



Издатель

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Научный электронный журнал

ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<https://ecopri.ru>

№ 1 (51). Март, 2024

Главный редактор

А. В. Коросов

Редакционный совет

В. Н. Большаков
А. В. Воронин
Э. В. Ивантер
Н. Н. Немова
Г. С. Розенберг
А. Ф. Титов
Г. С. Антипина
В. В. Вапиров
А. М. Макаров

**Редакционная
коллегия**

Т. О. Волкова
Е. П. Иешко
В. А. Илюха
Н. М. Калинкина
J. P. Kurhinen
А. Ю. Мейгал
J. B. Jakovlev
B. Krasnov
A. Gugolek
В. К. Шитиков
В. Н. Якимов

Службы поддержки

А. Г. Марахтанов
Е. В. Голубев
С. Л. Смирнова
Н. Д. Чернышева
М. Л. Киреева

ISSN 2304-6465

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Ленина, 33.

E-mail: ecopri@petsu.ru

<https://ecopri.ru>





А. А. ТИТЛЯНОВА. РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ БИОТИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА. НОВОСИБИРСК: ИЗД. ДОМ ООО «ОКРАИНА», 2023. 71 С.

**РОЗЕНБЕРГ
Геннадий
Самуилович**

*доктор биологических наук, Институт экологии Волжского бассейна РАН - филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН (445003, Россия, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Комзина, 10),
genarozenberg@yandex.ru*

Получена:

18 марта 2024 года

Подписана к печати:

02 мая 2024 года

Познакомился я с Аргентой Антониновной где-то в конце 70-х годов прошлого столетия на ежегодных школах по математическому моделированию в проблемах рационального природопользования в пос. Абрау-Дюрсо. С тех пор я слежу за ее научным творчеством и иногда даже откликаюсь на него рецензиями (Елизаров, Розенберг, 1993; Розенберг и др., 2010; Розенберг, 2016). Вот и сейчас, получив очередную монографию А. А. Титляновой (Титлянова, 2023), мне захотелось поделиться своими впечатлениями о книге и даже в чем-то подискутировать с автором.

Работа эта невелика по объему, но чрезвычайно насыщена интересными мыслями и представлениями о процессах биотического круговорота в экосистемах (прежде всего в травяных экосистемах (рассматриваются автором в широком смысле как некий обобщенный биом) и агроценозах). Кстати, знакомясь с рядом монографий по теоретической экологии (Margalef, 1968; Алимов, 2000 и др.), обратил внимание на то, что все они весьма компактны (в пределах 100 с.). Рецензируемая работа вместила в себя (всего на 70 стр. текста) комплекс экологических исследований, проведенных лично и под руководством автора в течение нескольких десятилетий в самых разных регионах страны и мира.

В современной экологии (см., напр., Одум, 1975^[1]) превалирует мнение о том, что для экосистем вещество характеризуется круговоротом (естественно-биотическим и антропогенно-техногенным), энергия – круговоротом (создание, трансформация, разложение и накопление органического вещества) и потоком (регулируется термодинамикой, которая задает теорию обмена энергией между системами (Станчинский, 1931; Lindeman, 1942)), а информация – только потоком (информация в экосистеме – это мера ее структурированности и коммуникации между организмами, играет важную роль в формировании и поддержании экологических связей). Но уже во Введении А. А. Титлянова постулирует: «...продукционный процесс стоит в центре потоков вещества (выделено мною. – Г. Р.) и энергии и обеспечивает жизнь на планете Земля» (с. 5). Фактически можно считать, что в любой экосистеме идут процессы как линейного перемещения вещества (абиотические), так и круговоротные (биотические). По-видимому, это основной посыл предлагаемого видения теории биологического круговорота. Именно переход от «кольцевой» системы к «сетевой» (сочетание круговорота и потоков) и задает то самое важное, ради чего и написана эта книга. Тот

факт, что Титлянова отчетливо это понимает, подтверждается и фразой, вынесенной на обложку монографии и в Заключение работы: «Вполне вероятно, что наряду с лимитирующими факторами функционирование сети биотического круговорота регулируется определенными сетевыми законами, о которых мы еще практически ничего не знаем. Тем не менее, на сегодняшний день, круговорот веществ выглядит не кругом, а сетью процессов» (с. 68).

Обсуждая методику исследования биотического круговорота на основе системного анализа, А. А. Титлянова приводит несколько балансовых (аддитивных) уравнений для оценки надземной и подземной первичной продукции в травяных экосистемах (с. 11–13). Устойчивость травяных экосистем во времени определяется изменением видового состава, различными стратегиями выживания организмов, высокой продуктивностью доминантных видов растений, фондом семян в почве и их приносом ветром и стекающей по катене водой из других экосистем, быстрым освобождением питательных элементов из растительных остатков при их минерализации, воздействием почвенных организмов, птиц, позвоночных животных и пр. Только перечисление этих факторов, влияющих на устойчивость травяных экосистем, демонстрирует явно не линейный характер их взаимозависимости и воздействия на первичную продукцию. С одной стороны, вещество и энергия – это простые (аддитивные) характеристики сложных экосистем (Розенберг, 2011); с другой – они находятся под влиянием столь сложно взаимодействующих факторов, что уже такие характеристики, как «устойчивость» или «продуктивность», явно не являются простыми. К этому интуитивно приходит и сама Титлянова, говоря о том, что оценка первичной продуктивности только через максимальный запас зеленой фитомассы «далека от действительности. Ясно, что в любой момент вегетационного сезона некоторая часть зеленой фитомассы уже отмерла (перешла в ветошь и частично в подстилку), а некоторая еще будет образована в связи с появлением новых листьев и побегов» (с. 10). В такой ситуации, думаю, следует искать другие (не аддитивные) зависимости; более того, они должны быть не «придуманы», а вытекать в качестве оптимизационных параметров некоторых математических моделей продукционных процессов.

Несколько слов о продуктивности и круговороте химических элементов в агроценозах (глава 6). Здесь внимание привлекает табл. 8 (с. 26), в которой дано сравнение баланса параметров продуктивности и количества остатков, поступающих в почву, для агроценозов пшеницы и соседствующих естественных травяных экосистем для трех территорий – Искитим (город в Новосибирской области), стационар «Карачи» в Барабинской низменности и Шортанды (поселок в Акмолинской области Казахстана). Анализ этих результатов позволяет количественно (что очень важно) сделать выводы о том, в каких соотношениях происходит перераспределение надземной и подземной фитомасс («...поступающие в почву, растительные остатки частично минерализуются, частично переходят в почвенные органические вещества» (с. 25)).

И еще одна, как мне представляется, полезная подсказка. Влияние почв и климата на урожайность сельскохозяйственных культур не вызывает сомнений. Укажу на воздействие на продукционные характеристики такого параметра, как рельеф (в частности, освещенность мезосклонов оказалась для Нечерноземья самым влиятельным фактором (Шарая и др., 2018)). Представляется, что учет как можно большего числа такого рода «экзотических» факторов даст новые аргументы в пользу «сетевого» характера модели биотического круговорота.

В главе 10 (самой крупной в монографии) представлена фактически расширенная аннотация монографии 2008 г. «Биотический круговорот на пяти континентах», подготовленной совместно с Н. И. Базилевич [2]. С одной стороны, это выглядит несколько странно (подобно тому, как для школьников и студентов существуют шедевры классической литературы в кратком изложении (Все произведения..., 1999)); с другой – вполне оправданно. Эта монография (Базилевич, Титлянова, 2008) – уникальная сводка о круговоротах веществ в наземных экосистемах. Уже тогда, 15 лет назад, в ней можно найти ростки представлений о

«сетевом» характере модели биотического круговорота: «В экосистемах, абсолютно разных по своему флористическому составу и фитоценотической структуре, элементы питания циркулируют по одинаковым путям, подчиняясь определенным закономерностям. Небольшое число обменных процессов, тождественных по механизмам во всех наземных экосистемах, где первичными продуцентами являются автотрофы, но идущих с разными скоростями, формируют биотический круговорот в экосистемах и с плодородными почвами, и с безгумусными субстратами, и с большим, и с малым количеством синузид, и одноярусных, и многоярусных, и богатых, и бедных видами. Универсальность функций и разнообразие форм создают всю палитру биомов и типов экосистем в биосфере» (Базилевич, Титлянова, 2008, с. 354) (с. 58).

В последней главе 12 «Сукцессии в травяных экосистемах» А. А. Титлянова, опираясь на пять видов сукцессий растительных сообществ в степях Республики Тува, изучению которых посвящена отдельная монография (Титлянова, Самбуу, 2016) – сукцессия прибрежной растительности, зарастание отвалов, пастбищная, пирогенная и залежная сукцессии, еще более конкретно формулирует особенности своей теоретической концепции. «Любая сукцессия зиждется не только на смене видов, но и на их *самоподдержании* (банки семян, принос ветром и водой, использование растениями микрорельефа почвы, способность сохранять корневую систему в течение неблагоприятных лет и пр. – Г. Р.), при этом в ходе сукцессии происходит *самоорганизация* экосистемы» (с. 67; выделено мною. – Г. Р.). «Механизмом самоорганизации является сетевая структура биотического круговорота» (с. 68). Каждая клетка сети – это круговорот вещества в определенной экосистеме. Между определенной ячейкой сети и окружающими ее другими ячейками (круговороты в соседних экосистемах) происходит непрерывный обмен веществом и энергией.

