

базирующееся на изучении строения, физических и химических свойств уникальных биологических объектов Тихого океана. В заключение Ж.И.Алферов поблагодарил собравшихся за плодотворную работу, а Программный и Организационный комитеты симпозиума – за его безупречную подготовку.

*Ю.Н.КУЛЬЧИН,  
чл.-корр. РАН,  
председатель Оргкомитета симпозиума,  
директор Института автоматизации  
и процессов управления ДВО РАН;  
Н.Г.ГАЛКИН,  
д.ф.-м.н., проф., ученый секретарь  
Института автоматизации и процессов управления  
ДВО РАН (Владивосток)*

*Фото С.Г.АЗАТЬЯНА*

## ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ ПРЕСНОВОДНОЙ БЕНТОЛОГИИ

25–30 мая 2008 г. в г. Солт-Лэйк-Сити (штат Юта, США) прошла LVI ежегодная конференция Северо-Американского бентологического общества (North American Benthological Society – NABS) – одного из наиболее многочисленных международных научных обществ, основу которого составляют ученые из США. Около 70% участников совещаний NABS – люди в возрасте до 35 лет, многие и них – студенты старших курсов и аспиранты. Главная цель NABS заключается в активизации изучения бентических пресноводных организмов и их роли в водных экосистемах, распространении новых результатов исследования, интерпретаций и другой специальной информации среди биологов, научного сообщества в целом и СМИ.

В Солт-Лэйк-Сити собралось более 1000 чел. из США, Канады, Австралии, Великобритании, Германии, Швеции, Франции, Италии, Новой Зеландии, Японии, Китая, России и многих других стран. Тема нынешней конференции «Водная наука в эру глобального изменения: климата, использования земли и инвазий видов».

Всего заслушано 617 докладов, из них 4 пленарных, 424 секционных и 189 постерных. Постоянно работали выставки-продажи новой научной литературы и оборудования. Во время постерной сессии каждый из участников мог проконсультироваться у ведущих специалистов-систематиков и при необходимости опделить свой материал.

Открыл конференцию президент NABS<sup>1</sup>, один из крупнейших специалистов по экологии водорослей

<sup>1</sup> Президенты NABS переизбираются каждый год на ежегодной конференции Общества.

профессор Мичиганского университета Дж.Стивенсон (J.Stevenson). Затем с пленарным докладом «Следующее большое исчезновение? Сохранение биоразнообразия в тропических азиатских реках и ручьях» выступил представитель университета Гонконга (Китай) Д.Дадджен (D.Dudgeon), отметив важную особенность пресноводных экосистем: по числу видов пресноводные животные составляют около 9,5% от суммарного мирового биоразнообразия животных, в то время как общая площадь акватории пресноводных водоемов и водотоков составляет менее 1% поверхности земного шара. Это обстоятельство указывает на крайне уязвимое положение пресноводных сообществ: за последние 20 лет потеря биоразнообразия в пресноводных системах оказалась значительно выше, чем в морских и наземных. Например, исчезновение рыб и амфибий в Северной Америке составляет 4% за десятилетие, что в 5 раз выше аналогичного показателя, рассчитанного для наземных животных (Ricciardi & Rasmussen, 1999). Докладчик также отметил, что под угрозой исчезновения ныне находятся 38% из 546 европейских видов рыб (Kottelat & Freyhof, 2007) и 32% из 5918 видов мировой фауны земноводных (GAA, 2006). Затем Д.Дадджен обратил внимание собравшихся на угрозу загрязнения китайских рек: в 2005 г. в Янцзы было сброшено 26 млрд т сточных вод (в 2004 г. – 17 млрд т), что составило 40% всех сточных вод страны, при этом 80% из них – неочищенные (L.Jianjian, East China Normal University). До первой половины 1950-х годов вылов рыбы в Янцзы достигал 500 тыс. т в год, или 70% от общего вылова рыбы во внутренних водоемах Китая. Однако с 1954 по 1970 г. уловы в этой реке снизились на 50%. Длительное истощение рыбных запасов, строительство дамб и загрязнение реки привело к тому, что ныне в Янцзы вылавливается только около 100 тыс. т рыбы. Ученый отметил, что сегодня 80% из 50 тыс. км главных рек Китая из-за загрязнения воды непригодно для коммерческого рыболовства (FAO, 1999). Важное место занимала информация о степени влияния глобального потепления климата (ГПК) на пресноводные экосистемы тропиков, которые и так испытывают многостороннее негативное воздействие от загрязнения из многочисленных источников, изменения ландшафта (сведение лесов, дренаж и т.п.), сверхэксплуатации биоресурсов, модификации (регулирования) потока, забора воды, строительства плотин, вселения экзотических видов растений и животных и т.д. Ученый считает, что более высокая температура крайне отрицательно скажется на биоразнообразии тропических водных сообществ, функционирующих в верхних пределах теплового воздействия. Уже сегодня наблюдается вымирание некоторых видов земноводных, связанное с непосредственным повышением температуры среды в неотропической зоне (Pounds et al., 1999, 2006), Японии (Nakano et al., 2006), горах Коста-Рики (Stuart et al., 2004). Кроме того, докладчик обратил внимание на прогнозы специалистов, утверждающих, что ГПК значительно изменит влияние муссонов на природные циклы наводнений: увеличится сила паводка, однако вероятность ливней в сухой сезон уменьшится (т.е. ожидается больше крайностей). В тропической части Китая ситуация может оказаться наиболее непредсказуемой из-за таяния ледников

