

Е

2-27

107227

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ А. А. ЖДАНОВА

**ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ИХТИОЛОГИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ В ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ**

Чтения памяти проф. М. М. Кожова

выпуск I

Иркутск,
1977 г.



Профессор М.М. Кожов
1890 - 1968

И.К о ж о в М.М. Становление и пути эволюции фауны озера Байкал. - "Проблемы эволюции", т.3, Новосибирск, "Наука", 1973.
I2. Kozhov M. Lake Baikal and its life. Den Haag W. Junk, 1963.

О.М.КОЖОВА

ЗАДАЧИ НИИБИОЛОГИИ В ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО
ЭКОСИСТЕМНОМУ АНАЛИЗУ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОМУ МОНИ-
ТОРИНГУ^{х)}

Современная теоретическая экология, интенсивное развитие которой обусловлено необходимостью сохранения природной среды, не исключает исследования локальных экологических проблем, т.е. экосистем тех или иных конкретных регионов. Эти разработки важны для ведения планового хозяйства в пределах территориально-производственных комплексов. Познание особенностей эколого-экономических систем, включая установление их границ - это фактический материал для выявления общеэкологических закономерностей, многие из которых еще не достаточно четко сформулированы. В этом аспекте мы исследуем структуру и функционирование экосистем водоемов Сибири, оценка которых может оказаться полезной и для разработки общетеоретических экосистемных положений. Укажем в связи с этим, не претендуя на полноту рассмотрения, некоторые научные направления НИИБиологии по внедрению системного анализа в гидробиологические исследования и организацию мониторинга на водоемах Сибири.

Рассматривая современное состояние этих проблем, нельзя не вспомнить их первоначальное возникновение при аутоэкологических исследованиях, которые в свою очередь связаны с изучением эндемичной фауны и флоры Байкала, истории их происхождения и эволюции, что освещено, в частности, М.М.Кожовым. Дополнительные сведения по фауне озера и ангарских водохранилищ, в значительной степени дополнившие зоогеографические представления, содержатся в работах А.В.Янковского, посвященных инфузориям, Рамац-

х) Сокращенное изложение доклада на отчетной научной конференции ИГУ в 1975 г.

цотти - тардиградам, Е.В.Боруцкого и Г.Л. Окуновой - гарпактицидам, Г.Л.Васильевой и Н.Н.Смирнова - кладоцерам, И.А.Рубцова - мерметидам, Н.А.Порфирьевой - планариям, Е.И.Лукина - пиявкам, Н.А.Сокольской - олигохетам, Э.А.Ербаевой - хирономидам и др., выполненных в НИИБиологии или с привлечением данных института. Существенно пополнены знания о флоре водоемов Сибири благодаря работам Л.А.Ижболдиной, Н.Л.Антиповой, Г.Ф.Загоренко, О.М.Кожовой и др.

Дальнейшее развитие этих исследований требует привлечения специалистов-систематиков из соответствующих научных учреждений и углубления работ по зоологическому и ботаническому направлениям в Иркутском университете с подготовкой специальных кадров и укреплением базы музея байкальской фауны и флоры. Успех работ этого направления возможен на основе применения современных эколого-генетических методов, развития цитохимии, кариосистематики (первая попытка была осуществлена в НИИБиологии Е.С.Побережным при изучении байкальских моллюсков) и широкого применения электронной микроскопии. Совершенно очевидно, что знания по фауне и флоре лежат в основе экосистемных представлений, без них немыслима и организация гидробиологического мониторинга.

Вместе с тем решение современных экологических проблем заставляет обратить особое внимание на развитие демэкологических и синэкологических направлений, начало разработки которых на Байкале и Ангаре относится к сороковым годам. Для их развития широко используются режимные стационарные наблюдения, результаты которых изложены во многих публикациях М.М.Кожова и его учеников. Гидробиологические исследования на Байкальской Биологической станции в пос. Большие Коты, действующей с двадцатых годов, и на Ангарской Биологической станции в пос. Балаганск, организованной в шестидесятых годах, дали возможность выявить ряд важных особенностей структуры водных сообществ, сезонной и годовой динамики численности слагающих их популяций, биопродукционных характеристик и систем трофических взаимоотношений. Мы и сейчас придаем большое значение работе существующих и организации новых биологических стационаров. По аналогии с имеющимися станциями мы должны создать стационары в устье р.Селенги и на Усть-Илимском водохранилище, а в содружестве с Монгольским универси-