Завершая обзор этой интересной и значимой работы, отмечу, что классическое понимание круговорота веществ строится за счет саморегулирующих процессов и подразумевает их цикличность и безотходность. Последнее явно имеет масштаб (одна или несколько экосистем), что и позволяет А. А. Титляновой говорить о частичном потоке вещества (в частности, между экосистемами) в дополнение к его круговороту (в рамках одной экосистемы). Это полностью подтверждает справедливость выбранного к работе эпиграфа (слова В. Гейзенберга (Werner Karl Heisenberg; 1901–1976; Нобелевская премия по физике 1935 года): «То, что мы наблюдаем, – это не природа как таковая, а природа, подвергнутая нашему методу задавать вопросы». И не будем забывать слова еще одного Нобелевского лауреата уже по литературе (1950) Б. Рассела (Bertrand Arthur William Russell, 3rd Earl Russell; 1872–1970): «Во всех делах очень полезно периодически ставить знак вопроса к тому, что вы с давних пор считали не требующим доказательств».



[1] Работы, процитированные в рецензируемой монографии, не включены в список литературы данной рецензии.

[2] Н. И. Базилевич (1910–1997) – классик российской экологии, участник первой Международной биологической программы (МБП), задачей которой было изучение биологической продуктивности экосистем планеты (Родин, Базилевич, 1965). Кстати, с Наталией Ивановной я также познакомился на школах-семинарах в Абрау-Дюрсо.

Библиография

Алимов А. Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб.: Наука, 2000. 147 с.

Все произведения школьной программы в кратком изложении. Русская литература / Авт.-сост. И. О. Родин, Т. М. Пименова. М.: Родин и компания: АСТ, 1999. 616 с.

Елизаров А. В., Розенберг Г. С. Рецензия на книгу: Титлянова А. А., Тесаржова М. Режимы биологического круговорота. Новосибирск: Наука, 1991. 150 с. // Экология. 1993. № 6. С. 88–89.

Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М.; Л.: Наука, 1965. 223 с.

Розенберг Г. С. Введение в теоретическую экологию. Тольятти: Кассандра, 2011. 1007 с.

Розенберг Г. С. Рецензия на книгу: Титлянова А. А., Самбуу А. Д. Сукцессии в травяных экосистемах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. 191 с. // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2016. Т. 10, № 4. С. 110–115.

Розенберг Г. С., Саксонов С. В., Сенатор С. А. Ботанический мир Поэта. Рецензия на книгу: Титлянова А. А. «Дремучее царство растений» Бориса Пастернака. М.; Новосибирск: Фолиум, 2008. 132 с. // Природа. 2010. № 9. С. 91–93.

Станчинский В. В. О значении массы видового вещества в динамическом равновесии биоценозов // Журнал экологии и биоценологии. 1931. Т. 1, вып. 1. С. 88–98.

Титлянова А. А. Развитие теории биотического круговорота. Новосибирск: Изд. дом ООО «Окраина», 2023. 71 с.

Шарая Л. С., Шарый П. А., Рухович О. В. Прогнозные оценки урожайности озимой пшеницы с учетом рельефа // Известия Самарского НЦ РАН. 2018. Т. 20, № 2 (2). С. 377–

383.

Lindeman R. L. The trophic-dynamic aspect of ecology // Ecology. 1942. Vol. 23, No. 4. P. 399–417. DOI: 10.2307/1930126.

Margalef R. Perspectives in Ecological Theory. Chicago; L.: Univ. Chicago Press, 1968. 111 p. (Маргалев Р. Перспективы в экологической теории / Пер. с англ. А. Г. Розенберг, Г. С. Розенберга, Г. А. Шараева. Тольятти: Кассандра, 2012. 122 с.)

Благодарности

Работа выполнена в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук согласно тематическому плану Института экологии Волжского бассейна РАН по теме «Структура, динамика и устойчивое развитие экосистем Волжского бассейна» № 1021060107217-0-1.6.19.

**A. A. TITLYANOVA. DEVELOPMENT OF
THE THEORY OF BIOTIC CYCLE.
NOVOSIBIRSK: PUBL. HOUSE OOO
"OKRAINA", 2023. 71 P.**

**ROZENBERG
Gennady
Samuilovich**

*D.Sc., Institute of Ecology of the Volga Basin of the Russian
Academy of Sciences - branch (445003, Russia, Samarskaya
oblast, Togliatti, Komzin st., 10), genarozenberg@yandex.ru*

Received on:

18 March 2024

Published on:

02 May 2024