

## + МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ЭКОСИСТЕМ

С 26 сентября по 1 октября 1976 г. на острове Гельголанд в Северном море (ФРГ) проходил Международный симпозиум по исследованию экосистем.

В работе симпозиума приняли участие более 300 ученых из многих стран, представлявших большинство наиболее известных морских биологических учреждений. Было заслушано и обсуждено около 60 докладов. Отдельные заседания были посвящены общим аспектам морской экологии, экспериментальным экосистемам, литоральным сообществам, экосистеме коралловых рифов, донным сообществам, пелагическим экосистемам, эффектам загрязнения. Кроме того, было проведено три неофициальных дискуссии, доклады не фиксировались. Участникам симпозиума были предложены экскурсии на Гельголандскую орнитологическую станцию, на научно-исследовательские суда ФРГ, геологические и палеонтологические экскурсии по острову и другие; к сожалению, штормовая погода не способствовала проведению некоторых экскурсий.

Основная часть докладов касалась экспериментального изучения морских экосистем; теоретические работы без оригинального материала, абстрактное математическое моделирование и исследования модельных пресноводных экосистем были представлены в немногих докладах.

Первое рабочее заседание открылось докладом **Лэндри** (M. R. Landry), США. Автор рассматривал свойства модели планктонного сообщества, в которой учитывалась неоднородность факторов среды и постоянная смена видовой и трофической структуры сообщества, что предотвращает конкурентное исключение отдельных видов, стабилизирует трофическую структуру и повышает устойчивость экосистемы. **Овиатт** (C. A. Oviatt) с соавторами, США, провела сравнение процессов в заливе

Наррагансетт с 12 параллельными экспериментами на моделях литоральной экосистемы в сосудах емкостью 150 л. Для анализа и оценки результатов использовались методы многомерной статистики. Показана удовлетворительная воспроизводимость результатов и сходство основных процессов в экспериментах с процессами, происходящими в заливе. Доклад **Маттьюса** (I. R. L. Matthews), Норвегия, обобщал многолетние месячные наблюдения по изменению численности и биомассы планктона в Корсфиорде. Были обнаружены резкие различия в видовом составе и его изменении во времени в разные годы. В докладе рассматривались возможные связи между численностью различных видов, однако подобные зависимости были обнаружены лишь для немногих из них.

В сообщении **Хамиди** (M. I. Nameedi), США, анализировались зависимости интенсивности фотосинтеза фитопланктона в условиях моря и инкубаторов от освещенности и условий среды; доклад был сделан на основе материалов, собранных в Тихом океане в 1963 г. **А. В. Жирмунский**, СССР, сделал доклад о связи клеточной теплоустойчивости массовых видов беспозвоночных с температурными условиями существования донных сообществ из различных морей северо-восточной Атлантики. Математик **Дюбуа** (D. M. Dubois), Бельгия, рассматривал возможности моделирования планктонной экосистемы. Особое внимание он уделил пространственной неоднородности природных сообществ планктона и возможности получить некоторое представление о поведении сообщества в целом, не имея исчерпывающих данных по биологии отдельных популяций. **Хеджпет** (I. W. Hedgpeth), США, в своем докладе резко критиковал все направление математического моделирования природных экосистем, указывая на неадекватность принимаемых предпосылок и нереалистичность получаемых материалов. Доклад, выдержанный в резко полемическом стиле, не содержал, однако, никакой реальной альтернативы моделированию при изучении поведения сложных экосистем.