в Гималаях. Таким образом, изменение гидрологических условий ляжет дополнительной нагрузкой на экосистемы. В заключительной части доклада Д.Даджен коснулся проблем бассейна р. Меконг, протекающей по территории Китая, Лаоса, Камбоджи и Вьетнама: предположил, что ГПК будет стимулировать строительство в тропико-муссонных районах Китая защитных дамб, проанализировал экологические последствия такого строительства и определил основные научные задачи, стоящие перед гидробиологами.

Доклад В.В.Богатова «Функционирование пресноводных экосистем юга Дальнего Востока России в условиях муссонного климата», представленный на секции «экология сообществ», показал, что необходимым фактором существования и поддержания высокого уровня биоразнообразия дальневосточных речных сообществ является определенное чередование межженных и паводковых периодов. Однако чрезмерно резкие паводки приводят к быстрому количественному истощению фито- и зообентоса, а длительная межень может спровоцировать гипертрофикацию водных объектов. Таким образом, если прогнозы специалистов об изменении характера муссонов при ГПК оправдаются, то деградация биоразнообразия в речных бассейнах ожидает не только тропико-муссонные районы Азии, но и юг Дальнего Востока России.

Среди других секционных докладов следует выделить выступление У.Доддса (W.Dodds) с соавторами из Канзасского университета «STREON<sup>2</sup> – экспериментальная и наблюдательная сеть потоков». Ученый считает, что речные экосистемы идеальны для наблюдений и длительных экспериментов, так как их части хорошо разграничены. Эти системы динамичны, что позволяет исследовать характер краткосрочных воздействий, кроме того, они играют существенную роль в удержании питательных веществ (биогенов). Важно, что технически такие природные объекты могут быть изучены сопоставимыми методами и интегрированы в существующую в США систему контроля NEON (National Ecological Observatory Network – Национальная наблюдательная экологическая сеть). Как образно выразился У.Доддс, NEON станет своего рода зонтиком для STREON. Основная задача STREON – проведение скоординированных наблюдений и экспериментов для оценки влияния гидрологических условий, биогенной нагрузки и потери видов на структурно-функциональные характеристики биоты североамериканских водотоков.

При участии Национального научного фонда США контроль экологической ситуации будет проводиться на ~20 постоянных станциях, оборудованных комплексом современных датчиков для измерения кислорода, pH, электропроводности, окислительно-восстановительного потенциала, температуры, мутности, освещенности, биогенных элементов, углекислого газа и, вероятно, органического углерода. Кроме того, в исследованиях будут применяться передвижные пакеты датчиков. Участки наблюдений планируется разместить в областях, пересекающих всю территорию США,

<sup>2</sup> STREON – Stream Research Experimental and Observational Network (Исследование потока: экспериментальная и наблюдательная сеть).