тетом осуществлять стационарные работы на оз. Хубсугул (МНР). Их дополняют регулярные экспедиционные обследования водоемов, на основе которых проводится картирование сообществ пелагиали и бентали. В работах по водохранилищам А.А.Томилова, Э.А.Ербаевой, О.М.Кожовой, Н.А.Башаровой, Г.И.Кобановой особое внимание уделяется оценке биофонда р.Ангары, эффекта каскадности в ее водохранилищах, вопросам формирования планктонных и бентосных сообществ, их продуктивности. Результативности этих исследований способствовало осуществление работ в рамках Международной Биологической Программы (МБП). Комплексное изучение водохранилищ и приводных ландшафтов в настоящий период имеет важный народнохозяйственный выход, связанный с разработкой природоохранных мероприятий с учетом экономического развития Ангаро-Енисейского региона. Мы должны развивать эти работы, основываясь на анализе всех компонентов толщи вод (фитопланктон и его продукционные характеристики, пигментный состав sestона, биохимическая ферментативная деятельность микроорганизмов) и оценке структуры и функционирования донных биоценозов. Цель их - с применением экосистемного анализа дать прогноз эвтрофикации р.Ангары и ее водохранилищ. С использованием этих подходов необходимо выработать объективные критерии "качества воды", как для использования в народном хозяйстве, так и как свойства экосистем в связи с необходимостью сохранения их целостности.

Накопленный к пятидесятым годам материал по биоценологии водоемов и особенно Байкала со всей остротой показал необходимость развития эколого-физиологических работ. С этой целью на Байкальской Биостанции по инициативе М.М.Кожова был создан Байкальский аквариум, где были установлены новые эколого-физиологические закономерности; кормовые коэффициенты байкальских рыб, выявлена их толерантность по отношению к ряду факторов абиотической среды, определена суточная ритмика поведения рыб в зависимости от освещенности, продукционные характеристики некоторых видов беспозвоночных и растений, разработан метод искусственного выращивания кормов. Этим экспериментальным работам в будущем надлежит усиленно развиваться.

Дальнейшему развитию в исследованиях последних лет подверглись работы по экологическому картированию в районе Байкальского

Целлюлозного завода (БЦЗ), постановка которых была осуществлена в 1961 г. М.М.Кожовым. Оконтуривание зоны, подверженной влиянию БЦЗ, позволило выявить несопряженность реакций сообществ разного видового и трофического уровня, а также сделать выводы о ходе процессов стабилизации изменившихся сообществ (О.М.Кожова и др.).

Ближайшая задача продолжающихся в этом направлении работ состоит в создании модели процесса самоочищения озера с учетом всех факторов, принимающих в нем участие – микробальной активности, фотосинтетической деятельности растений, утилизации органического вещества последующими трофическими звеньями как в толще вод, так и на дне, равно как и факторов, усиливающих или ослабляющих этот эффект. Первоначальная схема факторов, участвующих в этом процессе, изложена О.М.Кожовой в отчете по заданию Государственного Комитета по Науке и Технике. Параллельно с этим необходимо разработать методические подходы, в том числе математического моделирования, к оценке процессов, происходящих в очистных сооружениях.

Экологическое картирование в районе БЦЗ с учетом функциональной значимости биоценозов позволит решить одну из главных природоохранных задач – выявить критерии гомеостаза пятна загрязнения во временном и пространственном аспектах. Эта задача может быть решена только при использовании математической модели и явится методической основой разработки вопроса "нормы и патологии" экосистемы Байкала.

Для оперативного контроля за состоянием природных вод мы должны обратить внимание на разработку экспресс-методов оценки качества вод по гидробиологическим критериям.

Большое внимание, начиная с 1970 г., уделялось внедрению математических методов в гидробиологические исследования, когда была также начата, по инициативе ректора ИГУ Н.Ф.Лосева, подготовка студентов – биологов по специальной программе с математическим уклоном.

Первые попытки привлечения математических методов к анализу гидробиологического материала касались применения элементарных статистических методов при анализе фитопланктона и бактериопланктона Братского водохранилища, зообентоса Байкала в районе Байкальского Целлюлозного завода (БЦЗ) (Кожова, Мамонтова и др.).