На заседании, посвященном экспериментальным экосистемам, большое внимание уделялось моделям морских экосистем, которые размещались как в условиях среды, обычно в контейнерах из прозрачной пленки (G. D. Grice и др., США; U. H. Brockmann, ФРГ), так и в специальных аквариумах, достигающих глубины 10 м при диаметре 3,65 м (R. I. Sponver, Канада). Объем пластмассовых сосудов составлял в некоторых исследованиях 1300 м<sup>3</sup>. **Вильд и Куперс** (P. A. W. I. Wilde, B. R. Kuipers), Голландия, изучали процессы на специальных участках илистой литорали, перенесенных в экспериментальное помещение, в котором можно изменять температурный и световой режим, химический состав протекающей воды, режим осушения и другие параметры среды. В ряде докладов рассматривались упрощенные лабораторные экосистемы, нередко поддерживавшиеся в течение длительного времени. Такие установки применялись для изучения биологии, роли отдельных видов в экосистеме, процессов, связанных с микробной активностью, а также вопросов экологии отдельных популяций. В целом при экспериментальных работах пока не получено результатов, представляющих значительный общеприродный интерес, однако такие эксперименты постепенно превращаются из чисто методических разработок в эффективный метод исследования функционирования реальных экосистем. В настоящее время значительно уточнены пределы масштабного соответствия между морской и экспериментальными экосистемами, и можно надеяться, что в ближайшем будущем будут получены результаты, демонстрирующие регуляцию процессов в море. В докладах **Лангтона** (R. W. Langton) с соавторами, США, и **Хирата** (H. Hirata), Япония, рассматривались вопросы марикультуры в замкнутых экосистемах.

Рассмотрение литоральных экосистем открылось докладом **О. Г. Кусакина**, СССР, представившего обзор результатов исследований сообществ литорали морей СССР и давшего классификацию литоральных сообществ. В остальных докладах затрагивались преимущественно литоральные экосистемы отдельных районов. Для большинства работ характерно комплексное исследование видового состава и биомассы сообществ, изучение факторов среды, продуктивности и стабильности сообществ. Широкое распространение получила разнообразная статистическая обработка, изучение индексов разнообразия, однородности и т. п. Экспериментальное изменение состава сообществ на литорали применялось при изучении трофических отношений. В работе **Вернберга** (F. I. Vernberg) с соавторами, США, сделана попытка построить и проанализировать модель литоральной зоны, включающей марши и эстуарии.

Исследование экосистем кораллового рифа было предметом пяти докладов. **Б. В. Преображенский**, СССР, рассматривал главным образом методические и терминологические вопросы. Большой интерес вызвал доклад **Фрике** (H. Fricke), ФРГ, по поведению и социальной организации рыб кораллового рифа, иллюстрированный превосходным кинофильмом. Остальные доклады представляли результаты тщательного изучения экологии отдельных рифовых сообществ.

Вопросы экологии донных сообществ были предметом девяти докладов, два из которых рассматривали теоретические вопросы стабильности экосистем донных сообществ — **Грэй** (I. S. Gray), Норвегия, и действия факторов, лимитирующих обилие эстуарного и морского бентоса — **Вилдиш** (D. I. Wildish), Канада. **Джонстон** (C. S. Johnston) с соавторами, Шотландия, в результате использования комплексных методов оценил продукционные процессы в популяции ламинариевых водорос-

лей в заливах Шотландии. **Велимиров** (В. Velimirov) с соавторами, ЮАР, представил материалы по экологии водорослей-макрофитов у побережья Южной Африки. Доклады **Манна** (К. Н. Mann) и **Формана** (R. E. Foreman), Канада, касались регуляции в процессах выедания водорослей-макрофитов морскими ежами и роли омаров как хищников, уничтожающих морских ежей. Перепромысел омаров, как предполагают авторы, привел к увеличению численности морских ежей и усилил выедание водорослей. На месте используемых промышленностью зарослей макрофитов получили распространение малопродуктивные сообщества с преобладанием морских ежей на каменистом грунте. Не вполне ясно, обратимы ли эти изменения. **Отт** и **Федра** (J. I. Ott and K. I. Fedra), Австрия, изучали бентические сообщества вблизи Триеста и полагают, что относительная стабильность сообществ макробентоса способствует стабилизации всей экосистемы побережья. Были также сообщены результаты биологических исследований в ходе экспериментов подводной лаборатории «Гельголанд», **Гулликсен** (B. Gulliksen), Норвегия.

