

**В.Д. Федоров**

**Изменения в природных биологических системах /**

Под ред. и с коммент. проф. В.Н. Максимова.

М.: Изд-во «РАГС», 2004. 368 с.

К своему 70-летию заведующий кафедрой гидробиологии МГУ, профессор Вадим Дмитриевич Федоров сделал себе, а также всем гидробиологам и экологам подарок – собрал под одной обложкой свои «сольные» научные работы (почти за 50-летний период) и придал им монографический характер. Редактором и комментатором некоторых из этих работ выступил его коллега, сейчас заведующий кафедрой общей экологии МГУ, профессор В.Н. Максимов. Сразу замечу, что эти не большие по объему комментарии представляют самостоятельный интерес и демонстрируют те изменения, «которые произошли за последние 20 лет в наших взглядах на механизмы функционирования экосистем и связь их состояния с внешними воздействиями» (с. 7). Также нельзя удержаться и не процитировать первый абзац «Предисловия редактора»:

«Обычно сборник статей известного (тем более выдающегося) ученого под названием «Избранные работы», «Избранные сочинения» и т.п. – издают благодарные ученики после кончины (конечно, «безвременной») их автора. Тем самым автор не только лишается удовольствия еще раз увидеть свои творения напечатанными, но и теряет возможность убедиться в искренности своих ближайших сотрудников, демонстрирующих при его жизни свою преданность и уважение. Тем, кто знаком с В.Д. Федоровым, хорошо известно, что он редко упускает какие-либо возможности и еще реже отказывает себе в разнообразных удовольствиях. Издание данного сборника – наглядное тому свидетельство. Впрочем, «пусть устыдится тот, кто дурно об этом подумает»: сидя на собственном чествовании, разве не задумывается любой юбиляр над тем, что приветствия,

даже самые задушевные, представляют собой, быть может, «заготовки» надгробных речей...»

Все работы В.Д. Федорова расположены в хронологическом порядке и, в известной степени, демонстрируют «сукцессию» его научных интересов. Первые семь работ (публикации из журналов «Доклады АН СССР», «Микробиология», «Бюллетень МОИП» и сборников, изданных в МГУ) представляют Федорова-микробиолога и биохимика, который одним из первых обнаружил полифосфаты у представителей трех различных семейств фотосинтезирующих бактерий. В этой серии статей, как мне представляется, наибольший теоретический интерес сохранила работа «Биохимическая эволюция с позиций микробиолога» (1966 г.). Автор рассматривает биохимическое развитие с точки зрения «принципа конвергенции», который определяет условия и направление совершенствования биохимических механизмов жизни. При этом подразумевается, что в первичных организмах появляются как системы, вовлекаемые в биосинтез, так и системы, вовлеченные в энергетический распад субстрата, что и определяет общий тренд биохимического развития (фото- и хемоавтотрофы).

Второй «блок работ» (из журналов «Доклады АН СССР», «Вестник МГУ», «Ботанический журнал», «Биологические науки», «Гидробиологический журнал») можно определить как исследования по структуре и функциям фитопланктонных сообществ. И здесь следует отметить статьи, в которых автор с использованием традиционных и оригинальных (эмпирических и строго аналитических) количественных методов исследовал связь между видовым составом фитопланктона и его продуктивностью, одним из первых из

отечественных экологов (еще в 1970 г.) успешно использовал представления об экологических нишах и выравнивании распределений в моделях Р. Мак-Артура, провел сравнение ряда индексов биологического разнообразия фитопланктона и оценил влияние на них различных экологических факторов (в первую очередь, условий минерального питания). Здесь отмечу работу «Об экологических нишах, локусах биотопа и эволюционном разнообразии видов» (1972 г.), в которой рассмотрены особенности экологических ниш микроорганизмов при различных соотношениях скорости изменения среды обитания и скорости изменения структуры экологических ниш (измеряемое разнообразием видов). С сожалением могу констатировать, что эта работа в свое время «прошла мимо» моего внимания и при создании вероятностной модели наступления катаклизмов и достижения различных типов климакса по Р. Уиттекеру с моим соавтором П.М. Брусиловским, в какой-то степени, «изобрели велосипед» (правда, вероятностный), когда описали соотношение скорости изменения условий среды и скорости генерации доминантов [1-4]. Естественно, предлагаемый В.Д. Федоровым механизм обеспечения равновесия организма с окружающей средой дедуктивно-аналитичен и, как отмечает сам автор (с. 143), «возможно, интерпретация затронутых в данной работе вопросов может показаться мало убедительной и чересчур субъективной. Тогда совпадение предсказываемого эволюционного разнообразия видов с наблюдаемым в действительности можно объяснить случайностью. Однако более приятно думать, что оно оказывается следствием различной соразмерности в изменении живой и неживой компонент при развитии биосферы Земли».

Еще две статьи, о которых хочется сказать особо, – это «Проблема сложного в биологии и особенности ее решения» (Вест. МГУ. Сер. биол. 1972 г.) и «Устойчивость экологических систем и ее измерение» (Изв. АН СССР, сер. биол., 1974 г.). Эти работы мне интересны еще и потому, что я хорошо с ними знаком и сам неоднократно высказывался как по первой теме [4-6], так и по второй [7-8].

Сегодня ни у кого уже не вызывает сомнений тот факт, что экологические системы относятся к объектам сложной природы. Именно этим и объясняются различия в методологиях изучения физических и биологических систем: физика направлена на изучение (пусть даже очень сложными методами) *простых явлений*, в то время как биология пытается сравнительно простыми методами исследовать *сложнейшие объекты* материального мира. При этом в отличие от «приоритета» аддитивных энергетических взаимодействий в физике, в биологии на первый план выступают структурно-функциональные особенности организации биосистем, что и привело к неудаче «неадаптированного» физического подхода при построении «всего здания» теоретической биологии – «...физиков в биологии интересует то, что менее всего интересует в ней биологов» [9, с. 100]. Таким образом, для теоретической физики системность объектов – это нечто случайное, без чего она может благополучно обойтись, в то время как для теоретической биологии, по-видимому, это единственный путь становления и развития: «Сложность – есть главная особенность живых систем» (Федоров, с. 144).

Представления системного подхода во многом заимствованы из кибернетики, теории систем и некоторых разделов термодинамики. Экологический мир при этом видится состоящим из отдельных – дискретных и целостных – экосистем, которые, в свою очередь, образованы несколькими структурно-функциональными блоками. Так же как и при содержательном (физическом) подходе, экосистемы сами по себе стабильны или стационарны. В этом состоянии для них характерны некоторые постоянные соотношения между блоками, выражаемые, например, в виде пирамид энергии или биомассы. Здесь (с. 151) В.Д. Федоров строго аналитически предлагает вместо традиционного для гидробиологии  $P/B$ -коэффициента характеризовать продуктивность  $B \cdot P^*$ -коэффициентом, где  $P^*$  – одномоментно измеряемая продукция. Думается, что сравнительный анализ этих показателей, оценка их преимуществ и недо-

статков – еще впереди.

Устойчивость (вместе со сложностью и целостностью) представляет собой одну из важнейших характеристик любой сложной системы. В.Д. Федоров совершенно справедливо пытается провести идею «связи допустимой меры отклонений заданных свойств системы с мерой гомеостаза» (с. 175) и подходит «к более целостному толкованию устойчивости (хотя и менее конструктивному) как поддержанию во времени инвариантных свойств благодаря комбинированному, упорядоченному кооперированию непрерывно изменяющихся отдельных переменных системы» (с. 178). А вот при оценке этих мер представляется более целесообразным и конструктивным использовать различные представления об «устойчивости» [7]: надежность, устойчивость по Ляпунову (сохранение видового состава), устойчивость по Лагранжу (стабильность), устойчивость по Холлингу (упругость), устойчивость по Флейшману (живучесть), иерархическая устойчивость по Свирежеву и пр.