включая Гавайские острова и Аляску, а также Пуэрто-Рико. На каждом контрольном участке датчики будут устанавливаться в верхней и нижней частях водотока, что даст возможность оценить изменение гидрологических условий, динамику биогенных элементов и метаболизм сообщества. Одновременно будут вестись наблюдения за водорослями, беспозвоночными и рыбой (состав, масса, продукция зообентоса). На строительство и укомплектование станций программой отводится 7 лет, на проведение наблюдений – 30 лет.

В рамках STREON предполагается также развертывание 10 станций, на которых планируется поставить долгосрочные эксперименты по удобрению водотоков. Эти станции будут расположены в разных климатических зонах, на водотоках с разной биогенной нагрузкой и гидрологическим режимом, в том числе паводковых и грунтовых вод. Непрерывное удобрение потоков продлится по крайней мере 10 лет. Концентрации питательных веществ в эксперименте в 5 раз превысят фоновые. В то же время на каждой станции предусмотрено выделение неудобренных (контрольных) участков. Замеры параметров среды в эксперименте будут проводиться по той же методике, что и на основных наблюдательных пунктах. Считается, что данная работа позволит смоделировать процессы функционирования сообществ и потери видов при разных трофических и гидрологических условиях. По заявлению ученого, STREON обеспечит беспрецедентную основу для комплексного исследования водотоков и станет первым в масштабе континента организованным долгосрочным экологическим экспериментом.

В докладе одного из старейших гидробиологов США А.Бенке (A.C.Benke) «Вторичная продукция как часть биоэнергетической теории – вклад от пресноводной бентологии» было отмечено, что за несколько десятилетий исследования продукции водных животных внесли существенный вклад в развитие общей биоэнергетической теории. Примечательно, что отсчет развития этих исследований в США автор ведет от опубликованного в 1971 г. в Лондоне первого классического руководства «A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh water», составленного российским гидробиологом Г.Г.Винбергом<sup>3</sup> совместно с американским коллегой У.Эдмондсоном (W.Edmondson)<sup>4</sup>. По мнению А.Бенке, научные результаты, полученные пресноводными бентологами, помогли найти ответы на широкий спектр экологических вопросов, поскольку именно вторичная продукция (а не численность и биомасса) является наиболее важной переменной, позволяющей,

<sup>3</sup> Г.Г.Винберг (1905–1987) – чл.-корр. АН СССР, выдающийся российский гидробиолог, разработавший энергетический подход к решению центральной проблемы гидробиологии – изучению продуктивности водоемов; основатель отечественной школы продукционной гидробиологии, которая в настоящее время представляет собой одну из ведущих научных школ России.

<sup>4</sup> W.T.Edmondson (1916–1999) – известный американский гидробиолог, специалист в области продуктивности озер, эвтрофикации, сравнительной лимнологии, популяционной динамики зоопланктона, экологии и таксономии Rotifera.

в частности, оценивать как пригодность пищи / среды обитания, так и роль хищников, загрязнения, инвазивных видов и других факторов в функционировании сообществ. Многочисленные исследования продемонстрировали, каким образом с помощью продукции проводится оценка потоков энергии и вещества между популяциями и функциональными группами в пределах пищевых сетей. С сожалением А.Бенке констатировал, что продукционный анализ в меньшей степени проявляется в исследованиях морских сообществ и в наиболее низкой степени – при изучении наземных организмов. В заключительной части выступления американский ученый призвал шире использовать достижения продукционной гидробиологии в общей экологической литературе.