Предметом семи докладов были исследования пелагической экосистемы. **Вангерски** (P. J. Wangersky), Канада, высказал гипотезу, что масштабы бактериальных процессов в море в наибольшей степени ограничиваются количеством неорганической взвеси, представляющей субстрат для развития микробов. Нужно, однако, сказать, что это оригинальное предположение не вытекало из экспериментальных или литературных данных и проверка его только предполагается в будущем. В работе **Сибурта** (J. Sieburth) с соавторами, США, приведены результаты измерений метаболизма различных фракций растворенного и взвешенного органического вещества морской воды, в особенности углеводородов, в открытых водах Северной Атлантики. В богатом материале измерений оценены суточные изменения в продукционном процессе и показано, что учет фотосинтеза наннопланктона и гетеротрофной активности бактерий приводит к существенно более высоким оценкам первичной продукции, чем стандартный радиоуглеродный метод. **М. В. Пропп**, СССР, привел результаты измерений метаболизма азота и фосфора на границе раздела между морским дном и водой и сделал вывод, что регенерация биогенных элементов в сообществах морского дна может представлять один из основных механизмов повышения продуктивности прибрежных районов моря. Остальные доклады затрагивали общие вопросы организации и структуры пелагических экосистем, а также описание структуры и функционирования планктонных сообществ отдельных районов.

Последний день заседаний симпозиума был посвящен докладам по влиянию загрязнения на морские экосистемы. **Греве** (W. Greve), ФРГ, и **Парсонс** (T. R. Parsons), Канада, сделали попытку соотнести продуктивность фитопланктона различных районов, относительное обилие диатомовых и флагеллят, условия существования экосистемы и уровень загрязнения с продукцией рыбы. Другие доклады затрагивали сравнительно частные вопросы влияния загрязнения, в особенности тяжелых металлов, на природные и экспериментальные экосистемы. Было показано, что изучение подобных экосистем может способствовать оценке допустимости низких уровней загрязнения.