Они были расширены в систематическое внедрение ряда статистических методов А.А.Акимовой, О.М.Кожовой и Н.А.Шестиной для оценки стратификации водных масс Братского водохранилища и влияния сточных вод Братского Лесопромышленного комплекса на фитопланктон р.Ангара, влияние БЦЗ на бактериоценозы Байкала. Статистической обработке Л.И.Калужной были подвергнуты данные по фитопланктону, а Н.Г.Мельник, О.М.Кожовой и Г.И.Помазковой по зоопланктону Байкала с целью определения нормы в распределении планктона как среднегодовой, так и межгодовой, выявление цикличности в динамике численности планктонных организмов и статистического анализа их связи с факторами внешней среды. Ряд аналогичных работ, в том числе по популяциям рыб, выполнены на материалах И.Г.Топоркова группой математиков ВЦ ИГУ под руководством Г.И.Гершенгорна.

Ближайшая задача в продолжении этих работ состоит в введении в обязательную программу проводимых наблюдений оправдавших себя статистических методов анализа. Для целей мониторинга особенно важно установление стандартной и наиболее рациональной сети станций гидробиологического картирования озера с учетом вертикальной зональности биоценозов и неоднородности их горизонтального распределения. При этом необходимо учитывать необходимость прогнозирования эволюции экосистем под влиянием таких факторов, как зарегулирование рек в системе Байкал-Енисей, колебание уровня воды, поступление сточных вод и рыбохозяйственное использование.

Имеющийся натурный и экспериментальный гидробиологический материал, благодаря вниманию к этим работам В.В.Меншуткина, позволил нам подойти к математическому описанию экосистемы Байкала. На первом этапе Л.Я.Ащепковой, В.И.Гурманом и О.М.Кожовой была осуществлена модель энергетических взаимоотношений в пелагиали озера, доказавшая верность принципа подхода и возможность использовать имеющиеся количественные сведения для экомодели. Этот же принцип был использован О.М.Кожовой, Л.Я.Ащепковой и Е.Н.Кузевановой для моделирования оз.Хубсугул. Затем В.В.Меншуткиным, О.М.Кожовой и Л.Я.Ащепковой была создана модель сезонной динамики процессов, которая оказалась способной отражать реальные динамические процессы, протекающие в озере, что позволит использовать ее для дальнейшего исследования экосистемы. И,

наконец, этими же авторами была рассмотрена модель пространственного распределения планктона Байкала, показавшая соответствие результатов моделирования действительной ситуации и давшая возможность прогнозировать распределение водорослей по озеру и сезонные пики их биомассы. Результаты гидробиологических работ НИИбиологии использованы также в моделях института ВНИИВО, Киевского института математики и другими организациями.

Поскольку любому "преобразованию природы" должен предшествовать "экологический эксперимент" на математических моделях, при их построении необходимо стремиться к максимальному использованию всей имеющейся по региону (или проблеме) информации. Однако, у нас до сих пор не существует подобных информационных центров, а многочисленные исследователи, и даже организации, работают не достаточно системно, в разной степени отдавая должное оценке тех или иных параметров, без анализа степени точности и представительности данных. Поэтому унификация получаемого материала — важная ближайшая задача работ.

Решение крупных задач экосистемного анализа требует инвентаризации приемов частных методик обработки материала, в том числе обработки способов подсчета и хранения стандартной гидробиологической информации. В связи с этим крайне важно создание гидробиологической информационной системы. С этой целью мы пытаемся пересмотреть и унифицировать методики определения численности и расчета биомассы водорослей, зоопланктона с учетом ошибок в их определении и т.д. Совершенно очевидно, что это нужно осуществлять при максимальном использовании имеющейся в НИИбиологии информации путем создания архива данных с использованием средств ЭВМ.

Первые попытки математического анализа заставили нас обратить внимание на недостаток данных по ряду звеньев экосистемы Байкала, особенно по оценке влияния антропогенных факторов. Перечень необходимой информации по рассматриваемым экосистемам не может быть определен жесткими неизбывными рамками, ибо развитие науки вскрывает все новые и разные по значимости обстоятельства функционирования систем. Тем не менее общие концепции современной экологии определяют первостепенные работы и их задачи. Ниже приводятся важнейшие из них, касающиеся биологических наблюдений:

- функциональная значимость каждого из звеньев трофической сети с учетом временной динамики численности слагающих их популяций;

- особенности поведения организмов и популяций, их миграции как вертикальные, так и горизонтальные;

- зависимость структурных и функциональных характеристик сообществ от абиотических факторов и их совокупности.

