

Институт научной информации по общественным наукам  
Российской академии наук  
(ИНИОН РАН)

# **МЕТОД**

**МОСКОВСКИЙ ЕЖЕКВАРТАЛЬНИК ТРУДОВ  
ИЗ ОБЩЕСТВОВЕДЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

Выпуск 12  
(продолжение серии ежегодников «Метод»)  
Том 2 № 3

**МОСКВА  
2022**

## Главный редактор – М.В. Ильин

### Редакционная коллегия

*Авдонин В.С.* – д-р полит. наук, канд. филос. наук, вед. науч. сотр. ИНИОН РАН; *Бажанов В.А.* – д-р филос. наук, зав. кафедрой философии Ульяновского государственного университета; *Гребенищикова Е.Г.* – д-р филос. наук, руководитель центра научно-информационных исследований по науке, образованию и технологиям ИНИОН РАН; *Демьянков В.З.* – д-р филол. наук, гл. науч. сотр. Института языкознания РАН; *Еремеев А.В.* – д-р физ.-мат. наук, зам. директора Омского филиала Института математики им. С.Л. Соболева РАН; *Золян С.Т.* – д-р филол. наук, проф. Балтийского федерального университета им. И. Канта; *Ильин М.В.* – д-р полит. наук, канд. филол. наук, руководитель центра перспективных методологий социально-гуманитарных исследований ИНИОН РАН; *Кузнецов А.В.* – член-корр. РАН, д-р экон. наук, директор ИНИОН РАН; *Пивоваров Ю.С.* – академик РАН, д-р полит. наук, научный руководитель ИНИОН РАН; *Санников С.В.* – канд. истор. наук, науч. сотр. Лаборатории по семиотике и знаковым системам Новосибирского государственного университета, директор по коммуникативным проектам и международному сотрудничеству АО «Технопарк Новосибирского академгородка»; *Спиров А.В.* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Лаборатории моделирования эволюции Института эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН; *Фомин И.В.* – канд. полит. наук, независимый исследователь; *Чалый В.А.* – д-р филос. наук, проф. Балтийского федерального университета им. И. Канта; *Чебанов С.В.* – д-р филол. наук, проф. кафедры математической лингвистики СПбГУ

Ответственный за выпуск – **М.В. Ильин**

Ответственные за номер – **М.В. Ильин, В.С. Авдонин**

DOI: 0.31249/metodquarterly/02.03.00

© ИНИОН РАН, 2022

Institute of Scientific Information for Social Sciences  
of the Russian Academy of Sciences  
(INION RAN)

# **METHOD**

**MOSCOW QUARTERLY JOURNAL  
OF SOCIAL STUDIES**

Part 12  
(continuation of the yearbook series "Method")  
Volume 2 No 3

Moscow  
2022

### **Editor-in-Chief**

**Mikhail Ilyin**, Institute of Scientific Information for Social Sciences of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

### **Editorial Board**

**Vladimir Avdonin**, Institute of Scientific Information for Social Sciences of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia);

**Valentin Bazhanov**, Ulyanovsk State University (Ulyanovsk, Russia);

**Vadim Chaly**, Immanuel Kant Baltic Federal University (Kaliningrad, Russia);

**Sergey Chebanov**, Saint Petersburg State University (Saint Petersburg, Russia);

**Valery Demyankov**, Institute of Linguistics, Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia);

**Anton Eremeev**, Omsk Branch of Sobolev Institute of Mathematics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Omsk, Russia);

**Ivan Fomin**, Independent researcher;

**Elena Grebenshikova**, Institute of Scientific Information for Social Sciences of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia);

**Mikhail Ilyin**, Institute of Scientific Information for Social Sciences of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia);

**Alexey Kuznetsov**, Institute of Scientific Information for Social Sciences of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia);

**Yuri Pivovarov**, Institute of Scientific Information for Social Sciences of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia);

**Sergey Sannikov**, Novosibirsk State University (Novosibirsk, Russia); Technopark of Novosibirsk Akademgorodok (Novosibirsk, Russia);

**Alexander Spirov**, Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences (Saint Petersburg, Russia);

**Suren Zolyan**, Immanuel Kant Baltic Federal University (Kaliningrad, Russia)

#### *Responsible Editor of the Volume*

**Mikhail Ilyin**, Institute of Scientific Information for Social Sciences of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

#### *Responsible Editors of the Issue*

**Mikhail Ilyin**, Institute of Scientific Information for Social Sciences of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia);

**Vladimir Avdonin**, Institute of Scientific Information for Social Sciences of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

DOI: 0.31249/metodquarterly/02.03.00

© INION RAN, 2022

---

**ТЕМА НОМЕРА:**  
**Перспективы расширенного эволюционного синтеза**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕННОГО  
ЭВОЛЮЦИОННОГО СИНТЕЗА**

От редакции .....	9
<i>Куль К.</i> Целью расширенного синтеза является включение семиозиса ...	10

**ОБСУЖДЕНИЕ СТАТЬИ К. КУЛЛЯ**

<i>Чебанов С.В.</i> Эрос неохватного. О статье Калеви Кулля «Целью расширенного синтеза является включение семиозиса» .....	27
<i>Суховерхов А.В.</i> От пассивной адаптации к расширенной интерпретации .....	46

**МНОГООБРАЗНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ**

<i>Суховерхов А.В., Кобякова И.И.</i> «Природный креационизм»: когнитивные основания направленности эволюционного процесса.....	52
<i>Левченко В.Ф.</i> Взаимоотношения между процессами эволюции и развития на разных уровнях биологической организации .....	63

**НАПРАВЛЕНИЯ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

<i>Спиров А.В.</i> Иммунные вычисления в компьютерных науках и модели иммунной памяти высших организмов: перспективы взаимного методологического обогащения .....	85
<i>Чебанов С.В.</i> Соотношение сравнительной и эволюционной семиотики: почему первая должна предшествовать второй .....	110
<i>Патцельт В.</i> Новые аналитические и методологические возможности: политическая наука и теория эволюции .....	190

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛОЦИЯ**

*Авдонин В.С.* Эволюционная экономика: концепты, исследовательское поле, вехи развития. (Evolutorische Ökonomik. Konzepte, Wegbereiter und Anwendungsfelder / M. Lehmann-Wafenschmidt, M. Peneder (Hrsg.). Springer Nature Wiesbaden GmbH, 2022. (Реферат книги) ..... 219

---

**ISSUE TOPIC:**  
**Prospects for an extended evolutionary synthesis**

**CONTENTS**

**PROSPECTS FOR AN EXTENDED  
EVOLUTIONARY SYNTHESIS**

Editorial note .....	9
<i>Kalevi Kull</i> . The aim of extended the synthesis is to include semiosis .....	10

**DISCUSSION OF THE KALEVI KULL'S ARTICLE**

<i>Sergey Chebanov</i> . Eros of a non-encompassed. About Kalevi Kull's article «The aim of the extended evolutionary synthesis is to include semiosis» .....	27
<i>Anton Sukhoverkhov</i> . From a passive adaptation to an extended interpretation .....	46

**MANIFOLD EVOLUTION**

<i>Anton Sukhoverkhov, Irina Kobyakova</i> . «Natural creationism»: cognitive foundations of the directedness of the evolutionary process.....	52
<i>Vladimir Levchenko</i> . Relationships between the processes of evolution and development at different levels of biological organization .....	63

**DIRECTIONS OF EVOLUTIONARY RESEARCH**

<i>Alexander Spirov</i> . Immune computing in computer science and models of immune memory in higher organisms: prospects for mutual methodological enrichment .....	85
<i>Sergey Chebanov</i> . Relation between comparative and evolutionary semiotics: why should the first one precede the second one .....	110
<i>Werner Patzelt</i> . New analytic and methodological opportunities: Political science and theories of evolution .....	190

**BIBLIONAVIGATOR**

*Vladimir Avdonin*. Evolutionary economics: concepts, research field, development milestones. Summary of: Evolutorische Ökonomik. Konzepte, Wegbereiter und Anwendungsfelder / M. Lehmann-Wafenschmidt, M. Peneder (Hrsg.). Springer Nature Wiesbaden GMBH, 2022 ..... 219



---

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕННОГО ЭВОЛЮЦИОННОГО СИНТЕЗА

### От редакции

Современный эволюционный синтез готовился уже с конца позапрошлого века за счет объединения усилий биологов-эволюционистов и генетиков. Полвека не прошло, как определились не только его контуры, но и основное содержание. Однако к тому времени, когда в 1942 г. вышла в свет замечательная книга Джулиана Хаксли «Эволюция. Современный синтез», уже успела заявить о себе эпигенетика как новое, за пределами синтеза, научное направление. А вскоре отчетливо прозвучали призывы к расширению эволюционного синтеза. Помимо эпигенетиков и эволюционистов-номологов потребность в этом ощущали экологи и расширение синтеза внесли вслед за Томасом Себеоком его ученики и последователи – биосемиотики. Об этом и пойдет речь в данной рубрике и в открывающей ее статье Калеви Кулля.

Сама эта статья и научная персона ее автора результат особого научного синтеза – возможно в чем-то созвучного эволюционному, а в чем-то особенному и поистине уникальному. Его можно по праву назвать тартуским. В этом старом университетском городе произошло соединение и разных традиций, и разных поколений. Якоб фон Икскуль, Юрий Лотман, автор опорной статьи данной рубрики Калеви Кулля – представители разных поколений тартуских университетариев, которые не просто вписаны в историю своей *alma mater*, но сыграли ключевую роль в том, чтобы знания, экспертизы и умения разных научных дисциплин влились в тот самый поток расширения возможностей и потенциала эволюционного познания, с которого мы начали свое редакционное введение.

Нам особенно приятно представить автора ключевой статьи нашего выпуска Калеви Кулля, которому в этом году исполняется 70 лет. Калеви достойно продолжает дело расширения научного знания (и синтеза!) своих предшественников и передает эту миссию своим ученикам. Его статья с программным названием «Перспектива расширенного синтеза во включении семиозиса» при всем ее «тартуском» очаровании адресована мировой науке вне дисциплинарных или как-то иных делений. Калеви пишет и мыслит широко, размашисто и при этом крайне точно и конкретно. Он ставит вопросы, которые будут предметом дальнейшего изучения далеко не одного поколения. И не только тартусцев, но и нас, и наших учеников, наших коллег по всему миру.

Калеви Куль<sup>1</sup>

**Целью расширенного синтеза является включение семиозиса<sup>2</sup>**

Содержание: 1. Основные шаги к расширению: четыре женщины, которые изменили эволюционную сцену. 2. Модель расширенного синтеза добавляет независимую роль пластичности. 3. Пластичность и интерпретация. 4. Адаптивные и нейтральные модификации. 5. Инновации и испытания. 6. Отбор, приспособление и выбор – иллюзорное и реальное осмысление. 7. Наследование знания. 8. Полностью расширенный синтез тяготеет к семиотической теории эволюции. Вывод.

*Аннотация.* Теория органической эволюции неполна до тех пор, пока она не может объяснить смыслообразующую способность жизни и ее роль в эволюционных процессах, т.е. пока не включен семиозис. Расширенная синтетическая теория эволюции сделала решительный шаг к такой интегративной теории, однако явное включение семиотики жизни еще впереди. Здесь мы описываем шаги, сделанные в направлении теории эволюции, основанной на семиотике, как следующего этапа после подходов эво-дево и эко-эво-дево. Это включает в себя демонстрацию независимых ролей, которые естественный отбор, пластическая адаптация и выбор интерпретации играют в адаптивной эволюции, а также различие между адаптивными и нейтральными модификациями в генетических, пластических и интерпретационных механизмах.

Реальное смыслообразование происходит только благодаря интерпретативным процессам организма. Его следует дополнить описанием способов наследования знаний (определяемых как продукты семиотического обучения) или, скорее, как ограничений семиозиса. Это завершает включение семиозиса в расширенный механизм эволюции.

*Ключевые слова:* адаптивная эволюция; биосемиотика; нейтральная эволюция; эпигенетическая наследственность; интерпретация; пластичность; выбор; смысл; семиотическая эволюция.

*Для цитирования:* Куль К. Целью расширенного синтеза является включение семиозиса // МЕТОД : московский ежеквартальник трудов из обществоведческих дисциплин: ежеквартал. науч. изд. / под ред. М.В. Ильина ; ИНИОН РАН, центр перспект.

---

<sup>1</sup> Куль Калеви, профессор кафедры семиотики Тартуского университета, ул. Якоби 2, 51005 Тарту, Эстония, e-mail: kalevi.kull@ut.ee

<sup>2</sup> Авторизованный перевод с английского: Kull, Kalevi 2022. The aim of extended synthesis is to include semiosis. *Theoretical Biology Forum* 115(1/2): 119–132.

Восприятие и коммуникация у организмов основаны на процессах смыслообразования и знаках. Надлежащая теория эволюции должна быть способна учитывать появление и роль смыслообразования. Примечательно, что модель эволюции, основанная на естественном отборе, смогла объяснить большинство эволюционных феноменов без включения умвельта и создания значений организмами, в значительной степени избегая подхода к этим явлениям как таковым. Теория сама по себе была недостаточно развита, чтобы решить проблему материально-смысловой связи. Недавние результаты как в биологии, так и в семиотике позволяют расширить теорию и соединить биологию с семиотикой (см. 1)<sup>1</sup>.