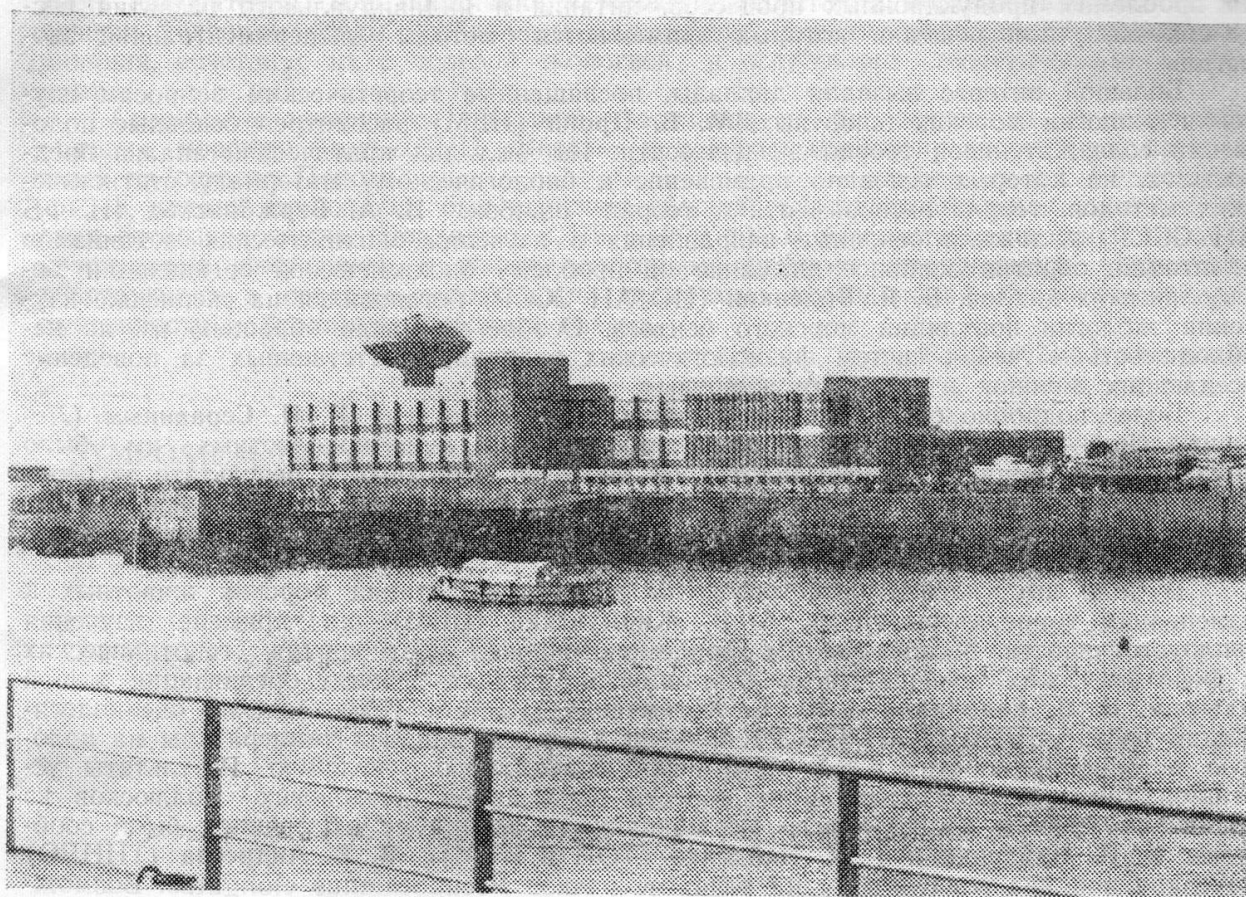
На неофициальной сессии по теме «Управление экосистемой Северного моря — наука или научная фантастика?» развернулась весьма оживленная дискуссия, но не столько по конкретным вопросам, применимым к Северному морю, сколько по общим вопросам постановки проблемы, принципиальным возможностям математического моделирования и управления экосистемами. Закрывая дискуссию, Греве был вынужден заключить, что, несмотря на всю практическую важность, в настоящее время управление экосистемой Северного моря относится не к науке, а к научной фантастике, поскольку для такого управления нет ни разработанных принципов, ни конкретных методов. Сессия, темой которой было «Изучение экосистем и зависимость человека от моря» (председатель Хеджлет) также в значительной степени свелась к обсуждению философских аспектов проблемы, и общую точку зрения выработать не удалось.

Более конкретное обсуждение проходило на сессии «Биомасса и продуктивность микроорганизмов в планктонной экосистеме». Между Вангерски и Сибуртом развернулась дискуссия о роли бактерий, в особенности неорганической взвеси. Оба эти автора критиковали результаты исследований и точку зрения Сорокина, СССР, о важной роли бактериального окисления растворенного органического вещества морской воды; поскольку Сорокин на симпозиуме не присутствовал, эта критика осталась без ответа.

Рассматривая представленные на симпозиум доклады, можно отметить, что не было высказано принципиально новых точек зрения, не опубликованных ранее и представляющих значительный общий интерес. Вместе с тем уровень докладов был весьма высок, многие работы характеризовались совместным применением описательных и экспериментальных методов исследований. Как правило, анализировались многие переменные с использованием современных методов статистического анализа. При моделировании прослеживалась тенденция к переходу от абстрактных моделей к изучению реальных экосистем с комплексным использованием опытных данных. Экспериментальные работы часто характеризовались применением автоматической аппаратуры для массового выполнения анализов, оценкой точности полученных результатов, высоким методическим уровнем. Некоторые экспериментальные экосистемы изучались на протяжении многих месяцев и лет. В целом на данном симпозиуме были наглядно продемонстрированы новые достижения в области морской экологии.

К симпозиуму было приурочено открытие нового корпуса «Экологическая лабо-

ратория» для проведения экспериментальных исследований и культивирования морских организмов (см. фотографию). Этот корпус принадлежит Гельголандскому биологическому институту и в настоящее время может считаться наиболее совершенным в мире. В нем имеется зал для экологических экспериментов в крупных масштабах, лаборато-



Экологическая лаборатория на о-ве Гельголанд. Фотография Хольтмана.

