УДК 574 (049.32) PHYTODIVERSITY OF EASTERN EUROPE, 2018, XII (2): 206–212
DOI: 10.24411/2072-8816-2018-10021

Протасов О.О. БІОГЕОМІКА. ЕКОСИСТЕМИ СВІТУ В СТРУКТУРІ БІОСФЕРИ. К.: АКАДЕМПЕРІОДИКА, 2017. 382 С.

Г.С. Розенберг

Свои представления о «биогеоме», как крупной структурной единице биосферы, известный гидробиолог А.А. Протасов[1] стал развивать со второго десятилетия XXI в. и я, первоначально, познакомился с ними по статьям в журнале «Биосфера» (Протасов, 2012, 2013 и др.)[2]. Рецензируемая книга, естественно, позволяет более подробно ознакомиться с этой новой теоретической конструкцией в рамках биосферологии.

Монографию открывает «Предисловие» (с. 3–6), которое написал академик НАН Украины Д.М. Гродзинский: «Вечный дом человечества – биосфера – является сложной системой, структуру и свойства которой крайне необходимо познать, так как вмешательство человека в биосферные процессы стало настолько мощным, что возникла угроза необратимых изменений окружающей среды, истощения ее животворных ресурсов для существования цивилизации. Именно поэтому так важно раскрыть все тайны биосферы, чтобы не перейти границы допустимого воздействия деятельности человечества, после которых система биосферы может быть необратимо разрушена» (с. 3). Он справедливо подчеркивает, что антропогенные воздействия одновременно направлены на всю иерархию экосистем, – начиная от отдельных биогеоценозов и заканчивая биосферой в целом. И с этой точки зрения данная книга посвящена важной проблеме – изучению структуры биосферы, к которой А.А. Протасов подошел с собственной концепцией в отношении организации биоты и среды жизни нашей планеты, рассмотрев однотипные экосистемы как одну из ключевых единиц структуры биосферы.

Сам автор, во «Введении» (с. 7–14) так формулирует цель своей работы: «И вот здесь мы находим главное отличие биосферы от всех других земных сфер: живое вещество, будучи специфически структурированной,

© 2018 *Розенберг Г.С.*
Розенберг Геннадий Самуилович, докт. биол. наук, , чл.-корр. РАН; г.н.с. лаб. моделирования и управления экосистемами, Институт экологии Волжского бассейна РАН; 445003, Россия, Тольятти, ул. Комзина, 10; genarozenberg@yandex.ru
Поступила в редакцию 09.05.2018

[1] 28 сентября 2009 г. на X съезде Всероссийского гидробиологического общества при РАН (г. Владивосток) А.А. Протасов стал пятым лауреатом Почетной медали этого общества имени Г.Г. Винберга (присуждается российским и иностранным ученым за выдающиеся достижения и большой вклад в развитие международного сотрудничества в области фундаментальной гидробиологии)

[2] В список литературы данной рецензии не включены работы, процитированные в рецензируемой монографии

чрезвычайно активно преобразует свою среду. Эта связь настолько сильна и всеобъемлюща, что биосферу нельзя рассматривать ни как зону жизни на планете, ни как собственно жизнь, что проявляется в существовании каждого индивида и различных их ассоциаций. Именно поэтому, исходя из двух основных принципов экологии (ассоциативности организмов и их взаимосвязи со средой обитания), экосистемы рассматривают как наименьшие элементы, "кванты" биосферы… Жизнь имеет дискретную основу. Её единица – организмы. В масштабах биосферы они образуют определенную целостность – живое вещество с собственной иерархической структурой… Биосфера – это сложная система, которую условно можно представить формулой БИО + ГЕО, где первое слагаемое символизирует все [множество] планетарной жизни, а второе – все земные условия его существования… Биогеомика – одна из научных дисциплин, которая дает возможность познать структуру биосферы, некоторые важные закономерности её жизни. Основной вопрос, на который она стремится дать исчерпывающий ответ, это: как именно из локальных экосистем формируется сложная, которая существует уже более трех миллиардов лет, биосфера нашей планеты? Биогеомы являются объектами этой дисциплины» (с. 9–11).

Первая глава монографии «Экосистема, биогеом, биосфера» (с. 15–135) – это попытка автора «навести» некий порядок в терминологическом «лесу». Вслед за Ю. Одумом, он предлагает за самый первый объект исследований для экологов взять экосистему небольшого пруда или озера. Здесь можно вспомнить знаменитую фразу, сказанную профессором Московского университета Карлом Рулье еще в 1852 г.: «Вместо путешествий в далекие страны, на что так жадно кидаются многие, приляг к лужице, изучи подробно существа – растения и животных, ее населяющих, в постепенном развитии и взаимно непрестанно перекрещивающихся отношениях организации и образа жизни, и ты для науки сделаешь несравненно более, нежели многие путешественники, издавшие великолепно описания и изображения собранных естественных произведений... Полагаем задачей, достойною первого из первых ученых обществ, назначить следующую тему для ученого труда первейших ученых: "Исследовать три вершка ближайшего к исследователю болота относительно растений и животных, и исследовать их в постепенном взаимном развитии организации и образа жизни посреди определенных условий"». Эту метафору о «трех вершках болота» в качестве эпиграфа использовал в своей магистерской диссертации его ученик Н.А. Северцов [интересна реакция на этот эпиграф рецензента работы Северцова, одного из основоположников ландшафтно-экологического подхода в исследовании природных систем А.Ф. Миддендорфа (1856, с. 202): «даже и самая ограниченная в своих желаниях лягушка не может довольствоваться тремя вершками болот! – подавно ученый»].

Удалось ли автору «навести порядок» в биосферной (экологической) терминологии? Мне представляется, что не совсем. *Во-первых*, можно было бы пойти чисто «лингвистическим» путем и упорядочить термины, например, так:

Экосфера (биосфера) → **Биогео**мерида (геомерида)
Эком (биом) → **Биогео**м
Экосистема → **Биогео**ценоз

В.И. Вернадский, 1926 г. Биосфера Экосфера (?)	К.Д. Старынкевич, 1919 г.; В.Н. Беклемишев, 1928 г. Геомерида Б.С. Соколов, 2009 г. Биогеомерида
Ф. Клементс (F. Clements), 1916 г. Биом Эком (?)	М.А. Глазовская, 1972 г.; В.Б. Сочава, 1978 г. Технобиогеом Геом Ю.И. Тесаков, 1978 г.; А.А. Протасов, 2012 г. Биогеом
А. Тэнсли (A. Tansley), 1935 г. Экосистема	В.Н. Сукачев, 1944 г. Биогеоценоз

Тогда слева представлены безразмерные единицы (эко), справа – «привязанные» к достаточно крупных географическим (ландшафтным) образованиям (биогео). Я себе вполне отдаю отчет в том, что сегодня вряд ли кто (да и я сам) будет менять «биосферу» на «экосферу», «биом» на «эком»; да и «биогеоценоз» остается только нашим, отечественным «изобретением», не нашедшем поддержки в мировой научно-экологической литературе. Термин «биогеомерида» весьма громоздок и тоже, как мне кажется, не пойдет в «широкие массы».

Во-вторых, границу можно провести по линии «целое – части» (холистический – меристический подходы). Но и здесь, противопоставление «биосфера – геомерида» или «биом – биогеом» не очевидны и на это, будем справедливы, указывает и сам А.А. Протасов. Действительно, по названию («геомерида»), вроде, В.Н. Беклемишева можно «записать» в «организмисты», тогда как В.И. Вернадский – холист и континуалист. Но, читаем у Беклемишева (1956, с. 1765): «В результате этого всестороннего изучения живого покрова (*геомериды. – Г.Р.*) человечество должно получить *целостную картину* жизни на Земле, охватывающую как самые общие её закономерности, так и мельчайшие детали. Необходимость *целостного познания* (*выделено мной. – Г.Р.*) всего процесса жизни на нашей планете становится всё более острой…». Или цитата, которую приводит и Протасов: «В каждый данный момент времени, от докембрия и до наших дней, живой покров Земли представлял *организованное целое* (*выделено мной. – Г.Р.*), существующее благодаря достаточно сложному функционированию своих частей» (Беклемишев, 1964, с. 26). Таким образом, и биосфера, и геомерида – целостные образования и на этой основе трудноразличимы.