Крупное изменение в биологической теории, а значит, и то изменение, в котором мы в настоящее время участвуем (см., напр., 2, 3, 4), можно описать двумя довольно разными способами. Его можно рассматривать как смену парадигмы: переход от дарвиновской парадигмы, в которой основным фактором эволюции является естественный отбор, и борьба за выживание с конкуренцией являются первичными взаимодействиями, к недарвинистской или антидарвинистской парадигме, в которой основными взаимодействиями являются узнавание, симбиоз и интерпретация, тогда как естественный отбор играет лишь второстепенную роль. Альтернативный подход рассматривает это изменение не как замену старого взгляда, а как обобщение или пошаговое расширение существующей теории, добавляя знания, полученные из более новых моделей, и создавая обобщенные модели, включающие более ранние модели как частные случаи. Последняя точка зрения выглядит менее радикальной. Однако, если старая теория остается лишь узким частным случаем новой, то для основной области замещающей теории старая модель не действует, и смена хотя бы в этой части подобна смене парадигмы.

Расширенный синтез теории эволюции сделал решительный шаг к интегративной теории, объясняющей смыслообразующую способность жизни и ее роль в эволюционных процессах, однако явное включение в нее семиотики жизни еще впереди. В то время как более ранние представления об эпигенетической теории и конструировании ниши требуют естественного отбора для осуществления адаптивных изменений, радикально расширенный синтез включает сюда также механизм, который может работать без естественного отбора. Это означает, что эволюционная адаптация может быть основана на изменении семиозиса (смыслообразования), которое выступает как функциональное изменение в поведении агентов.

---

<sup>1</sup> Ссылки в тексте и список литературы воспроизведены в оформлении оригинального издания статьи.

Далее мы опишем шаги, сделанные на пути к семиотической теории эволюции. Это включает в себя демонстрацию независимых ролей естественного отбора, пластической адаптации и мотивированного интерпретационного выбора в адаптивной эволюции, а также различие адаптивных и нейтральных модификаций соответственно в генетических, пластических и интерпретационных механизмах. Мы утверждаем, что реальное создание смысла существует только благодаря интерпретативным процессам организмов. Следующим шагом является демонстрация путей наследования продуктов семиотического обучения, знаний в широком смысле. Это завершает включение семиозиса в расширенный механизм эволюции.

### **1. Основные шаги к расширению: четыре женщины, изменившие эволюционную сцену**

За последние десятилетия четверть учеными были проведены исследования, позволившие перейти к следующему этапу теории эволюции. До этого изменение сопоставимого масштаба, получившее название «Современный синтез», происходило в 1930-х годах, оно заложило тогда прочную популяционно-генетическую основу для анализа и объяснения эволюционных процессов. Вместе с ее расширениями на социобиологию, поведенческую экологию и эволюционную психологию<sup>1</sup> неodarвинистская теория, основанная на предположении, что естественный отбор является ведущим фактором эволюции, охватила не только все разделы биологии – она начала вторгаться и в гуманитарные науки.

Немало ученых критиковали некоторые аспекты неodarвинистской теории эволюции, но я бы сказал, что самые решающие аргументы были представлены четверью женщинами – Элизабет Врба, Линн Маргулис, Мэри Джейн Уэст-Эберхард и Евой Яблонкой.

Элизабет Врба поколебала дарвиновское предположение о градуализме. Указанная ею модель пунктуализма (совместно со Стивеном Дж. Гулдом) вывела анализ динамики видов на новый уровень точности, что потребовало поиска морфологических и средовых факторов в эволюционных изменениях (6, 7). В дополнение к эволюционной адаптации она ввела понятие «экзаптации» (8), а также с помощью признания концепции эволюции Хью Э.Х. Патерсона (9, 10) помогла проложить путь к преодолению изоляционистской модели видообразования Эрнста Майра.

Линн Маргулис опровергла представления о конкуренции и борьбе за существование как необходимых элементах эволюции, ярко продемонстрировав огромную роль симбиоза (11, 12, 13; см. также: 14), включая и роль симбиоза как независимого источника эволюционных инноваций.

---

<sup>1</sup> Стивен Джей Гулд (5) назвал эти расширения «уплотнением синтеза».

Мэри Джейн Уэст-Эберхард написала самый обширный обзор о важности в эволюции пластичности, подчеркивая ее основную роль в эволюционных инновациях как предвестника новых мутаций (15).

Ева Яблонка доказала роль эпигенетического наследования и описала его механизмы.

На этом основании говорить об эпигенетическом повороте в биологии вполне обоснованно (16).

Эти аспекты, взятые вместе, – неградуализм, неизоляционизм, симбиоз, пластичность и эпигенетическая наследственность – сформировали необходимую основу для нового шага, расширенного синтеза, который основывается на предположениях, значительно отличающихся от тех, которые используются в современном синтезе.

Без сомнения, никто не одинок на пути научного понимания. Мы не должны забывать о влиянии работ Стивена Джея Гулда, а до него Конрада Хэла Уоддингтона, а также нескольких школ органицистов вплоть до работ ученых, занимающихся домодернистским синтезом, таких как Карл Эрнст фон Бэр, Джеймс Марк Болдуин, Лев Берг. Многие биологи внесли свой вклад в изучение факторов развития в ходе эволюции, известных как эво-дево, а также в понимание факторов окружающей среды, что привело к созданию модели, названной эко-эво-дево (17).

Тем не менее в нынешних условиях четверке вышеназванных ученых принадлежит исключительная роль.

Более поздние события в развитии расширенного синтеза<sup>1</sup> описаны в нашем обзоре (20). Что было упущено из этого обзора, но должно быть добавлено, так это книга об эффекте Болдуина «Эволюция и обучение» (21).

## **2. Модель расширенного синтеза добавляет независимую роль пластичности**

Расширенный синтез в теории эволюции (22, 23) в своей основе означает, что эволюционное новшество может начаться с пластического изменения. Это существенное изменение эволюционной теории, потому что, согласно неodarвинистской теории (или, как ее еще называют, стандартной теории), эволюционное изменение должно начинаться с мутации. Этот взгляд на стандартную теорию основан на наблюдении, что физиологические и поведенческие процессы, включая обучение (пластические изменения), даже если они иногда могут влиять на скорость мутаций, не могут влиять на направление эффектов мутаций. Поэтому стандартная модель пришла к выводу, что пластические изменения не могут привести к эволюционным изменениям.

---

<sup>1</sup> Или «постдарвинизм», или «постмодернистский синтез» (18), или «постсинтез-синтез» (19).

Полезное определение пластичности дала Вест-Эберхард (15, с. 33, 35): «Пластичность (отзывчивость, гибкость) – это способность организма реагировать на воздействие внутренней или внешней среды изменением формы, состояния, движением или скоростью активности. [...] Адаптивные и неадаптивные, активные и пассивные, обратимые и необратимые, а также непрерывные и прерывистые реакции я включаю в единый термин “пластичность”».

Стандартная (неодарвинистская) модель использует предположение, что единственная форма долговременной межпоколенческой памяти – генетическая. Даже если какие-то закономерности жизни организмов могут передаваться следующему поколению по другим каналам, эти закономерности рано или поздно будут заменены построенными на основе генетической информации. Следовательно, как утверждает эта модель, любые адаптивные (направленные) изменения в эволюции могут быть результатом лишь дифференциального воспроизводства генотипов, что, по определению, является естественным отбором<sup>1</sup>. Согласно стандартной модели, естественный отбор также контролирует диапазон самой пластичности, что называется нормой реакции.

Расширенная модель добавила следующее. Во-первых, в ней используется довольно тривиальное наблюдение, что конкретное пластическое изменение не может определяться генотипом. Это означает, что даже если диапазон пластической изменчивости может находиться под контролем отбора, конкретные изменения часто им не контролируются. Во-вторых, пластическая модификация может наследоваться через эпигенетические и средовые механизмы наследования. Более того, пластические модификации могут иметь направленное влияние на естественный отбор. Последнее является важным моментом. Пластическая модификация, например, может избирательно влиять на условия выживания различных генотипов через модифицированную нишу – благодаря строению ниши (24). Это означает, что экологически (или самоорганизационно, или гомеостатически, или габитуально и т.д.) модифицированные организмы могут изменять свою среду, что обеспечивает измененные условия отбора. Таким образом, уже расширенная за счет построения ниши модель может

---

<sup>1</sup> Обратите внимание, что здесь мы используем классическое определение естественного отбора, широко применяемое неодарвинистской популяционной генетикой. Уэст-Эберхард, например, использует другое определение: естественный отбор есть дифференцированное воспроизведение фенотипов (15, с. 31). Точнее, ее формулировка более тонкая: «Дарвиновский отбор – это дифференцированное выживание и размножение (дифференцированная приспособленность) из-за фенотипических различий между воспроизводящимися существами» (там же). Действительно, дифференцированное воспроизводство генотипов происходит за счет фенотипических различий. Во всяком случае, эти разновидности в определениях следует учитывать при интерпретации утверждений о роли естественного отбора. Это не влияет на другие выводы нашего анализа.

показать пути эволюционных изменений, которые не начинаются с мутации, а могут начинаться с самостоятельного пластического изменения.

Распространенная неodarвинистская критика этой расширенной модели говорит, что пластические изменения не могут быть независимыми, потому что пластичность возможна только в пределах нормы реакции, которая генетически детерминирована, и сама является продуктом более раннего естественного отбора. Действительно, Рихард Вольтерек, который ввел понятие «норма реакции», рассчитывал определить операциональное понятие, имея в виду распространение фенотипического признака в чистой линии, т.е. в популяции генетически идентичных особей. Однако диапазон сред, в которых могут обитать особи популяции, не поддается операциональному описанию. Это связано с тем, что количество комбинаций параметров окружающей среды (к которым следует отнести их пространственную и временную неоднородность на протяжении всего онтогенеза) настолько велико (количество огромно), что, конечно, нереалистично, чтобы норма реакции могла быть полностью описана или полностью проверена естественным отбором. Или даже если определить норму реакции на основе изменения только одного параметра среды, то этот параметр (например, температура) может варьироваться в онтогенезе и внутри организма неоперационально многими способами. Это можно рассматривать как аналог примера, приведенного Стюартом Кауфманом (25, с. 37–38) о количестве способов использования того или иного инструмента – оно не просто неисчислимо, список потенциальных функций неопределен, и даже, как он говорит, неалгоритмичен. (Можно добавить, что так же и полифункциональность, и полисемия как аналогичные явления неалгоритмичны, в силу природы значения.) Таким образом, действительно, то или иное пластическое изменение организма легко может быть таким, которого никогда не происходило ранее за всю эволюцию, т.е. оно может возникнуть без всякого предшествующего контроля со стороны естественного отбора. Поэтому точка зрения, что нормы реакции являются продуктами естественного отбора, просто ошибочна.

### **3. Пластичность и интерпретация**

Среди многообразия процессов, модифицирующих организм, не затрагивая его геном, важно различать пластические и интерпретационные изменения. Пластичность – это реакция (см. выше определение Вест-Эберхард). Интерпретация же – есть процесс, инициируемый самим организмом.

Интерпретация – это процесс, в котором что-то воспринимается как нечто другое, когда что-то обозначает что-то еще – когда что-то проявляет себя как знак. Интерпретация – это знаковый процесс, называемый семиозисом. Семиозис или интерпретация – это процесс, в котором создается

смысл. Семиозис обычно моделируется (вслед за Чарльзом С. Пирсом) триадическим отношением, соединяющим репрезентант (знак), объект (другой) и интерпретант. Поскольку семиозис также является телесным процессом, смысл выступает как фактор жизнедеятельности организма.

Интерпретация подразумевает наличие вариантов, реальных возможностей, позволяющих интерпретировать ситуацию (т.е. создавать отношения) тем или иным способом. Таким образом, интерпретация соразмерна способности делать выбор, каким бы простым он ни был. Детерминированные процессы не являются интерпретацией. Тем не менее семиозис (интерпретация, выбор) влияет на многие стороны жизни организма – его реакции и дальнейшие условия его существования. Благодаря способности к интерпретации организм может выбирать пищу, среду обитания, партнера, направление движения – то, как он себя ведет.

Мы не будем здесь обсуждать, характерен ли семиозис для всех организмов или для всех клеток, или только для некоторых из них (например, только для животных или только для эукариот), что является вопросом о нижнем семиотическом пороге. Достаточно предположить, что некоторые организмы интерпретируют (см., напр., 26). Если у организма есть умwelt, то у него есть и семиозис – умwelt и смыслообразование никогда не разделены. Umwelt, согласно Икскюлю (27), есть пространство, в котором соединяются способности организма к восприятию и действию. Это пространство возможностей (неопределенности), в котором одновременно предоставляется более одного способа поведения, и поэтому интерпретация возможна и имеет смысл.

Процессы интерпретации обычно производят (или модифицируют) некоторые пластические изменения. Конечно, есть также много пластических изменений, которые происходят независимо от семиозиса. Таким образом, мы заключаем, что пластические и интерпретационные модификации – разные процессы, и их следует различать.

#### 4. Адаптивные и нейтральные модификации

В биологии концепция адаптации является классической. Тем не менее ее определения неоднозначны и проблематичны. Согласно качественному подходу, адаптация – это соответствие некоторых особенностей организма некоторым условиям, в которых он может встречаться. Согласно количественному подходу, адаптация измеряется приспособленностью или репродуктивным успехом как цифровой характеристикой выживания; например, снижение относительной скорости размножения означало бы в этом смысле снижение приспособленности. Качественный и количественный подходы к адаптации плохо совместимы.

В любом случае, как в качественном, так и в количественном понятии, различие между адаптивными и нейтральными модификациями имеет



смысл. Применимое определение гласит, что *адаптивная модификация* – это та, которая обеспечивает функциональное решение или улучшает реализацию некоторой функции, а *нейтральная модификация* – это та, которая не связана направленно с реализацией некоторой функции<sup>1</sup>.

Согласно стандартной теории, наследуемая модификация начинается с мутации, и модификацию можно назвать адаптивной только в том случае, если она обеспечивает повышенную выживаемость носителей этой мутации (что можно измерить относительным увеличением приспособленности). Это подразумевает, как это ни парадоксально, что для того, чтобы модификация была адаптивной, не требуется никакой видимой связи с какой-либо конкретной функцией (кроме воспроизводства или, скорее, выживания); такая «адаптированность» гарантируется естественным отбором, а соответствующая мутация, по определению, передается по наследству. Альтернативным образом, изменение является нейтральным, если оно не обеспечивает избирательного преимущества, т.е. сохраняется без воздействия естественного отбора; эволюционное изменение, вызванное нейтральными модификациями, основано на генетическом дрейфе.

Аналогично, пластические изменения также могут быть как адаптивными, так и нейтральными (15, с. 33, 35). Каков же тогда критерий адаптивности при пластических изменениях? Можно подумать, что это опять-таки естественный отбор. Однако естественный отбор потребовал бы выбора соответствующего генотипа; это предполагает соответствие между модификацией и генотипом, но это противоречило бы самому определению пластической модификации. Это та очевидная причина, по которой Уэст-Эберхард вместо этого говорит о фенотипическом отборе (который, строго говоря, может вообще не быть естественным отбором в соответствии со стандартным определением естественного отбора как дифференцированного воспроизведения генотипов; см. выше).

Может ли модификация быть адаптивной независимо от какого бы то ни было отбора? Если адаптивность признака определяется исходя из его функциональности, то, безусловно, да. Функциональность определяется как конкретное удобство использования признака по отношению к удовлетворению какой-либо потребности. Потребности, однако, могут определяться независимо от отбора, т.е. независимо (или не обращая внимания на) от выживания нескольких поколений. Организмы имеют различные потребности, обычно связанные с некоторыми гомеостатическими механизмами. Для организма как агента нет такой потребности, как потребность выжить (за исключением человека, который может в силу своего осознания смерти сформулировать такую потребность, вернее, цель).

---

<sup>1</sup> О значении «адаптивного» в этом смысле см. также: Куль (28, с. 288): «Мы называем изменение адаптивным, если оно решает некоторые проблемы, с которыми сталкивается живое существо, т.е. если оно превращает определенную несовместимость в совместимость».

Удовлетворение потребностей посредством функционального поведения может привести к выживанию, но поведение является функциональным не благодаря выживанию.

Это рассуждение было трудно принять биологии, особенно потому что не было найдено хорошей количественной меры функциональности. Но такая мера и не требуется, ибо природа функции принципиально не количественная, а качественная.

Этот вывод важен, потому что он открывает теоретическую возможность адаптивности, не зависящей от отбора. Это также точка зрения Мэри Джейн Уэст-Эберхард, которая утверждает: «Все новые адаптивные фенотипы должны возникнуть прежде, чем они смогут быть сформированы отбором, и они не должны быть изменены под отбором, чтобы быть адаптивными (поддержанными отбором)» (15, с. 35).

Важнейший нюанс из вышеизложенного, который следует подчеркнуть, заключается в том, что отбор не требуется для того, чтобы новый фенотип был адаптивным. Более того, естественный отбор по определению равен нулю и не влияет на изменения, если разница в воспроизводстве статистически незначима, что является обычной ситуацией. Именно функциональность, само использование делает новый фенотип адаптивным, а не отбор. *Естественный отбор является результатом приспособления, а не его причиной.*

Если естественный отбор не задействован, то эволюционные изменения по классике назывались нейтральными. Поэтому, строго говоря, можно заключить, что инновация, начинающаяся с пластического изменения, не выходит за пределы нейтральной теории. Однако следует заметить, что нейтральная эволюция обычно относилась к неадаптивным изменениям. В этом смысле то, что мы здесь описываем, выглядело бы оксюморонном как «адаптивная нейтральная» эволюция. Но такого парадокса не возникнет, если определять адаптивность независимо от естественного отбора. Таким образом, *мы определяем адаптивность как функциональную приспособленность, как конгруэнтность.*

Следуя этому определению, можно различать нейтральные и адаптивные пластические изменения по аналогии с нейтральными и пластическими генетическими изменениями. *Нейтральные пластические изменения* – это те, которые основаны на самоорганизации, включающей различные процессы типа самосборки (self-assembly). *Адаптивные пластические изменения* возникают в результате гомеостатических (и гомеоретических) процессов. В отличие от самоорганизации, на которую влияет шум, гомеостатические процессы включают в себя обратную связь, корректирующую отклонения, вызванные шумом или другими изменениями условий внешней среды. Соответственно, нейтральные изменения смещают форму, а адаптивные корректируют ее (табл. 1).

Таблица 1

**Основные типы процессов, которые изменяют живые системы; все они могут иметь эволюционное влияние (из 29, видоизменено)**

	Генетический, мутации	Пластичность	Интерпретативный
Нейтральный	Случайный дрейф	Самоорганизационные изменения	Немотивированный выбор
Адаптивный	Естественный отбор	Гомеостатическое приспособление	Мотивированный выбор

Kull, Kalevi 2022. The aim of extended synthesis is to include semiosis. *Theoretical Biology Forum* 115 (1/2): 119–132.

Аналогичным образом интерпретационные процессы можно разделить на нейтральные и адаптивные. Если нет особого предпочтения в отношении того, какой вариант выбрать, то интерпретация нейтральна, а если есть какая-либо мотивация, влияющая на выбор, интерпретация адаптивна. Источники мотивации различаются: они могут быть основаны на потребностях, возникающих из гомеостатических механизмов, или на привычках, основанных на памяти.

### 5. Инновации и тестирование

Теперь мы можем заключить, что существуют три независимых источника инноваций: мутация, внешнее влияние и выбор. Мутация инициирует генетическую модификацию, внешнее воздействие модифицирует физиологические процессы, а выбор модифицирует привычки.

Существуют также три независимых механизма проверки конгруэнтности или функциональности, т.е. механизмы, которые могут сделать модификацию адаптивной: естественный отбор, гомеостатическая обратная связь и решение проблем в умелом.

Это очень разные процессы и механизмы, но все они могут привести к адаптивному поведению. Поскольку все они могут быть в той или иной степени наследуемыми либо генетически, либо эпигенетически, либо экологически (также и социально), следует заключить, что существуют по крайней мере три независимых механизма эволюционной адаптации.

Действительно, вместо одного механизма адаптивной эволюции неодарвинизма (посредством естественного отбора) есть (как минимум) три. Все три, конечно, должны включать наследование – это тема раздела 7 (см. ниже). Еще одно важное следствие касается прояснения отношения к когнитивным (или ментальным в широком смысле) аспектам, которые мы обсудим в следующем разделе.

## 6. Отбор, приспособление и выбор – иллюзорное и реальное осмысление

Томас Нагель в своей критике стандартной теории подчеркнул, что необходима новая теория, включающая эволюцию разума (30). Джеймс Шапиро (31) утверждал, что эволюционная теория XXI в. должна учитывать роль познания. Другими словами, расширенный синтез является неполным до тех пор, пока не будет включать семиозис. Это связано с тем, что и разум, и познание являются семиотическими явлениями, они происходят из семиозиса (который включает в себя действие (agency), вариативность / альтернативность и процесс выбора).

Ядром семиозиса или смыслообразования является интерпретация, включающая выбор между вариантами. Этот процесс доступен в той или иной степени многим, если не всем живым существам. Следы, оставленные выбором организмов, работают как каркасы или ограничения для дальнейшего выбора. Эти следы – память, а весь процесс – обучение, которое создает и изменяет привычки. Более того, процессы принятия решений, основанные на привычках, создают смыслы и знания.

Выживание – это не то, что придает смысл. Петля отрицательной обратной связи также не является источником смысла. Выживание или обратная связь могут иметь смысл только для человека-наблюдателя. Выбор (между вариантами) как составляющая интерпретации есть то, что придает смысл самому организму. Как известно из семиотики, значение – это всегда отношение, которое требует одновременности составляющих. Отношения могут существовать только в умельте.

Естественный отбор как селективное выживание иногда трактовали как определенный тип обучения. Более того, механизм, состоящий из копирования и дифференцированного выживания, был предложен в качестве общей модели обучения. Однако несмотря на то, что такая модель может хорошо имитировать поведение организмов, осуществляющих выбор, она не имеет отношения к знанию и самому семиозису.

Аналогично, мы можем различать осмысленную и бессмысленную функциональности. Первая основана на знаковых отношениях, вторая – на механизмах обратной связи, в которых знаки не участвуют. Соответственно органические процессы бывают двух очень разных классов – без семиозиса и с семиозисом (32, 33 и т.д.).

Таким образом, организмы включают в себя генераторы модификаций, обеспечиваемые независимыми от естественного отбора тестирующими механизмами – гомеостатическими механизмами и механизмами смыслообразования (творцами знаковых отношений). Если модификации, произведенные последними, могут быть унаследованы, то и гомеостаз, и семиозис могут быть факторами эволюции. Описывая это, мы приходим к модели эволюции семиозиса. Семиотическая эволюция или эволюция посредством семиозиса теоретически может работать без участия естествен-

ного отбора (однако они, очевидно, часто работают вместе, рука об руку). Эволюция путем естественного отбора и эволюция путем семиозиса – отдельные механизмы эволюции живых систем. Их относительная роль должна быть выяснена в эмпирических исследованиях.

Поскольку организмы могут иметь свои субъективные миры, то, согласно изречению Якоба фон Иксюля: «Никто не является продуктом своего окружения – каждый является хозяином своего “умweltа”» (34, с. 266).

## **7. Наследование знания**

Трудной проблемой, которая долгое время не имела удовлетворительного решения, является раскрытие механизма, который позволяет пластическим или привычным модификациям становиться генетически наследуемыми. Как сформулировали Рэймонд и Денис Ноубл, такой механизм возможен за счет «использования стохастичности» (35). Это означает, что нет необходимости отказываться от предположения о случайности мутаций – направленные эффекты пластических или интерпретативных изменений могут генетически наследоваться в случайной изменчивости (см. также: 36, 37, 38). Кроме того, механизмы направленного редактирования генома могут способствовать тому, чтобы негенетические модификации становились каркасными (т.е. в определенной степени унаследованными) геномом. Обнаружено несколько механизмов, с помощью которых деятельность организма может направленно влиять на изменения в геноме. Например, экспрессия гена может влиять на скорость мутации экспрессируемого гена (39; больше в 31).

Независимо от того, являются ли пластичность или интерпретация нейтральными или адаптивными, суть в том, что эти модификации могут стать наследственными и, таким образом, способны инициировать эволюционные изменения. Согласно изречению Уэст-Эберхард, подход расширенного синтеза может показать, «почему гены обычно являются последователями, а не лидерами в эволюционных изменениях» (15, с. 29). Это также подчеркивает Яблонка (19). Геном – это не то, что определяет функционирование, а то, что ограничивает и поддерживает функционирование и поведение организмов (см. также: 40, 41).

Воспроизведения или сохранения структуры недостаточно для наследования знания. Однако некоторые структуры могут направлять или ограничивать интерпретацию, даже имея совершенно нерелевантное происхождение. Тем не менее смыслообразование (т.е. семиозис) нельзя скопировать механически или химически, его можно только направить или возвести с помощью строительных лесов, т.е. ограничивающего каркаса. Сознание, т.е. осмысление, возникает (вновь и вновь) как разрешение

вариативности (т.е. интерпретация) в условиях одновременной реализации заученных привычек.

Процессы копирования и восстановления (воспроизведения) могут сохранить в поколениях определенные связи или структуры. Если эти связи или структуры были созданы по выбору, то они несут в себе знание того, насколько эти связи или структуры работают как строительные леса для будущих ситуаций выбора. Это действительно наследование знания. Знание, т.е. смыслы, не может быть передано иначе, как путем переноса ограничений (строительных лесов, принуждений) для очередного смыслообразования интерпретирующим агентом. Даже если перенесенная структура одна и та же, это никогда не гарантирует, что ее интерпретация (поведенческий выбор) будет такой же. Тем не менее это может быть похоже.

## 8. Полностью расширенный синтез тяготеет к семиотической теории эволюции

Поворот от селекционистской теории эволюции к семиотической теории эволюции включал в себя несколько шагов, которые демонстрируют:

(а) существование эпигенетического наследования, и, таким образом, эволюционные инновации могут начинаться с эпигенетических изменений, которые включают, помимо пластических изменений, привычки и семиозис;

(б) что эпигенетические изменения могут быть адаптивными независимо от естественного отбора;

(в) что новые привычки являются продуктами семиозиса;

(д) что привычки могут изменять пластические реакции, которые могут передаваться по наследству (см.: а).

Отсюда очевидно следует, что семиозис может быть фактором эволюции.

Уже существует ряд работ, в которых описаны некоторые явно семиотические аспекты эволюции (33, 37, 42–62 и т.д.). Это также включает биосемиотическую концепцию вида (см.: 50)<sup>1</sup>. Таким образом, многое уже сделано для семиотической теории эволюции.

---

<sup>1</sup> Это в значительной степени согласуется с концепцией распознавания видов Хью Патерсона (10). В своем письме от 6 ноября 2008 г. Хью Патерсон написал мне: «Я изо всех сил пытаюсь закончить изложение своей концепции в виде книги. Но я слишком большой идеалист, поэтому дело идет очень медленно».

Основная идея может быть изложена очень быстро, но ее поддержка требует времени. Мне нужна эта поддержка, потому что она имеет решающее значение для ответа критикам, которые не видят дальше своего носа. Конечно, суть вопроса в *семиотике*, поэтому она и привлекла вас, полагаю». (Курсив мой. – К. К.)

### Заключение

Эволюция жизни настолько сложна, а эволюционная теория уже проработана (и концептуально сложна), что каждое утверждение, сделанное выше, требует более детальной проработки. Однако мы надеемся, что из этого краткого изложения можно уловить основные принципы.

Массимо Пильуччи и Герд Мюллер говорили, что «преодоление градуализма, экстернализма и геноцентризма являются общими признаками расширенного синтеза» (63, с. 14). Однако можно видеть и то, что многие сторонники селекционизма в известной мере приняли некоторые уже не столь градуалистические, не столь экстерналистские и не столь геноцентрические факторы эволюции. Радикально расширенный синтез – это то, что дает место семиозису (смыслообразованию) и агентным процессам в эволюции. Описанная нами схема включает возможность адаптивной эволюции без естественного отбора в дополнение к хорошо известному механизму адаптивной эволюции с естественным отбором. Переосмысление роли генома рассматривает геном как каркас, а эволюционное изменение – как переограничение первичного функционального и семиотического поведения живых систем.

Большинство понятий теоретической биологии еще не связаны с семиотическими понятиями. Соединение понятий теоретической биологии с понятиями семиотики является программной задачей для развития обеих областей. В противном случае смыслообразующая способность организмов будет упущена из понимания. Семиотический механизм эволюции является общей альтернативой селекционизму.

### Благодарности

Я благодарен Хью Патерсону (1926–2019), Йесперу Хоффмайеру (1942–2019), Дику Вейн-Райт, Денису Ноблу, Рэймонду Ноблу, Антону Маркошу и многим другим коллегам за вдохновляющие разговоры об эволюции на протяжении многих лет. Текущая работа поддержана грантом PRG314.

**Kalevi Kull<sup>1</sup>**

**The aim of the extended synthesis is to include semiosis**

*Abstract.* The theory of organic evolution is incomplete until it can explain life's meaning-making capacity and its role in the evolutionary processes, i.e. until semiosis is included. The extended synthesis theory of evolution has made a decisive step towards such an integrative theory, yet the explicit inclusion of semiotics of life is still to come. Here, we describe the steps

---

<sup>1</sup> **Kull Kalevi**, Professor, Department of Semiotics, University of Tartu, e-mail: kalevi.kull@ut.ee

made towards the semiotics-based theory of evolution, as the next stage after evo-devo and eco-evodevo approaches. This includes demonstration of independent roles that natural selection, plastic adjustment, and interpretative choice have in adaptive evolution, and the distinction between adaptive and neutral modifications in genetic, plastic and interpretative mechanisms. Real meaning-making takes place only due to organism's interpretative processes. It should be complemented with a description of the ways by which knowledge (defined as products of semiotic learning), or rather the constraints of semiosis, can be inherited. This will complete the inclusion of semiosis into the extended mechanism of evolution.

*Keywords:* Adaptive evolution; biosemiotics; neutral evolution; epigenetic inheritance; interpretation; plasticity; choice; meaning; semiotic evolution.

*For citation:* Kull K. (2022). The aim of the extended synthesis is to include semiosis. *METHOD: Moscow Quarterly of Social Studies*, 2 (3), 10–26. DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.01

## References

1. Favareau D. (ed.). *Essential Readings in Biosemiotics: Anthology and Commentary*. (Biosemiotics 3.) Berlin: Springer; 2010.
2. Noble D. Physiology is rocking the foundations of evolutionary biology. *Experimental Physiology*. 2013; 98(8): 1235–1243.
3. Niemann H-J. Karl Popper and the Two New Secrets of Life: Including Karl Popper's Medawar Lecture 1986 and Three Related Texts. Tübingen: Mohr Siebeck; 2014.
4. Laland K., Uller T., Feldman M., Sterelny K., Müller G.B., Moczek Armin, Jablonka E., Odling-Smee J. Does evolutionary theory need a rethink? Yes, urgently. *Nature*. 2014; 514(7521): 161–164.
5. Gould S.J. The hardening of the modern synthesis. In: Grene M. (ed.), *Dimensions of Darwinism: Themes and Counterthemes in Twentieth Century Evolutionary Theory*. Cambridge: Cambridge University Press; 1983. P. 71–93.
6. Vrba E.S. Evolution, species and fossils: how does life evolve? *South African Journal of Science*. 1980; 76(2): 61–84.
7. Vrba E.S. Environment and evolution: Alternative causes of the temporal distribution of evolutionary events. *South African Journal of Science*. 1985; 81(5): 229–236.
8. Gould S.J., Vrba E.S. Exaptation – a missing term in the science of form. *Paleobiology*. 1982; 8(1): 4–15. 9. Vrba E.S. (ed.). *Species and Speciation*. (Transvaal Museum Monograph 4.) Pretoria: Transvaal Museum; 1985.
9. Paterson H.E.H. *Evolution and the Recognition Concept of Species*. Baltimore: The J. Hopkins University Press; 1993.
10. Margulis L. A review: Genetic and evolutionary consequences of symbiosis. *Experimental Parasitology*. 1976; 39: 277–349.
11. Margulis L. *Symbiosis in Cell Evolution*. New York: W.H. Freeman; 1981. Kull, Kalevi 2022. The aim of extended synthesis is to include semiosis. *Theoretical Biology Forum* 115(1/2): 119–132.
12. Margulis L., Fester R. (ed.). *Symbiosis as a Source of Evolutionary Innovation: Speciation and Morphogenesis*. Cambridge: The MIT Press; 1991.
13. Sagan D. From Empedocles to symbiogenetics: Lynn Margulis's revolutionary influence on evolutionary biology. *BioSystems*. 2021; 204(104386): 1–8.
14. West-Eberhard M.J. *Developmental Plasticity and Evolution*. Oxford: Oxford University Press; 2003. 16. Jablonka E., Lamb M.J. *Evolution in Four Dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life*. Cambridge: The MIT Press; 2014 [2005].



15. Gilbert S.F., Bosch T.C.G., Ledón-Rettig C. Eco-Evo-Devo: developmental symbiosis and developmental plasticity as evolutionary agents. *Nature Reviews Genetics*. 2015; 16(10): 611–622.
16. Bird C.E., Fernandez-Silva I., Skillings D.J., Toonen R.J. Sympatric speciation in the post «modern synthesis» era of evolutionary biology. *Evolutionary Biology*. 2012; 39: 158–180.
17. Jablonka E. Genes as followers in evolution – a post-synthesis synthesis? *Biology and Philosophy*. 2006; 21: 143–154.
18. Kull K. What kind of evolutionary biology suits cultural research. *Sign Systems Studies*. 2016; 44(4): 634–647.
19. Weber B.H., Depew D.J. (eds). *Evolution and Learning: The Baldwin Effect Reconsidered*. Cambridge: MIT Press; 2003.
20. Pigliucci M., Müller G.B. (eds). *Evolution: The Extended Synthesis*. Cambridge: The MIT Press; 2010. 23. Müller G.B. Why an extended evolutionary synthesis is necessary. *Interface Focus*. 2017; 7: 20170015.
21. Odling-Smee F.J., Laland K.N., Feldman M.W. *Niche Construction: The Neglected Process in Evolution*. (Monographs in Population Biology 37.) Princeton: Princeton University Press; 2003.
22. Kauffman S. From physics to semiotics. In: Rattasepp S., Bennett T. (eds.), *Gatherings in Biosemiotics*. (Tartu Semiotics Library 11.) Tartu: University of Tartu Press; 2012. P. 30–46.
23. Yudanin M. *Animal Choice and Human Freedom: On the Genealogy of Self-determined Action*. Lanham: Lexington Books; 2020.
24. Uexküll J. The theory of meaning. *Semiotica*. 1982 [1940]; 42(1): 25–82.
25. Kull K. Adaptive evolution without natural selection. *Biological Journal of the Linnean Society*. 2014; 112(2): 287–294.
26. Kull K. Natural selection and self-organization do not make meaning, while the agent's choice does. *Biosemiotics*. 2021; 14(1): 49–53.
27. Nagel T. *Mind and Cosmos: Why the Materialist Neo-Darwinian Conception of Nature is Almost Certainly False*. Oxford: Oxford University Press; 2012.
28. Shapiro J.A. *Evolution: A View from the 21 st Century*. Upper Saddle River: FT Press Science; 2011.
29. Moreno A., Merelo J.J., Etxeberria A. Perception, adaptation and learning. In: McMullin B., Murphy N. (eds), *Autopoiesis and Perception: A Workshop with ESPRIT BRA 3352*. Dublin: Dublin City University; 1994. P. 65–70.
30. Queiroz J, Loula A. Self-organization and emergence of semiosis. *Jornada Peirceana*. 2010; 13: 239–249.
31. Uexküll J. *Weltanschauung und Gewissen*. *Deutsche Rundschau*. 1923; 197: 253–266.
32. Noble R., Noble D. Harnessing stochasticity: how do organisms make choices? *Chaos*. 2018; 28: 106309.
33. Kull K. Organisms can be proud to have been their own designers. *Cybernetics and Human Knowing*. 2000; 7(1): 45–55. Kull, Kalevi 2022. The aim of extended synthesis is to include semiosis. *Theoretical Biology Forum* 115(1/2): 119–132.
34. Kull K. Towards a theory of evolution of semiotic systems. *Chinese Semiotic Studies*. 2014; 10(3): 485–495.
35. Hughes A.L. Evolution of adaptive phenotypic traits without positive Darwinian selection. *Heredity*. 2012; 108(4): 347–353.
36. Park C., Qian W., Zhang J. Genomic evidence for elevated mutation rates in highly expressed genes. *EMBO Reports*. 2012; 13(12): 1123–1129.
37. Bateson P., Martin P. *Play, Playfulness, Creativity and Innovation*. Cambridge: Cambridge University Press; 2013.
38. Piaget J. *Behaviour and Evolution*. (Nicholson-Smith, Donald, trans.) London: Routledge; 2006 [1979]. 42. Atã P., Queiroz J. Semiosis is cognitive niche construction. *Semiotica*. 2019; 228: 3–16.

39. Cariani P. Towards an evolutionary semiotics: The emergence of new sign-functions in organisms and devices. In: Vijver G., Salthe S.N., Delpo M. (eds), *Evolutionary Systems: Biological and Epistemological Perspectives on Selection and Self-Organization*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; 1998. P. 359–376.
40. Chebanov S.V. Na puti k semioticheski osoznaemoj biologii: biosemiotika zameschaet sinteticheskiju teoriju evoljutsii. [Steps towards the semiotic awareness of biology: Biosemiotics replacing the role of synthetic theory of evolution.] In: Iljin M. (ed.), *Metodologicheskie aspekty transdistsiplinarnogo transfera znanij*. Moscow: INION RAN; 2019. P. 151–173.
41. Giorgi F., Bruni L.E. Germ cells are made semiotically competent during evolution. *Biosemiotics*. 2016; 9(1): 31–49.
42. Heras-Escribano M., Jesus P. Biosemiotics, the extended synthesis, and ecological information: Making sense of the organism-environment relation at the cognitive level. *Biosemiotics*. 2018; 11(2): 245–262.
43. Hoffmeyer J. The natural history of intentionality: A biosemiotic approach. In: Schilhab T., Stjernfelt F., Deacon T. (eds), *The Symbolic Species Evolved*. Dordrecht: Springer; 2012. P. 97–116.
44. Hoffmeyer J., Stjernfelt F. The great chain of semiosis: Investigating the steps in the evolution of semiotic competence. *Biosemiotics*. 2016; 9(1): 7–29.
45. Kull K. Evolution, choice, and scaffolding: Semiosis is changing its own building. *Biosemiotics*. 2015; 8(2): 223–234.
46. Kull K. The biosemiotic concept of the species. *Biosemiotics*. 2016; 9(1): 61–71.
47. Lacková L. A biosemiotic encyclopedia: An encyclopedic model for evolution. *Biosemiotics*. 2018; 11(2): 307–322.
48. Markoš A., Grygar F., Hajnal L., Kleisner K., Kratochvíl Z., Neubauer Z. *Life as Its Own Designer: Darwin’s Origin and Western Thought*. (Biosemiotics 4.) Berlin: Springer; 2009.
49. Noble D. What future for evolutionary biology? Response to commentaries on “The Illusions of the Modern Synthesis”. *Biosemiotics*. 2021; 14(2).
50. Pagni E., Simanke R.T. (eds). *Biosemiotics and Evolution: The Natural Foundations of Meaning and Symbolism*. Cham: Springer; 2021.
51. Peterson J.V., Thornburg A.M., Kissel M., Ball C., Fuentes A. Semiotic mechanisms underlying niche construction. *Biosemiotics*. 2018; 11(2): 181–198.
52. Queiroz J, Emmeche C, El-Hani CN. A Peircean approach to ‘information’ and its relationship with Bateson’s and Jablonka’s ideas. *The American Journal of Semiotics*. 2008; 24(1/3): 75–94.
53. Rocha L.M. Evolution with material symbol systems. *Biosystems*. 2001; 60: 95–121.
54. Sharov A.A. Towards a biosemiotic theory of evolution. *Biosemiotics*. 2021; 14(1): 101–105.
55. Sharov A., Maran T., Tønnessen M. Organisms reshape sign relations. *Biosemiotics*. 2015; 8: 361–365. Kull, Kalevi 2022. The aim of extended synthesis is to include semiosis. *Theoretical Biology Forum* 115(1/2): 119–132.
56. Sinha C. Ontogenesis, semiosis and the epigenetic dynamics of biocultural niche construction. *Cognitive Development*. 2015; 36: 202–209.
57. Szvorcová J., Kleisner K. Evolution by meaning attribution: Notes on biosemiotic interpretations of extended evolutionary synthesis. *Biosemiotics*. 2018; 11(2): 231–244.
58. Vane-Wright R. Lives of meaning: Organismal intelligence and the origin of design in nature. In: Smith J.M., Quenby J. (eds), *Intelligent Faith: A Celebration of 150 Years of Darwinian Evolution*. Winchester: O Books; 2009. P. 23–48.
59. Pigliucci M., Müller G.B. (eds). Elements of an extended evolutionary synthesis. In: Pigliucci, Massimo; Müller, Gerd B. (eds), *Evolution: The Extended Synthesis*. Cambridge: The MIT Press; 2010. P. 3–17.

---

## ОБСУЖДЕНИЕ СТАТЬИ К. КУЛЛЯ

DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.02

С.В. Чебанов<sup>1</sup>

### Эрос неохватного. О статье Калеви Кулля «Целью расширенного синтеза является включение семиозиса»

*Аннотация.* Обсуждается программная статья К. Кулля, посвященная предстоящему расширенному синтезу биологической теории эволюции, который должен включать семиозис.

Статья построена по историческому принципу и именно история биологии в изложении К. Кулля вызывает довольно много вопросов. Однако они снимаются, если обратить внимание на то, что К. Кулля рассматривает каждую новую ступень как добавление знания, не исключающее предыдущее знание. Некоторые исторические квалификации оказываются при этом дискуссионными. Основным различием позиций автора и рецензента является то, что автор рассматривает публичный синтез с включением семиозиса, а рецензенту представляется важным и то, что отдельные исследователи осуществляли подобный синтез приватным образом. Кроме того К. Кулля полагает, что на каждом историческом этапе эволюционная теория полно отображала имеющиеся эмпирические данные, что представляется рецензенту сомнительным. Главный же вопрос в том, есть ли внутренняя логика в осуществляемых синтезах или нет, включение семиозиса (а не переход к оперированию с филоценогеназами) определяется такой логикой или личными интересами автора.

*Ключевые слова:* Калеви Куль; постдарвинизм; СТЭ; эво-дево; эко-эво-дево; кризис эволюционизма; расширенный синтез; приватный эволюционный синтез; публичный эволюционный синтез; филоценогенез; смысл; психика; пластичность; случайность; М.Дж. Уэст-Эберхард; криптосемиотика; Л. Ельмслев; глоссематика.

*Для цитирования:* Чебанов С.В. Эрос неохватного. О статье Калеви Кулля «Целью расширенного синтеза является включение семиозиса» // МЕТОД : московский ежеквартальный труд из обществоведческих дисциплин: ежеквартал. науч. изд. / под ред. М.В. Ильина ; ИНИОН РАН, центр перспект. методологий соц.-гуманит. исследований. – М., 2022. – Вып. 12. – Т. 2, № 3. – С. 27–45. DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.02

После беглого ознакомления со статьей возникает много вопросов и даже возражений, поскольку создается впечатление, что она посвящена попытке постижения истории изменений биологических организмов по-

---

<sup>1</sup> **Чебанов Сергей Викторович**, доктор филологических наук, профессор кафедры математической лингвистики филологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, e-mail: s.chebanov@spbu.ru, s.chebanov@gmail.com

средством того, что обозначается как постдарвинизм, современный синтез, постсинтетический синтез, эво-дево, эко-эво-дево модели, а также предлагаемым самим автором (Калеви Куллем) расширением [см.: Kull, 2016]. При этом характер отношений перечисленных парадигм дается автором в очень интересной модальности, построенной на тонких (видимо пластических – см. далее) связях, которые трудно кратко описать. Для того, чтобы лучше представить отношение к предлагаемому автором материалу можно также ознакомиться с общей позицией рецензента по поводу исторической (= эволюционной) биологии, пережитом ею кризисе и путях выхода из него [Чебанов, 2021 а; Чебанов, 2021 б; Чебанов, 2019]. Исходя из нее, можно утверждать, что существует много разных альтернативных СТЭ-вариантов синтеза послегеккелевского эволюционизма и знаковости, как близких, так и довольно сильно удаленных от академической биологии.

Представляется важным обратить внимание на две проблемы, которых К. Куль почти не касается, говоря о них буквально по одному слову.

– Первая из них, которая подается как разрешенная, – это соотношение эволюции и экологии (модель эко-эво-дево). Из-за краткости упоминания не совсем понятно о чем идет речь, но здесь должно бы быть представление о том, что в истории фигурируют («эволюционируют») не особи, не популяции, не таксоны (виды, роды или еще что-то), а биоценозы. Эта идея прекрасно сформулирована В.В. Жерихиным в концепции филоценогенеза [Жерихин, 2003]. На взгляд рецензента эта концепция не только не стала повседневным инструментом работы биологов-эволюционистов, но и не воспринята ими как идея. При этом даже когда эта идея принимается и даже декларируется как ведущая [Кусакин, Дроздов, 1994], ее трудно реализовать на каждом шаге рассмотрения конкретного материала. Поэтому представляется, что модель эко-эво-дево еще не реализована, хотя кажется, что она несмотря ни на что более доступна пониманию биологов, чем синтез биологии и семиотики.

– Вторая связана с тем, что не артикулирован статус психики и ее роль в эволюции. Психология упоминается в статье только в связи с тем, что эволюционная психология трактуется С.Д. Гулдом [Gould, 1983] как «упрочнение синтеза» неodarвинистской теории, но не обсуждается даже при разговоре об обучении, познании, знании и интерпретации (введение и разделы 6, 7 обсуждаемой статьи).

В контексте обсуждаемой статьи встает вопрос о том, что такое психика и кто ею обладает. При этом не вызывает сомнений то, что ею обладает человек и многие соглашаются с тем, что ею обладают высшие животные, а дальше возникают вопросы. А.Н. Леонтьев выделяет три стадии эволюции психики, отталкиваясь от трактовки психики как способности реагировать на биологически нейтральные воздействия [Леонтьев, 1981]:

1) элементарной сенсорной психики, отражающей в ощущениях отдельные свойства внешних воздействий;

2) перцептивной психики, формирующей целостные образы вещей;

3) интеллекта, осознающего новые ситуации, способного к обучению и запоминанию на основе опыта, а также к пониманию и применению абстрактных концепций.

При этом обсуждается наличие сенсорной психики у простейших животных (инфузорий) и ставится вопрос о наличии психики у растений [Гиппенрейтер, 1996, с. 169–197]. Такая постановка вопроса позволяет сформулировать несколько важных утверждений и вытекающих из них новых вопросов.

Прежде всего если принимать точку зрения биопсихизма (корреляции или конгруэнтности по терминологии К. Кулля биологического и психического), то как различить психику и биологическую жизнь? В каких отношениях тогда находятся биология и психология? психология – это некоторая часть или аспект биологии? Далее, если принимается позиция биопсихизма, то каков статус биосемиотики – биосемиотика (точнее совокупность охватываемых ею реалий) относится к биологии или к психологии, может быть все биосемиотическое имеет психическую природу?

Если же встать на позицию, близкую к «антропсихизму» и признавать наличие психики только у человека и ближайших по организации высших животных, то возникает вопрос о том, как психика влияет на биологические организмы (с их биосемиотическими процессами) и каково влияние психики на биологическую эволюцию.

Наконец, если полагать, что часть живых организмов имеет психику, а другая не имеет, то где проходит граница между ними и как наличие психики будет влиять на то, как будет выглядеть расширенный синтез, включающий семиозис, у организмов без психики и у организмов с психикой, нужно ли с учетом этого осуществлять *два разных* синтеза?

Надо сказать и о том, о чем К. Кулля вообще не упоминает, и что, на первый взгляд, вообще не относится к обсуждаемой теме. Речь идет о неовитализме, который появился как раз в конце XIX в. и затухал в начале XX в. (эталонными примерами являются, например, сочинения Г. Дриша и еще более глубокие В.П. Карпова [Дриш, 1915; Карпов, 1909], который, однако, имел огромное значение для развития эмбриологии, отмеченное Нобелевской премией Г. Шпемана в 1935 г. [Spemann, 1938].

### **Образы расширения синтеза**

Теперь можно обсудить центральную идею статьи К. Кулля. Она сформулирована во втором абзаце вводного раздела статьи. Суть ее, как представляется если восстанавливать смыслы, стоящие за названием каких-то концепций и немногочисленными ссылками, заключается в следующем (рис. 1, 2).

Значительные изменения в биологии, подобные тем, которые происходят в настоящее время, можно описывать двумя способами – как смену парадигм (рис. 1) и как обобщение, расширение (рис. 2), при котором сменяется только новая часть создаваемой конструкции (автор называет ее теорией, моделью, парадигмой – см. далее). Следующий абзац начинается с заявления о том, что расширенный синтез теории эволюции (не автор!) делает решительный шаг к интегративной теории. При этом, однако, не оговаривается какое отношение автор имеет к этому синтезу, но можно догадываться, что он участвует в нем. Затем автор перечисляет шаги, которые сделаны на пути к новой теории.

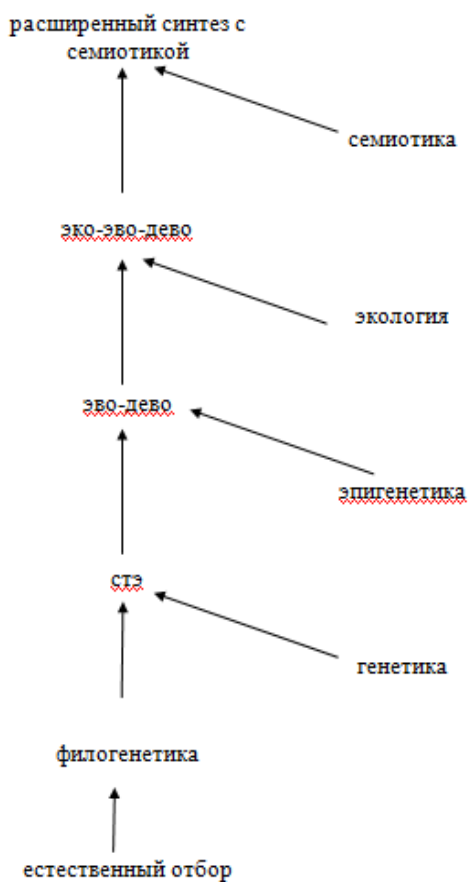


Рис. 1.

При этом оказывается не совсем ясно, как эти шаги соотносятся с дарвиновско-геккелевской концепцией (она не названа, но подразумевается),

СТЭ, эво-дево и эко-эво-дево, которые указаны в аннотации и тоже названы шагами.

И наконец в начале раздела 1 (Основные шаги...) речь идет о четырех исследовательницах, которые своими концепциями обеспечили переход к следующим этапам развития представлений об эволюции.

Таким образом завязка статьи строится на введении трех различий:

1) смена парадигм и расширение парадигм как способы описания изменений;

2) первичный селекционизм, СТЭ, эво-дево и эко-эво-дево, расширенный синтез как стадии истории эволюционизма;

3) четыре исследовательницы и их концепции.

В каких отношениях находятся эти различия (в особенности 2 и 3) изложено не очень ясно. В чем тут дело – в непроясненности ситуации, в недостаточно четком изложении, в отсутствии резких границ или желаний автора показать, как происходит плавное перетекание идей из одних концепций в другие? Не очень понятно и к какому кругу персоналий это относится, кто принимается во внимание.

Видимо, когда речь идет о селекционизме, который определяет лицо биологии конца XIX и самого начала XX в., подразумевается академическая биология, которой занимаются в солидных университетах. Далее, если следовать представлению о смене парадигм, в начале XX в. появляется (откуда? откуда-то со стороны?) на свет генетика, которая разрушает имеющуюся картину, входя с ней в противоречие. Разрешением этого противоречия является создание СТЭ. Последняя, с одной стороны, содержит внутренние противоречия, для ослабления которых она игнорирует некоторые факты или принижает их значение, а, с другой – под напором новых фактов и свежих концепций трансформируется в концепцию эво-дево или эпигенетическую теорию эволюции (ЭТЭ), причем соотношение эво-дево и ЭТЭ не проясняется (в чем нет особой беды в контексте обсуждаемой статьи). Далее, эта доктрина обогащается представлениями экологии, порождая модель эко-эво-дево, которая должна быть смещена рассмотрением семиотичности биологических организмов и учетом этой семиотичности в «механизмах» эволюции.

По поводу такой схематизации возникает следующий вопрос: указанная последовательность синтезов имеет какую-то внутреннюю логику или же происходящее определяется стечением обстоятельств? Этот вопрос относится ко всем четырем зафиксированным синтезам. При этом внутренняя логика может пониматься по-разному – это может быть и логика накопления фактического материала, которая, в свою очередь, определяется развитием инструментальной базы и методик изучения, и логика, определяемая хозяйственными приложениями знания, и логика больших парадигмальных исследовательских программ. Применительно к обсуждаемому текущему синтезу – дополнение модели эко-эво-дево семиозисом диктуется какими-то внутренними обстоятельствами развития эволюци-

онных представлений или это волевым образом выбранный вариант расширения, определяемый, например, интересом автора, занимающегося семиотикой, а вместо этого могло бы быть расширение за счет полноценного включения психики, духа или биоэкологической экологии и филогенетики (поскольку рецензенту этот синтез кажется неосуществленным)?

В связи с этим возникает вспомогательный технический вопрос. В какой мере при осуществлении подобных синтезов сохраняется то, из чего синтезируется новая концепция? Не происходит ли при этом деструкция и обесценивание исходного материала, так что приходится осуществлять синтез фактически *de novo*? Создаётся впечатление, что присоединяемая область (генетика, эпигенетика, экология, семиотика) при этом сохраняются в гораздо большей степени, чем та, которая подвергается обогащению (филогенетика, СТЭ, эво-дево, эко-эво-дево).

Если же в связи с этим обсуждать предлагаемое расширение, то представляется, что этот синтез столкнется вот с какой проблемой.

Как было отмечено, кризис историзма начала XX в. закончился тем, что если в лингво-семиотических дисциплинах произошло разведение типологии и истории, так что первая смогла сосредоточиться на номотетике, а вторая – развивать идиографию, то в биологии этого разделения не произошло. Таким образом, в рассматриваемом синтезе надо будет как-то преодолевать это различие, что можно делать по-разному.

– Прежде, чем приступать к такому синтезу, осуществлять:

– либо ресинтез типологии и истории в семиотике,

– либо разведение типологии и истории в биологии.

– В зависимости от того, что будет выбрано и ради реализации чего будет осуществлена соответствующая подготовка, расширенный синтез может быть осуществлен двумя способами:

– либо с неразведенными типологией и историей по образцу биологии,

– либо с разведенными типологией и историей подобно семиотике.

Представляется, что выбор способа действия в этой ситуации весьма непросто и именно необходимость сделать этот выбор является одним из наиболее значительных препятствий на пути такого синтеза. На взгляд рецензента, разумеется, желательно развести типологию и историю в биологии и осуществлять синтез второго типа. Это соответствует представлению рецензента о целесообразности работы с синхроническими и диахроническими междисциплинарными картинами описания [Чебанов, 2005; Чебанов, 2013].

Однако более адекватно передает замысел автора другая схема (рис. 2). В этом случае в каждом новом синтезе действительно осуществляется охват все большего смыслового пространства за счет все новых областей, которые до этого имели собственную историю.



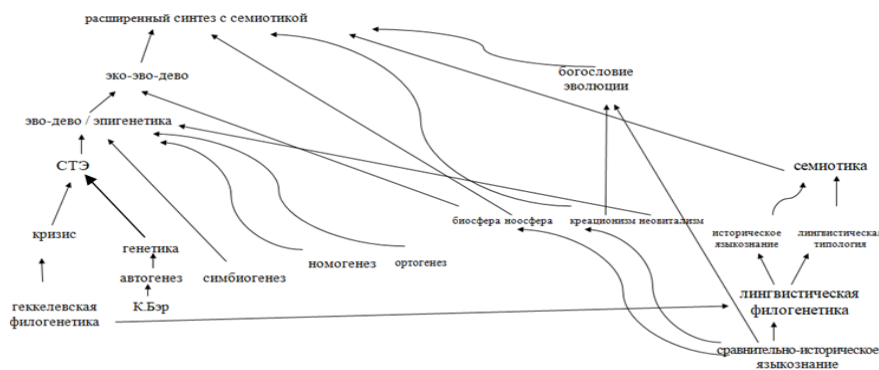


Рис. 2.  
Прямые стрелки – непосредственные связи областей,  
криволинейные – опосредованные

На этом рисунке очень грубо представлена описанная рецензентом ранее ситуация и представлены альтернативные и филогенетике, и СТЭ, и эво-дево, и эко-эво-дево концепции, причем не только не принадлежащие академическому мейнстриму, но и явно девиантные. Тогда видно, что концепции эволюции в новых версиях появляются не за счет каких-то неизвестно откуда берущихся областей знания, а за счет тех разработок, которые производились и ранее, тоже изменяясь независимо от развития биологического эволюционизма (так, семиотика оказалась готова к рецепции некоторых богословских идей [Флоренский, 1967; Флоренский, 1971; Флоренский, 1973], а филогенетика, СТЭ, эво-дево, эко-эво-дево вбирали в себя то, к чему они оказывались готовы в соответствующее время. При этом эволюционизм на каждом новом шаге не просто втягивал в себя материал новых областей-доноров, а расширялся по мере своего становления. Такое расширение осуществляется в числе прочего и за счет того, что ранее казалось предрассудками, ошибками, заблуждениями (пожалуй, наиболее ярко это видно на примере наследования благоприобретенных признаков, которое было более или менее очевидно в начале XIX в., категорически изгонялось классическими генетиками начала XX в. и оказалась вполне приемлемо в начале XXI как трансгенерационное эпигенетическое наследование [Carey, 2013]; другой пример – неовитализм, разработки которого органически вписались в концепции эпигенетики).

При этом исторические изменения биологии как области знания были такими, что они втягивали в себя в небольших количествах те идеи, которые позже становились доминирующими. Так, А. Шаров в 1970-е годы обратил внимание на то, что биогенетический закон может иметь семиотическую интерпретацию: поскольку в онтогенезе увеличивается чис-

ло структурных компонентов (клеток, тканей, органов), то это может трактоваться как увеличение объема, что влечет уменьшение содержания за счет того, что возникает разнообразие вариантов строения, каждому из которых соответствует новая таксономическая группа. Подобным же образом знаковость имплицитно присутствует в генетике или представления о психике, антропосфере и ноосфере – это своего рода аналоги пророческих типов, которые обнаруживаются в биологической эволюции, на которые обращает внимание А.А. Любищев [Чебанов, 2004], или представление А.А. Еленкина (Еленкин 1929) о предварении признаков новых таксонов в индивидуальной изменчивости позднего онтогенеза существующих.

Указанное обстоятельство размывает всякие исторические периодизации (каковы критерии различения пророческих форм и пионеров начавшегося периода?), что, возможно, и определяет недопроясненность отношений различий, представленных во введении (см. выше). Это относится и к тому как К. Кулль связывает очередную фазу синтеза с конкретным человеком даже притом, что он оговаривается что «никто не одинок на пути научного понимания», настаивая при этом на исключительной роли выделенных авторов (конец раздела 1). Так представление о симбиогенезе как источнике эволюционных новаций связывается К. Куллем с Л. Моргулис. Эта привязка не то, чтобы спорна, а не очень понятны основания такой символизации (кстати, чисто семиотическая проблема!) – в таком же качестве можно было бы указать Эмпедокла (ок. 490–430 гг. до Р.Х.), Л. Окена (1779–1851), симбиогенетиков конца XIX – начала XX в. (А.С. Фаминцына, К.С. Мережковского, Б.М. Козо-Полянского) или А.М. Уголева [Уголев, 1987] с его идеей сбора клетки из отдельных биохимических блоков – «технологий» (в личных разговорах с ним выяснилось, что он не знал о существовании своих предшественников).

Так или иначе эта вторая схема, видимо, адекватнее передает замысел автора и заведомо дает более широкие возможности для описания различных нюансов исторических изменений.

### Ключевые моменты синтезов

Хотя автор различает в истории эволюционизма в биологии по крайней мере четыре синтеза, обсуждает он не все из них, что позволяет подобным образом поступить и рецензенту, обсуждая часть синтезов или даже отдельные их составляющие.

Начать хотелось бы с разговора о пластичности М.Дж. Уэст-Эберхард как того, что, пожалуй, наиболее интересно обсуждается в данной статье. При быстром чтении вопреки усилиям К. Кулля и цитируемых им авторов мысль не схватывается и создается впечатление, что речь идет об изменчивости, полиморфизме, многоликости и т.д. (кстати, это все воз-

возможные неточные переводы слова «пластичность»). То обстоятельство, что «пластичность» и однокоренные с ним слова присутствуют в разных европейских языках только затуманивает понимание. Прояснением является соотнесение трех обстоятельств – изначальная соотнесенность со свойствами глины, воска и других веществ, из которых можно лепить, психолого-педагогическая трактовка пластичности как свойства человека изменяться под действием даваемых ему наставлений, и понимание пластичности как способности отвечать на воздействие силы неразрывающими неупругими деформациями. Тогда на русском это качество может быть обозначено как податливость (принимая в том числе и прямое значение, принятое в психологии, но не принимая психологические коннотации), причем примечательно, что соответствующий термин (податливость) существует и в технической механике. Таким образом, речь идет о свойстве организмов, заключающемся в том, что под воздействием внешних сил (среды обитания, других организмов) организм видоизменяется и это модифицированное состояние сохраняется при прекращении действия этих сил. При этом степень и характер таких модификаций зависят от силы и характера оказываемого воздействия. Важно и то, что податливость лежит между другими качествами – твердостью, жесткостью, хрупкостью и мягкостью, аморфностью, способностью к любым видоизменениям. В первом случае отсутствие податливости, пластичности приводит к тому, что нечто либо вообще никак не изменяется под влиянием воздействий, либо необратимо разрушается от них (кусок высушенной глины, ребенок с абсолютно ригидной психикой), во втором – это нечто видоизменяется до полной утраты самости (глина, настолько обводненная, что превращается в густую жидкость, из которой нельзя лепить, ученик, полностью изменяющийся под действием указаний наставника, полностью лишенный своего лица).

Важнейшим и интереснейшим выводом, который делается из анализа пластичности, является кажущийся парадоксальным вывод о том, что пластическое изменение организма может возникнуть без контроля со стороны естественного отбора и ошибочности представления о том, что нормы реакции являются продуктом этого отбора (конец раздела 2).

Еще одним, как оказывается для дальнейшего, очень важным свойством пластичности (податливости) является то, что она является реакцией на воздействие, причем, как можно догадываться из того, что обсуждается в разделе 3, реакцией строго (однозначно, детерминировано) соответствующей характеру и силе воздействия. На этом основании в разделе 3 пластичность противопоставляется интерпретации как процессу случайного выбора, притом, что этот выбор трактуется как недетерминированное принятие решения. Обсуждаемый раздел 3 крайне лаконичен, поэтому в нем мало деталей, проясняющих понимание обсуждаемого вопроса автором, но итоговые формулировки вполне понятны и приемлемы, поскольку они вписываются в весьма авторитетную традицию.

Речь идет о трактовке случайности как новизны, причем такой новизны, за которой стоит новый смысл. На этом держатся все рациональные основания метания жребия, гадания, погружения в измененные состояния сознания при принятии трудного решения и т.д. Однако в этом случае надо будет и СТЭ, и селекционизм Дарвина-Геккеля признать за семантические, а значит и семиотические концепции эволюции. Семиотической концепцией эволюции будет в этом случае и пробабилистический номогенез А.А. Любищева [Любищев, 1982; Мейен, 2015]. С точки зрения А.В. Гоманькова [Гоманьков, 2014] и Дж. Хота [Хот, 2011], случайный характер изменений, рассматриваемый в СТЭ, как раз и является проявлением Божественного вмешательства в эволюционный процесс, а значит присутствия в нем смысла и семиозиса. В еще большей мере это можно увязать не с классическими вероятностями, характеризующими случайные процессы, для которых имеет место предельный переход частот в вероятности, а с неопределенными процессами, для которых нет вероятностей и не выполняется центральная предельная теорема [Чебанов, 2002; Арапов, Ефимова, Шрейдер, 1975].

Более того, сам Ч. Дарвин, имея теологическое образование и богатую теологическую библиотеку на «Бигле», мог быть знаком с пробабилизмом [Корзо, 2019] как существующим с XVI–XVII вв. направлением католического богословия (которое уходит в далекую древность вплоть до Тертуллиана или раннехристианского понимания дуэлей как Божьего суда, способствовать проявлению которого надо выбирая оружие, которым дуэлянт владеет в наименьшей степени).

В таком случае оказывается, что весь эволюционизм начиная с Дарвина является криптосемиотическим и в настоящее время имеет место не *открытие* семиотической природы живого и его эволюции, а *проявление* этой *скрытой* семиотичности. Такое положение дел является прекрасной иллюстрацией представления о пророческих типах.

На фоне этой картины, вырисовывающейся в качестве следствия признания случайности как проявления присутствия интерпретации и принятия решения, принципиально очень важный вывод о связи смыслопорождения с существованием умельта не имеет критического значения для развиваемой концепции, а является полезным техническим средством для ее разворачивания в практике профессиональной работы биологов и биосемиотиков. Это же относится и к трактовке семиозиса как интерпретационного процесса, порождающего смысл.

После получения столь значительного результата разработка вопроса об адаптивных и нейтральных модификациях в разделе 4 не представляется особо значимой для обсуждаемой задачи осуществления расширенного синтеза. Вместе с тем в этом разделе содержатся два положения, очень важных с общебиологической точки зрения.

Во-первых, это утверждение М.Д. Уэст-Эберхард, которая полагает, что «все новые адаптивные фенотипы должны возникнуть прежде, чем

они смогут быть сформированы отбором, и они не должны быть изменены отбором, чтобы быть адаптивными (подхваченными отбором)» [West-Eberhard, 2003, p. 35]. При этом данный тезис базируется на утверждении о том, что функциональность поведения оценивается не потому, как оно обеспечивает выживаемость, и что функциональность не может быть оценена количественно (это положение будет обсуждаться далее).

Во-вторых, это контринтуитивное заключение К. Кулля о том, что *«Естественный отбор является результатом адаптивности, а не ее причиной»*.

Раздел 5 суммирует полученные результаты тезисами о том, что:

– существуют три независимых источника инноваций: мутации, внешнее влияние и выбор и

– три механизма (!) обеспечивающих их функциональность – естественный отбор, гомеостатическая обратная связь и решение проблем в умвельте,

– которые обеспечивают три типа эволюционных адаптаций.

Вопросы о механизме и адаптациях будут рассмотрены далее.

Вне всякого сомнения, это хороший общебиологический результат, хотя он и не имеет прямого отношения к биосемиотике.

Однако К. Кулля идет дальше и в разделах 6, 7 и отчасти 8 обсуждает значительно более широкий (потенциально безграничный) круг вопросов. При этом видно, как автор увлечен своей идеей и как его ведет эта идея, разрушая дисциплинарные границы и отбрасывая устоявшиеся представления, так что можно говорить о присутствии эроса, который пытается охватить безграничный неохватный мир если понимать эрос в трактовке Платона (представленной в «Пире» и «Федоне») как побудительную силу духовного восхождения, эстетический восторг и экстатическую устремленность к созерцанию идей Истинно сущего, Добра и Красоты.

Заключительная часть статьи просто перенасыщена идеями. При этом часть из них очень глубока и выражена в прекрасных, прямо-таки афористических формулировках (например, Я. фон Икскуля «Никто не является продуктом своего окружения – каждый является хозяином своего 'умвельта'» [Uexküll, 1923, S. 266], а другие (призывы включения в эволюционную теорию эволюции разума и роль познания; ср. ранее вопрос о психике) выглядят слишком легковесно.

Одна из них весьма показательная. Речь идет о том, что обычно гены сопровождают эволюционные изменения, а не лидируют в них [West-Eberhard, 2003, p. 29], так как гены могут направлять или ограничивать интерпретацию, но не осуществлять ее (см. раздел 7), поскольку имеет место фенотипический отбор функциональных (адаптивных) вариантов организации.

Подводя итог проделанной работы, приходится зафиксировать своеобразную ситуацию. Изначально была поставлена задача показать, что осуществляемый синтез должен объяснить смыслопорождающую способность жизни (конец введения), дальше описываются шаги этого синтеза и

в первом же месте, в котором анализируется случайность, обнаруживается смыслопорождение. Задание оказывается перевыполненным. Но почему тогда не заняться анализом природы случайности раньше – у самого Дарвина или в СТЭ? Или же предполагается, что даваемая интерпретация случайности становится возможной только тогда, когда она анализируется на фоне пластичности, а в других ситуациях случайность обладает статусом пророческого типа по отношению к случайности как своего иного пластичности?

### Методологическая рефлексия предлагаемого синтеза

Прделанная К. Куллем работа отличается некоторыми особенностями, примечательными в методологическом отношении.

Во-первых, в разделах 4 и 5 разрабатывается одна из самых неприятных общебиологических проблем – проблема адаптивности [Чебанов, 2001]. Суть ее заключается в том, что суждения об адаптивности выносятся на уровне здравого смысла, а каких-то способов обоснования этих суждений либо не находится, либо оказывается, что они содержат порочный круг. Автор хорошо ориентируется в этой проблеме и перевыражает ее через обращение к функциональности как удобству использования для удовлетворения какой-то потребности, которая присутствует у фенотипа. Развивая эту мысль, К. Кулль показывает, что не удастся найти количественной меры функциональности (по сути необязательно количественной, а любой операциональной. – С. Ч.), но достаточно и качественной, а далее отталкиваясь от этого, приходит к выводу о том, что отбор является результатом адаптации. Дальнейшие рассуждения ведут к тому, что суждения об адаптации должны связываться с умвельтом (что не вызывает сомнения), но *как* это делать не рассказывается. Как можно догадаться, при этом так или иначе придется вводить экспертные оценки, но это понадобится уже тогда, когда надо будет соотносить теоретическое построение с эмпирическим материалом (см. далее).

Во-вторых, в последнем параграфе раздела 2 есть рассуждение о необозримости числа сочетаний параметров окружающей среды. Если говорить об окружающей среде безотносительно к организму, который в ней обитает, то так и есть, но если рассматривать конкретный организм, то число сочетаний резко сокращается, так как уже было сказано, что «каждый является хозяином своего 'умвельта'». Более того, встает вопрос о том, может ли вообще умвельт описываться параметрически.

В-третьих, в тексте многократно говорится о механизмах тех или иных преобразований. Уместно ли это, если принимается, что эти преобразования имеют эпигенетическую (а не преформистскую) природу? Надо сказать, что это общая терминологическая проблема всех подобных работ

и констатировать, что на месте механизмов преформизма, при описании эпигенеза присутствует лакуна.

В-четвертых, в конце раздела 3 есть очень важное замечание о том, что для суждения о способности к интерпретации у биологических организмов достаточно установить ее наличие хотя бы у некоторых. Это находится в некотором противоречии с часто высказываемым (в том числе и рецензентом) тезисом о том, что для установления семиотической природы биологических организмов было важно открытие генетического кода, так как после этого семиотичность, которая и так присутствовала в нейрофизиологии и этологии, стала осознаваться как универсальное свойство биологических организмов. Прояснение этого противоречия заключается в том, что если все биологические организмы рассматриваются как объекты одного подлинного класса, то обнаружение какого-то важного свойства только у части объектов характеризует весь класс (подобно тому, как особенности женской репродуктивной сферы характеризуют всех млекопитающих, включая самцов). Таков подход к трактовке семиотичности в обсуждаемой работе. Подход, связанный с универсальностью генетического кода основан на том, что существенное свойство присуще всем объектам данного ряда.

В-пятых, вызывает определенную неудовлетворенность название и содержание раздела 8. Что понимается под полнотой синтеза? О неполном включении в него филоценогенезов и психики уже говорилось, а декларируемое включение познания, обучения и связанных с ними реалий (в разделе 6) вызывает скорее настороженность, так как при этом имеют место небесспорные упрощения и расширительные толкования указанных реалий.

В-шестых, в тексте многократно говорится о гомеостазе и связанных с ним реалиях, хотя по содержанию речь идет о гомеорезе. Так как однажды эти термины употреблены как синонимы – «гомеостатических (и гомеоретических) процессов» в разделе 4 – то, видимо, это просто недостаточная терминологическая артикулированность, своего рода скороговорка.

Наконец надо отметить, что в самом начале, в первом же абзаце, говорится о том, что обсуждаемая тематика имеет отношение к разрешению психофизической проблемы, хотя дальше этот сюжет в статье не обсуждается. Хочется выразить «пламенное» согласие с постановкой этого вопроса и видно, как при этом можно продвинуться. В связи с этим может быть имело бы смысл сделать биосемиотическое обсуждение психофизической проблемы предметом какого-нибудь ученого собрания (семинара, конференции, очередной встречи по биосемиотике) и / или темой какого-нибудь сборника.

## Теоретизирование и эмпирический материал

Теперь надо обратиться к самому началу рецензируемой статьи и к самому началу рецензии. Уже в аннотации речь идет о том, что будет обсуждаться теория, а в начале рецензии говорится о различии теории и того, «что на самом деле». При этом в статье многократно говорится не только о теории, но и о моделях, так что возникает ощущение, что они отождествляются автором. При этом автор явно сосредоточен на теории, к эмпирическому материалу обращаясь только опосредовано через какие-то обобщения. Всё это требует какого-то прояснения.

Не настаивая на различии теории как того, что предполагает онтологизацию, и модели, отличие которой от моделируемого все время рефлексивируется, нужно обратить внимание на то, что уже в первом абзаце статьи К. Кулль утверждает, что «Надлежащая теория эволюции должна быть способна учитывать появление и роль смыслообразования». Примечательно, что «модель эволюции, основанная на естественном отборе, смогла объяснить большинство эволюционных феноменов...». Из этого вытекает следующее.

Речь идет о надлежащей теории, которая должна быть способна учитывать то-то и то-то. Из этого вытекает, что предметом рассмотрения в статье является **теория** эволюции, а не **сущность** эволюционного процесса, т.е. рассмотрение ведется в плоскости анализа совершенства теории (по крайней мере это резко доминирует), а не постижения эволюции организмов.

Если принимать критерии совершенства теории, сформулированные Л. Ельмслевом [Ельмслев, 2006, с. 39–41, раздел 5] и следовать предлагаемой им иерархии, то оказывается, что теория «представляет собой то, что было названо чисто дедуктивной системой, в том смысле, что она одна может быть использована для исчисления возможностей, вытекающих из ее предпосылок» [там же, с. 39], и ее качество в таком случае оценивается степенью внутреннего совершенства такой дедуктивной системы. Вторым по значимости оказывается критерий пригодности – то, в какой мере «из предшествующего опыта известно, что они [предпосылки теории] удовлетворяют условиям применения к некоторым опытным данным», причем «экспериментальные данные никогда не могут усилить или ослабить теорию, они могут усилить или ослабить только ее пригодность» [там же, с. 40]. При этом для Ельмслева теория – это теория в духе третьего позитивизма (его отец участвовал в разработке копенгагенской трактовки квантовой механики), что-то, что было сформулировано как теория в работах К. Поппера и Р. Карнапа.

С этой точки зрения то, что было предметом обсуждения, тот конструкт, который был извлечен из текста К. Кулль для анализа, конечно претендует на то, чтобы квалифицироваться как теория, однако, лучше это



было бы квалифицировать как концепцию или доктрину [Чебанов, 2009], точнее их эскиз (если не привлекать какие-то иные интерпретации теории).

Трактовку же Ельмслева соотношения опыта и теории предлагается несколько модифицировать. Представляется, что теоретизирование и опытное исследование должны быть независимыми дискурсивными практиками, которые организованы по собственным принципам, оказываясь соприкасающимися лишь в некоторых точках, причем характер этих соприкосновений может быть самый разный. При этом главное, чтобы эти соприкосновения были не тривиальными, а приводящими к взрыву сознания от неожиданности, положительных или отрицательных эмоций, восторга и т.д. Таких дискурсов может быть больше двух, и тогда речь идет о полионтиках [Чебанов, 2018].

В этом случае можно сказать, что в статье К. Кулля есть несколько замечательных неэмпирических ходов, которые порождают такие реакции, как вывод о том, что *«Естественный отбор является результатом адаптации, а не ее причиной»* или утверждение, что *«Геном – это не то, что определяет функционирование, а то, что ограничивает и служит “строительными лесами” поддерживающими функционирование и поведение организмов»*.

В данной статье также примечательно то, что она содержит два типа эмпирического материала, во-первых, это эволюционные процессы в биологических организмах, а во-вторых – это эволюция представлений об эволюции.

Возникающие при этом проблемы можно рассмотреть на одном примере – привлечении представления о симбиогенезе и привязывании этого представления к Л. Маргулис. На взгляд рецензента (и это не более, чем частное мнение) эта идея значительно менее правдоподобна, чем другие (отрицание градуализма, эпигенетическое наследование и роль пластичности) и ее можно наделить другим модусом реальности. С учетом различия модусов реальности может быть выстроена довольно сложная ризомная структура описания постижения симбиогенеза, в которой не будет однозначно маркированных точек.

Конечно, в небольшой статье К. Кулля не имеет возможности вникать в подробности подобных различий, но представляется, что можно было бы передавать порывы энтузиазма не метками единственно возможного, а маркированного среди множественного. Таким маркированным среди многих прочих является и обсуждаемый текст.

### ***Благодарности***

*Автор благодарен В.С. Авдониному и М.В. Ильину за включение текста в контекст общей дискуссии и его подготовку к печати.*

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-18-00383, проект «Междисциплинарные методологические осно-

вания расширенного эволюционного синтеза в науках о жизни и обществе», выполняемый в ИНИОН РАН.

### Список литературы

- Арапов М.В., Ефимова Е.Н., Шрейдер Ю.А.* О смысле ранговых распределений // НТИ, сер. 2. – 1975. – № 1. – С. 9–20.
- Гиппенрейтер Ю.Б.* Введение в общую психологию. – Москва, 1996. – 336 с.
- Голуб В.Б.* Утраченная в СССР концепция «подвижного равновесия» // Историко-биологические исследования. – 2017. – Т. 9, № 1. С. 40–67.
- Гоманьков А.В.* Библия и природа : эволюция, креационизм и христианское вероучение. – Москва : ГЕОС, 2014. – 186 с.
- Горюнков С.В.* Историзм: кризис понятия и пути его преодоления // Информационный гуманитарный портал «Знание. Понимание. Умение». – URL: <http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2010/4/Goriunkov/>
- Дриш Г.* Витализм. Его история и система. – Москва : Наука, 1915. – 280 с.
- Ельмслев Л.* Прологомены к теории языка / Ельмслев Л. Прологомены к теории языка. – Москва : КомКнига, 2006. – С. 30–154.
- Жерихин В.В.* Избранные труды по палеоэкологии и филогенетике. – Москва : Т-во научных изданий КМК, 2003. – 542 с.
- Карпов В.П.* Витализм и задачи научной биологии в вопросе о жизни // Вопр. философ. и психолог. – 1909. – № 98(111). – С. 341–392, 99 (IV), 524–573.
- Корзо М.А.* Пробабализм и проблема «неуверенной» совести в раннее Новое время: историко-теоретические контексты // Этическая мысль. – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 63–75.
- Кусакин О.Г., Дроздов А.Л.* Филема органического мира. СПб.: Наука, 1994. – Ч. 1: Прологомены к построению филемы. – 282 с.
- Леонтьев А.Н.* Проблемы развития психики. – Москва, 1981. – 584 с.
- Любищев А.А.* Проблемы формы, систематики и эволюции организмов. – Москва, 1982. – 281 с.
- Мейен С.В.* А.А. Любищев: введение в круг его идей // *Lethaea rossica*. – 2015. – Т. 11, – С. 16–46.
- Теория эволюции: наука или идеологии. Труды XXV Любищевских чтений. – Москва ; Абакан : Центр системных исследований, 1998. – 318 с.
- Уголев А.М.* Естественные технологии биологических систем. – Ленинград : Наука, 1987. – 317 с.
- Флоренский П.* Обратная перспектива // Труды по знаковым системам. – Тарту, 1967. – Сб. 3. – С. 381–416.
- Флоренский П.* Закон иллюзий // Труды по знаковым системам. – Тарту, 1971. – Сб. 5. – С. 513–521. – (Ученые записки Тартуского гос. университета ; вып. 284).
- Флоренский П.* Строение слова // Контекст. – Москва, 1973. – С. 344–375.
- Хот Д.* Бог после Дарвина. Богословие эволюции. – Москва : Библийско-богословский институт св. апостола Андрея. – 2011. – XII+236 с.
- Чебанов С.В.* Принцип адаптивности и «экстремальные» условия // Гомологии в ботанике: опыт и рефлексия. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский союз ученых, 2001. – С. 81–100.
- Чебанов С.В.* Н-распределения, размерная структура природных тел и натуральнозначные функции натуральных аргументов: к построению новой картины мира // Философские основания технетики. – Москва : Центр системных исследований, 2002. – С. 436–444.

- Чебанов С.В.* О стиле организмов // Прикладная и структурная лингвистика. – Санкт-Петербург : СПбГУ, 2004. – Вып. 6. – С. 38–71.
- Чебанов С.В.* Интерпретация тела и постижение жизни // Логос живого и герменевтика телесности. – Москва : Академический проект, 2005. – С. 339–406.
- Чебанов С.В.* Многообразие и единство теоретизирования о способах упорядочивающе-систематизирующей деятельности // Личность и культура. – 2009. – № 1. – С. 34–41 ; № 5. – С. 43–47.
- Чебанов С.В.* Теоретическая биология в биоцентризме: замысел и реализация // Холизм и Здоровье. – 2013. – № 1(8). – С. 3–17.
- Чебанов С.В.* Жизнь, смерть, деградация и некротизация ландшафта // География и туризм. – Пермь, 2018. – Вып. 1. – С. 5–32.
- Чебанов С.В.* На пути к семиотически осознаваемой биологии: биосемиотика замещает синтетическую теорию эволюции // Метод: Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин : сб. науч. тр. / РАН. ИНИОН. Центр перспект. методологий социал. и гуманитар. исслед.; ред. кол. ; М.В. Ильин (гл. ред.) [и др.]. – Москва : ИНИОН РАН, 2019. – Вып. 9 : Методологические аспекты трансдисциплинарного трансфера знаний. – С. 151–173.
- Чебанов С.В.* На что претендует историзм и что у него получается? Часть 1. Микроэволюция // МЕТОД: Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин. – Москва, 2021 а. – Вып. 11 : Вслед за Дарвином. Эволюция знания об эволюции и самого феномена развития. – С. 43–72.
- Чебанов С.В.* На что претендует историзм (эволюционизм) и что у него получается? Часть 2. Макроэволюция // МЕТОД: Московский ежеквартальный журнал трудов из обществоведческих дисциплин : ежекв. науч. изд. / ред. кол.: М.В. Ильин (гл. ред.) [и др.]. – Москва : РАН. ИНИОН. Центр перспект. методологий социал. и гуманитар. Исслед., 2021 б. – Т. 1, № 3. – С. 37–73.
- Carey N.* The Epigenetic Revolution. How Modern Biology is Rewriting our Understanding of Genetics, Disease and Inheritance. – New York : Columbia University Press, 2013. – 352 p.
- Gould S.J.* The hardening of the modern synthesis // Dimensions of Darwinism: Themes and Counterthemes in Twentieth Century Evolutionary Theory / Grene M. (ed.), Cambridge : Cambridge University Press, 1983. – P. 71–93.
- Kull K.* What kind of evolutionary biology suits cultural research // Sign Systems Studies. – 2016. – № 44(4). – P. 634–647.
- Spemann H.* Embryonic development and induction. – New Haven : Yale University Press, 1938. – 401 p.
- Uexküll J.* Weltanschauung und Gewissen // Deutsche Rundschau. – 1923. – № 197. – S. 253–266.
- West-Eberhard M.J.* Developmental Plasticity and Evolution. – Oxford : Oxford University Press, 2003. – 816 p.

**Sergey Chebanov<sup>1</sup>**

**Eros of a non-encompassed. About Kalevi Kull's article  
«The aim of the extended synthesis is to include semiosis»**

*Abstract.* The paper discusses the program article by K. Kull devoted to the upcoming extended synthesis of the biological theory of evolution which should include semiosis.

---

<sup>1</sup> **Chebanov Sergey**, Doctor of Philology, Professor of the Department of Mathematical Linguistics, Faculty of Philology, St. Petersburg State University, e-mail: s.chebanov@spbu.ru, s.chebanov@gmail.com

The article is based on the historical principle, and it is the history of biology as presented by K. Kull that raises quite a lot of questions. However, they are removed if one takes into account that K. Kull considers each new step as an addition of knowledge, not excluding the previous knowledge. Some historical specifications turn out to be controversial at the same time. The main difference between the positions of the author and the reviewer is that the author considers a public synthesis with the inclusion of semiosis, and it seems important to the reviewer that individual researchers carried out such a synthesis in a private way. In addition, K. Kull believes that at each historical stage the evolutionary theory fully reflected the available empirical data, which seems doubtful to the reviewer. The main question is whether there is an internal logic in the ongoing syntheses or not, the inclusion of semiosis (and not the transition to operating with philocenogenesis) is determined by such logic or the personal interests of the author.

*Keywords:* Kalevi Kull; post-Darwinism; the modern synthesis; evo-devo; eco-evo-devo; crisis of evolutionism; extended synthesis; private evolutionary synthesis; public evolutionary synthesis; philocenogenesis; meaning; psyche; plasticity; randomness; M.J. West-Eberhard; cryptosemiotics; L. Elmslev, glossematics.

*For citation:* Chebanov, S.V. (2022) Eros of a non-encompassed. About Kalevi Kull's article «The aim of the extended synthesis is to include semiosis» *METHOD: Moscow Quarterly of Social Studies*, 2 (3), 27–45. DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.02

## References

- Arapov M.V., Efimova E.N., Shrejder Ju. A. (1975). O smysle rangovyh raspredelenij. *Nauchno-tehnicheskaja informacija*, 2(1), 9–20. (In Russ.)
- Carey N. (2013). *The Epigenetic Revolution. How Modern Biology is Rewriting our Understanding of Genetics, Disease and Inheritance*. New York, Columbia University Press.
- Chebanov S.V. (2001). Princip adaptivnosti i «jeksstremal'nye» uslovija. *Gomologii v botanike: Opyt i refleksija*. 81–100. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2002). N-raspredelenija, razmernaja struktura prirodnyh tel i natural'noznachnye funkcii natural'nyh argumentov: k postroeniju novoj kartiny mira. *Filosofskie osnovanija tehnetiki*, 436–444. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2004). O stile organizmov. *Prikladnaja i strukturnaja lingvistika*, 6, 38–71. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2005). Interpretacija tela i postizhenie zhizni. *Logos zhivogo i germenentika telesnosti*, 339–406. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2009). Mnogoobrazie i edinstvo teoretizirovanija o sposobah uporjadochivajushhe-sistematizirujushhej dejatel'nosti. *Lichnost' i kul'tura*, 1, 34–41, 5, 43–47. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2013). Theoretical biology into biocentrism: intention and implementation. *Holizm i Zdorov'e*, 1(8), 3–17. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2018). Life, death, degradation and necrotizing of landscape. *Geografija i turizm*, 1, 5–32. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2019). Steps towards the semiotic awareness of biology: Biosemiotics replacing the role of synthetic theory of evolution. *METHOD: Moscow Yearbook of Social Studies*, 9, 151–173. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2021 a). What does historicism (evolutionism) claim and what does it get? Part 1. Microevolution. *METHOD: Moscow Yearbook of Social Studies*, 11, 43–72. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2021 b). What does historicism (evolutionism) claim and what does it get? Part 2. Macroevolution. *METHOD: Moscow Quarterly Journal of Social Studies*, 1(3), 37–73. (In Russ.)

- Driesch H. (1915). *Vitalizm. Ego istorija i sistema*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Florenskij P. (1967). Obratnaja perspektiva. *Trudy po znakovym sistemam*, 3. (In Russ.)
- Florenskij P. (1971). Zakon illuzij. *Trudy po znakovym sistemam*, 5, 513–521. (In Russ.)
- Florenskij P. (1973). *Stroenie slova*. Moscow: Context. (In Russ.)
- Gippenrejter Ju.B. (1996). *Vvedenie v obshhuju psihologiju*. Moscow. (In Russ.)
- Golub V.B. (2017). The Lost Concept of «Dynamic Balance» in the USSR. *Istoriko-biologicheskie issledovanija*, 9(1), 40–67. (In Russ.)
- Goman'kov A.V. (2014). *Biblija i priroda: jevoljucija, kreacionizm i hristianskoe verouchenie*. Moscow: GEOS. (In Russ.)
- Gorjunktov S. V. (2010). Istorizm: krizis ponjatija i puti ego preodolenija. *Informacionnyj gumanitarnyj portal «Znanie. Ponimanie. Umenie»*. [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2010/4/Goriunktov/> (accessed: 24.01.2023). (In Russ.)
- Gould S.J. (1983). The hardening of the modern synthesis. In: *Dimensions of Darwinism: Themes and Counterthemes in Twentieth Century Evolutionary Theory (pp. 71–93)*. Grene M. (Ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Haught J. (2011). *God After Darwin. A Theology of Evolution*. Moscow: Biblejsko-bogoslovskij institut sv. apostola Andreja. (In Russ.)
- Hjelmslev L. (2006). Prolegomena to a theory of language. In: *Hjelmslev L. Prolegomena to a theory of language (pp. 30–154)*. Moscow: KomKniga. (In Russ.)
- Karpov V.P. (1909). Vitalizm i zadachi nauchnoj biologii v voprose o zhizni. *Vopr. filosof. i psiholog*, 98(111), 341–392, 99(IV), 524–573. (In Russ.)
- Korzo M.A. (2019). Probabilism and the Problem of “Uncertain” Conscience in the Early Modern Times: Historical and Theoretical Contexts. *Jeticheskaja mysl'*, 19(1), 63–75. (In Russ.)
- Kull K. (2016). What kind of evolutionary biology suits cultural research? *Sign Systems Studies*, 44(4), 634–647.
- Leont'ev A.N. (1981). *Problemy razvitiya psihiki*. Moscow. (In Russ.)
- Ljubishhev A.A. (1982). *Problemy formy, sistematiki i jevoljucii organizmov*. Moscow. (In Russ.)
- Mejen S.V. (2015). A.A. Ljubishhev: vvedenie v krug ego idej. *Lethaea rossica*, 11, 16–46. (In Russ.)
- Spemann H. (1938). *Embryonic development and induction*. New Haven: Yale University Press.
- Teorija jevoljucii: nauka ili ideologii. *Trudy XXV Ljubishhevskih chtenij*. (1998). *Abakan, Centr sistemnyh issledovanij*. (In Russ.)
- Uexküll J. (1923). Weltanschauung und Gewissen. *Deutsche Rundschau*, 197, 253–266.
- Ugolev A.M. (1987). *Estestvennye tehnologii biologicheskikh sistem*. Leningrad: Nauka. (In Russ.)
- West-Eberhard M.J. (2003). *Developmental Plasticity and Evolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Zherihin V.V. (2003). *Izbrannye trudy po paleojekologii i filocenogenetike*. Moscow: T-vo nauchnyh izdanij KMK. (In Russ.)

**А.В. Суховерхов\***

**От пассивной адаптации к расширенной интерпретации**

*Аннотация.* Отзыв на работу К. Кулля «The aim of extended synthesis is to include semiosis» направлен на выявление биосемиотических аспектов, которые были упущены автором при рассмотрении роли семиозиса (семиотических, биосемиотических моделей) в расширенном эволюционном синтезе. Показана условность различия пластичности и интерпретации в эволюции, так как пластичность также основана на процессах интерпретации организмом факторов среды, что показано на примере явления альтернативного сплайсинга. Отмечается, что это явление мало изучено в биосемиотике, хотя играет важную роль в эволюции. Выявлено, что Калеви Кулля в своих предыдущих исследованиях изучил роль семиотического скаффолдинга, но не включил его в статью в новую парадигму расширенного синтеза. Утверждается, что семиотический скаффолдинг имеет принципиальное значение для понимания системных переходов в эволюции и для объяснения различных негенетических систем наследования, отвечающих за воспроизведение сообществ организмов, экосистем, культур, языков, обществ и экономик.

*Ключевые слова:* расширенный эволюционный синтез; мягкое наследование; негенетические системы наследования; эпигенетика; альтернативный сплайсинг; движущие силы эволюции.

*Для цитирования:* Суховерхов А.В. От пассивной адаптации к расширенной интерпретации // МЕТОД : московский ежеквартальник трудов из обществоведческих дисциплин: ежеквартал. науч. изд. / под ред. М.В. Ильина ; ИНИОН РАН, центр перспект. методологий соц.-гуманит. исследований. – М., 2022. – Вып. 12. – Т. 2, № 3. – С. 46–51. – DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.03

В своем исследовании Калеви Кулля напоминает всем нам, что мутация генов не является исключительным и главным определяющим фактором эволюционного развития. Не всегда эволюция определяется пресингом обстоятельств или необходимостью адаптироваться, существует и свободный выбор, и самостоятельное развитие систем. К. Кулля показывает, что фенотипическая пластичность в неodarвинизме не рассматривается как фактор эволюции, «пластические изменения не могут привести к эво-

---

\* