



Издатель

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

Научный электронный журнал

ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<http://ecopri.ru>

№ 2 (44). Июнь, 2022

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

<http://ecopri.ru>





УДК УДК 007.51+574

ТРИ ПАРАДИГМЫ ИЗУЧЕНИЯ МИРА (ВЗГЛЯД ЭКОЛОГОВ)

Розенберг
Геннадий Самуилович

доктор биологических наук, Институт экологии Волжского бассейна РАН - филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, genarozenberg@yandex.ru

ФИЛАТОВА
Ольга Евгеньевна

доктор биологических наук, Сургутский государственный университет, filatova_oe@edu.surgu.ru

Ключевые слова:
детерминизм
стохастизм
хаос-самоорганизация
экосистемы
неопределенность

Аннотация: Еще в 1948 г. У. Уивер (W. Weaver) обращал внимание на проблему Complexity. Активное изучение этой проблемы началось в конце XX в. в работах И. Р. Пригожина (I. R. Prigogine) и Г. Хакена (H. Haken). В статье дается и третья трактовка Complexity с позиции статистической неустойчивости любых выборок биосистем (заметный вклад в осмысление и математизацию этой парадигмы внесен В. М. Еськовым и его последователями). Это так называемые системы третьего типа (нет повторов начального состояния, вектора текущего состояния и конечного состояния; все уникально). В этом случае Complexity выходит за рамки детерминизма и стохастики. Обсуждаются некоторые экологические примеры.

© Петрозаводский государственный университет

Рецензент: Э. В. Ивантер

Получена: 26 апреля 2022 года

Подписана к печати: 22 июня 2022 года

Введение

*– Ребе, в чем смысл жизни?
– Какой прекрасный вопрос! Неужели ты
хочешь променять его на ответ?*

*Почти каждый новый шаг в развитии
естествознания достигается ценой
отказа от чего-либо предшествующего...*

*Таким образом, по мере расширения
знаний у ученых в известной степени
уменьшаются притязания на полное
«познание» мира.*

Вернер К. Гейзенберг (1901–1976) –
немецкий физик-теоретик,
Нобелевский лауреат по физике (1932)

Три парадигмы (учения) «правят миром»
(на выбор – другая аналогия: три кита его
«поддерживают»...).

Первая – лапласовский детерминизм
(полная определенность поведения объек-
тов живой природы) – уверенность в том,

что все происходящее имеет причину в чело-
веческом понятии и есть непознанная разу-
мом необходимость. В своем крайнем вари-
анте детерминизм полностью отрицает слу-
чайность (для него это неполное выражение
знаний об исследуемых объектах), чем «от-
крывает двери» всякого рода мистике. При-
мером может служить высказывание поэта,
прозаика, журналиста Теофиля Готье (Pierre
Jules Théophile Gautier, 1811–1872): «Случай
– псевдоним Бога, когда Он не хочет под-
писаться своим собственным именем. – Le
hasard, c'est peut-être le pseudonyme de Dieu,
quand il ne veut pas signer» (Gautier, 1855,
p. 28). Немецкий психолог Герд Гигеренцер
с соавторами в книге «Империя случайного»
замечают: «...несмотря на все пертурбации,
происшедшие в науке более чем за два тыся-
челетия, отделяющие Аристотеля от Парижа
Клода Бернара, одна установка не подвер-
галась сомнению: наука занимается изуче-
нием причин, а не случая. Кант даже возвел
универсальный причинный детерминизм в
ранг необходимого условия всего научного

знания» (Gigerenzer et al., 1989, p. XIII). Математически это означало необходимость развития дифференциального исчисления (процесс задается вектором состояния). На принципе детерминизма построена, например, классическая физика (механика).

Вторая – *случайность, стохастизм* (вероятностная определенность поведения объектов живой природы). Вот одно из классических определений *случая*: это «совокупность причин, способствующих осуществлению события и не оказывающих влияния на размер его вероятности, т. е. на отношение числа случаев (cas), благоприятных его осуществлению, к общему количеству возможных случаев» (Poisson, 1837, p. 80). Весьма образно еще в 1953 г. высказался прозаик и философ М. А. Алданов¹: «Случай есть все, что происходит в мире, его возникновение, создание планеты Земля, появление человечества на этой планете, его возможное в будущем исчезновение, рождение человека, его смерть, бесконечная совокупность больших, средних, малых явлений, все, что "по законам природы" происходит во Вселенной, то, что Кант называет совокупностью всех фактов, "die absolute Totalität des Iribegriffs existierender Dinge". С моей точки зрения, историю человечества, с разными отступлениями и падениями, можно представить себе как сознательную или бессознательную, героическую или повседневную, борьбу со случаем. Однако ходячие слова "не оставлять ничего на волю случая", "ne laisser rien au hasard", представляются мне предельным выражением человеческого высокомерия и легкомыслия» (Алданов, 1996, с. 177–178). Математически это означало необходимость развития теории вероятностей (процесс задается функцией распределения).