рии — химическая, микробиологическая, планктона, физиологии водорослей, библиотека, ряд подсобных и технических помещений. Эспериментальные работы могут выполняться в 22 комнатах с регулируемым температурным режимом. Циркуляция морской воды с программированной соленостью и температурой поддерживается восемью независимыми системами, поддерживающими заданные параметры и очищающими воду. «Экологическая лаборатория» построена главным образом для ученых, приезжающих на станцию из других учреждений.

М. В. Пропп

#### INTERNATIONAL HELGOLAND SYMPOSIUM «ECOSYSTEM RESEARCH»

М. В. Пропп

Биология моря, 4: 90—92 (1977)

#### СИМПОЗИУМ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ МОРСКИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

С 6 по 9 сентября 1976 г. на биологической станции «Восток» около г. Находки проходил Симпозиум по экспериментальной экологии морских беспозвоночных. Он был организован по инициативе советской рабочей группы Объединенной советско-американской программы по биологической продуктивности и биохимии Мирового океана. В подготовке и проведении симпозиума приняли участие Институт биологии моря и Научный совет по морской биологии ДВНЦ АН СССР, Приморское отделение Всесоюзного гидробиологического общества и бассейновая секция «Тихий океан» Научного совета по океану Госкомитета СМ СССР по науке и технике.

В течение четырех дней ученые из Москвы, Ленинграда, Севастополя и Владивостока обсуждали итоги и задачи дальнейших исследований по физиологическим и биохимическим механизмам адаптаций морских моллюсков, иглокожих и ракообразных к изменениям температуры, солености и ионного состава водной среды, а также по проблемам продукционных процессов, питания и индивидуального развития беспозвоночных, для решения которых применяются методы экспериментальной экологии.

Большой интерес вызвали доклады, посвященные теоретическим вопросам изучения экологии морских животных. **М. В. Пропп** (ИБМ) рассмотрел основные положения содержательной теории эксперимента. Им был дан критический анализ предположений, на которых основано применение к биологическому материалу статистических методов, теории эксперимента и теории ошибок. **Н. А. Вержбинская** (ИЭФБ АН СССР) изложила основные направления в изучении биохимических механизмов адаптаций, обратив основное внимание на проблему биохимической организации метаболических циклов. **Б. Я. Виленкин** (ИО АН СССР) остановился на специфике изучения экологии популяций морского бентоса. Особое внимание обращено им на необходимость изучения систем физиологических реакций, ответственных за поведение оседающих личинок и взрослых животных.

Более подробно связь этологии с экологией рассмотрена **Л. Н. Серавиным** (Ленинградский университет). На примере простейших и кишечнополостных им было показано, как меняются представления об экологии животных в результате экспериментального изучения их пищевого поведения. **М. Я. Кунцова** и ее коллеги (ИБМ) анализировали поведенческие реакции у крабов и креветок при изменении акустических и гравитационных полей.

В ряде выступлений были освещены вопросы адаптаций морских животных к изменениям температуры среды. **А. В. Жирмунский** (ИБМ) на примере изучения теплоустойчивости беспозвоночных продемонстрировал соотношения генотипических и фенотипических температурных адаптаций на разных уровнях организации живой материи. **В. В. Евдокимов** и **Ю. С. Хотимченко** (ИБМ и Тихоокеанский океанологический институт ДВНЦ АН СССР) привели данные о влиянии температуры на половую активность морских ежей через нейро-эндокринную регуляцию. Результаты успешной температурной стимуляции нереста двух видов брюхоногих моллюсков из Японского моря и последующего выращивания в аквариуме их личинок были сообщены **В. П. Найдено** и **Т. Х. Найдено** (ТОИ и ИБМ). **В. В. Андреева** (ТИНРО) показала влияние температуры на развитие рачков *Pseudocalanus elongatus*. Возможность определения оптимальных температур роста морских беспозвоночных по соотношениям изотопов кислорода и содержанию магния или стронция в их карбонатных скелетах — тема доклада **Е. В. Краснова** (ИБМ).

