и «Уэссиво Дадже, соль женщин» Женевьев Дельбо и Жана Арлода.

нужно сжечь 3 тонны дров. Здесь также женщины обезвожены от жара костров; они также подвергаются воздействиям токсичных испарений, из-за которых краснеют глаза и страдают лёгкие. Вокруг деревни мангры вырублены, пейзаж напоминает поле боя, повсюду рытвины, содранные кучи солёной земли, груды брёвен из мангровых деревьев.

Солевары Геранды из ассоциации Univers-Sel<sup>39)</sup> решили помочь своим коллегам и поделиться опытом производства соли, полученным в Бенине. Идея простая и гениальная: солнечные солеварни просты, но они противоречат местным традициям и требуют обдумывания, привыкания к другой технологии. Женевиер Дельбо поясняет: «Жителям сельской местности достаточно обладать вкусом и озабоченностью, а этого достаточно для того, чтобы придумать массу способов для улучшения условий жизни местных селян». Действительно, нужно уметь выбрать удобное место для размещения бассейнов (испарителей) с рассолом; выровнять для них площадки; сделать каркасы из жердей для будущих бассейнов и закрепить на них плёнку. Этот метод сейчас настолько хорошо работает в Гвинее, что получил в Африке своё название: «гвинейские солеварни». О нём знают в сельской местности и считают, что соль, получаемая данным методом, имеет самое высокое качество: она содержит часть морского йода, помогающего бороться против возникновения базедовой болезни (зоб), а также она лучше подходит для засолки рыбы, чем обычная местная соль. Поэтому на рынках такая соль стоит дороже.

Начиная с 1999 г., стали работать «солёные школы», которые позволили распространить данный метод на пять других районов страны, причём учителями были сами гвинейцы. В итоге было построено 1 000 испарителей, производительностью каждого по 15–20 кг соли в сутки.

На данном участке гвинейского побережья производство соли является дополнительным, то есть второстепенным занятием по

---

<sup>39)</sup><http://www.seldeguerande.fr/index.php>

отношению к выращиванию риса или к рыболовству. Однако реализация соли приносит доход, достаточный для покупки семян риса, выращиваемого в сезон дождей, тогда как соль производят в сухой сезон. Сейчас производство соли и риса стало единой отраслью.

### *Солеварение и возделывание риса — два пожирателя мангров*

Солевары Геранды поняли, что новая технология производства соли, без учёта основы гвинейского питания — риса, не сможет спасти мангры. В Западной Африке рисоводство является главной отраслью на берегах «рек Юга», (так там называют местность, занимаемую манграми), которые простираются на 3,5 миллионов гектар от Сенегала до Сьерра Леоне. Эта зона поставляет 50% национального производства риса в Гамбии, 80% — в Сьерра Леоне и т. д. Рисоводство и солеварение формируют адский тандем, систематически уничтожающий мангры. С одной стороны, кипячение рассола пожирает мангры целыми брёвнами в период сухого сезона. С другой стороны, рисоводство уничтожает мангры при освоении участков для создания рисовых плантаций. Постепенно земля в рисовых чеках подкисляется, поэтому участки оставляют и осваивают новые и т. д. В настоящее время рис культивируется на площади, занимающей менее половины всей площади, отнятой у мангров.

Итак, мангровые заросли раздирают со всех сторон. Тем не менее, можно представить себе ситуацию, в которой рисоводство и мангры образуют жизнеспособный тандем. Без получения денег от продажи соли, рисовод вынужден брать деньги в долг, но такая ситуация повторяется без конца, так как урожай риса зависит от многих причин, поэтому рисоводство всегда связано с риском.

### *Облегчить работу и, при этом, сохранить доход*

Что посеешь, то и пожнёшь. В дельте Касамансе<sup>40)</sup> вырубка леса и строительство дорог, которые образовали плотину между морем и рекой, создали условия для исчезновения мангров. Рыбаки уже не в состоянии наловить достаточно рыбы, хотя бы для пропитания своих семей, а рисовые чеки, ранее предохраняемые мангровыми зарослями от морской соли, теперь практически уничтожены.

«Океаниум»<sup>41)</sup> — сенегальская ассоциация охраны среды, предложила населению дельты восстановить мангры путём посадки мангровых деревьев. Проростки мангров сажали через каждые три шага, а на всём участке высадили 10 000 проростков. Через час после высадки проростки показали свои головки над поверхностью воды. Высадка проростков явилась результатом длительной подготовительной работы. Ассоциация «Ha'dar el-Ali», в рамках программы «Посади своё дерево», показала на примере реабилитации деградированной зоны, возможность восстановления мангровых зарослей. На вырубленном участке крестьяне посадили 65 000 плодов мангровых деревьев семейства *Rhizophora*. Плоды были собраны в здоровых зарослях. Спустя три месяца после высадки, пропагулы<sup>42)</sup> мангров уже были покрыты листьями. Через 3 года растения принимают вид кустарников. Убедившись в результативности работы по восстановлению мангров, соседние деревни начали ходатайствовать перед ассоциацией о проведении аналогичных мероприятий на побережье этих деревень. В течение следующего года деревни высадили 500 000 пропагул. А в 2008 г. Ассоциация выдвинула грандиозную задачу: посадить 6 млн. мангровых деревьев!

---

<sup>40)</sup> Юго-западная область Сенегала, расположенная между Гамбией и Гвинеей-Биссау.

<sup>41)</sup> [www.oceanium.org](http://www.oceanium.org)

<sup>42)</sup> пропагулы — любая часть дерева, способная дать начало новому дереву (споры, семена, черенки и т. д.).

Деревни — «доноры» расположены на берегах рек. Требуется там организовать сбор плодов, карабкаться по массивным воздушным корням; вплавь возвращаться к пирогам, толкая перед собой ведро с урожаем, причём всё это нужно делать несмотря на раны, насекомых, усталость, пост в период рамадана... Эта работа должна оплачиваться: сбор полного мешка весом 20 кг стоит 1,52 евро. Когда грузовик заполнен, его направляют в одну из деревень — получателей (всего их 130), в которой население, несмотря на занятость на рисовых чеках, высаживает эти ростки в ил. Оплата этих операций производится разными организациями: французским фондом, международным фондом и местной агропищевой компанией. По каким научным критериям выделяют зоны для восстановления мангров? Прежде всего, используются местные опыт и знания.

В результате различных региональных акций уменьшение площадей, занимаемых манграми, происходит с замедляющимися год от года темпами. Так, в период 1980–1990 гг. темпы уничтожения мангров составляли 187 000 га/год, а в период 2000–2005 гг. — 102 000 га/год. Оберегая хрупкие экосистемы мангров, жители деревень делают благо для своей местности, так как мангры образуют надёжный барьер в отношении эрозии берегов и осолонения прибрежных районов.

### ***Внедрять многопрофильные профессии***

Устойчивое развитие нуждается в комбинировании направлений, ранее представлявшихся несовместимыми. Однако, если хорошо поразмыслить о трёх измерениях (социальном, экономическом, экологическом), то становится возможным оперирование понятиями, применяемыми в промышленности, например сроками окупаемости. Так, можно рассматривать рабочее место не как статью финансовых затрат, а как средство экономии по очистке среды от загрязнения или как отсутствие потерь от бездействия управления водными ресурсами. Многопрофильность позволяет

также использовать взаимосвязь средств, уменьшить затраты по найму работников и, следовательно, создать нужные рабочие места. Устойчивое развитие требует применения подхода «проект-территория», учитывающего взаимодействие факторов среды, которые не могут быть изолированы от социальных и экономических факторов.

Эта комплексная идея включает, с одной стороны, профилактику, которая обходится дешевле самой очистки от загрязнения, а с другой стороны — прогноз (например, потепление климата), что обходится дешевле для коллектива. Вот несколько примеров многопрофильности, которые уточняют то, что на первый взгляд представляется несколько абстрактным.

### *Создание рабочих мест, второстепенных по отношению к морским профессиям*

Часто предлагают профессиональным морякам освоить одну или несколько дополнительных профессий, что облегчит проведение биологического отдыха водных ресурсов, либо позволит снизить промысловую нагрузку на некоторые виды рыб. Для этого достаточно время, не занятое рыболовством (неподходящие метеоусловия, ремонт судна и т. д.), заполнить другими видами деятельности. Но для реализации такой задачи придётся учиться «на протяжении всей жизни».

Вместо того, чтобы работникам морских профессий предлагать места в системе реализации товаров, их логичнее было бы включить, например, в группы морских биологов или в организацию, занимающуюся воспроизводством морских ресурсов, или действовать в операциях мониторинга качества прибрежных вод. Такой подход реализуется в Японии с 1950 года. Он выгоден, по крайней мере, в двух отношениях: сохранение биоресурсов и просвещение рыбаков по вопросам воспроизводства биоресурсов и ознакомление их с морской экологией. Если человек хорошо понимает уязвимость биоресурсов, причём тех, которые он собирается

эксплуатировать, он с большей бережливостью будет к ним относиться. Также важно научить людей думать о качестве водной среды, так как воспроизводство биоресурсов в некачественной воде не принесёт удовлетворительных результатов. И, если рыбаки будут участвовать в работах по восстановлению качества воды, они помогут созданию ассоциаций<sup>43)</sup>, целью которых является создание у людей мотивации, заинтересованности в участии в работах по бережному отношению к морю и его населению.

### *Заповедник на двоих*

Во всех странах природные заповедники вызывают опасения, так как их рассматривают как «замороженные» территории. Для изменения такого негативного представления необходимо, чтобы рыбаки нашли преимущества во введении запрета на рыболовство, но, при этом, исключив переход на экотуризм, который может оказаться направленным против них. Действительно, массовый туризм может навредить охраняемым местам, а в некоторых странах, в которых туризм становится единственной деловой активностью, он может даже и уничтожить местную экономику. В случае международного кризиса, что имеет место сейчас, единообразие в экономике особенно опасно. К счастью имеются примеры удачных решений.

Так, для охраны мест размножения тюленя-монаха, исчезнувшего во Франции и в Испании в 50-ые годы прошлого столетия, (точнее с тех пор встречали в Средиземном море несколько отдельных небольших групп), в 2001 г. был создан заповедник на Кап Блан возле Нуадибу — экономической столицы Мавритании. Заповедник находится в центре зоны, заминированной во время войны между марокканской армией и сепаратистами из Сахары. Благодаря минированию, точнее перекрытому доступу к морю, тюленю удалось выжить в гротах. Эти, своего рода, детские ясли для тюле-

---

<sup>43)</sup> Такие ассоциации, как «САР 2000» или «Наблюдатели планктона».

ней, отдалённые на 6 км от берега, в настоящее время охраняются тремя отрядами, которые обеспечивают спокойное существование тюленей. «Охрана территории и акватории положительно отразилась на запасах рыб и ракообразных, что уже заметили рыбаки, ловящие рыбу в соседних районах» — объясняет Амди Мбарек<sup>44</sup>). В качестве компенсации за усилия местного населения мы проводим социальные мероприятия: обучение безопасности мореплавания, строительство рыбного рынка в Нуадибу<sup>45</sup>)... ». Следовательно, просто охранять территории и акватории не представляется достаточно эффективным. Нужно для местного населения организовать подходящую компенсацию и только в этом случае они будут считать, что отчуждённые участки могут приносить для них пользу.