Профессор С. Ю. Рудерман (2001, 2005), чьим студентом был один из авторов этой статьи, свои лекции о теории вероятностей

всегда заканчивал притчей – «Все в жизни зависит от случая». Действительно, в рамках философской традиции в диалектической паре «детерминизм – стохастизм» последний элемент, по-видимому, играет главную роль. Но не все наблюдаемые в природе явления описываются этими двумя парадигмами. Американский биохимик и писатель-фантаст А. Азимов (Asimov Isaac, 1920–1992) еще в 1960 г. в научно-популярной книге «The Intelligent Man's Guide to Science» писал: «Принцип неопределенности (Гейзенберга. – Г. Р., О. Ф.) сильно повлиял на развитие современной физики и философии. Он напрямую связан с философской проблемой причинности (то есть причинно-следственной связи). Однако в науке судьба этой идеи оказалась иной, чем предполагали. Нередко можно прочесть, что принцип неопределенности показывает принципиальную невозможность получить точные научные ответы на то, что в действительности происходит в окружающем мире и что все человеческие знания получены лишь благодаря непредсказуемым причудам Вселенной, когда следствие не определяется причиной» (Азимов, 2006, с. 336).

Имеет место и третья парадигма, которая начала складываться во второй половине XX в., – *хаос-самоорганизация* (неопределенность в динамике поведения объектов живой природы). Первыми, кто обозначили эту проблему, были психофизиолог, чл.-корр. АМН СССР Н. А. Бернштейн (1896–1966; предложил гипотезу о «повторении без повторения» (Бернштейн, 1947, 1997а)) и американский математик и организатор науки У. Уивер (Warren Weaver; 1894–1978), который для систем третьей парадигмы предложил понятие «организованной сложности, *Complexity*²» (Weaver, 1948; Розенберг, 2019); также был близок к этим представлениям нобелевский лауреат, физикохимик И. Р. Пригожин (Ilya R. Prigogine; 1917–2003), который в работах

1 Алданов Марк Александрович (Алданов – анаграмма фамилии Ландау, превратившаяся из псевдонима в настоящую фамилию; 1886–1957; 13 раз номинировался на Нобелевскую премию по литературе (https://ru.wikipedia.org/wiki/Алданов,_Марк_Александрович)).

2 *Complexity* – почему этот термин часто пишут неперевернутым, курсивом и с заглавной буквы? Почему бы не удовлетвориться простым и понятным русским словом «сложность» (точнее, «сложность»)? Во-первых, это англоязычный термин; во-вторых, «сложность» звучит как-то коряво; наконец, этим подчеркивается, что *Complexity* – это нечто большее, чем «сложность», «что-то действительно новое и оригинальное. <...> Обобщая, можно сказать, что complexity и есть современная форма междисциплинарности» (Гречко, 2012, с. 6, 19). «С началом хаоса заканчивается классическая наука. <...> XX-й век будет памятен лишь благодаря созданию теории относительности, квантовой механики и хаоса» (Gleick, 1987, p. 3, 6). Обратим внимание и на высказывание философа науки Т. Куна (Thomas Samuel Kuhn; 1922–1996) о том, что «наука сбилась с пути и ей больше не удастся обходить аномальные явления» (цит. по: Gleick, 1987, p. 315).

(Пригожин, 1991; Prigogine, 1997) и в своем обращении к потомкам «The die is not cast – Жребий не брошен» (Prigogine, 2000) четко формулирует для сложных систем (живых и социальных): «Современные науки, изучающие сложность мира, опровергают детерминизм: они настаивают на том, что природа созидательна на всех уровнях ее организации. *Будущее не дано нам заранее* (выделено нами. – Г. Р., О. Ф.)». Пригожин называет такой хаос *детерминированным*. Самый заметный вклад в осмысление и математизацию (расчет матриц межаттракторных состояний и параметров квазиаттракторов) этой парадигмы внесен доктором физ.-мат. и биол. наук В. М. Еськовым и его последователями (Еськов В. М., 2011; Филатова и др., 2012; Еськов В. М., Филатова, 2014; Еськов В. В. и др., 2014а, б, 2018, 2020; Еськов В. В., 2016; Еськов В. М. и др., 2016, 2017а, б, 2020 и др.).

Аналитический обзор

Парадигмы познания применительно к экосистемам

Детерминистско-стохастический подход постулирует повторяемость (воспроизводимость) начального состояния системы $x_0(t)$ (неограниченное число раз) и повторяемость (возможно, с вариациями для стохастизма и хаоса по-Пригожину) промежуточных состояний системы $x_i(t)$. Теория хаоса-самоорганизации (ТХС) исходит из того, что, в полном соответствии с классическим высказыванием Гераклита Эфесского (ок. 544 до н. э. – ок. 483 до н. э.), «в одну и ту же реку дважды войти нельзя», вообще невозможно произвольное повторение любых значений вектора состояния системы (в том числе и начального (Еськов В. М., 2011)). Фактически все вышесказанное представлено в табл. 1 (см., например, (Филатова и др., 2012, с. 16; Еськов В. В. и др., 2014б, с. 48)).

Таблица 1. Вектор состояния для различных парадигм познания

Парадигма	Начальное состояние $x_0(t)$	Промежуточное состояние $x_i(t)$	Конечное состояние $x_k(t)$
Детерминизм	+	+	+
Стохастизм	+	±	–
Хаос (по Пригожину)	+ и ±	–	–
Теория хаоса-самоорганизации	–	–	–

Примечание. + – полная определенность; ± – частичная определенность; – неопределенность.