Несколько сообщений было посвящено влиянию на беспозвоночных изменений солености и ионного состава морской воды. В докладе **В. М. Бусева** и **П. Г. Семенова** (ТОИ) анализировались вариации ионного состава крови и активность АТФ-азы почек и жабр крабов при изменении солености внешней среды. **Л. М. Ярославцева** (ИБМ) остановилась на соотношении организменных и клеточных механизмов в адаптации к опреснению некоторых эстуарных и литоральных моллюсков. Различия в отношении к содержанию ионов меди на клеточном и организменном уровнях у мидий *Mytilus edulis* были показаны **Э. П. Сергеевой** (ИБМ). На примере оценки устойчивости ракообразных и моллюсков к изменениям солености среды **И. Н. Солдатова** (ИО) рассмотрела методические особенности анализа данных по выживанию водных беспозвоночных.

Группа докладов была посвящена продукционным процессам и трофологии водных животных. **В. Г. Тарасов** и **И. И. Чербаджи** (ИБМ) сообщили о результатах исследования фотосинтеза микрофитобентоса и дыхания донных беспозвоночных в сублиторальных сообществах Японского моря. Основой их работы послужили эксперименты, проведенные непосредственно на морском дне. **Г. И. Аболмасова** (ИнБИОМ АН УССР) привела данные о соотношении величин продукции и дыхания у некоторых ракообразных и моллюсков из Черного моря. **О. Г. Резниченко** и **И. Н. Солдатова** (ИО) показали резкое увеличение темпов роста и продуктивности многих гидробионтов при перемещении их с естественных субстратов на антропогенные. Анализ суточного потока энергии, проходящего через поселения брюхоногого моллюска *Gibbula divaricata*, был дан **Е. А. Цихон-Луканиной** (ИО).

Несколько докладов было связано с проблемой индивидуального развития морских животных. **В. А. Брыков** (ИБМ) показал возможность определения возраста плоских морских ежей по зонам роста на пластинах их скелета. Сведения о возрастных отметках у двустворчатых моллюсков и перспективах изучения возрастных аспектов их биологии содержал доклад **В. Н. Золотарева** (ИБМ). **И. А. Садыхова** (ВНИРО) рассказала о способах получения кривых роста моллюсков, когда данные о возрасте животных отсутствуют. **В. В. Блинов** (ВНИРО) показал зависимость параметров формулы Бергаланфи от возраста животного.

Участники симпозиума ознакомились с информацией о Советско-американском симпозиуме по экологии сообществ обрастателей, который состоялся в Бофорте (США), а также об организации первого в СССР морского заповедника в заливе Петра Великого Японского моря.

При обсуждении результатов симпозиума были отмечены значительные успехи в развитии экспериментальной экологии в ряде научных учреждений. Однако в целом достигнутый уровень экспериментальных исследований еще не соответствует современным требованиям науки и практики. Остается слабой техническая оснащённость лабораторий. Для понимания механизмов адаптаций морских животных к различным условиям среды необходимы дальнейшие широкие экспериментальные исследования, сочетание их с полевой экологией и глубокими теоретическими обобщениями.

Симпозиум завершился поездкой участников на биологическую станцию ИБМ «Старк», морскую базу ДВНЦ «Витязь» и в музей морского заповедника, организуемый на острове Попова.

К началу симпозиума был выпущен сборник «Экспериментальная экология морских беспозвоночных» (Владивосток, 1976. 200 с.). В нем материалы, представленные участниками симпозиума, а также некоторыми другими сотрудниками учреждений, участвующих в советско-американской программе исследований биологической продуктивности и биохимии Мирового океана.

В. Н. Золотарев

## SYMPOSIUM ON EXPERIMENTAL ECOLOGY OF MARINE INVERTEBRATES

V. N. Zolotaryov