### *Туризм и рыболовство*

Иногда достаточно только поменять судно, чтобы выйти на три оси устойчивого развития: охрана ресурсов, экономическое развитие, сберегаемые рабочие места. Развитие туристических станций на побережье Сара в Бразилии связано с некоторым риском. В связи с высокими ценами на землю в районе пляжей и спекуляцией недвижимостью, население вынуждено было уехать из своих традиционных мест, а семьи рыбаков стали получать скромные заработки от туристического сектора. Тогда рыбаки поняли, что они не заинтересованы в отказе от одной профессии в пользу другой и, что им выгоднее совмещать рыболовство и туризм. На пути к устойчивому рыболовству рыбаки-кустари Сары пытаются совместить обе профессии для того, чтобы лучше зарабатывать<sup>46</sup>), но также и для сохранения своей независимости от посредников.

---

<sup>44</sup>) Президент организации «Аннажа» (Annajah) — мавританской неправительственной организации.

<sup>45</sup>) Sciences et Vie, juin 2009.

<sup>46</sup>) Rene Scharer. Extraire l'or de la mer. Samudra, N44, juillet 2006.



Основу рыболовства в данном регионе составляет «добыча морского золота». Золото — это лангусты, названные так из-за их высокой рыночной цены. Добыча лангустов происходит в условиях очень жёсткой конкуренции между владельцами моторных судов длиной 12–15 метров, осуществляющих лов вдали от берегов с использованием 600–1000 ловушек в виде ящиков, а также небольших парусных плавсредств, называемых «жангадас», оснащённых 40 ловушками. Жангадас ловят лангустов вблизи берегов.

В связи с неспособностью жангадас конкурировать с моторными судами, пришлось искать новое техническое решение. Рыбаки г. Прена до Канто Верде придумали катамаран, который без мотора способен осуществлять промысел на континентальном плато, то есть в зоне, недоступной для жангадас. Повышение уровня безопасности плавания, комфорт и устойчивость, невысокие эксплуатационные расходы, умеренное промысловое усилие и хорошие адаптационные возможности — характеризуют катамаран как успешное техническое средство многопрофильного промысла. Кроме этого, это судно можно использовать и для морского туризма и спортивного рыболовства. В соответствии с результатами исследования, опубликованного в 2006 г., два пилотных проекта<sup>47)</sup> доказывают выгоду развития туризма, соблюдающего требования охраны среды и демонстрирующего культурные традиции местного рыболовства. Данная удачная инициатива в настоящее время используется населением других районов.

### *Береговые рабочие*

В рамках французской программы создания рабочих мест для молодёжи<sup>48)</sup>, в 1998 г. был составлен документ, включающий разделы: рабочие места, трудовая активность, компетентность, — в результате чего стала очевидной необходимость создания но-

<sup>47)</sup> В Прена до Санто Верде и в Понта Гросса.

<sup>48)</sup> Новые службы / Молодёжь-занятость.

вой профессии — береговой рабочий. Эта профессия отличается от существующей специальности «агент содержания природных пространств». Обе профессии чётко разграничены юридическими рамками как на европейском уровне<sup>49)</sup>, так и на французском и, в частности, Коммунальным кодексом, который оговаривает, что они занимаются охраной и чистотой публичных мест в береговой полосе суши шириной 300 метров<sup>50)</sup>. Метод разработан для того, чтобы содержать данное пространство в надлежащем виде при участии всех действующих лиц и с оптимизацией затрат. Метод формализуется в терминах управления. В базовом документе все части должны финансироваться независимо от типа собственности. Ранее уже действовала система образования, которая включала уход и поддержание природных пространств, а также изучение биологии растений и животных, механику, загрязнение среды. На всё выделялось 260 часов теоретических занятий, 250 часов практики на предприятии и 290 часов — на стройке.

Сегодня береговых рабочих называют уборщиками мусора и ещё иногда — агентами содержания природных пространств, а часто — строительными площадок. Хотя это и очевидно, но стоит повторить: планы по управлению пространствами не могут принести ожидаемые эффекты, потому что они не будут выполняться персоналом, компетентным в вопросах окружающей среды! Часто смешивают уход за пейзажем и экологическое управление местностью.

Список типовых обязанностей, указанных в обязанностях «береговой рабочий».

---

<sup>49)</sup>Резолюция (73) 29 относительно охраны прибрежных зон (октябрь 1973).

<sup>50)</sup>Статья 32 закона №86-2 относительно оборудования, охраны и оценивания береговой полосы.

Слежение за загрязнением	Слежение за окружающей средой
<p>Идентификация различных типов отходов и рисков, которые они могут представлять для окружающей среды.</p> <p>Перенос в хранилища опасных отходов.</p> <p>Вывоз (ручной или механизированный) макроотходов.</p> <p>Сортировка отходов.</p> <p>Заполнение таблицы по отходам.</p> <p>Сбор тяжёлых загрязнений.</p> <p>Поддержка противозагрязнительных служб.</p>	<p>Наблюдения в рамках экосистемы и природного наследия.</p> <p>Составление списка показателей деградации среды или проблем, возникших на данном участке.</p> <p>Выделение зон, способных представлять риски для людей (движение, камнепады, колдобины, разрушенные участки дороги и т. д.).</p> <p>Составление документов для соответствующих служб.</p>

### ***Предсказывать потепление климата***

Эта профессия берегового рабочего может оказать помощь в решении неразрешимых до настоящего времени проблем. Кроме сбора мусора и поддержания в надлежащем порядке прибрежных территорий, эти квалифицированные специалисты могли бы следить за поступлением загрязнений в акватории, то есть осуществлять слежение за окружающей средой, что включено в список обязанностей и, таким образом, комплектовать соответствующую базу данных. В самом деле, если нужно найти финансирование для введения профессии «наблюдатель за окружающей средой»,

то почему бы вместо этого не поручить бригаде береговых рабочих выполнять соответствующие работы? Известно, в частности, что до поступления загрязнения из открытого моря, вначале у берега на поверхности воды можно наблюдать радужные разводы. Если их заметить вовремя, можно быстрее и эффективнее провести противозагрязняющие мероприятия и предотвратить загрязнение берега нефтепродуктами.

**Проект Prodig: программа исследований распространения устрицы *Crassostrea gigas***

Эта исследовательская программа (на три года: с января 2006 г. по декабрь 2008 г.) рассчитана на изучение расширения ареала тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* на французском побережье пролива Ламанш. Необходимо проследить продвижение поселений устрицы, определить тенденции в продвижении, изучить экологические и социоэкономические последствия данного феномена и разработать методы управления этим явлением. Выдвинуты две гипотезы, объясняющие основные причины изменений ареала устрицы: 1) потепление вод, вызванное климатическими изменениями; 2) адаптация вида (фенотипическая и/или генотипическая). Но выполнение наблюдений не оплачивается данной программой. Назначение Prodig — объединение исследовательских групп из различных научных организаций: Университета Западной Бретани, лабораторий Национального центра научных исследований, Ифремер, Университета Бордо-2. Координацию работ осуществляет Christian Hily (laboratoire Lemar, IUEM, UBO).

С помощью анкет, адаптированных к протоколу исследований, можно было бы выполнить подсчёт животных на литорали, как, например, описано в программе Prodig (см. описание в рамке) от IUEM г. Бреста<sup>51)</sup> для подсчёта диких тихоокеанских устриц или

<sup>51)</sup>IUEM — Европейский университетский институт моря, г. Брест, Франция.

отмечать появление *цветных вод*<sup>52)</sup>, либо выполнять отбор проб, фотографировать плавающий мусор (макромусор, пятна углеводов, бактериальная пена, сточные воды), а также изменения силуэта берегов, что позволит лабораториям и/или университетам привязывать результаты многолетних изменений к конкретным местам. Таким образом, можно не только оценивать, но также и предсказывать эффекты последствий потепления климата на побережье. Действительно, неподвижные животные, такие, например, как устрицы, постепенно продвигаются на север. Следовательно, возможно оценить влияние потепления океана по скорости заселяемости ранее не заселённых мест.

---

<sup>52)</sup> См. сайты: [wwz.ifremer.fr](http://wwz.ifremer.fr) и [www.ifremer.fr](http://www.ifremer.fr)

## Углублять ЗНАНИЯ О ПЛАНКТОНЕ

Обладать научным знанием о планктоне и не разделять его с другими — это нонсенс. Технологическая инновация средств коммуникаций должна быть использована для взаимного обмена знаниями. Сделать знания доступными для всех — одна из фундаментальных миссий учёных и преподавателей.

### Разработка новых средств обучения

В Бег-Мей обучают, как преподавателей, так и будущих аквакультуристов, рыбаков, организаторов охраны окружающей среды. В отличие от других учебных заведений в центре Бег-Мей имеется возможность общения студентов — дипломников с лицеистами, получающими дипломы профессионального обучения ВЕР<sup>53</sup>). Как было показано в первой части, питомник — это, прежде всего, средство для обучения, опирающееся на особую методологию, представляющую собой смесь разных уровней образования и ступеней к знаниям, что осуществляется с помощью современных

---

<sup>53</sup>) Диплом профессионального обучения.

средств педагогики, адаптированных к разным уровням образования. Действительно, Пьер Молло отдаёт себе отчёт в том, что молодёжь обучается морским профессиям «по необходимости», а не по своему устремлению (выбору). Для плавного (бесшокового) изменения менталитета учащегося, но при этом, сохраняя цели обучения, целесообразно опираться на многообразные технические и методологические способы изложения материала и на современные средства коммуникаций.

### *Реализация документалистики*

Рассказывать ученикам о планктоне, не предоставляя им возможности открыть для себя мир, невидимый невооружённым глазом, — это всё равно, что говорить в пустоту. Фотографии каждого планктонного организма интересны, но их разнообразие таково, что необходимо их дополнительно наблюдать живыми, в движении. Это облегчает различение организмов и одновременно мобилизует внимание учеников. В этом отношении хорошим педагогическим средством является документальный фильм. Он даёт зрителям элементы, нужные для понимания, причём без навязывания мнения преподавателя.

### *Тесное общение с работающими специалистами*

Сорок лет тому назад в профессиональном лицее Министерства национального образования в г. Геранда преподаватель уже находился в тесном контакте с профессиональными работниками. Для каждого учащегося он организовывал на устричных, мидийных или рыболовецких предприятиях по три стажировки, продолжительностью по четыре недели. Обучение не требовало значительных инвестиций, так как специалисты имели необходимое оборудование, также как и лаборатории ISTEPM (бывший IFREMER) в г. Троица-на-Море (Trinite-sur-Mer). Сегодня отправиться на стажировку — означает совершить классический пробег.

Живя среди специалистов, ученикам приходится раскрываться; включаясь в работу, они по-своему определяют особенности различий между разными профессиями, словно они уже являются работниками этих предприятий. Однако надо проявлять определённую осторожность в сотрудничестве такого рода. Устрицеводы, в разгар каптажа (*сбора устричной молодежи на коллекторы — прим. переводчика.*) или реализации моллюсков, могут быть заинтересованы в участии дополнительных, причём бесплатных, рабочих рук. Ученик, хотя и должен открыть для себя потребность профессии в применении тяжёлого физического труда, но ему не следует впадать в крайности или подвергать себя эксплуатации. Следовательно, нужно следить за тем, чтобы стажировка проходила правильно, а фермер находил время для передачи ученику своих знаний и навыков.

