



**Издатель**

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

Научный электронный журнал

**ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ**

<http://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. Gugotek  
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, пр. Ленина, 33. Каб. 453

E-mail: [ecopri@psu.karelia.ru](mailto:ecopri@psu.karelia.ru)

<http://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: 23 марта 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)<sup>1</sup> 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 ра-

<sup>1</sup> Работы, процитированные в рецензируемой монографии, не включены в список литературы данной рецензии.

боты: «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 привнесением 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<sup>2</sup>. 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. Неболь-

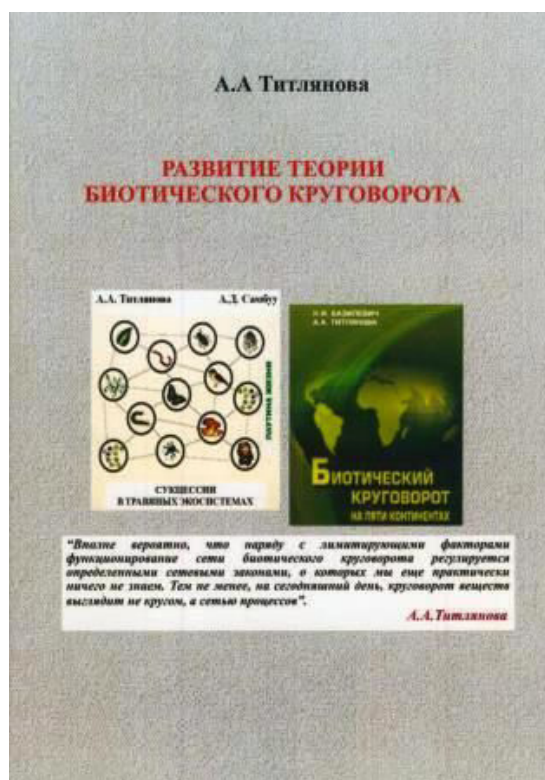
<sup>2</sup> Н. И. Базилевич (1910–1997) – классик российской экологии, участник первой Международной биологической программы (МБП), задачей которой было изучение биологической продуктивности экосистем планеты (Родин, Базилевич, 1965). Кстати, с Наталией Ивановной я также познакомился на школах-семинарах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

шое 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 синузий, 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 микро-рельефа 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, 3<sup>rd</sup> Earl Russell; 1872–1970): «Во всех делах очень полезно периодически ставить знак вопроса к тому, что вы с давних пор считали не требующим доказательств».



## 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. // Фиторазнообразии 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 видového 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. (Маргалёф 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:** 23 March 2024

## References

- Alimov A. F. Elements of the theory of functioning of aquatic ecosystems. SPb.: Nauka, 2000. 147 p.
- All Works of the School Curriculum in a Brief Summary. Russian Literature, Avt, sost. I. O. Rodin, T. M. Pimenova. M.: Rodin i kompaniya: AST, 1999. 616 p.
- Elizarov A. V. Rozenberg G. S. Titlyanova A. A. Tesarzhova M. Review on the book: Titlyanova A. A., Tesarzhova M. Regimes of biological circulation. Novosibirsk: Nauka, 1991. 150 p., Ekologiya. 1993. No. 6. P. 88–89.
- 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. (Margalef R. Perspektivy v ekologicheskoy teorii, Per. s angl. A. G. Rozenberg, G. P. Rozenberga, G. A. Sharaeva. Tol'yatti: Kassandra, 2012. 122 p.)
- Rodin L. E. Bazilevich N. I. Dynamics of organic matter and biological cycle of ash elements and nitrogen in the main types of vegetation of the globe. M.; L.: Nauka, 1965. 223 p.
- Rozenberg G. S. Saksonov S. V. Senator S. A. Titlyanova A. A. The Botanical World of the Poet. Rev. on the book: Titlyanova A. A. «Dense kingdom of plants» by Boris Pasternak. M.; Novosibirsk: Folium, 2008. 132 p., Priroda. 2010. No. 9. P. 91–93.
- Rozenberg G. S. Titlyanova A. A. Sambuu A. D. Rev. on the book: Titlyanova A. A., Sambuu A. D. Succession in grass ecosystems. Novosibirsk: Publ. House SB RAS, 2016. 191 p., Fitoraznoobrazie Vostochnoy Evropy. 2016. T. 10, No. 4. P. 110–115.
- Rozenberg G. S. Introduction to theoretical ecology. Tol'yatti: Kassandra, 2011. 1007 p.
- Sharaya L. S. Sharyy P. A. Ruhovich O. V. Forecast estimates of winter wheat yield, taking into account the relief, Izvestiya Samarskogo NC RAN. 2018. T. 20, No. 2 (2). P. 377–383.
- Stanchinskiy V. V. On the importance of the mass of species matter in the dynamic equilibrium of biocenoses, Zhurnal ekologii i biocenologii. 1931. T. 1, vyp. 1. C. 88–98.
- Titlyanova A. A. Development of the theory of biotic cycle. Novosibirsk: Izd. dom OOO «Okraina», 2023. 71 p.