В докладах Р.Рэйдера (R.Rader, Brigham Young University) «Водотоки и концепция “метасообщества”»: новый жаргон или новое понимание», Б.Брауна (B.Brown, Clemson University) «Как концепция “метасообщества” применима к системам водотоков», К.Бакстера (C.Baxter, Idaho State University) «Что такое сообщество? Последствия земельно-водных взаимодействий и движение организмов к теории сообщества» была развернута дискуссия о понятии «метасообщество». Р.Рэйдер определил это как сеть локальных сообществ, связанных широко рассеянными потенциально взаимодействующими видами. При этом он отметил, что новый термин был привнесен в экологию сообществ из идей «метопуляции», обеспечивших теоретическое понимание проблемы сохранения популяций, но проблеме организации и сохранения сообществ водотоков он пока не помог. Р.Рэйдер считает, что функциональный подход может стать лучшим способом оценки сложных взаимодействий между беспорядком (экстремальными факторами, вызывающими гибель организмов и/или изменяющими функции экосистем: паводок, засуха и т.п.) и распределением отдельных видов. Б.Браун сделал попытку исследовать сообщества водотоков на основе полученных им крупномасштабных сведений по рыбам и бентосным беспозвоночным. При этом он пришел к выводу о полезности понятия «метасообщество» по отношению к водотокам, указав, однако, что исследователи должны учитывать определенные ограничения, которые потоки накладывают на метасообщества. К.Бакстер отметил, что экологи долгое время признавали сложность сообществ, хотя исторически стремились строить свое понимание сообщества через упрощенные системы или экспериментально послушные подсистемы. Более свежая тенденция – понимание проблемы сложности (например, по отношению к водотокам это учет переноса листового опада, древесных остатков, широких перемещений беспозвоночных и рыбы). Докладчик считает, что привносимые в гидробиологию новые понятия должны не просто указывать на некую сложность, а обеспечивать новые общие предсказания и проверяемые гипотезы.

Одним из наиболее ярких событий конференции явился пленарный доклад «Жизнь в переходный период: глобальное изменение как вызов междисциплинарным возможностям» помощника директора по биологическим наукам Национального научного фонда (ННФ – независимое агентство при правительстве

США, отвечающее за развитие науки и технологий, финансирование научных и образовательных проектов) США Дж.Коллинса (J.Collins), содержащий интереснейшую информацию о развитии жизни на Земле, климатических изменениях, перспективных научных направлениях, биологических программах ННФ, в том числе NEON и STREON. Представитель ННФ отметил, что история Земли тесно переплетена с развитием жизни. Геологические и климатические события привели к масштабным исчезновениям жизненных форм: более 99% видов животных и растений, которые когда-либо обитали на Земле, уже исчезли. Древние земные условия были многократно суровее тех, которых мы ожидаем. Знание механизмов упругости и устойчивости некоторых форм жизни необходимо для реалистических прогнозов влияния глобального изменения климата на биосферу. Дж.Коллинс заявил, что ННФ намерен активно поддержать научный поиск за пределами традиционных направлений и вдохновить новое поколение ученых и педагогов, научное воображение которых, навыки и творческий потенциал будут продвигать модернизированные исследования и образование к критическому пониманию жизни на Земле, к нашему адаптивно-му вхождению в изменяющийся мир.

В рамках небольшого очерка трудно рассказать даже о наиболее важных выступлениях из-за масштаба и широты охваченных проблем. Судите сами: на конференции работали следующие главные секции: «экология сообществ», «популяционная экология», «продукционная экология», «экология урбанизации», «экология восстановления», «экология охраны», «экология больших рек», «пищевые сети», «управление водными системами», «экология нарушенных сообществ», «экология рыб», «экология микроорганизмов», «моллюски», «перифитон», «гидрологические процессы», «систематика и таксономия», «органическое вещество», «биооценка (социологические исследования, стрессы, статистические проблемы, моделирование)», «биогеохимия», «увлажненные земли», «ландшафты», «взаимодействие наземных и водных систем», «экотоксикология» и 17 специальных секций. Поэтому за более подробной информацией мы отсылаем на сайт Общества (<http://www.benthos.org/index.cfm>), где в свободном доступе можно ознакомиться с программой конференции и тезисами докладов.

*В.В.БОГАТОВ,*

*д.б.н., заведующий отделом  
(Биолого-почвенный институт ДВО РАН,  
Владивосток)  
E-mail: vibogotov@rambler.ru*