### ***Обеспечивать заочное образование аудиовизуальными средствами***

Складывается впечатление, что сегодня специалисты мало выделяют времени для пополнения своих знаний. Вот почему нужно также уделять большое внимание и обучению взрослых. Но для того, чтобы собрать специалистов, которые обычно работают вне обучающего центра, необходимо адаптировать время обучения к расписанию их работы.

Поскольку взрослые специалисты развили мощную способность к наблюдениям, более совершенную, чем у большинства из нас, желательно им предложить обучение, которое использует все новые коммуникационные технологии (информатика, обучение на расстоянии, использование веб-сайтов и т. д.).



### *Использование живых объектов в качестве педагогических пособий*

В Бег-Мей животные, содержащиеся в бассейнах, представляют собой и педагогические пособия для обучения студентов и учеников. Технические средства питомника позволяют в любой сезон года производить специфические операции. Вся пищевая цепь (фитопланктон, зоопланктон) представлена в специализированных помещениях. Их можно посещать не только во время обучения, но и в моменты «кристаллизации идей», когда студенты хотят их проверить или реализовать. Поскольку все ученики очень разные, их идеи бывают иногда также удивительны, как и сами планктонные организмы.

Часто «использование живого» оказывается весьма эффективным, так как оно является более чем простым педагогическим пособием — это средство привлечения, заинтересованности предметом. Оно позволяет наладить взаимопонимание между научными работниками и тружениками моря аналогично «открытию» (при участии преподавателей) наземными фермерами экосистемы морских болот. Они тогда поняли, что избыток нитратов, связанный с «плохой агротехникой», вызывает бурное развитие зелёных водорослей и исчезновение обычного фитопланктона.

### *В поисках решений технических задач полезно опираться на природную среду*

В питомнике Бег-Мей молодь производят только в небольших количествах, так как массовое производство посадочного материала не является целью лаборатории. Данный питомник создан для обучения методам искусственного размножения животных. Пьер Молло решил внедрить аудио-видео аппаратуру для облегчения усвоения методов воспроизводства организмов. Была разработана переносная установка, включающая микроскоп и бинокляр, соединённые с видеосистемой, снимающей планктон в режиме ре-

ального времени. Администрация г. Лорьян обеспечила финансирование создания этой установки, а центр Бег-Мей разработал методику её использования в системе образования. Просмотр капли воды под микроскопом достаточен для появления у учеников «жажды познать ещё». Разработка сценариев требует воображения и даже поэтических ощущений и, в то же время, научной строгости. Презентация этой мобильной педагогической установки в Париже на «Первой выставке морских профессий» в декабре 1997 г. оказалась очень удачной и своевременной: её осмотрели 30 тысяч посетителей. С тех пор установка использовалась во многих местах, сначала в рамках «САР 2000», затем ассоциацией<sup>54)</sup>, созданной специально по запросам системы образования.

## Использование современных средств коммуникаций

Планктон заслуживает первостепенного внимания нашей прессы. Но для того, чтобы получить правильное представление о нём, необходимо использование НТИК (новые технологии информации и коммуникации), которые весьма эффективно способны заинтересовать самую широкую публику. При демонстрации красоты планктона ничто не может заменить его изображений, полученных с помощью микроскопа, которые можно распространять всеми имеющимися средствами: фильмы, Интернет, видеоконференции и т. д.

### *Пример: «Мировой планктон» в Океанополисе»*

Центр популяризации знаний о морях и океанах «Океанополис»<sup>55)</sup> находится в Бресте (северо-запад Франции). Как следу-

<sup>54)</sup> «Сар» к природе. [www.cap-vers-la-nature.org](http://www.cap-vers-la-nature.org)

<sup>55)</sup> [www.oceanopolis.com](http://www.oceanopolis.com)

ет из его названия, этот комплекс посвящён океанам, или точнее, экосистемам, представленным в группе зданий современной архитектуры: тропический отдел, полярный отдел, отдел умеренного климата. С высоты птичьего полёта комплекс зданий напоминает гигантского Лего (*сборный конструктор — прим. перевод.*) в форме краба или фантастического ракообразного. Данное заведение — не музей, а сосредоточие жизни, в котором техническая и научная компетенция персонала помогает флоре и фауне воспроизводиться. Так, например, на одном участке созданы условия для размножения морских млекопитающих, в другом месте идёт размножение кораллов, далее — на свет появляются морские коньки и т. д. Посетители рассматривают с восхищением жизнь морских обитателей, протекающую за стёклами аквариумов и бассейнов. Главной ценностью персонала и дирекции центра являются здоровье и благосостояние всех морских созданий, живущих в аквариумах.

С дидактическими целями проводятся выставки, на которых демонстрируется большое разнообразие видов, формирующих живые глобальные системы на нашей планете. Они не всегда остаются невредимыми. Океан может быть ранимым и степень его ранимости можно измерить! Океанополис является и местом изучения морских организмов, независимо от того, находятся ли они на пути исчезновения, или нет, а также местом проведения конференций, просмотра фильмов в конференц-зале на 250 мест.

Но в Океанополисе не была представлена одна важная деталь: публика недостаточно информировалась о богатом разнообразии планктона, о его существенной роли в формировании богатства океанов, в поддержании жизнедеятельности многочисленных экосистем и формировании великих климатических равновесий на планете. По предложению Филиппа Койоля (Philippe Couault), заведующего средствами мультимедиа, был разработан проект организации Дня мирового планктона, который назвали «Мировой планктон». Проект стал действовать с 2005 года, во многом, благодаря активной поддержке директора центра Эрика Юсно (Eric Hussenot). Успех этого мероприятия был настолько велик, что бы-

ло решено проводить его ежегодно 8 июня в Международный день океанов. Поначалу планировалась реализация программы «Мировой планктон» в течение одного дня, но программа вызвала большой интерес, поэтому пришлось её расширить до трёх дней! «Большой вечер морского планктона» собирал в зале людей морских профессий, исследователей, просто интересующихся и увлечённых морем. За этим собранием следовали «дни открытий» с детскими спектаклями, семинарами, просмотрами фильмов, а также свободное посещение Океанополиса.

Одна из целей подобных мероприятий — обмен материалами наблюдений планктона, выполненных в разных точках планеты. Ежегодно, 8 июня на всех морях планеты всем партнёрам во всех уголках мира предлагают объединиться вокруг темы о планктоне и взять несколько проб воды, а также произвести лов планктонной сеткой. Сделать фотографии планктона цифровой камерой или снять фильм и отправить на сайт «Мирового планктона» ([www.plancton-du-monde.org](http://www.plancton-du-monde.org)). В первый раз морской планктон пошёл по непривычным каналам, что потребовалось для организации видеоконференции с участием людей из разных континентов. Документы-изображения затем обрабатывались и отображались в течение дня на гигантских экранах. Конференции, круглые столы, форумы были проведены, как в зданиях, так и за их пределами. Обмен знаниями полезен не только для специалистов, но и для морских тружеников, работающих на побережье всех стран. Ежегодный обмен такой информацией необходим для продвижения по пути восстановления качества морской воды.

Нельзя и недооценивать «фестивальную» особенность данных мероприятий. В каждом месте наблюдений — это повод для проведения «праздника планктона» с включением в него различных инициатив, таких как рисунки детей на гигантских стендах, хореография, пластическое искусство, создание изображений, текстов, сценариев на темы планктона. Уже сложилось международное сотрудничество по планктону. Из всех морей и океанов мира поступают по Интернету на сайт «Мировой планктон» изображения

планктонных организмов: из Чёрного моря (Крым), Индийского океана (острова Собрания), Тихого океана (Чили), Китайского моря (Вьетнам), Северной Атлантики (Исландия), Средиземного моря (Корсика), а скоро — и из Балтики. Также поступают снимки из крупных озёр: оз. Виктория, оз. Чад, из больших боливийских озёр и из многих влажных зон. Сеть Eur-Oceans<sup>56)</sup> активно участвует и информирует население относительно эффектов влияния климатических изменений на состав планктона и на общее биоразнообразие с непосредственным влиянием на биоресурсы, как, например, это произошло с добычей трески в Северном море.

## Проникновение в подводный мир

В 70-ые годы аквакультура была уделом «знатоков», а морская биология была областью науки, научно-исследовательских судов, институтов, таких как ISTRM<sup>57)</sup>. В то время исследования довели до патентования технологий аквакультуры, что было обусловлено требованиями рынка. В 1972 г. Пьер Молло, совместно с рыбаками, построил питомник на острове Уат<sup>58)</sup>. Это событие оказалось первым случаем передачи труженикам моря знаний, полученных в лаборатории. Аквакультура внезапно вошла в интимный мир живого моря. Сегодня, благодаря современной аудио-видео технологии, проникновение в подобную интимность представляется обыденным. Но популяризация морской биологии среди широкого круга заинтересованных лиц всегда будет сопровождаться использованием данной технологии.

---

<sup>56)</sup> [www.eur-oceans.info](http://www.eur-oceans.info)

<sup>57)</sup> ISNPM — Научно-технический институт морского рыболовства (предшественник IFREMER).

<sup>58)</sup> См. фильм L'ecloserie (Питомник), автор Ronan Quemere; фильм можно получить, обратившись: [pierre.mollo@sfr.fr](mailto:pierre.mollo@sfr.fr)

## *ROV — маленькая революция в изучении морских ресурсов*

Микроскоп необходим при изучении живого населения капли морской воды, что помогает пониманию функционирования водных экосистем, включая воды пресных водоёмов, эстуариев и океанов. Тем, кто умеет наблюдать бесконечно малое, море предоставляет в каждой своей капле микроскопические детали, необходимые для понимания прошлого и будущего жизни океанов. А как перейти от микроскопа к макроскопу? То есть, как проникнуть внутрь среды живого океана?

Способ, однако, довольно прост: водолаз погружается в воду, проводит наблюдения, затем предоставляет специалистам (рыбакам, устрицеводам и т.д.) и (или) учёным отчёт о результатах своих наблюдений. Такой способ считается особенно важным, так как ничто не может заменить наблюдение, выполненное человеком. Тем не менее, это только констатация увиденного водолазом, не являющегося учёным или специалистом по выращиванию или вылову морских организмов. В связи с этим возникла идея использования ROV (Remotly Operated Vechicle) — буквально «подвижное средство, управляемое на расстоянии», которое и будет «глазами» специалистов! В 2008 г. сотрудники Океанополиса решили посмотреть, как живут лангустины на дне (глубина 100 м), а также помочь устрицеводам посетить их устричные парки на глубинах 10–25 м, то есть там, где они никогда прежде не бывали, а работали своими драгами вслепую.