В 70–80-х гг. прошлого столетия отечественный системолог Б. С. Флейшман (1982, с. 21) сформулировал принципы системологии, среди которых представляет интерес (в контексте данной работы) *принцип рекуррентного объяснения*: свойства систем данного уровня иерархической организации мира выводятся в виде теорем (объясняются), исходя из постулируемых свойств элементов этой системы (т. е. систем непосредственно нижестоящего уровня иерархии) и связей между ними. Например, для вывода свойств экосистемы (биоценоза) постулируются свойства и связи популяций, для вывода свойств популяций – свойства и связи особей и т. д. Итак, с этой точки зрения первостепенную важность приобретает ответ на вопрос: что постулируем – точку, вероятностное «облако», аттрактор (псевдоаттрактор)? Приняв ту или иную парадигму, мы неизбежно попадаем в одну из ситуаций, представленных в табл. 2 с примерами из табл. 3–5. Эти та-

блицы достаточно наглядны, и мы ограничимся лишь небольшими комментариями относительно нескольких характеристик.

Представления о дискретности фитоценозов (организмистские аналогии; см табл. 3) связаны с работами американского ботаника и эколога Ф. Клементса (Frederic Edward Clements, 1874–1945): «Единица растительности климакс-формация является органическим энтитетом (то, что существует само по себе. – Г. Р., О. Ф.). Формация зарождается, растет, созревает и умирает как организм. <...> Далее, каждая климакс-формация способна вновь самозарождаться, повторяя точно в более важных чертах ступени своего развития» (Clements, 1916, р. 124). Однако уже в недрах парадигмы организмизма еще в конце прошлого столетия возникли новые представления о непрерывности растительного покрова, которые были оформлены в 1910 г. трудами Л. Г. Раменского (1884–1953) и американского эколога Г. Глизона (Henry

Allan Gleason, 1882–1975). Наиболее полный и интересный обзор истории, становления и современного состояния концепций организмизма и континуума приведен в монографиях Б. М. Миркина и Л. Г. Наумовой (2017) и

А. Л. Рижинашвили (2021). В табл. 5 и 6 представлены некоторые причины непрерывности и дискретности растительного покрова (Розенберг и др., 1999, с. 261).

Таблица 2. Изменение некоторых системных характеристик для различных парадигм познания

Парадигма	Усложняющееся поведение	Прогноз событий	Формирование законов	Воздействие
Детерминизм	физикализм	функциональный	причинно-следственные связи	управление
Стохастизм	кибернетика	вероятностный	автокорреляции, законы распределения	управление – регулирование
Хаос (по Пригожину)	системология	телеологический	открытые системы, нелинейность	регулирование – управление
Теория хаоса-самоорганизации	ТХС	отсутствует	анализ параметров квазиаттракторов	регулирование

Таблица 3. Изменение некоторых экологических характеристик для различных парадигм познания

Парадигма	Устойчивое состояние экосистем	Экологическая ниша	Дискретность – непрерывность
Детерминизм	моноклимакс	фундаментальная	организмизм
Стохастизм	поликлимакс	реализованная	организмизм + континуум (превалирование организмизма)
Хаос (по Пригожину)	климакс-мозаика (Уиттекер, 1980; Миркин, Наумова, 2017)	изменчивость условий среды («парадокс планктона» (Hutchinson, 1961))	континуум + организмизм (превалирование континуума)
Теория хаоса-самоорганизации	отсутствует ¹	пульсирующая (по (Усманов и др., 2016))	континуум

¹ «Климакс никогда не бывает абсолютным, так, на регенерационные процессы в фитоценозах влияет изменение климата, видообразование и появление (или занос) новых видов. По существу, климаксовые фитоценозы – это фитоценозы, находящиеся в стадии очень медленного изменения (выделено нами. – Г. Р., О. Ф.)» (Миркин, Наумова, 2017, с. 137).

Таблица 4. Изменение некоторых характеристик СЭЭС для различных парадигм познания

Парадигма	Методология истории	Формы правления	Развитие культуры	Театральные жанры
Детерминизм	натуралистическая, позитивистская	тирания	традиция, премодерн	трагедия (фатум жестко ведет героев)
Стохастизм	антинатуралистическая, неокантианская	демократия	модерн	драма (ситуация зависит от самих героев)
Хаос (по Пригожину)		анархия		комедия (много степеней свободы)
Теория хаоса-самоорганизации	постмодернистская	знаниевое, синергетическое, постиндустриальное общество	постмодерн	комедия дель арте, commedia all'improvviso (импровизация)

Примечание. СЭЭС – социо-эколого-экономическая система; театральные жанры – см. (Румянцева, 2016); методология истории представлена по (Миронов, 2011).

Таблица 5. Причины непрерывности и дискретности растительности

Причины непрерывности	Причины дискретности
1. Постепенность изменения среды и тесная зависимость от нее распределения видов в пространстве (непрерывность экотопа)	1. Наличие переломных пунктов в изменении прямодействующих факторов (дифференцированность экотопа)
2. Неспецифичность воздействия видов на среду	2. Специфичность трансформации среды растениями
3. Равномерность воздействия на среду природных факторов («растекание» видов в пространстве)	3. Катастрофическое воздействие на среду и растительный покров природных факторов
4. Непрерывность воздействия на среду и растительность деятельности животных и человека	4. Дискретность воздействия на среду и растительность деятельности животных и человека
5. Отсутствие экологических групп видов	5. Наличие экологических групп видов

Если принять эти пять пар причин за основу (Розенберг и др., 1999), то на конкретном участке пространства возможно возникновение $2^5 = 32$ различных ситуаций, проанализировать которые достаточно сложно в силу того, что каждая из причин может оказывать различное по силе влияние, зачастую «уравновешивая» или «заменяя» другие причины. Однако, учитывая, что причины 1, 3, 4 и 5, в

известной мере, отражают разные стороны одной комплексной причины, связанной с характером воздействия среды на растения, эту схему можно редуцировать всего до двух причин: непрерывности – дискретности экотопа и специфичности – неспецифичности воздействия растений на среду; тогда число возможных ситуаций сокращается до $2^2 = 4$.