К числу первоочередных в информационном для моделирования плане работ относятся также следующие:

- оценка преобразования солнечной энергии в водной среде и установление радиационного баланса;

- определение изменения составляющих энергетического баланса в различных горизонтальных и вертикальных зонах водоема с учетом притока "аллохтонного" тепла, перераспределения течениями, сезонности и межгодовыми флуктуациями;

- характеристика мезо- и микроклимата как фактора, определяющего распределение биоценозов, особенно литоральной зоны, и интенсивность биологических процессов. В первую очередь надлежит исследовать численные связи с энергетическим обменом растений и животных в условиях исследуемых водоемов;

- исследование составляющих водного баланса как фактора, определяющего роль аллохтонного вещества, условия жизни в литорали, особенно мелководных районов, что ведет к структурной и энергетической трансформации сообществ;

- рассмотрение абиотических факторов, формирующих географическую зональность, определяющих в свою очередь структуру биоценозов в специфических условиях вертикальных ярусов горизонтальных поясов.

Мы полагаем, что фактическая обеспеченность моделей и разработка прогнозов интересующих нас экосистем (как, впрочем, и других экосистем биосферы) на сегодняшний день существенно зависит от двух рабочих моментов: кооперации сил различных учреждений с целью получения максимальной информации об экопроцессах и от инструментальной обеспеченности исследований. В будущих работах НИИБиологии по системному анализу должно быть усилено конструктивное кооперирование между учреждениями экологического профиля. С этой целью разработанный в НИИБиологии И.Г.Топорковым комплексный перспективный план исследова-

ния оз. Байкал надлежит обсудить научной общественности.

Одной из задач экологических исследований является не только учет изменяющих природу антропогенных факторов, но и разработка мер по уменьшению этого влияния. Придавая большое значение "контрольным" функциям научных учреждений, в том числе выполняемых НИИБиологии, необходимо помнить, что важно не только установить антропогенное влияние и закономерности изменения природных комплексов, но и найти экологические средства для осуществления контроля, т. е. пытаться осуществить истинно "ноосферные" принципы. Поэтому в начале семидесятых годов нами были организованы исследования токсикологического направления, а также работы по контролю и усовершенствованию очистных сооружений Байкальского целлюлозного завода. В этом плане очень важно изучение свойств биологических систем, приводящих к активной деградации веществ, вводимых человеком в биосферу, и чуждых тем или иным ее биотопам. В связи с мощностью лесных и водных ресурсов особенно перспективны для водоемов Сибири эколого - токсикологические работы по оценке разрушения продуктов интенсивно развивающегося целлюлозно - бумажного производства. Укажем на некоторые задачи НИИБиологии:

- экологическое картирование зон влияния сточных вод на основе изучения биоценозов; полученные данные являются основой для построения математических моделей по оценке устойчивости биоценозов и прогнозу их изменений;

- оценка влияния сточных вод на функциональные, и в первую очередь биопродукционные характеристики популяций и сообществ, их роли в самоочистительной способности вод;

- подбор и селекция наиболее активных штаммов микроорганизмов, растений и животных для "облагораживания" биоценозов очистных сооружений, опробование в полупроиз-

водственных условиях для доочистки вод организмов, сохранившихся в зонах загрязнения;

- изучение мутагенного влияния сточных вод на генотип как на классических объектах исследований, так и на гидробионтах, в том числе эндемичных для Байкала и важных в народнохозяйственном значении.

При непосредственных токсикологических исследованиях особо важной является оценка эффекта фенольных соединений при рассмотрении взаимосвязи между механизмом их токсичного действия и структурой молекул, что осуществляется в созданной в НИИБ Д. И. Стомом лаборатории водной токсикологии и биохимии. При этом важно поэтапное рассмотрение изменений активности фенольных соединений по мере их окисления до алифатических кислот и продуктов окислительной конденсации. Выполнение этих работ сопровождается разработкой методов, позволяющих вести химический и токсиметрический анализ хинонов и продуктов их превращений при различных физиологических условиях, выявлением детоксикации, взаимоперехода и скорости превращения фенолов, продуктов их трансформации и близких по химической природе ко- и канцерогенов под действием биотических и физико-химических факторов в модельных опытах, в проточках, в организмах.

Активное освоение Прибайкалья в результате строительства БАМ и возросшие антропогенные нагрузки на Байкал, равно как и другие водоемы, в связи с его транспортным использованием, дает нам основание перечисленные направления считать главными в исследованиях ближайших лет. Это требует концентрации сил на выполнении программ новых научных направлений:

- математического моделирования экологических процессов;
- изучения экотоксикологических закономерностей и разработки детоксикационных приемов.