ROV — это собирательное название подводных беспилотных аппаратов, управляемых на расстоянии. Аппарат, имеющийся в распоряжении Океанополиса, оснащен телекамерой с высокой разрешающей способностью и прожектором (оборудование довольно старое, применявшееся ранее для осмотра подводных частей корпусов морских судов). Данное устройство явилось плодом сотрудничества трёх организаций: Генерального совета департамента Финистер, профинансировавшего приобретение ROV; Океано-

полиса, смонтировавшего систему высокой разрешающей способности и Французского полярного института, установившего систему управления аппаратом. Океанополис, как организатор данного замысла, разработал программы работ с использованием подводного оборудования.

Опыты были проведены в бухте Киберон в течение двух дней совместно с шестью устрицеводами, базировавшимися на шаланде<sup>59)</sup>. Расположившись на стульях перед большим экраном, наблюдатели впервые получили возможность обозревать свои собственные парки. На берегу пост управления подводным аппаратом, соединённым с прибором GPS, указывал с точностью до метра обследуемые места. Такое захватывающее исследование выполнялось дважды по семь часов каждый раз. Вспомним, что аквалангист не может находиться под водой более одного часа. Более того, аппарат можно в любой момент продвигать в любом направлении.

ROV снимал телекамерой дно, а, параллельно, устрицеводы комментировали увиденное. Один из них констатировал, что его устрицы находились в кучах и, что ему придётся их разбороть для лучшего распределения на дне. Другой обнаружил, что его устрицы погибли, либо страдают от ракообразных — комменсалов (нахлебников). Третий обнаружил в своём парке морских звёзд — опаснейших врагов устриц и объектов ненависти устрицеводов. Благодаря высокой разрешающей способности оборудования, у устрицеводов появилась возможность детального исследования своих участков и выращиваемых на них животных, подобно тому, как это делают обычные наземные фермеры. Что касается морских рыбаков, то в последующие годы им предоставляется возможность использовать ROV для изучения поведения промысловых объектов на глубинах от 50 до 100 м.

Аппарат ROV — это довольно сложное дорогостоящее устройство, которое по экономическим соображениям выгоднее эксплуатировать нескольким организациям. В Океанополисе, например,

---

<sup>59)</sup> А также на барже.

им могут пользоваться рыбаки и фермеры для обследования зарослей водорослей или же получить ценные для работы снимки, учебные фильмы и т. д. ROV так же используется совместно с Полярным институтом для производства фильмов о подлёдных экосистемах.

Итак, ROV — это инструмент для исследований, для производства учебных фильмов и документов, но также и для прикладных целей (рыболовство, аквакультура). Можно себе представить одновременную работу на двух экранах: на одном работа с получаемыми с помощью микроскопа изображениями планктона, а на другом — изображения, идущие непосредственно от ROV.

### *Грузовик как мобильная ферма*

Не следует ограничиваться работой только по созданию заинтересованности у рыбаков и морских фермеров. Загрязнение поступает в море в основном с суши, поэтому необходимо работать и с работниками сельского хозяйства.

В 1995 г. Пьер Молло установил сотрудничество с GVA<sup>60)</sup> (объединение, занимающееся просвещением сельскохозяйственных работников). Одной из задач организации была попытка объяснения того, как сельскохозяйственная деятельность верхней части водосборного бассейна загрязняет прибрежные воды и, в частности, мидиеводство и устрицеводство. Работники агрокультуры также страдают от загрязнения рек, как и специалисты других профессий. Исследователь им объясняет всю сложность протекающих и взаимодействующих биологических процессов, которые функционируют на всём протяжении рек от источников до впадения в море. Для задач популяризации экологических знаний было решено создать передвижную установку на базе грузовика, что и было

---

<sup>60)</sup> Это объединение было принято морскими фермерами в качестве образца при создании GVC (объединение для просвещения аквакультуристов) департамента Морбиан.



реализовано 30 лет тому назад. Действительно, фермеру сложно оставлять свою работу и посещать лабораторию для бесед с исследователями. Но можно смонтировать всё необходимое оборудование (микроскоп, видеосистему, экраны и т. д.) на грузовике и с этим оборудованием совершать визиты на морские и наземные фермы. Этот проект представляли несколько раз, о нём хорошо отзывались, но финансирование его реализации так и не назначалось. Так и оставался проект в картонных коробках до тех пор, пока Пьер Молло не поговорил о нём с фермерами. Он им рассказал, как «видеогрузовик» сможет, например, утром выехать в поле и обследовать микроорганизмы, населяющих крошку земли, а после обеда подъехать к морскому берегу и взять пробы воды и продемонстрировать фермерам планктон, населяющий каплю морской воды.

Эта идея очень заинтересовала фермеров из сельскохозяйственной палаты департамента Финистер и Регионального центра сельхозресурсов и окружающей среды. В результате переговоров было составлено соглашение и выделены деньги (на местном, региональном и европейском уровнях). Проект был реализован. Грузовик заезжал на фермы, в школы, на публичные места деревень, когда там намечались собрания и другие мероприятия. В это время организовывались передачи о жизнедеятельности микроорганизмов, как в почве, так и в пресной и морской воде.

Это устройство оснащено оборудованием, необходимым при демонстрации документальных фильмов. Во время дней «Мирового планктона» данный грузовик находился перед дорожками для посетителей, направляющихся в различные павильоны и выставки. Посетители могли обозревать прямые трансляции изображений планктона на экранах передвижной установки. Аналогично можно использовать данную технику на национальных выставках аквакультуры, на семинарах, коллоквиумах и т. д., либо, например, производители документальных фильмов могли бы её арендовать для съёмок фильмов непосредственно на водоёмах.

## Сотрудничество научных работников, рыбаков и морских фермеров

От Балтийского моря и до Чёрного учёные Польши и Украины проводят исследования нарушений в планктонных сообществах. Они рассчитывают на сотрудничество с рыбаками в поиске решений экономических (рыболовство — аквакультура), экологических (восстановление былого качества воды) и социальных (финансирование исследовательских и профессиональных групп).

### *Наблюдения за планктоном в Крыму*

Исследования Морской биологической станции<sup>61)</sup> в г. Севастополе, начиная с момента её создания в 1871 г., полностью посвящены изучению морского планктона. В принципе в ИнБЮМе проводят в большей степени фундаментальные исследования, чем прикладные и заключаются они в изучении качественного и количественного состава фито- и зоопланктона, сезонных и многолетних изменений планктона, а также нарушений экосистем в бухтах и в прибрежных водах. Разнообразие планктона в бассейне Чёрного моря очень высоко. Прибрежная относительно мелководная часть моря продолжается внутренним Азовским морем и серией небольших солёных озёр, окружающих с севера Крымский полуостров. Это разнообразие планктона и изучение взаимодействий между Чёрным и Азовским морями, а также солёными озёрами предоставляют учёным возможность выполнять, как фундаментальные исследования, так и прикладные, направленные на развитие аквакультуры.

Во времена СССР рыболовные суда входили в систему индустриального рыболовства и ловили рыбу во всех морях Мирового

---

<sup>61)</sup> ставшей затем ИнБЮМ — Институт биологии южных морей Национальной академии наук Украины

океана. В 90-ые годы, когда суда простаивали у причалов рыболовного порта Севастополя, возникла необходимость в развитии прибрежного рыболовства. Ведущий научный сотрудник ИнБЮМ Валентин Холодов предпринимал попытки организации прибрежного рыболовства и морской аквакультуры. Он ознакомился во Франции с технологией выращивания мидий на бушо (вертикальных сваях), на дне и в подвешном состоянии, как это делают в заливе То (Средиземное море). Он считает, что в условиях Чёрного моря наиболее целесообразно выращивать мидий в подвешной культуре. К сожалению, он не смог получить кредиты для закупки материалов и оборудования. Тогда Пьер Молло его ознакомил с типично французским подходом: как надо создавать фермы, используя подручные материалы<sup>62</sup>).

### *Балтика: борьба за сохранение трески и креветок*

Для предотвращения уменьшения запасов трески и креветок, научные сотрудники, в поисках приемлемого решения, установили тесные контакты с рыбаками. Балтийское море можно считать полузакрытым, что благоприятствует развитию сельди, шпрота, кормовых рыб, но с другой стороны — это море богато треской, потребляющей кормовых рыб. Экосистема моря имеет свои особенности. Сегодня прибрежное рыболовство привело к уменьшению запасов сельди, которую также поедает треска и к перелову кормовых рыб. Рыболовство особенно широко практикуется в Польше, где производится огромное количество рыбной муки, предназначенной для использования в животноводстве как Западной, так и Восточной Европы. Состояние запасов рыб стало катастрофическим, что вызывало озабоченность стран Балтийского бассейна (Германии, России, Польши и др.), решивших разработать науч-

---

<sup>62</sup>) Желаящим получить подробную информацию см. таблицу по данной книге на сайте [www.ecim.fr](http://www.ecim.fr)

ную программу восстановления запасов и равновесия экосистемы. Однако для этого требуется понимание механизмов функционирования данной экосистемы. По мнению польских рыбаков, уменьшение запасов трески вызвано загрязнением дна, на которое треска откладывает икру. Выметанная икра портится и выклев личинок практически не происходит. Но это не главная причина, а только вторая (по эффективности влияния на запасы трески). Первая причина — это всё же перелов или сверхэксплуатация запасов. В результате обсуждений, проведенных учёными совместно с рыбаками было решено собирать икру трески и размещать её на специально охраняемых участках. Полученные мальки будут переноситься в море. Но такое решение можно считать полумерой. Главное — это предотвращение загрязнения моря и впадающих в него рек. Необходимо сосредоточить усилия на выполнении обеих задач.

Для усиления у рыбаков мотивации, которая могла бы их побудить к стремлению поддерживать высокое качество вод, необходимо им показать, что восстановление экономики моря возможно, в частности, путём искусственного воспроизводства промысловых запасов. Вот почему польские биологи озабочены судьбой мелкой креветки *Crangon crangon*, больше известной под названием «серая креветка». Эта креветка хорошо известна на французском побережье от бухты Сены до Па де Кале. Вследствие изменений, происшедших в экосистемах, она переходит в разряд исчезающих видов. Априори процесс размножения серой креветки не слишком сложен. Но, когда отловленных серых креветок, содержащих яйца, принесли в питомник Бег-Мей с целью их обследования, то столкнулись с сюрпризом: стадия их личиночного развития оказалась гораздо сложнее, чем аналогичная стадия у другого вида креветок, называемого букетом (*bouquet*) или розовой креветкой. Несмотря на превосходный нерест (сотня личинок на креветку), личинки не доживали до метаморфоза. Причиной гибели креветок явилось отсутствие требуемых для каждой стадии развития специфических кормов — определённых видов фитопланктона, либо

зоопланктона. Экстраполируя эти результаты наблюдений на Балтийское море, можно утверждать, что в данном море нет адекватного корма для личинок креветок, находящихся на определённых стадиях развития. Но это ещё надо доказать...

### **Франко-польское партнёрство**

Были организованы многочисленные встречи и обсуждения с польскими коллегами, целью которых была разработка программы исследований личиночного этапа развития серой креветки *Crangon crangon*. Гипотеза французской стороны состоит в следующем: если удастся изучить питание креветок, находящихся на разных личиночных стадиях, тогда можно будет доказать, что разнообразие фитопланктона Балтийского моря находится в неудовлетворительном состоянии. Если обедняется разнообразие фитопланктона, то за этим следует уменьшение биоразнообразия и по другим видам, поедающим этот фитопланктон.