Таблица 6. Дихотомия условий существования непрерывности и дискретности растительности

Воздействие на среду	Экотоп	
	непрерывный	дискретный
Неспецифическое	непрерывность	дискретность (растительность тундры)
Специфическое	один эдификатор – дискретность (бореальный лес); полидоминантность – непрерывность (луговые сообщества)	дискретность

Причины возникновения непрерывности (дискретности) растительности можно проиллюстрировать и от наличия доминантов (специфичность воздействия на среду) и видового разнообразия (табл. 7) (Розенберг и

др., 1999, с. 265). Таким образом, в зависимости от экологических и ценотических параметров растительные сообщества попадают в рамки одной из парадигм познания.

Таблица 7. Зависимость степени непрерывности растительного покрова от числа доминантов и видового разнообразия

Видовое разнообразие	Доминанты	
	сильные	слабые
Высокое	непрерывность (тропический лес)	непрерывность (травяные сообщества)
Низкое	дискретность (бореальный лес)	дискретность (пустынные сообщества); непрерывность (лишайниковый покров тундры)

Теперь рассмотрим представления о «пульсирующей экологической нише», предложенные профессором И. Ю. Усмановым (1950–2020) (Усманов и др., 2014, 2016; Мавлетова-Чистякова и др., 2017). Мы не ставим задачу дать обзор исследований по проблеме экологической ниши (с разными аспектами теории экологической ниши можно познакомиться по работам: Vandermeer, 1972; Whittaker et al., 1973; Шенброт, 1986; Джиллер, 1988; Гиляров, 1990; Розенберг и др., 1999; Хлебосолов, 2002 и мн. др.). Сегодня принято различать *пространственную* экологическую нишу (Дж. Гриннелл (Joseph Grinnell, 1877–1939)), *трофическую* экологическую нишу (Ч. Элтон (Charles Sutherland Elton, 1900–1991))¹, *многомерную, фундаментальную и реализованную* экологические ниши (Дж. Хатчинсон (George Evelyn Hutchinson, 1903–1991)). В последнее десятилетие накопилось большое число данных, которые не укладываются в традиционные рамки понятия «многомерная экологическая ниша». Это заставляет уточнить наши представления об экологической нише с учетом новых данных, теоретических и методических подходов.

Взгляды на многомерную экологическую нишу растений развивались в тесной связи и на основе представлений о незаменимости факторов среды в рамках закона толерантности Либиха – Шелфорда. Однако увлечение поиском одного, главного (лимитирующего) фактора часто вело к отрыву от реальной картины мира. «Так, перенос регулирующих приемов из инертных экспериментальных сред в природные условия часто не приносит ожидаемых результатов. Более

того, часто результаты, полученные *in vitro*, принципиально отличаются от фактов, наблюдаемых *in situ*. <...> В реальных условиях практически постоянно происходит смена лимитов. Это сезонные колебания температуры, суточные колебания освещенности и влажности, многочисленные стохастические процессы в почве и на ее поверхности. <...> Если при анализе состава почв уйти от "усредненных" проб, получаемых в результате смешивания нескольких образцов, и проводить анализ состава не "в среднем по больнице", то можно выявить, что каждый из этих параметров в соседних пробах может меняться в 5–10–100 (!) раз» (Усманов и др., 2016, с. 526). Именно такую картину мы и наблюдаем в рамках теории хаоса-самоорганизации. Из этого И. Ю. Усманов с коллегами (2016, с. 527) делает вывод: «Можно предположить, что пульсирующая смена лимитов является характерной, если не обязательной чертой индивидуальных ниш растений». С этих позиций (принятие пульсирующей (флуктуирующей или индивидуальной) ниши для растений) авторы предлагают в качестве основного методического приема их изучения фрактальный или мультифрактальный анализ. С позиций ТХС можно проверить дееспособность расчета матриц межаттракторных расстояний и параметров аттракторов (Еськов В. М., 2011; Еськов В. М., Филатова, 2014; Еськов В. В., 2016).

И последний пример – изменение некоторых характеристик СЭЭС для различных парадигм познания. Не являясь специалистами по теории драматургии, рискнем предположить, что представленные в табл. 4 театральные жанры (от трагедии до

¹ Таким образом, пространственная экологическая ниша – «адрес», а трофическая – своего рода «профессия» вида (Одум, 1975, с. 303); многомерная ниша – это «паспорт» и «трудовая книжка» вида в одном документе.

комедии дель арте) различаются степенью детерминизма – импровизации. Возможно, к последнему следует отнести телевизионные игры КВН (Клуб веселых и находчивых), джазовые импровизации (джем-сейшн – jam session), разного рода стендап-комедии (stand-up comedy) и пр. В этих случаях импровизация делает конкретную ситуацию уникальной и непрогнозируемой (детерминированный хаос по Пригожину или ТХС). Очевидно, что живая природа находится в состоянии непрерывной импровизации.