Следующая группа статей (порядка десяти, 1974–1983 гг.) посвящена теоретическим и практическим аспектам мониторинговых исследований. И здесь необходимо подчеркнуть, что В.Д. Федоров стал практически одним из пионеров развития такого рода представлений (сам термин «мониторинг», кажется, появился лишь в 1971 г. в рекомендациях специальной комиссии SCOPE при UNESCO [10]; у нас в стране стали активно «эксплуатировать» этот термин И.П. Герасимов [11] и, особенно, Ю.А. Израэль [12 и др.]). Актуальность и приоритет этих работ подчеркивает в своем комментарии и В.Н. Максимов (с. 199), отмечая, что «еще в 1973 г. американцы (*Эдвард Голдберг и Говрд Одум. – Г.Р.*), приехавшие в Москву для налаживания научных контактов, ...высказывались весьма скептически о самой идее биологического мониторинга». Особую ценность этим работам придает и тот факт, что они посвящены *биологическому мониторингу*, в то время как большая часть исследований была, да и сегодня остается, направленной на абиотический мониторинг. И здесь с особой остротой

вновь встает вопрос о соотношении «нормы» и «патологии» по отношению к биологическим объектам (подробнее см. [13]). Кто может решиться и дать, хотя бы несложное, определение «нормального состояния экосистемы» или «диапазона естественных изменений»? Кажется, именно поэтому к настоящему времени известны лишь некоторые попытки обоснования «экологических ПДК» [14] или «экологически допустимых уровней воздействия на экосистемы» [15].

Завершает монографию статья из журнала «Биологические науки» за 1987 г. – «Актуальное и неактуальное в гидробиологии». В.Д. Федоров совершенно справедливо считает, что «иногда кажется, что актуальность в науке можно свести к задачам практики. Но это вовсе не так. Практические задачи могут выступать побудительной причиной стратегии научной активности отдельных коллективов (особенно в кризисных ситуациях), но первопричиной актуальности научного поиска они быть не могут» (с. 340). Прошло всего (!) 20 лет, а актуальность этого высказывания в свете «стратегии инновационности» современной фундаментальной науки в нашей стране возросла многократно. «Только на достаточно высоком уровне познания наука способна стать производительной силой общества, открывая возможность перехода от знания фундаментальных основ к решению проблем, диктуемых задачами практики» (с. 340–341). Эти бы слова, да в уста руководителей «от науки»!..

Правда, из списка «потерявших славу» гидробиологических направлений (с. 344), можно вернуть на «передовые рубежи» теоретические аспекты динамических взаимодействий потоков вещества, энергии и информации, обеспечивающих стабильность функционирования водных экосистем как целостных образований [16] (продукционный подход на новом витке «диалектического штопора») и, хочется верить, моделирование процессов «цветения» водоемов [17], где еще не сказано «последнее слово»... Что касается актуальных, по Федорову направлений (использование представлений о консорциях с целью «схлопывания» пространства ви-

дов-признаков сообщества и «более мягкого» соотношения совместно обитающих организмов или представлений о метаболических возможностях осмотрофных организмов, позволяющих редуцировать сезонный продукционный процесс), то здесь следует констатировать их, в известной степени, «устаревание». Сегодня появился ряд очень интересных и новых подходов, которые, как представляется, могут открыть перед гидробиологией новые перспективы (назову лишь модели пространственно-временных масштабов в экологических иерархиях различной природы [18] или применении мультифрактального анализа при описании видовой структуры гидробиоценозов [19]).

«В биологической науке можно выделить две главные категории гипотез и теоретических построений. В первой – фактические данные объясняются на основе известных физических и химических законов (активность ферментов – законами катализа, метаболические реакции – законами термодинамики необратимых процессов и химической кинетики и т.д.). Во второй – интерпретация данных является биологической и поэтому опирается на принципы адаптации, развития и эволюции» [20, с. 48]. Пожалуй, это и является тем методологическим «стержнем», который «скрепляет» структуру этой работы в единую монографию.

Завершить рецензию на эту очень интересную подборку статей крупного отечественного не только гидробиолога и эколога, но поэта, писателя (а В.Д. Федоров – член Союзов писателей и СССР, и России, автор гимна Московского университета) и просто неординарного человека я хочу несколькими четверостишиями цикла «О себе» из его последнего поэтического сборника [21]: от «самоуничужения» к «самовозвеличиванию» с «акцентом» на последнем, «усредненным» поэтическим образом.

\*

Я люблю бесконечный ряд  
Убывающих величин –  
Впереди генералы стоят,  
А в конце – рядовой Вадим.

\*

Не знаю, долго ли еще я проживу,  
Не знаю. Буду ли Судьбой доволен:  
Пока во мне живут – поэт, ученый, воин –  
Я не склоню ни перед кем главу.

\*

Одни кричали: «Личность!»  
Другие, что «Лопух».  
Но мне известно лично,  
Что я тяну на двух.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брусиловский П.М., Розенберг Г.С. Вероятностная модель достижения растительностью устойчивого состояния // III Всесоюз. конф. по биологической и медицинской кибернетике: Тез. докл. М.; Сухуми: Наука, 1978. Т. 3.
2. Брусиловский П.М., Розенберг Г.С. Вероятностные модели предотвращения катаклизмов: Препринт Института биологии БФАН СССР. Уфа: БФАН СССР, 1979.
3. Розенберг Г.С. Вероятностный подход к изучению временной структуры растительного покрова // Журн. общ. биол. 1980. Т. 41, № 3.
4. Розенберг Г.С. Модели в фитоценологии. М.: Наука, 1984.
5. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Системный подход к фитоценологии // Журн. общ. биол. 1978. Т. 39, № 2.
6. Розенберг Г.С. О системной экологии // Журн. общ. биол. 1988. Т. 49, № 5.
7. Розенберг Г.С. Устойчивость экосистем и ее математическое описание // Экологические проблемы гомеостаза в биогенезе. Уфа: БФАН СССР, 1986.
8. Краснощеков Г.П., Розенберг Г.С. Принципы усложнения механизмов устойчивости экологических систем // Проблемы устойчивости биологических систем. М.: Наука, 1992.

9. *Межжерин В.А.* Этюды по теории биологических систем // Системные исследования. Ежегодник 1974. М.: Наука, 1974.
10. *Mann R.E.* Global Environmental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase 1. SCOPE, rep. 3. Toronto, 1973.
11. *Герасимов И.П.* Научные основы современного мониторинга окружающей среды // Изв. АН СССР, сер. геогр. 1975. № 3.
12. *Израэль Ю.А.* Об оценке состояния биосферы и обосновании мониторинга // Докл. АН СССР. 1976. Т. 226, № 4.
13. *Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д.* Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения: В 2 кн. М.: Наука, 2005.
14. *Лукьяненко В.И.* Экология водоемов. Охрана и рациональное использование рыбных запасов бассейна Волги. Концепции, цели, задачи. Н. Новгород: ННГУ, 1992.
15. *Левич А.П., Терехин А.Т.* Метод расчета экологически допустимых уровней воздействия на пресноводные экосистемы (метод ЭДУ) // Водн. ресурсы. 1997. Т. 24, № 3.
16. *Алимов А.Ф.* Элементы теории функционирования экосистем. СПб.: ЗИН РАН, 2000.
17. *Крестин С.В., Розенберг Г.С.* Об одном механизме «цветения воды» в водохранилище равнинного типа // Биофизика. 1996. Т. 41, вып. 3.
18. *Азовский А.И.* Соотношение пространственно-временных диапазонов в экологических иерархиях различной природы // Журн. общ. биол. 2001. Т. 62, № 6.
19. *Иудин Д.И., Гелашивили Д.Б., Розенберг Г.С.* Мультифрактальный анализ видовой структуры биотических сообществ // Докл. АН. 2003. Т. 389, № 2.
20. *Федоров В.Д.* Упорядоченный беспорядок (опыт доморощенной философии). М.: Спорт и культура, 2004.
21. *Федоров В.Д.* Четверостишия (от 2 до 6). М.: Памятники исторической мысли, 2005.

© *Г.С. Розенберг*  
*Институт экологии Волжского*  
*бассейна РАН*