Сотрудничество базируется на обмене опытом и знаниями. Польской стороне очень хорошо известны проблемы Балтийского моря: загрязнение, потепление климата и т. д., по которым ведут исследования Университетский океанографический институт г. Гданьск и Морская станция Хел<sup>63)</sup>. Французская сторона (Бег-Мей) обладает знаниями по биологии и развитию креветок. Однако, несмотря на наличие многочисленных фотографий всех стадий развития креветок, только небольшому количеству специалистов известны способы и детали их питания. Партнёрство, следовательно, было создано для решения следующей задачи: можно ли вырастить *Crangon crangon* в искусственных условиях? Ясно, что для этого потребуются выяснить весь состав кормового фитопланктона, потребляемого на разных стадиях развития. Данная информация послужит рычагом, воздействующим на загрязнение, разрушающее равновесие планктонных сообществ. Подобные соображе-

---

<sup>63)</sup> См. сайт: [www.hel.univ.gda.pl](http://www.hel.univ.gda.pl)

ния приводят к фундаментальному вопросу, каким образом можно сохранить биоразнообразие планктона в лагуне бухты Руск? Результаты этих исследований будут предоставлены французским учёным, уже работавшим с данным видом.

### *Технический протокол*

Составленный технический протокол размножения креветки с описанием процедур вплоть до получения пост-личинок (молоди) *Crangon crangon* был передан Морган Неделек (Morgan Nedelec)<sup>64)</sup> технику из Агрокампуса, расположенного в г. Бег-Мей. На начальном этапе она собрала и проанализировала литературу по данному вопросу. Однако ей удалось обнаружить только общие сведения по питанию и размножению взрослых особей и никакой информации по физиологии личинок. После многочисленных поисков ей удалось получить у бывшего студента Бег-Мей три десятка самок с икрой. Самок она разместила в бассейне и ежедневно, по утрам, отлавливала по сотне личинок, выклюнувшихся в течение ночи.

Были проведены многочисленные попытки кормления личинок планктоном, «произведенным» в питомнике Бег-Мей. Но это не принесло успеха, поэтому она стала отлавливать планктон в море. После проделанной большой и трудоёмкой работы, ей, наконец, удалось получить пост-личинок<sup>65)</sup>. Спустя три недели, молодь, хотя слабо питалась планктоном, достигла размера 1 см, но уже ела маленьких мидий и кусочки рыбы.

Для каждого этапа исследований составляется отчёт, но это пока исследования, сделанные «на глаз». Записываются разные параметры: состояние животных, цвет воды, подсчитывается смерт-

---

<sup>64)</sup>Эта молодая тридцатилетняя женщина, сотрудница Пьера Молло в течение семи лет, прошла подготовку техника и одновременно преподавателя с целью замещения Пьера Молло на его посту после ухода на пенсию.

<sup>65)</sup>Это уже креветки, перемещающиеся по дну, а не парящие в толще воды и в струях течения.

ность личинок, оставшийся, то есть не съеденный фитопланктон и т. д. в том числе и собственные соображения и идеи.

Поддержку исследованиям, направленным на реализацию европейских проектов, оказывал и технополис Кампер — Корнуай. В частности, Морган имела возможность посещать технополис, встречаться с научными работниками, рыбаками, морскими фермерами, которым она помогала совершенствовать их технологию. Поскольку Морган кормила личинок «бретонским планктоном», она не могла ответить на вопрос: «Годится ли планктон Балтийского моря для выращивания креветок?»

«Эксперименты относятся к государственной (бюджетной) сфере, так же как и обмен знаниями между лабораториями государственных учреждений (французских или иностранных). Не существует проблем конфиденциальности, как это имеет место в частных организациях. Финансирование такого рода исследований должно производиться государством» — объясняет Морган.

## **Поддерживать исследователей развивающихся стран**

Что нужно было бы сделать после цунами 26 декабря 2004 г., обрушившегося на северную часть острова Суматра? Прежде всего, после цунами, также как и после любой природной катастрофы, нужно восстановить дороги, школы, госпитали и инфраструктуру разрушенной зоны. Сейчас уже судостроительная верфь снова работает; приступили к работе и экологи, но вопрос «не слишком ли поздно?» остаётся открытым. Нужно было им сразу после прохождения цунами оценить состояние повреждённых экосистем, в том числе планктонных сообществ, пищевых цепей, биотопов мангров. Однако требование того времени было иным, поэтому экологические обследования не проводились. Все выделенные деньги пошли на восстановление разрушенного хозяйства.

Тем не менее, следует отметить, что в экологических исследованиях важно всё делать вовремя. Необходимо следить, как и в каком направлении идёт восстановление экосистемы, что важно для определения особенностей будущей промысловой деятельности. Ведь строительство судов и изготовление орудий лова зависят от того, какие промысловые виды получают распространение после восстановления разрушенного дна и бентосных сообществ. Так, новые суда и орудия лова, построенные на средства финансовой помощи, оказались не востребованными в условиях новой экосистемы. Непродуманные действия оставили рыбаков с техническими средствами, совершенно не адаптированными к новым промысловым условиям.

### *Учёные находятся на острие исследований*

Азия обладает богатым научным потенциалом. Камбоджа и Вьетнам проводят серьёзные исследования проблем рыболовства, тем не менее, так же как и на Западе, здесь существует барьер между интеллектуальной элитой и рыбаками. Океанографический институт в Нячанге<sup>66)</sup> на южном берегу Вьетнама — один из базовых океанографических центров в Азии, как по качеству научного оборудования, так и по высокому профессиональному уровню научного персонала. Его лаборатории также современны, как и исследования, проводимые в них.

Но зато, какой контраст представляет техническое оснащение местного рыболовства, использующего методы Средневековья! Как преодолеть пропасть, существующую между научными работниками и рыбаками? Нужно вывести исследователей из лабораторий и направить их к труженикам моря, школьникам, представителям других групп населения. Встречи учёных с широкой публикой можно было бы проводить в специально созданной для

---

<sup>66)</sup>Выбор места для организации института (г. Нячанг) базировался на большом разнообразии и богатстве биотопов в соседних прибрежных водах и на географическом положении: центр Южно-Китайского моря.



этой цели организации — обсерватории планктона Нячанга. Такая возможность представилась в 2003 г. Ассоциация «Звёзды франкофонии»<sup>67)</sup> в течение многих лет поддерживает связи с Нячангом. Ежегодно она проводит культурные встречи, включающие поэзию, французский язык, музыку и т. д. Когда ассоциации предложили подключить и науку, в частности, морскую биологию, причём в сотрудничестве с Институтом в Нячанге, тогда ассоциация обратилась к Пьеру Молло, который, вооружившись своим «путешествующим» оборудованием, приехал в Океанографический институт и расспросил исследователей об основных научных проблемах, стоящих перед Институтом. Они ему сообщили, что с годами токсичный фитопланктон в прибрежных водах становится всё многочисленнее, образуя иногда «красные приливы». Это обстоятельство очень беспокоит вьетнамских учёных, которые считают, что решать эту проблему надо совместно с местными представителями морских профессий. Пьер Молло им посоветовал организовать обсерваторию планктона, которая позволит заинтересовать и подготовить людей (учеников, преподавателей, фермеров) для поиска решения данной проблемы.

### ***Нячанг: берег Сейшеллов — пластмассовый берег***

Нячанг обладает всеми особенностями, свойственными зонам отдыха на Юге. Его морское побережье украшено прекрасными песчаными пляжами в обрамлении тропических цветов, словно композиции на почтовых открытках. Морское побережье выглядит, как демаркационная линия между природой и бетонированной цивилизацией со своими гигантскими стеклянными зданиями, похожими на американские или японские офисы. Очень сомнительно, что станции очистки сточных вод справляются с выполнением санитарных требований и, что прибрежные воды, а также воды впадающих рек отвечают санитарным нормам. Со стороны

---

<sup>67)</sup> Электронный адрес: [Soleils\\_des\\_Francophonies@hotmail.com](mailto:Soleils_des_Francophonies@hotmail.com)

порта встречаются старые дома с типичной вьетнамской архитектурой. Повсюду плавают мусор, в основном пластиковые пакеты.

Без сомнения, развитие токсичного фитопланктона спровоцировано деятельностью человека. В питомнике Бег-Мей развитие токсичного фитопланктона не наблюдается. В Нячанге в пробах морской воды всегда содержится 50% диатомовых водорослей и 50% — перединиевых! Загрязнение во многом происходит и от неконтролируемого развития туризма, а также от поступления неочищенных береговых стоков. Развитие токсичных водорослей также стимулируется широким применением в сельском хозяйстве пестицидов (скромно называемых «фитосанитарные препараты»). Пестициды выносятся в реку Меконг, а затем в море.

### *Способ создания планктонной обсерватории*

Нет проблемы помещения для проведения бесед с населением в отношении планктона. Но где раздобыть микроскоп, соединённый с видеокамерой и видеопроектором? Представляется, что вьетнамцам технически трудно продемонстрировать на большом экране планктон, населяющий каплю морской воды. В сопровождении научного сотрудника, Пьер Молло обнаружил в учреждении многочисленные микроскопы с выходом на видеооборудование, но отсутствовали видеокамеры. В конце концов, он увидел картонную коробку с надписью “SONY”. В этой коробке и находилась камера. Вьетнамский исследователь объяснил, что они получили в подарок данное оборудование, но как с ним работать — никто не знает. Зайдя в кабинет заместителя директора, Пьер увидел ещё одну картонную коробку, на которой было написано «видеопроектор». В итоге, Пьер Молло обнаружил несколько камер, несколько микроскопов и несколько видеопроекторов. На следующий день Пьер Молло рассказал директору Института о своих находках. После распоряжения директора все коробки с оборудованием были выставлены на столе. В распоряжении Института имелось всё необходимое оборудование, но никто не знал, как им пользоваться.

### *Операция «капля воды на большом экране» — осуществлена!*

Взяв «дневной планктон» и перед удивлёнными вьетнамскими исследователями операция «капля воды на большом экране» была повторена многократно. Пьер Молло предложил написать, совместно с двумя вьетнамскими исследователями сценарий по освоению установки, разработанной в Бретани и по адаптации данной методологии к условиям Вьетнама. Поскольку г-н Молло использовал технические и научные термины, он попросил одного из исследователей войти в Интернет и, с помощью поисковика, показывать в процессе его лекции все соответствующие иллюстративные материалы: фото, схемы, тексты. Такая демонстрация осуществилась как в Бретани, так и в Шавиле (Chaville)<sup>68</sup> и т. д.

Создать установку, обучить научных работников применять понятный для многих язык — этого уже бывает достаточно для надёжной и систематической работы обсерватории. Так, возвратившись в 2005 г. во Вьетнам, Пьер Молло отметил, что система не только хорошо функционирует, но она даже продвинулась в своём развитии. Кроме демонстрационных аквариумов, оборудован видеосистемами новый зал, в котором научные работники объясняют, что такое планктон. Они увеличили вдвое площадь обсерватории и поставили скульптуры перединиевых водорослей, имеющих размеры в 100 микрон и диатомовых (150 микрон), причём размеры скульптур составили 1,5–2 метра в высоту и были они подвешены к потолку! Во время дней «Мировой планктон» в Окенанополисе, вьетнамские исследователи первыми прислали изображения планктона.