Английский писатель, библиофил и лекционер Г. Уолпол (Horace Walpole, 4th Earl of Orford, 1717–1797) в письме от 31 декабря 1769 г. сэру Г. Манну (Sir Horace Mann, 2nd Baronet) заметил: «Life is a tragedy for those who think and a comedy for those who feel. – Жизнь – это трагедия для тех, кто думает, и комедия для тех, кто чувствует», что вполне соответствует нашей схеме.

Заключение

Разумеется, представленные модели и примеры трех мировоззренческих парадигм предельно упрощены. Главный вывод состоит в том, что сложность нашего мира не описывается только в рамках детерминизма и стохастики. В ТХС все имеет причину и следствие, но эти связи между прошлым и будущим не описываются дифференциальными уравнениями или законами распределения случайных величин. Это другой мир. В ТХС мы имеем хаотическую динамику вектора состояния системы ($\chi(t)$) в некотором фа-

зовом пространстве состояний (аттракторе). Внутри этого аттрактора хаотически (а значит, равномерно и непредсказуемо) будет двигаться вектор состояния любой сложной биологической динамической системы. Если принять за основу схему принципов усложняющегося поведения систем (неоднократно уже обсуждавшуюся (Розенберг и др., 1999)), то в ТХС попадают все системы «с человеком», поведение которых задается механизмами рефлексии.

«Вся история положительного знания приводит к неоспоримому выводу, что неукоснительное развитие всех отраслей науки о природе от древнейших времен, от Фалеса и Пифагора, до наших дней обязано непрерывным прогрессом тому, что каждая очередная ступень развития науки находила в себе силы для беспощадного преодоления предыдущей. Все исторические примеры, начиная с торжества гелиоцентрической системы и кончая той революцией, которую в начале нашего века пережила физика, говорят о том, что мы должны уметь соединять в себе преклонение и пиетет перед крупнейшими учеными предшествующей эпохи с безбоязненным отрицанием в их творениях того, что уже пережило свою фазу прогрессивности и может стать (как бывало не раз) тормозом для дальнейшего развития науки. В естествознании, как и всюду, есть великие деятели, но нет и не может быть непререкаемых авторитетов» (Бернштейн, 1997б, с. 430–431).

Библиография

- Азимов А. Путеводитель по науке. От египетских пирамид до космических станций . М.: ЗАО Центрполиграф, 2006. 788 с.
- Алданов М. А. Ульмская ночь: Философия случая // Алданов М. А. Собрание сочинений: В 6 т. М.: Новости, 1996. Т. 6. С. 141–438.
- Бернштейн Н. А. О построении движений . М.: Медгиз, 1947. 254 с.
- Бернштейн Н. А. Очерк восьмой. Назревшие проблемы регуляции двигательных актов // Бернштейн Н. А. Биомеханика и физиология движений. Избранные психологические труды. М.; Воронеж: Ин-т практ. психологии: НПО МОДЭК, 1997а. С. 342–371.
- Бернштейн Н. А. Очерк двенадцатый. Новые линии развития в физиологии и биологии активности // Бернштейн Н. А. Биомеханика и физиология движений. Избранные психологические труды. М.; Воронеж: Ин-т практ. психологии: НПО МОДЭК, 1997б. С. 430–458.
- Гейзенберг В. У истоков квантовой теории . М.: Тайдекс Ко, 2004. 410 с.
- Гиляров А. М. Популяционная экология : Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 1990. 191 с.
- Гречко П. К. Парадигмальная эвристика complexity в современном социально-гуманитарном познании // Вестник РУДН. Сер.: Философия. 2012. № 1. С. 5–21.
- Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша . М.: Мир, 1988. 184 с.
- Еськов В. В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity* . Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. 307 с.
- Еськов В. В., Джумагалиева Л. Б., Гудкова С. А., Кравченко Е. Н. Третья парадигма и динамика социальных систем // Век глобализации. 2014а. № 1. С. 43–54.
- Еськов В. В., Джумагалиева Л. Б., Гудкова С. А., Филатова О. Е. Сложность в интерпретации И. Пригожина и Г. Хакена отличается от сложности W. Weaver и теории хаоса-самоорганизации //

- Сложность. Разум. Постнеклассика. 2014б. № 3. С. 46–55.
- Еськов В. В., Пятин В. Ф., Филатова Д. Ю., Башкатова Ю. В. Хаос параметров гомеостаза сердечно-сосудистой системы человека. Самара: ООО «Порто-Принт», 2018. 312 с.
- Еськов В. В., Пятин В. Ф., Шакирова Л. С., Мельникова Е. Г. Роль хаоса в регуляции физиологических функций организма. Самара: ООО «Порто-принт», 2020. 248 с.
- Еськов В. М. Третья парадигма: Монография. Самара: Офорт, 2011. 249 с.
- Еськов В. М., Галкин В. А., Пятин В. Ф., Филатов М. А. Организация движений: стохастика или хаос?. Самара: ООО «Порто-принт», 2020. 144 с.
- Еськов В. М., Галкин В. А., Филатова О. Е. *Complexity*: хаос гомеостатических систем. Самара: ООО «Порто-принт», 2017а. 388 с.
- Еськов В. М., Галкин В. А., Филатова О. Е. Конец определенности: хаос гомеостатических систем. Тула: Изд-во ТППО, 2017б. 596 с.
- Еськов В. М., Еськов В. В., Филатов М. А. Философия complexity: гомеостаз и эволюция. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. 370 с.
- Еськов В. М., Филатова О. Е. Другой мир, другая наука, другие модели в описании *Complexity* // Вестник новых медицинских технологий. 2014. Т. 21, № 1. С. 138–141.
- Мавлетова-Чистякова М. В., Щербаков А. В., Иванов В. Б., Юмагулова Э. Р., Усманов И. Ю. Пульсирующая мозаичность параметров почв Южного Зауралья // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2017. № 4. С. 124–133.
- Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Введение в современную науку о растительности. М.: ГЕОС, 2017. 280 с.
- Миронов Б. Н. Новая апология истории (Размышления над книгой О. Медушевской) // Общественные науки и современность. 2011. № 1. С. 139–148.
- Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
- Пригожин И. Р. Философия нестабильности // Вопросы философии. 1991. № 6. С. 47–52.
- Рижинашвили А. Л. Развитие экосистемных представлений в водной экологии (Российская Империя – СССР, первая половина XX века). М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2021. 231 с.
- Розенберг Г. С. Комментарий переводчика статьи Уоррена Уивера // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2019. Т. 28, № 1. С. 178–184.
- Розенберг Г. С., Мозговой Д. П., Гелашвили Д. Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии: Учебное пособие. Самара: Самар. НЦ РАН, 1999. 396 с.
- Рудерман С. Ю. Законы в мире случая. Т. 1. Теория вероятностей. Уфа: РИО БашГУ, 2001. Кн. 1. 171 с. Кн. 2. 164 с.
- Рудерман С. Ю. Законы в мире случая. Т. 2. Теория вероятностей в задачах. Имитация. Статистические выводы: Учебное пособие. Уфа: РИО БашГУ, 2005. 204 с.
- Румянцева О. А. «Любовь к трём апельсинам». Театральная мистификация Карло Гоцци // Театр. Живопись. Кино. Музыка. 2016. № 2. С. 48–58.
- Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 328 с.
- Усманов И. Ю., Семенова И. Н., Щербаков А. В., Суюндуков Я. Т. Эндемичные экологические ниши Южного (Башкирского) Зауралья: многомерность и флуктуирующие режимы // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2014. № 1. С. 16–21.
- Усманов И. Ю., Щербаков А. В., Мавлетова М. В., Юмагулова Э. Р., Иванов В. Б., Александрова В. В. Пульсирующая многомерная экологическая ниша растений: расширение объема понятия // Известия Самарского НЦ РАН. 2016. Т. 18, № 2 (2). С. 525–529.
- Филатова О. Е., Хадарцев А. А., Гавриленко Т. В., Пашнин А. С. Конец определенности: реквием по Warren Weaver («Science and complexity») и И. Р. Пригожину («The die is not cast») // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2012. № 1. С. 6–19.
- Флейшман Б. С. Основы системологии. М.: Радио и связь, 1982. 368 с.
- Хлебосолов Е. И. Теория экологической ниши: история и современное состояние // Русский орнитологический журнал. 2002. Экспресс-выпуск 203. С. 1037–1044.
- Шенброт Г. И. Экологические ниши, межвидовая конкуренция и структура сообществ наземных позвоночных // Итоги науки и техники. Зоология позвоночных. Т. 14. М.: ВИНТИ, 1986. С. 5–70.
- Gautier T. Lettre III ("À monsieur le prince de Monbert") // Émile de Girardin, Théophile Gautier, Jules Sandeau, Méry. La Croix de Berny. Roman steeple-chase. Paris: Librairie Nouvelle, 1855. P. 26–38. URL: https://fr.wikisource.org/wiki/La_Croix_de_Berny/3.
- Gigerenzer K., Swijtink Z., Porter T., Daston J., Beatty J., Kriiger L. The Empire of Chance. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1989. 360 p.
- Gleick J. Chaos: Making a New Science. N. Y.: Viking Books, 1987. 400 p. (Глейк Дж. Хаос. Создание новой науки. СПб.: Амфора, 2001. 398 с.)
- Hutchinson G. E. The paradox of the plankton // American Naturalist. 1961. Vol. 95, No 882. P. 137–145.
- Poisson S. D. Recherches sur la probabilité des jugements en matière criminelle et en matière civile; précédées des règles générales du calcul des probabilités. Paris: Bachelier, 1837. 415 p.
- Prigogine I. R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature. N. Y. et al.: Free Press,

1997. 228 p. (Пригожин И. Р. Конец определенности: время, хаос и новые законы природы. Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2000. 208 с.)
- Prigogine I. The die is not cast // *Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation*. 2000. Vol. 25, No 4. P. 17–19.
- Vandermeer J. H. Niche theory // *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 1972. Vol. 3. P. 107–113.
- Weaver W. Science and complexity // *American Scientist*. 1948. Vol. 36. P. 536–544. (Уивер У. Наука и сложность / Пер. с англ. Г. С. Розенберга // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2019. Т. 28, № 1. С. 171–177).
- Whittaker R. H., Levin S. A., Root R. B. Niche, habitat, and ecotope // *Amer. Naturalist*. 1973. Vol. 107. P. 321–338.