Наконец (и об этом также говорит А.А. Протасов), разделение понятий можно провести по параметру «функционированности», – любая система (в том числе биосфера, биогеом, экосистема и пр.) обладает структурой (анатомией; формализуется с помощью ориентированного графа) и поведением [физиологией; функционирование и изменение во времени; см. (Голубець, 2000; Розенберг, 2013)]. Большинство понятий (существующих и предлагаемых выше и в работе Протасова) структурны. Например, А.И. Кафанов (2004, с. 487) отмечает: «если биосфера – это географическая оболочка Земли, то Геомерида (биострома) – живой покров, органическая составляющая биосферы». Название самой монографии, да и названия статей Протасова (2013; Protasov, 2016) в этом контексте весьма красноречивы – «Макроструктура биосферы и место в ней биогеома» и «Биогеомы гидросферы и суши как элементы биосферной структуры». Такой подход, естественно, имеет право на жизнь. Приведу слова выдающегося отечественного фитоценолога

Л.Г. Раменского (1952, с. 196): «Без анализа биобаланса ценозов мы не можем толком разобраться ни в экологических закономерностях, ни в явлениях устойчивости и смен растительных группировок (*можно добавить, биогеоценозов и экосистем. – Г.Р.*)». Но не следует забывать и второй составляющей любой системы – её изменения во времени. Мне представляется, как и с определением понятия «сложная система» (Розенберг, 2013, Т. 1, с. 13–18), «динамическое» определение может оказаться более конструктивным. Справедливости ради, опять же, укажу на то, что Протасов в своих последующих работах (Протасов, 2015) приходит именно к такому пониманию проблемы.

Главы 2–14 (с. 136–354) посвящены описанию 12 конкретных биогеомов, выделенных А.А. Протасовым (последняя глава – внебиогеомным экосистемам). Он сгруппировал экосистемы по соотношению биотических и косных элементов, что, по его мнению, более адекватно их природе. При этом автор различает три типа биогеомов (они разделены в таблице горизонтальными линиями) – «биотический» (с явным преобладанием биотических компонент), «олигобиотический» (роль биотических компонентов не выглядит определяющей) и «суббиотический» (в экосистемах явно преобладают абиотические элементы). Вслед за Д.М. Гродзинским отмечу, что различные, достаточно крупные «объединения» экосистем и их место в структуре биосферы неоднократно обсуждались и ранее; особо здесь «преуспели» биогеографы (правда, они чаще рассматривали экосистемы суши в ущерб водным экосистемам). Классический вариант такой типизации – биомы (термин предложен Ф. Клементсом [F. Clements] еще в 1916 г.). Их классификация основана на типах растительности и основных стабильных физических чертах климата и ландшафта.

Для сравнения в таблице приведено соответствие биогеомов Протасова основным биомам (всего их с разной детализацией выделяют более 50), которые стали уже достаточно традиционными [см. (Goodall, 1977–2005[3]; Риклефс, 1979; Уиттекер, 1980; Вальтер, 1982; Одум, 1986); обобщённая классификация биомов представлена в работе (Розенберг и др., 1999, с. 340–341)].

Анализ этой таблицы позволяет сделать вывод о том, что биогеомы Протасова, пожалуй, впервые столь подробно фиксируют внимание на водных экосистемах (6 биогеомов из 12). И с этой точки зрения весьма интересны рассуждения Протасова об экологической и биологической конвергенции, об особенностях ноосферогенеза (процесс формирования, внедрения и даже замены чисто природных экосистем достаточно своеобразными биокосными системами нового типа – антропогенными, техноэкосистемами). Это, естественно, определяет оригинальность и ценность данного исследования.
И все-таки, как мне представляется, 12 биогеомов недостаточно, чтобы полно описать структуру биосферы. Я уже говорил, что биогеографами выделено более 50 биомов и можно было бы включить в число биогеомов, например, такие, как горные местообитания и экосистемы, аркто-альпийские полупустыни и пустыни (в условиях крайне холодного климата), пустоши и связанные с ними кустарники и др. Кстати, экотоны на границе суши и моря (скалистые побережья, песчаные отмели, илистые мелководья) и экотоны на суше [например, бореальный экотон (Коломыц, 2005; Усольцев и др., 2007) или экотон «лес – степь» (Симоненкова, Кулагин, 2016)] – также очень интересный объект статуса биогеома; некоторые из этих объектов рассмотрены в главе 14 «Внегеобиомные экосистемы».

Завершает работу «Заключение» (с. 355–364), в котором конспективно подведены итоги исследования. Здесь же А.А. Протасов подчеркивает антропогенную преобразованность большинства современно существующих экосистем. Это огромный «пул»

[3] Все 30 томов «Экосистем мира» названы в работах (Розенберг, 2014а, с. 197–199; 2014б, с. 152–153)

Таблица. Основные системы типов биомов
Basic systems of biomes types

Биогеомы	Биомы				
	1	2	3	4	5
1. Биогеом дождевых тропических лесов (гилея)	+	+	+	+	+
2. Биогеом периодических лесных экосистем	+	+	+	+	+
3. Биогермовый биогеом (высокая и стабильная температура воды, круговое тропическое распространение, большинство экосистем существует в верхней части фотической зоны; основная из современных форм жизни – рифообразующие кораллы, огромное разнообразие видов и форм жизни).	+			+	+
4. Тундровый биогеом	+	+	+	+	+
5. Травяной безлесый биогеом умеренной зоны (степь, прерия, пампасы)	+	+	+	+	+
6. Шельфовый биогеом	+				+
7. Гидротермальный биогеом (источники подземных вод; глубинные минеральные воды с высокой температурой, большие гидрохимические и тепловые градиенты; малоподвижные и подвижные формы, богатый состав и пространственно-сложное сообщество гетеротрофных организмов; можно дополнить этот биогеом пещерными экосистемами, которые рассматриваются, в частности, в «Экосистемах мира» [Wilkens et al., 2000]).					+
8. Реобиогеом	+				+
9. Лимнобиогеом					+
10. Биогеом пустынь	+		+		+
11. Пелагический биогеом океана (широтная термическая зональность в поверхностных слоях, низкая и относительно стабильная температура на глубине, разделение фотической и афотической зон, круговые течения; превалирование пастбищной и детритной пищевых цепей, царство нектона и планктона со значительной вертикальной миграцией).	+			+	
12. Батиально-абиссальный биогеом (низкая и стабильная температура без четкой широтной зональности, осадконакопление зависит от процессов в пелагиале; преобладание малоподвижных глубоководных форм, которые всегда имеют контакты с субстратом, отсутствие автотрофных организмов).					+
13. Внегеобиомные экосистемы					

Прим. Биомы по классификации: 1 – Р. Уиттекера, 2 – Г. Вальтера, 3 – Ю. Одума, 4 – Р. Риклефса, 5 – Д. Гудолла

объектов, которые, например, Ю. Одум (Odum, 2001) называл «техноэкосистемами», а Д. Гудолл (Goodall, 1977–2005) – «управляемыми экосистемами»; это экосистемы полевых (агроэкосистемы) и лесных культур, парниковые и биопромышленные экосистемы, экосистемы нарушенного грунта, управляемые водные экосистемы, урбоэкосистемы и пр. И это уже область «ноо-

сферологии» и «устойчивого развития» [см., например, (Розенберг, 2009)].

Заканчивая рецензию на эту очень интересную и богатую по содержащейся в ней информации, теоретическим представлениям и новым идеям монографию, отмечу следующее. Наверное, главная черта, поражающая нас в окружающем мире, – это гармония всех элементов и процессов, происходящих в нем. Каждый вид занимает строго определённое место в экосистеме, которое определяется как его положением в круговороте вещества и энергии, так и конкурентными отношениями. Высокий потенциал увеличения численности и потребностей любого вида ограничивается ёмкостью местообитания (человеку также стоит об этом задуматься…). В результате, все виды оказываются словно «точно подогнаны» друг к другу («объединяясь» в сообщества разного масштаба) и условиям среды. Это достигается за счет регулирующих механизмов, действующих на каждом из уровней биологической иерархии (особи – экосистемы – биогеомы – биосфера…). Заслуга А.А. Протасова состоит в том, что он последовательно развивает представления об экосистемах со сходными косными компонентами (которые он определяет как *геом*), имеющими сходные биотические компоненты (определяемыми как *биом*); а вместе – это *биогеомы*. Если удастся найти и оптимизировать механизмы, гармонично регулирующие структуру и функционирование биогеомов, мы с уверенностью сможем принять еще одно (Розенберг, 2010) определение экологии: «экология – наука о механизмах поддержания гармонии и обеспечения устойчивости экологических систем» (Захаров, Трофимов, 2015, с. 5).

Список литературы

Беклемишев В.Н. Возбудители болезней как члены биоценозов. *Зоол. журн.*, 1956, т. 35, № 12, с. 1765–1779.

Вальтер Г. Общая геоботаника. М.: Мир, 1982, 264 с.

Захаров В.М., Трофимов И.Е. Экология сегодня. Экология как мировоззрение. Человек и природа. М.: Департ. природопол. и охр. окруж. среды г. Москвы / Центр устойч. разв. и здоровья среды ИБР РАН / Центр экол. полит. России, 2015, 102 с.

Коломыц Э.Г. Бореальный экотон и географическая зональность: Атлас-монография. М.: Наука, 2005, 390 с.

Миддендорф А.Ф. Разбор сочинения г. Северцова под заглавием: «Периодические явления в жизни зверей, птиц и гадов Воронежской губернии», составленный академиком А. Миддендорфом. *Двадцать пятое присуждение учрежденных П.Н. Демидовым наград.* СПб.: Изд. Импер. Академии наук, 1856, с. 191–212.

Одум Ю. Экология. В 2-х т. М.: Мир, 1986. Т. 1, 328 с.; Т. 2, 376 с.

Протасов А.А. Тренды в эволюционной системе биосферы. *Биосфера*, 2015, т. 7, № 3, с. 289–294.

Раменский Л.Г. О некоторых принципиальных положениях современной геоботаники. *Бот. журн.*, 1952, т. 37, № 2, с. 181–201.

Розенберг Г.С. Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию. Тольятти: ИЭВБ РАН; Кассандра, 2009, 477 с.

Розенберг Г.С. Еще раз к вопросу о том, что такое «экология»? *Биосфера*, 2010, т. 2, № 3, с. 324–335.

Розенберг Г.С. Введение в теоретическую экологию / В 2-х т.; Изд. 2-е, исправ. и допол. Тольятти: Кассандра, 2013. Т. 1, 565 с.; Т. 2, 445 с.

References

Beklemishev V.N. Pathogens as members of biocenoses. *Zoological Journ.*, 1956, vol. 35, no. 12, pp. 1765–1779. (in Russian)

Goodall D.W. (Ed.) Ecosystems of the World (30 v.). Midland (W.A., Australia): CSIRO, 1977–2005.

Kolomyts E.G. Boreal Ecotone and geographical zonality: Atlas-monograph. Moscow: Nauka, 2005, 390 p. (in Russian)

Middendorf A.F. Analysis of the works of G. Severtsov under the title: "Periodic phenomena in the life of animals, birds and reptiles of Voronezh province", compiled by Academician A. Middendorf. *Twenty-fifth award established by P.N. Demidov awards.* Saint Petersburg: Imperial Academy of Sciences, 1856, pp. 191–212. (in Russian)

Odum E. Ecology. In 2 volumes. Moscow: Mir, 1986, vol. 1, 328 p .; vol. 2, 376 p. (in Russian)

Protasov A.A. Trends in the evolutionary system of the biosphere. *Biosphere*. 2015, vol. 7, no. 3, pp. 289–294. (in Russian)

Protasov A.A. Biogeomes of hydrosphere and land as elements of the biosphere structure. *Ecology and Noospherology*, 2016, vol. 27, no. 1–2, pp. 5–15.

Ramensky L.G. On some fundamental provisions of modern geobotany. *Botanical Journ.*, 1952, vol. 37, no. 2, pp. 181–201. (in Russian)

Rosenberg G.S. Once again to the question of what is “ecology”? *Biosphere*, 2010, vol. 2, no. 3, pp. 324–335. (in Russian)

Rozenberg G.S. Atlanta ecology. Tolyatti: Kassandra, 2014, 411 p. (in Russian)

Rozenberg G.S. Introduction to theoretical ecology. In 2 vol. Ed. 2nd, revised and augmented Togliatti: Cassan-

Розенберг Г.С. Атланты экологии. Тольятти: Кассандра, 2014а, 411 с.

Розенберг Г.С. Легенды количественной геоботаники XX века. Эвелин Пилу (Evelyn Chris Pielou; 20 февраля 1924 г.). Дэвид Гудол (David W. Goodall; 4 апреля 1914 г.). *Фиторазнообразие Восточной Европы.* 20146, № 1, с. 142–156.

Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии (Учебное пособие). Самара: Самар. НЦ РАН, 1999, 396 с.

Симоненкова В.А., Кулагин А.Ю. Биоклиматическая характеристика зонального экотона леса и степи Южного Предуралья в условиях антропогенного воздействия на окружающую среду и очаги массового размножения филлофагов. *Карелск. науч. журн.*, 2016, т. 5, № 3, с. 85–88.

Усольцев В.А., Терехов Г.Г., Ненашев Н.С., Пальмова Н.В., Балицкий М.И., Касаткин А.С., Лысенко Д.И., Канунникова О.В., Кузьмин Н.И. Биологическая продуктивность лесных культур на бореальном экотоне. *Хвойные бореальные зоны*, 2007, т. 24, № 1, с. 42–54.

Goodall D.W. (Ed.) Ecosystems of the World (30 v.). Midland (W.A., Australia): CSIRO, 1977–2005.

Protasov A.A. Biogeomes of hydrosphere and land as elements of the biosphere structure. *Ecology and Noospherology*, 2016, vol. 27, no. 1–2, pp. 5–15.

Wilkens H., Culver D.C., Humphreys W.F. (Eds.). Ecosystems of the World. Vol. 30. Subterranean Ecosystems. N. Y.: Elsevier Sci., 2000, 808 p.

dra, 2013, vol. 1, 565 p.; vol. 2, 445 p. (in Russian)

Rozenberg G.S. Legends of quantitative geobotany of the twentieth century. (Evelyn Chris Pielou; February 20, 1924 (David W. Goodall; April 4, 1914). *Phytodiversity of Eastern Europe*, 2014, no. 1, pp. 142–156. (in Russian)

Rozenberg G.S. The Volga Basin: on the way to sustainable development. Togliatti, 2009, 477 p. (in Russian)

Rozenberg G.S., Mozgovoy D.P., Gelashvili D.B. Ecology. Elements of theoretical constructions of modern ecology (textbook). Samara: Samara Scientific Center of RAS, 1999, 396 p. (in Russian)

Simonenkova V.A., Kulagin A.Yu. Bioclimatic characteristics of the zonal ecotone of the forest and the steppe of the Southern Urals region under the conditions of anthropogenic impact on the environment and the centers of mass reproduction of phyllophages. *Karelian Scientific Journ.*, 2016, vol. 5, no. 3, pp. 85–88. (in Russian)

Usoltsev V.A., Terekhov G.G., Nenashev N.S., Palmova N.V., Balitsky M.I., Kasatkin A.S., Lysenko D.I., Kanunnikova O.V., Kuzmin N.I. Biological productivity of forest cultures on the boreal Ecotone. *Coniferous boreal zones*, 2007, vol. 24, no. 1, pp. 42–54. (in Russian)

Walter G. General geobotany. Moscow: Mir, 1982, 264 p. (in Russian)

Wilkens H., Culver D.C., Humphreys W.F. (Eds.). Ecosystems of the World. Vol. 30. Subterranean Ecosystems. N. Y.: Elsevier Sci., 2000, 808 p.

Zakharov V.M., Trofimov I.E. Ecology today. Ecology as a worldview. Human and nature. Moscow: Moscow Department of Environmental Management and Environmental Protection / Center for Sustainable Development and Environmental Health IDB RAS / Center for Environmental Policy of Russia, 2015, 102 p. (in Russian)

Alexander A. PROTASOV. BIOGEOMICA. ECOSYSTEMS OF THE WORLD IN BIOSPHERE STRUCTURE. KIEV: AKADEMPERIODIKA. 2017. 382 p.: A REVIEW

Rozenberg Gennady Samuilovich

Doctor of Biology, Chief Researcher, Dept. of modeling and management of ecosystems, Institute of Ecology of the Volga river basin of Russian Academy of Sciences; 10, Komzina Str., Togliatti, 445003, Russia; genarozenberg@yandex.ru

Received for publication 09.05.2018