

В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко
Количественная гидроэкология: методы системной идентификации
Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

Прогресс современной гидроэкологии за последние 20-25 лет вполне очевиден. В значительной мере это связано с обновлением арсенала методов обработки материалов наблюдений и широким внедрением современных компьютерных технологий. Несомненно, внедрение новых методов приводит и к новым результатам, что в свою очередь ве-

дет к ускоренному развитию теоретических представлений (конкретно – теоретической гидроэкологии). Однако в отечественной (да, пожалуй, и в мировой) литературе этого периода практически нет работ обзорно-монографического плана, в которых была бы предпринята попытка оценить современное состояние количественных методов в гидроэколо-

гии. Этот нелегкий труд взяли на себя авторы рецензируемой монографии.

Сразу хочется отметить, что рецензируемая книга получилась весьма оригинальной, у нее есть “свое лицо”: она удачно сочетает академизм изложения и неизбежный в обзорах элемент дискуссионности (особо отметим последнее приложение работы, озаглавленное “Виртуальный разговор авторов с рецензентами”). Уже “Предисловие” этой работы авторы посвящают описанию нового механизма научного познания – меметики (научного направления, которое описывает “движение научной мысли” в терминах размножения, отбора, мутации и пр. элементарных структурных единиц знания). И если раньше в научных работах редко, но все-таки встречались эпиграфы, то в рецензируемой книге эти эпиграфы-мемы несут весьма существенную нагрузку не только поясняя содержание раздела, но и демонстрируя процесс “...инфицирования мемов математической статистики в гидробиологической научной среде” (с. 7) и способствуя возникновению аналогий “... между методами оценки, традиционно принятыми в гидробиологии, с приемами, широко используемыми в фитоценологии, медицине и более отдаленных отраслях наук” (с. 7).

Книга состоит из трех частей. Первая часть “Методы исследования экологических систем” содержит две главы. В главе “Экологический мониторинг и биоиндикация: сущность, формы реализации и концепции развития” подробно рассматриваются различные классификации систем мониторинга окружающей среды, поиск информационных компонентов-биоиндикаторов состояния экосистем, концепции нормативов и критических нагрузок (особое внимание уделено оценке комбинированного действия факторов) и, наконец, информационным системам экологического мониторинга. Среди традиционных для такого рода обзоров и достаточно тривиальных схем организации мониторинга (фактически, схемы на рис. 1.1-1.5), следует выделить таблицу 1.3, в которой дано сравнение методологических подходов к определению экологических критических нагрузок В.Н. Башки-

на и Т.И. Моисеенко. Эти два подхода во многом дополняют друг друга и позволяют авторам сделать вывод о том, что “... оценка критичности воздействий предполагает комплексное исследование изучаемого объекта и выявление двух основных интегративных составляющих в поведении экосистемы: фактора антропогенной нагрузки на окружающую среду и отклика, определяющего функциональную устойчивость, продуктивность и разнообразие биотических элементов” (с. 27).

Одно частное замечание (желание вступить с авторами в “виртуальную дискуссию” весьма сильно, так как содержание этой главы дает обширную “информацию к размышлениям”): при оценке комбинированного действия факторов авторы различают два подхода – “много экспертов – один критерий” и “много критериев – один эксперт” (с. 32). Как кажется рецензенту, такое разделение не оправданно: как усреднение мнений в первом случае, так и синтез какого-то интегрального показателя во втором, – суть одна процедура (и в том и в другом случае осуществляется усреднение с использованием некоторых “весовых” коэффициентов). Правда, в дальнейшем авторы обсуждают и регрессионный (обобщенный) механизм суммации многофакторных воздействий, преимущество которого состоит в “не назначении” весовых коэффициентов и в нелинейности модели воздействий.

Вторая глава “Методы математического моделирования экологических систем” выходит за рамки постулируемых в подзаголовке монографии “методов системной идентификации”, так как в ней кратко рассмотрены и аналитические, и имитационные модели водных экосистем. Собственно целям системной идентификации отвечают эмпирико-статистические модели и модели искусственного интеллекта. Вероятно, по содержанию этого раздела можно сделать традиционное замечание – не все (а возможно ли учесть “все”?) публикации о моделировании водных экосистем вошли в обзор, – но рецензент этого делать не будет и, более того, наоборот, следует подчеркнуть весьма обширный библиографический список (764 наименования,

включая и несколько интернет-изданий), что несомненно делает книгу еще более ценной и как некое справочное пособие.

Вторая часть “Критерии оценки качества водных экосистем” также состоит из двух глав и, фактически, представляет собой “монографию в монографии” (с. 106-203). В главе “Факторы и критерии оценки качества вод пресноводных водоемов” обсуждается сущность проблемы нормирования качества вод, санитарно-гигиенический (с использованием ПДК) и общеэкологический подходы к нормированию качества вод, методики оценки качества вод по гидрохимическим и гидробиологическим показателям. Сугубо гидробиологическим подходам к решению поставленных задач посвящена четвертая глава “Критерии оценки качества вод по данным гидробиологического анализа”. Здесь описаны методы оценки качества водных экосистем по целому спектру показателей (соотношение обилия видов, индексам биоразнообразия, показателям сапробности, видовому сходству и пр.). Можно констатировать, что авторы почти ничего не упустили (они опирались на хорошо известные обзоры А.В. Макрушина и А.И. Баканова) и критически рассмотрели все наиболее часто используемые в гидроэкологической практике методы. Несколько “иностраным телом” выглядит последний раздел четвертой главы “Основы продукционной гидробиологии” – в дальнейшем авторы нигде не касаются этих проблем и те десять страниц, которые они отвели этому важнейшему гидробиологическому направлению, следовало бы назвать “Элементами...”, а еще лучше – с большей пользой использовать их для раскрытия основного содержания книги.

Содержательную основную нагрузку книги несет третья часть “Статистический анализ в гидробиологии: задачи и решения”, которая состоит из пяти глав: “Задачи о выборках: анализ распределений, сравнение, поиск зависимостей”, “Таблицы сопряженности и «интервальная» математика”, “Задачи о классификациях: отношения сходства и порядка для многомерных объектов”, “Задачи о классе качества вод: прогноз отклика по

многомерным эмпирическим данным” и “На пути к интеллектуальным биоиндикационным системам”. Уже только перечисление названий этих глав показывает широту охвата проблем количественной гидробиологии, которые рассмотрели авторы. Особенностью этих глав является то, что более 30 количественных методов представлены в единой форме, которая включает *формулировку задачи* (общая экологическая постановка проблемы), *математический лист* (краткое описание теории методов и математической “кухни”) и *результаты расчетов* (пример использования каждого метода на основе одного тестового массива гидроэкологических показателей, в качестве которых выступают данные по мониторингу донных организмов на 40 малых реках степной и лесостепной зон Среднего Поволжья). Среди наиболее оригинальных методов следует назвать классификацию хирономид по широко используемому в фитоценологии методу Браун-Бланке (правда, авторы говорят о выделенных “ассоциациях”, хотя точнее было бы называть полученные единицы “группы объектов по Браун-Бланке”; раздел 7.1), два оригинальных подхода к распознаванию, основанных на вычислении биоиндикационных индексов (раздел 8.4), и методе “обобщенного портрета” (раздел 8.5) и др.

Особо следует сказать о методах, собранных в последней главе 9. Можно смело констатировать, что это совершенно новый для экологии в целом и для гидроэкологии в частности подход, основанный на моделях искусственного интеллекта. Трудно сказать, насколько эти методы окажутся “жизнеспособными” в экологических исследованиях. “Против” них говорят достаточно сложные для эколога-биолога логическая схема и математический аппарат, “за” – максимальная “...возможность самостоятельно, без помощи «переводчика»-человека воспринимать сигналы внешнего мира и воздействовать на них” (с. 97). Иными словами, методы нейросетевого моделирования должны восприниматься как развитие методов самоорганизации (последние, например, методы группового учета аргументов (МГУА), не очень ча-

сто, но все же находят свое применение в системе обработки экологической информации). С этой точки зрения, нейронные сети – это очень мощный метод моделирования именно нелинейных экологических процессов, но его “победное шествие” в экологии в значительной степени будет ограничено доступностью для практического эколога специализированных пакетов программ.

Завершают монографию три приложения: два из них посвящены описанию конкретных квазиимитационных моделей круговорота азота в Куйбышевском водохранилище, третье – крайне интересный и уже отмеченный выше “Виртуальный разговор авторов с рецензентами”.

Чувствуется, что книга готовилась авторами “с любовью”, – это и “меметика”, и оригинальность представления основных резуль-

татов, и портреты “количественных гидробиологов” (С. Форбс, Р. Линдеман, Дж. Хатчинсон, А. Тинеманн, Г.Г. Винберг, В.С. Ивлев), математиков и статистиков (К. Шеннон, В. Госсет [“Стьюдент”], Р. Фишер, К. Пирсон, В.В. Налимов, А.Н. Колмогоров), и подробная, “сквозная” интерпретация результатов, дающая полное представление о структуре сообществ донных организмов малых рек Средней и Нижней Волги, и обширная библиография. Все это делает появление книги В.К. Шитикова с соавторами заметным явлением не только в гидроэкологии, но и в экологии в целом.

© *Д.Б. Гелашвили,*
Нижегородский государственный
университет
им. Н.И. Лобачевского