В настоящее время в этом уголке мира проводятся исследования причин появления красных приливов. Однако путь будет длинным, так как источники загрязнения многочисленны и разнообразны. К тому же государственное финансирование направлено

---

<sup>68</sup>) Более подробно см. сайт: [www.eclm.fr](http://www.eclm.fr)

в большей степени не на подобные исследования, а прежде всего на развитие туристических инфраструктур, а также интенсивной аквакультуры.

### *Стоимость планктонной обсерватории*

Стоимость этого первого эксперимента оказалась невысокой: стоимость авиабилета в оба конца, оплаченного Генеральным советом Морбиана, педагогическое оборудование (DVD, книги и компьютер) — подарок французской ассоциации Институту. Однако добровольное безвозмездное участие имеет свои границы. Оно может служить доказательством безвозмездности некоторой акции, но со временем возникает необходимость продолжения этого благого начинания. Если, например, Пьер Молло должен кого-то свозить в рыбацкую деревню, он должен, прежде всего, всё организовать, найти деньги на пребывание, на переводчика и т. д. Аналогично нужно создать в рыбацкой деревне аналог конференц-зала, установить в нём оборудование для демонстрации планктонных организмов.

В Азии нет систем контроля качества морской воды, подобных европейским<sup>69</sup>). Все едят моллюсков, не заботясь об их санитарном состоянии. Пьер Молло ознакомил биологов со своей точкой зрения по данному вопросу, а также рассказал о рисках возможного отравления потребителей моллюсков. Теперь вьетнамские биологи и морские фермеры, знакомые с планктоном, в том числе токсичным, знают в какие сроки моллюски становятся опасными для потребления.

### *Обучать не означает поучать*

Научно-техническое сопровождение проектов, совместных с иностранными исследователями, не означает, что из иностранных

---

<sup>69</sup>) Например: Réseau Rephy-Ifremer France.

коллег нужно делать ассистентов, а, напротив, всё должно выполняться в русле обменов опытом, методиками, знаниями. Например, иностранные исследователи могут передать европейским коллегам их познания в области местных экосистем, а европейцы — подготовить иностранцев для исследований планктонных сообществ на современном уровне. В Бег-Мей уже готовят специалистов, но из-за недостаточного финансирования исследований в развивающихся странах, там невозможно проводить систематические исследования на должном уровне. В Азии имеется потенциал, но там нужно объединять средства, использовать совместно дорогостоящее оборудование. Во Вьетнаме всё, что нужно имеется: и исследователи, и оборудование. Это — огромное преимущество по сравнению с соседними странами, например Камбоджей. В этой стране продуктивность водных живых ресурсов очень высока. Креветки заполняют прибрежные воды. Здесь нет необходимости воспроизводить ресурсы: их молодь встречается в изобилии! Но, к сожалению, рыболовство часто прибегает к динамиту или к ядам. Это вредит не только окружающей среде, но очень опасно для самих рыбаков. Необходимо им доказать, что такая практика является разрушительной для планктона, а следовательно, для промысловых ресурсов и будущего рыболовства. Было поручено французскому рыбаку из Конкарно<sup>70)</sup> (Сопсагнеау), такому же профессионалу, как и они, помочь вьетнамцам поменять методы вылова рыбы, в частности, научить их рыбачить удочкой, небольшой сетью и т. д. Коротко говоря, как использовать простые и эффективные рыболовные снасти, не вредящие морской среде.

Эта программа была реализована в Камбодже ассоциацией Krousar Thmey<sup>71)</sup> («Новая семья» по-камбоджийски), с целью организации центра подготовки специалистов по морским профессиям. Будущие преподаватели морского лицея прошли обучение в СЕМРАМА (Бег-Мей) и в лицее профессионального обучения им.

---

<sup>70)</sup> Philippe Deru.

<sup>71)</sup> [www.krousar-thmey.org](http://www.krousar-thmey.org)

Эмиля Этеля. Будущие преподаватели получили навыки использования современных педагогических методов преподавания основ морской биологии, судовой механики, орудий рыболовства.

## Способствовать развитию обменов между учащейся молодёжью

В Бег-Мей организованы обмены с лицами, готовящими рыбаков и морских фермеров в Чили — стране, интенсивно развивающей аквакультуру в течение последних 30 лет. Чилийские морские фермеры высказывали свою заинтересованность в изучении морских систем. Дело в том, что они практикуют только интенсивную аквакультуру, а для широкого развития устойчивой аквакультуры требуются достаточно глубокие знания механизмов функционирования океанических экосистем. Если ранее они занимались рыболовством, то теперь они выращивают морских животных так же, как выращивают в промышленных масштабах, например, кур в специальных цехах при высокой плотности их содержания.

### *Чили и Chiloë*

Расположенный на расстоянии 1000 км от Сантьяго, Chiloë является десятым (островным) районом Чили. Площадь этого острова равна площади Финистер (район, в котором работают авторы книги — прим. переводчика), где производится в год 400 000 тонн лосося и 57 000 тонн мидий<sup>72)</sup>. Успехи выращивания зависят от качества воды. Всё чаще и чаще красные приливы, образуемые токсичным фитопланктоном, не позволяют потреблять выращиваемых в этом районе двусторчатых моллюсков. В водах, омывающих этот остров встречаются виды животных, живущих и на

---

<sup>72)</sup> Данные за 2005 г.

побережье Бретани, но чилийские представители гидробионтов отличаются от европейских гигантскими размерами. Когда чилийские ученики (чилоты) приехали в Бег-Мей, они смеялись, разглядывая наших морских животных (мидий, морских желудей) с «такими смешными» размерами. Во Франции высота морского жёлудя равна 0,5 см, а чилийского — 10 см, с шириной основания 5 см. Длина чилийских мидий равна, минимум 10 см, причём мидия плотно заполнена мясом, так как планктон в водах Чили, которым питаются мидии, очень разнообразен и обилен. Очевидно, что вкус чилийских мидий отличается от наших.

Установлено, что гигантские морские жёлуди производят вещества, отпугивающие личинок организмов — обрастателей, в том числе и водорослей. Считают, что морские жёлуди ответственны за сокращение площадей, занимаемых водорослями на скальных грунтах. Но этот, казалось бы, негативный аспект, можно трансформировать в цель исследований по производству покрытий или противообрастающих красок, не содержащих синтетических ядов.

### *Морская биология глазами молодых*

Чилийские преподаватели создали учебный питомник, для чего использовали подручные материалы: пластиковые мусорные урны стали баками для выращивания личинок, а в вазах стали выращивать фитопланктон. Зато они используют самые современные технические средства коммуникации. Действительно, чилийские ученики и учащиеся морского сельскохозяйственного лицея в Финистер 1–2 раза в год общаются в рамках видео конференций. Они обсуждают<sup>73)</sup> довольно простые практические задачи: методы и средства наблюдений, интересные результаты наблюдений, сравнение планктонных организмов, рассматриваемых под микроскопом и т. д. Они обмениваются мнениями об особенностях личинок, с которыми они работают: некоторые ребята культивируют мор-

---

<sup>73)</sup> На испанском языке.

ских желудей, другие — копепод. Они отдают себе отчёт в том, что, живя друг от друга на расстоянии тысяч километров, они занимаются одним и тем же и, что у них общие заботы и, что в конечном итоге, их ничто не разъединяет. Но их объединяет планктон. Они обмениваются мнениями относительно биоразнообразия, красных приливов, проблем качества воды, или просто по особенностям технологии выращивания.

Морские труженики обеих стран общаются: они просто разговаривают, говорят о молодежи, о насущных темах, таких как рыбалка или ручной сбор моллюсков, например теллин<sup>74)</sup>, которых собирают в обеих странах. Теллины, обитающие у чилийского побережья, опять таки значительно крупнее наших.

### *Аквакультура, загрязняющая чилийские воды*

Если обе наши страны одинаково хорошо организованы в отношении функционирования рыболовства и конхиокультуры, но только чилийцы сталкиваются с очень серьёзными проблемами, проистекающими от загрязнения морских вод. Они не задумываются о том, что, практикуя выращивание в интенсивной аквакультуре, они ставят под угрозу существование своей главной экономической отрасли.

Аквакультура финансируется иностранным капиталом, причём на 85% — норвежским. На побережье количество садков для выращивания рыбы приумножается без ограничений. Лосось подвергается тяжёлым вирусным заболеваниям, особенно в интенсивной аквакультуре. «Норвежцы формируют из чилийцев технических работников выращивания, реализаторов гранулированных кормов, которые никогда не будут хозяевами рыбоводных предприятий. Они обладают ноу-хау, так как в учебных заведениях

---

<sup>74)</sup>Теллины — это двустворчатые моллюски, светлого цвета; их раковины сравнительно тонкие, почти прозрачные и перламутровые; моллюски имеют превосходный вкус.



их хорошо обучают, но они всегда будут оставаться животноводами, выкармливающими лососей» — объясняет Морган Неделек. Скоро, однако, сотни чилийских работников станут безработными, так как иностранные капиталы инвестируют марикультуру только в наиболее чистых акваториях, которые затем также станут загрязнёнными, оставляя после себя «сиротские зоны», точно также, как и наземная индустрия загрязняет почву, а затем исчезает, не оставив даже своего адреса. Очень жаль, что правительство даёт разрешения на организацию аквахозяйств в девственно чистых морских акваториях. Нужно объяснять чилийской молодёжи, что они свою судьбу должны решать сами; они должны создавать свои собственные фермы, ориентированные на внутренний рынок, а не фиксироваться только на мировом рынке.

## Итог: проект EDULIS

Иногда проекты возникают, как бы сами собой, словно сама очевидность, но, к сожалению, иногда продолжительность их жизни эфемерна, так как экологические, социальные, а чаще экономические причины ограничивают время их существования. Другие проекты потихоньку выстраиваются на интуитивном уровне, оставаясь незамеченными для создателей, и становятся только *a posteriori* (в *последствии*) проектами. Однажды, благодаря нескольким более-менее случайным встречам, внезапно появился эскизный вариант данного проекта, причём в виде хорошо продуманного произведения, в котором каждый элемент обоснован и имеет своё место. Несмотря на то, что его всегда называли «проект», он постепенно и незаметно начал своё существование, для обеспечения которого ничего не требовалось, достаточно было только одного шевеления пальца ответственного лица, убеждённого в полезности проекта. Этот проект называется EDULIS.

### ***EDULIS — многофункциональный питомник, работающий на всех***

С начала своего появления в 2005 г. проект EDULIS выглядел как путеводитель или описание, заказанное технополисом г. Кампера, в котором обобщены все идеи и весь практический опыт Пьера Молло. Проект получил имя устрицы, над разработкой биотехники разведения которой, работала группа из Бег-Мей, (*этот вид устриц встречается и в Чёрном море — прим. переводчика*). Систематизация записей даёт более чем просто каталог работ, выполненных в течение ряда лет. Она выявляет ансамбль последовательно и логически связанных действий, поисков и результатов.

Концепция EDULIS, через создание многофункционального питомника, нацелена на размножение в искусственных условиях многих видов морских организмов, причём не только имеющих хозяйственное значение. Концепция базируется на пяти фундаментальных положениях, независимо от стран или континентов, в которых будет реализовываться проект:

1. Морская биология должна стать областью, открытой для всех тружеников моря и для широкой публики.
2. Активизировать (заинтересовать) морских рыбаков и морских фермеров, через контакты с ними, в которых должен происходить обмен знаниями, необходимыми для оптимального управления биоресурсами (воспроизводство, ограничение на применение орудий лова, биологический отдых и т. д.).
3. Демонстрация заинтересованным лицам микроскопических звеньев пищевых цепей, создающих и потребляющих продукцию.
4. Совместное использование всех современных средств, сделав их доступными университетам, исследовательским институтам, местным комитетам рыбаков, региональным отделениям

марикультуры, морским ассоциациям, сельскохозяйственным палатам и т. д.

5. Использовать все средства, ведущие к достижению согласия в совместных усилиях; создать пространство для обменов в неформальной обстановке между учёными и морскими профессиональными работниками.

Неявная идея проекта заключается в создании условий для открытой координации работ в прибрежной зоне моря, причём координации доступной как для рыбаков, так и для других «действующих лиц». Но для организации координации работ необходимы встречи с обменями мнениями между представителями одной профессии, а затем и между разными профессиями. В этих обменах каждый желающий должен иметь возможность высказаться.

Для того, чтобы эти идеи были восприняты всеми, необходимо организовать «центр ресурсов», который будет тесно связан с морскими работниками и с научными учреждениями. В этом же центре можно было бы объединить финансовые и технические средства, что позволит уменьшить затраты каждого участника. В самом деле, современный дорогой микроскоп не должен использоваться только один час в течение недели. Оборудование, приобретённое на государственные деньги, должно служить многим пользователям.

Мир аквакультуры и рыболовства должен быть способным к быстрой реакции на происходящие изменения, например на изменения планктонных сообществ под воздействием меняющегося климата. Для этого должен быть создан универсальный модульный инструмент для многостороннего использования, обладающий способностью к перестройкам и адаптации к разным ситуациям. Например, морская платформа, на которой устанавливается насос для забора воды, может использоваться университетскими исследователями, не обладающими оборудованием на берегу. В отличие от крупных организаций, таких как CNRS и IFREMER, работающих по многолетним программам, эта платформа могла

бы быть использована для проведения срочных работ, исследующих последствия внезапного загрязнения. Платформу также можно было бы использовать для целей обучения и прикладных исследований.

### *Первые плоды*

Идея собрать в едином пространстве представителей разных профессий была реализована в Бретани в нескольких местах:

1. С самого начала была предпринята попытка в СЕМРАМА в питомнике, в котором проходили обучение школьники и взрослые специалисты. Его открытость к международному сотрудничеству была многократно испытана (планктонная обсерватория во Вьетнаме, видеоконференции с другими районами Франции, с Чили; «аквакультурная сеть» Министерства сельского хозяйства; поездки в Японию, Украину, Юго-восточную Азию).
2. В Океанополисе г. Брест путём создания сайта Мирового планктона и выпуска документальных фильмов по морским микроорганизмам с помощью камеры высокого разрешения; затем использование аппарата «ROV», расширившего возможности съёмок в лаборатории.
3. В рамках Центра ресурсов в Керлавике; создание мобильной установки «Ферма на колёсах», позволившей распространить методологию исследований микросообществ моря на исследования микробного населения возделываемых земель.
4. Создание Обсерватории планктона в Порт-Луи

Сюда же надо отнести организацию долгосрочной программы CAP 2000. Наконец, все области компетенции СЕМРАМА и «Рыбоводной сети» были задействованы в работе кинофестивалей, форумов по вопросам морепользования, подготовке стендов по теме

«Земля — Море» для национальных выставок по рыболовству и аквакультуре, а также при написании статей («Морские чернила»<sup>75</sup>), «Рыболовство и развитие») и т. д.

Концепция EDULIS призвана играть роль инициатора создания и реализатора проектов, а также роль собирателя мнений, роль источника удивления и стимулятора стремлений получения новых, более глубоких, знаний об окружающей среде.

Мы желаем реорганизованному учреждению в Бег-Мей продолжить путь экспериментов на благо тружеников земли и моря, опираясь при этом на опыт «Центра ресурсов».

---

<sup>75</sup>) [www.lencredemer.fr](http://www.lencredemer.fr)

# Заключение

## **Планктон под угрозой, планета в опасности**

Сегодня планктон на нашей планете находится под угрозой, причём как в континентальных водах (реки, ручьи, озёра), так и в морях (эстуарии, береговые зоны, открытое море). Деграция планктона проявляет себя в развитии некоторых видов токсичного планктона, с которыми чрезвычайно трудно бороться. Почти невидимые, они приводят к разбалансу основы пищевой цепи в море. И это является следствием не перелова рыбных запасов, а комплексного воздействия на море наземных организаций.

Многие виды загрязнений, поступающих в море, имеют бытовое происхождение. Несмотря на прохождение сточных вод через станции очистки, в море, вместе с речной водой поступают бактерии, гормоны, детергенты, масла, тяжёлые металлы, медикаменты. Некоторые сельскохозяйственные предприятия сливают в реки продукты (удобрения, пестициды и т. д.), которые разрушают экосистемы или замещают их другими, в которых протекание нормальных биопроцессов невозможно. Стоки и воздушные выбросы промышленных предприятий содержат кислоты, растворы щелочей и солей, тяжёлые металлы и радиоактивные соединения. Вспомним и чёрные приливы, случайные, либо преднамеренные (добыча ископаемых), уничтожающие фауну и флору вдоль мор-

ских берегов. Перечисленные загрязнения — производные человеческой деятельности и большинство из них — следствия демографического давления на береговые зоны.

Прогнозируют, что через несколько десятилетий, 80% населения бедных стран будут проживать в береговых зонах. Установлено, что с демографическим ростом количество мусора и других загрязнений возрастает экспоненциально.

В богатых странах, напротив, растёт давление недвижимости (земли), что проявляется в развитии индустрии отдыха, которая не терпит неудобств, проистекающих от прибрежной экономической деятельности (рыболовство, аквакультура, прибрежное сельское хозяйство). Поэтому вокруг закрытых и полузакрытых морей, например, Средиземного моря, степень занятости береговой полосы приближается к 95%. В обоих случаях обработка берегов «бетонированием» и загрязнениями ставит под угрозу существование прибрежных экосистем.

## Исчезновение рыболовства или развитие рыбоводства?

Количественная и качественная деградация планктона также опасна, как и исчезновение морских промысловых видов. Однако, когда говорят о возможном исчезновении рыб, в то же время редко вспоминают о нарушениях, происходящих в самой основе жизни. Безусловно, гораздо легче обнаружить виновников исчезновения рыб в виде рыбаков, чем выявить разрушающие типы рыболовства, либо безответственную промышленную деятельность, приносящую в жертву жизнь моря.

Для большинства прибрежных зон возникла срочная необходимость организации морских заповедников, но сделать это трудно без ущерба для сохранения рабочих мест, а также доходов представителей морских профессий. Для разрешения этого противоречия

можно было бы создать «охранные зоны», в которых будет разрешено кустарное рыболовство в масштабах, разрешённых специалистами. Экосистемный подход к управлению рыболовством исходит из положения, что рыбаки — это «хорошее звено», они входят в состав экосистемы, а не являются для неё инородным телом. Нужно, чтобы люди это хорошо понимали и сами принимали участие в обсуждении проблем. Не может быть решения кризиса рыболовства и морских ресурсов без их участия, также как и без участия потребителей, природоохранных органов, исследователей.

Различать виды рыб, купить целую рыбу, выпотрошить её, приготовить — это знание, которое исчезнет во благо того, что предлагает потребителю широкая коммерция: филе, куски рыбы. Эта «культура» потребителя является также ключом к состоянию будущего рыболовства.

## **Вода и море не принадлежат ни кому, но зависят от всех**

Земля, море, реки являются составляющими некоего целого, которое нам нужно сохранять, что необходимо для обеспечения плодородия океанов в будущем. Ранее вода источников была доступна всем. Сегодня она бутылкируется и продаётся. Мы должны сделать всё возможное для того, чтобы объединить граждан в отношении использования источников воды (охрана источников, соблюдение норм изъятия воды). Пресная вода должна быть пригодной для питья у истоков и пригодной для жизни водных организмов в устьях рек. Вода не должна быть источником прибыли для спекулянтов, ни исключительной собственностью лиц, получающих непосредственную прибыль на продаже воды. Даже, если она охраняется законом, в реальности дело обстоит иначе. Надзор и распределение воды должны осуществляться совместно, т. е. местным сообществом.



Современное общество выставило на кон море, которое становится важнейшей экономической ставкой. Мы должны сражаться против приватизации морской воды и морских биоресурсов. Вода и планктон, море и рыбы являются общественным достоянием, которое мы должны охранять, а также осуществлять контроль над их использованием. В геополитике, тот, кто держит руку на истоках рек и на кранах с питьевой водой, в действительности властвует всем. Аналогично, тот, кто захватит планктон, будет завтра владеть водными биоресурсами.

Можно себе представить, например, что некая промышленная группа монополизировала воду, от её добычи до её распределения и очистки перед выпуском в море. Это же предприятие может наложить руку на морской транспорт и, почему бы и нет, приобрести «права рыболовства». Почему также не перерабатывать рыбу и морепродукты или перерабатывать отходы и реализовывать их в виде таблеток и тюбиков «на благо человечества»? Более того, почему бы этому же предприятию не обессоливать воду и не реализовывать её в виде питьевой воды? Одна единственная организация может полностью «освоить» всю воду, стать её собственником и приватизировать биологические ресурсы наших океанов. Это утопия, но с ней мы должны бороться ещё до того, как она станет реальностью.

## Пропагандировать знания о планктоне

Гибель планктонных организмов остаётся незамеченной человеку, не вооружённому микроскопом. Документальные съёмки, например, могут быть средством, побуждающим каждого зрителя задуматься о возможностях личного участия в охране жизни моря. Все, кто работают с живыми организмами, как с наземными, так и с морскими, обладают особым ощущением живой природы, жизни, экономическую оценку которого трудно предложить.

Это ощущение не является врождённым, поэтому его необходимо воспитывать. Особенно важно поддерживать работников соответствующих морских профессий и предоставлять им необходимые средства, которые позволят не терять драгоценного для всей планеты времени. В этой связи, проект EDULIS («Эдулис») предоставляет им средства, которые помогают найти наиболее подходящее решение проблем в конкретных условиях. В то же время, обладание крупномасштабной информацией на уровне планеты необходимо для понимания сделанной человеком главной ставки: планктон. Поэтому сегодня нам необходимо сделать доступными для самой широкой публики современные знания о планктоне. Планктон не должен оставаться только областью компетенции специалистов. Охранять планктон сегодня — значит сохранить дыхание океанов, т. е. участвовать в поддержании газового обмена между морем и атмосферой и производить пищевые ресурсы для человечества.

Показать — означает облегчить понимание. Если человек умеет наблюдать и представлять себе сценарии (основы функционирования) прибрежных экосистем, тогда облегчается и понимание явлений, нарушающих жизнь в море.

## **Будущее ни кем не предписано: оно будет таким, каким мы его сделаем сами**

Работать с живой природой — значит управлять своим успехом в будущем. Нужно всегда проектировать себя на будущее и иметь при этом достаточно богатое, позитивное воображение. Не стоит убивать мечту и воображение каждого индивидуума, так как эти два столпа способны рождать великие проекты будущего. Живая природа не обманывает, не ворует, не спекулирует, но она даёт возможность получить задел на будущее. Даже, если мы не располагаем впереди достаточным временем, сегодня ещё всё возможно при условии, что мы действительно начнём действовать.

Надо помнить всегда, что не люди, вооружённые картезианством (*рационализм, скептицизм — прим. переводчика*) программируют море, а это сама жизнь управляет всем.

Нам предложили «зелёное развитие», (*т. е. расширение сельского хозяйства — прим. переводчика*), Мы же предлагаем себе «голубую революцию». А для этого мы должны усилить возможности и средства по наблюдению планктона, стимулировать создание соответствующих организаций, делать научно-популярные фильмы, создавать веб-сайты, несущие информацию о планктоне и его состоянии.

Во Франции, как и в остальном мире, необходимо пропагандировать внедрение альтернативных мероприятий (биологический отдых, воспроизводство, селективный вылов), а также мероприятий, улучшающих обмен между пресной и морской водой.

Также необходимо объяснять, что лиманы и солёные болота (марши) для морей играют роль планктонных питомников, аналогично мангровым зарослям, в которых воспроизводится молодь промысловых видов гидробионтов... Мы должны доверять здравому смыслу и разуму общественности, которая должна понимать принципы функционирования экосистем, что поможет обществу эффективнее их охранять.

Вода нам помогает объединиться под лозунгом: «Улучшение жизни для всех». Она должна быть свободным и справедливо распределённым ресурсом; оставаться источником согласия всех, кто ею пользуется. Сегодня и завтра мы обязаны действовать так, чтобы наши объединение, солидарность и созидание были на службе хрупкого равновесия биоразнообразия и живого планктона.

# Список литературы

## Книги

- Arrignon Jacques. L'Aquaculture de A a Z. Lavoisier — Tec & Doc, 2002.
- Chabaud Catherine. Préserver la mer et son littoral. Glénat, Grenoble, 2008.
- Conti Anita. Racleurs d'oêacns. Hoebecke, Petite bibliothèque Payot/Voyageurs, 1993.
- Conti Anita. Géants des mers chaudes. Hoebecke, Petite bibliothèque Payot/Voyageurs, 1994.
- Conti Anita. L'océan, les bêtes et l'homme ou l'ivresse du risque. Ed/ Payot et Rivages, 1971.
- Ehrhardt J-P & Seguin G. Le plancton: composition, écologie, pollution. Gauthier-Villars, 1978.
- Glemarec Michel. Qu'est-ce que la biologie marine? De la biologie marine a l'océanographie biologique. Vuibert/Adapt-Snes, 2007.
- Goy Jacqueline. Les miroirs de Méduse, Biologie et mythologie. Apogée, 2002.
- Jacques Guy. Ecologie du plancton. Lavoisier — Tec & Doc, 2006.
- Jorion Paul. Les pêcheurs de Houat, anthropologie économique. Hermann, Collection Savoir, 1983.
- Lefebure Nadine. Femmes océanes, les grandes pionnières maritimes. Glénat, 1995.

- Leroy Ladurie Emmanuel, Histoire humaine et comparée du climat, Tome I et II. Fayard, 2006.
- Loir Maurice. Guide des Diatomées. Delachaux et Niestlé, 2004.
- Lovelock James. GAIA: une médecine pour la planète. Ed. Sang de la terre, 2001.
- Collectif d'auteurs sous la direction de Christiane Ferra. Aquaculture. Ed. Vuibert, 2008.
- Pereyaslawzeva Sophia. Catalogue of the books, manuscripts, maps and drawings in The British Museum, Vol IV. P-S. N, London, 1913.
- Pereyaslawzeva Sophia. Table de comptes rendus des séances de l'Académie de Sciences. Académie de Sciences, Paris, 1927.
- Perlin Philippe. Aquaculture, PUF Coll. "Que sais-je?", 1994.
- Rosnay Joël de. Le microscope: vers une vision globale. Seuil, Collection Points, 1975.
- Tracqui Valérie et Vaissières Frédérique. Copains des mers. Milan Jeunesse, 2008.
- Tregouboff Grégoire & Rose Maurice. Manuel de planctonologie méditerranéenne: Tome I – Textes ; Tome II – Planches. CNRS Editions, Paris 1957, Réed. 1978.

## Журналы

- Blasco Francois. "Les mangroves", La Recherche N 231, avril 1991.
- Dufay Marie. "La mer au microscope", Ar Men, N 154.
- Dumas Daisy. "Un océan de plastique", L'écologiste, N 24 – oct-déc 2007.
- Lelong Patrick. "Le plancton, source de vie marine", Revue de la fondation océanique Ricard, N 7, 1984.
- Favreliere. "La farine et le choléra", Pêche et développement, Lettre info groupe pêche de Solagral.
- Folke M.C. "La chasse aux footprints", Samudra, mars 1997.
- Scharer Rene. "Extraire l'or de la mer", Samudra, N 44, juillet 2006.

"Dossier sur la Mer La Recherche, N 355, juillet-août, 2002.

Dossier "Et si la mer montait de 3 metres? Sciences et Vie, N 1090,  
juillet 2008.

# Оглавление

О авторах . . . . .	3
Благодарности . . . . .	4
Предисловие редактора к русскому изданию . . . . .	5
Предисловие . . . . .	8
Введение . . . . .	11
<b>Часть I Знакомство с планктоном . . . . .</b>	<b>13</b>
1 Что такое планктон? . . . . .	14
Место планктона в морских экосистемах . . . . .	14
Фитопланктон . . . . .	18
Зоопланктон . . . . .	20
Фундаментальные исследования и эволюция научных идей . . . . .	23
Питомник в г. Бег-Мей (Франция) — учебная лаборатория . . . . .	33
Бег-Мей — центр прикладных исследований . . . . .	42
2 Использование планктона в аквакультуре . . . . .	50
От собирания до выращивания: различные формы аквакультуры . . . . .	51
Разнообразные методы аквакультуры . . . . .	53
Три направления интенсивной аквакультуры . . . . .	57
Планктон и питомник . . . . .	58
Разрешить недоразумения . . . . .	63

Смертность устриц . . . . .	65
К устойчивой аквакультуре. . . . .	67
Аквакультура как важный инструмент решения проблемы продовольствия . . . . .	80
Прибрежные профессии под давлением . . . . .	89

## **Часть II Планктон: всемирное достояние и риск его потери . . . . .102**

1 Планктон без границ . . . . .	103
Планктон и кислород. . . . .	103
Планктон и подкисление океанов . . . . .	116
Повышение плодородия океана . . . . .	121
Планктон и экологические отпечатки . . . . .	126
2 Планктон — часовой . . . . .	134
Значение биоразнообразия планктона . . . . .	134
Неудачные уроки биоразнообразия . . . . .	140
Планктон — индикатор среды . . . . .	147
Обустройство прибрежной полосы и нарушения в экосистеме . . . . .	154
3 Планктон в центре дискуссий . . . . .	160
Нужно ли патентовать планктон?. . . . .	160
Пластик в продуктах нашего питания . . . . .	163
Подъём уровня вод: опасность для мангровых зарослей . . . . .	172
Нужно ли опреснять воду? . . . . .	179

## **Часть III Охрана планктона: инициативы и предложения. . . . .186**

1 Планктон — инструмент устойчивого развития . .	187
Действовать локально, но мыслить глобально . .	188
Поддерживать инициативы по воспроизводству морских ресурсов . . . . .	194



---

Адаптировать аквакультуру к требованиям береговой зоны . . . . .	206
Борьба с бетонированием влажных зон . . . . .	211
Развивать «народную экономику» . . . . .	220
2 Углублять знания о планктоне . . . . .	236
Разработка новых средств обучения . . . . .	236
Использование современных средств коммуникаций. . . . .	240
Проникновение в подводный мир . . . . .	243
Сотрудничество научных работников, рыбаков и морских фермеров . . . . .	248
Поддерживать исследователей развивающихся стран . . . . .	253
Способствовать развитию обменов между учащейся молодёжью. . . . .	260
Итог: проект EDULIS . . . . .	263
Заключение. . . . .	268
Планктон под угрозой, планета в опасности . . . . .	268
Исчезновение рыболовства или развитие рыболовства? . . . . .	269
Вода и море не принадлежат ни кому, но зависят от всех . . . . .	270
Пропагандировать знания о планктоне . . . . .	271
Будущее ни кем не предписано: оно будет таким, каким мы его сделаем сами. . . . .	272
Список литературы. . . . .	274

*Научно-образовательное издание*

**М. Томас-Бургнеф, П. Молло**  
**Планктон и аспекты морепользования**

Редактор В. Н. Еремеев  
Перевод с французского В. И. Холодова  
Технический редактор Р. Г. Геворгиз  
<http://biotex.ibss.org.ua/persons/96/>

**Монография**  
*(На русском языке)*

**Рецензенты**

В. Н. Егоров, чл.-корр. НАНУ,  
Г. В. Зуев, докт. биол. наук,  
Н. С. Кузьминова, канд. биол. наук

Печатается по постановлению Учёного совета  
Института биологии южных морей НАН Украины  
(протокол №12 от 14 сентября 2010 года)

Издано при поддержке  
ТОВ «ЯХОНТ ЛТД», г. Днепропетровск

*Науково-освітнє видання*

**М. Томас-Бургнеф, П. Молло**  
**Планктон и аспекты морепользования**

Редактор В. М. Єремєєв  
Переклад з французької В. І. Холодова  
Технічний редактор Р. Г. Геворгіс  
<http://biotex.ibss.org.ua/persons/96/>

**Монографія**  
*(Російською мовою)*

**Рецензенти**

В. М. Єгоров, чл.-корр. НАНУ,  
Г. В. Зуєв, докт. біол. наук,  
Н. С. Кузьміна, канд. біол. наук

Друкується за постановою Вченої ради  
Інституту біології південних морів НАН України  
(протокол №12 від 14 вересня 2010 року)

Видання здійснене за підтримкою  
ТОВ «ЯХОНТ ЛТД», м. Дніпропетровськ

Підписано до друку 21.12.10.

---

Папір офсетний. Друк цифровий. Формат А5. Гарнитура Times-Roman.  
Фіз. друк. арк.13,5 Ум. друк. арк.8,7 Нак. 500 пр. Замв. 97

---

Надруковано з підготовленого в ІТ<sub>Р</sub>Х<sub>2</sub>ε оригінал-макету. Друкарня  
ООО «РИБЭСТ», 99058 м. Севастополь, вул. Михайлова, 23, тел. (0692)  
42-84-01, e-mail: ribest\_d@mail.ru