Благодарности

Работа выполнена в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук согласно тематическому плану Института экологии Волжского бассейна РАН. Авторы благодарны д. ф.-м. н., д. б. н., профессору В. М. Еськову за полезные консультации.

TREE PARADIGMS OF STUDYING THE WORLD (VIEW OF ECOLOGISTS)

ROZENBERG
Gennady Samuilovich

*D.Sc., Institute of Ecology of the Volga River Basin of the RAS – branch of the Samara Federal Research Center of the RAS,
genarozenberg@yandex.ru*

FILATOVA
Olga Evgenjevna

D.Sc., Surgut State University, filatova_oe@edu.surgu.ru

Keywords:
determinism
stochasticism
chaos-self-organization
ecosystems
uncertainty

Summary: Back in 1948, W. Weaver drew attention to the problem of Complexity. Active study of this problem began at the end of the 20th century in the works of I. R. Prigogine and H. Haken. The article also gives the third interpretation of Complexity from the point of view of the statistical instability of any samples of biosystems (a significant contribution to the understanding and mathematization of this paradigm was made by V. M. Eskov and his followers). These are the so-called systems of the third type (there are no repetitions of the initial state, the current state vector and the final state; everything is unique). In this case, Complexity goes beyond determinism and stochastics. Some ecological examples are discussed

Reviewer: E. V. Ivanter

Received on: 26 April 2022

Published on: 22 June 2022

References

- Aldanov M. A. Ulm night: Philosophy of chance, Aldanov M. A. *Sobranie sochineniy: V 6 t. M.: Novosti, 1996. T. 6. P. 141–438.*
- Azimov A. *Guide to science. From Egyptian pyramids to space stations. M.: ZAO Centrpoligraf, 2006. 788 p.*
- Bernshteyn N. A. *Essay eight. Urgent problems of regulation of motor acts, Bernshteyn N. A. Biomehanika i fiziologiya dvizheniy. Izbrannye psichologicheskie trudy. M.; Voronezh: In-t prakt. psichologii: NPO MODEK, 1997a. P. 342–371.*
- Bernshteyn N. A. *Essay twelve. New lines of development in physiology and biology of activity, Bernshteyn N. A. Biomehanika i fiziologiya dvizheniy. Izbrannye psichologicheskie trudy. M.; Voronezh: In-t prakt. psichologii: NPO MODEK, 1997b. P. 430–458.*
- Bernshteyn N. A. *On the construction of motions. M.: Medgiz, 1947. 254 p.*
- Chistyakova M. V. Scherbakov A. V. Ivanov V. B. Yumagulova E. R. Usmanov I. Yu. Pulsating mosaic pattern of soil parameters in the Southern Trans-Urals, *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta. 2017. No. 4. C. 124–133.*
- Dzhiller P. *Community structure and ecological niche. M.: Mir, 1988. 184 c.*
- Es'kov V. M. Es'kov V. V. Filatov M. A. *Philosophy of complexity: homeostasis and evolution. Tula: Izd-vo TulGU, 2016. 370 p.*
- Es'kov V. M. Filatova O. E. *Another world, another science, other models in the description of Complexity, Vestnik novyh medicinskih tehnologiy. 2014. T. 21, No. 1. P. 138–141.*
- Es'kov V. M. Galkin V. A. Filatova O. E. *Complexity: chaos of homeostatic systems. Samara: OOO «Porto-print», 2017a. 388 p.*
- Es'kov V. M. Galkin V. A. Filatova O. E. *End of certainty: chaos of homeostatic systems. Tula: Izd-vo TPPO, 2017b. 596 p.*
- Es'kov V. M. Galkin V. A. Pyatin V. F. Filatov M. A. *Movement organization: stochastics or chaos?. Samara: OOO «Porto-print», 2020. 144 p.*
- Es'kov V. M. *The third paradigm: Monografiya. Samara: Ofort, 2011. 249 p.*
- Es'kov V. V. Dzhumagalieva L. B. Gudkova S. A. Filatova O. E. *Complexity in the interpretation of I. Prigogine and G. Haken differs from the complexity of W. Weaver and the theory of chaos-self-organization, Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2014b. No. 3. P. 46–55.*
- Es'kov V. V. Dzhumagalieva L. B. Gudkova S. A. Kravchenko E. N. *The third paradigm and dynamics of social systems, Vek globalizacii. 2014a. No. 1. P. 43–54.*
- Es'kov V. V. Pyatin V. F. Filatova D. Yu. Bashkatova Yu. V. *Chaos of homeostasis parameters of the human cardiovascular system. Samara: OOO «Porto-Print», 2018. 312 p.*
- Es'kov V. V. Pyatin V. F. Shakirova L. S. Mel'nikova E. G. *The role of chaos in the regulation of physiological*

- functions of the organism. Samara: OOO «Porto-print», 2020. 248 p.
- Es'kov V. V. Mathematical modeling of homeostasis and evolution of complexity. Tula: Izd-vo TulGU, 2016. 307 p.
- Filatova O. E. Hadarcev A. A. Gavrilenko T. V. Pashnin A. S. The end of certainty: a requiem for Warren Weaver («Science and complexity») and I. R. Prigogine («The die is not cast»), Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2012. No. 1. P. 6–19.
- Fleyshman B. S. Fundamentals of systemology. M.: Radio i svyaz', 1982. 368 p.
- Gautier T. Lettre III («À monsieur le prince de Monbert»), Émile de Girardin, Théophile Gautier, Jules Sandeau, Méry. La Croix de Berny. Roman steeple-chase. Paris: Librairie Nouvelle, 1855. P. 26–38. URL: https://fr.wikisource.org/wiki/La_Croix_de_Berny/3.
- Geyzenberg V. At the origins of quantum theory. M.: Taydeks Ko, 2004. 410 p.
- Gigerenzer K., Swijtink Z., Porter T., Daston J., Beatty J., Kriiger L. The Empire of Chance. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1989. 360 p.
- Gilyarov A. M. Population ecology: Uchebnoe posobie. M.: Izd-vo MGU, 1990. 191 p.
- Gleick J. Chaos: Making a New Science. N. Y.: Viking Books, 1987. 400 p. (Gleyk Dzh. Haop. Sozdanie novoy nauki. SPb.: Amfora, 2001. 398 p.)
- Grechko P. K. Paradigm complexity heuristics in modern social and humanitarian knowledge, Vestnik RUDN. Ser.: Filosofiya. 2012. No. 1. P. 5–21.
- Hlebosolov E. I. Ecological niche theory: history and current state, Russkiy ornitologicheskii zhurnal. 2002. Ekspres-vypusk 203. P. 1037–1044.
- Hutchinson G. E. The paradox of the plankton, American Naturalist. 1961. Vol. 95, No 882. P. 137–145.
- Mirkin B. M. Naumova L. G. Introduction to the modern science of vegetation. M.: GEOS, 2017. 280 p.
- Mironov B. N. A new apology for history (Reflections on the book by O. Medushevsky), Obschestvennye nauki i sovremennost'. 2011. No. 1. P. 139–148.
- Odum Yu. Fundamentals of ecology. M.: Mir, 1975. 740 p.
- Poisson S. D. Recherches sur la probabilité des jugements en matière criminelle et en matière civile; précédées des règles générales du calcul des probabilités. Paris: Bachelier, 1837. 415 r.
- Prigogine I. R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature. N. Y. et al.: Free Press, 1997. 228 r. (Prigozhin I. R. Konec opredelennosti: vremya, haos i novye zakony prirody. Izhevsk: Regulyarnaya i haoticheskaya dinamika, 2000. 208 p.)
- Prigogine I. The die is not cast, Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation. 2000. Vol. 25, No 4. P. 17–19.
- Prigozhin I. R. Philosophy of instability, Voprosy filosofii. 1991. No. 6. P. 47–52.
- Rizhinashvili A. L. Development of ecosystem concepts in aquatic ecology (Russian Empire – USSR, first half of the 20th century). M.: Tov-vo nauch. izd. KMK, 2021. 231 p.
- Rozenberg G. S. Mozgovoy D. P. Gelashvili D. B. Ecology. Elements of theoretical constructions of modern ecology: Uchebnoe posobie. Samara: Samar. NC RAN, 1999. 396 p.
- Rozenberg G. S. Commentary by the translator of the article of Warren Weaver, Samarskaya Luka: problemy regional'noy i global'noy ekologii. 2019. T. 28, No. 1. P. 178–184.
- Ruderman S. Yu. Laws in the world of chance. Volume 1. Probability Theory. Ufa: RIO BashGU, 2001. Kn. 1. 171 p. Kn. 2. 164 p.
- Ruderman S. Yu. Laws in the world of chance. Volume 2. Probability theory in problems. Imitation. Statistical Inference: Uchebnoe posobie. Ufa: RIO BashGU, 2005. 204 p.
- Rumyancheva O. A. «Love for three oranges». Theatrical hoax by Carlo Gozzi, Teatr. Zhivopis'. Kino. Muzyka. 2016. No. 2. P. 48–58.
- Shenbrot G. I. Ecological niches, interspecies competition and the structure of communities of terrestrial vertebrates, Itogi nauki i tehniki. Zoologiya pozvonochnyh. T. 14. M.: VINITI, 1986. P. 5–70.
- Uitteker R. Communities and Ecosystems. M.: Progress, 1980. 328 p.
- Usmanov I. Yu. Scherbakov A. V. Mavletova M. V. Yumagulova E. R. Ivanov V. B. Aleksandrova V. V. Pulsating multidimensional ecological niche of plants: expanding the scope of the concept, Izvestiya Samarskogo NC RAN. 2016. T. 18, No. 2 (2). P. 525–529.
- Usmanov I. Yu. Semenova I. N. Scherbakov A. V. Suyundukov Ya. T. Endemic ecological niches of the Southern (Bashkir) Trans-Urals: multidimensionality and fluctuating regimes, Vestnik Bashkirskego gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. No. 1. P. 16–21.
- Vandermeer J. H. Niche theory, Ann. Rev. Ecol. Syst. 1972. Vol. 3. P. 107–113.
- Weaver W. Science and complexity, American Scientist. 1948. Vol. 36. P. 536–544. (Uiver U. Nauka i slozhnost', Per. s angl. G. P. Rozenberga, Samarskaya Luka: problemy regional'noy i global'noy ekologii. 2019. T. 28, No. 1. P. 171–177).
- Whittaker R. H., Levin S. A., Root R. B. Niche, habitat, and ecotope, Amer. Naturalist. 1973. Vol. 107. P. 321–338.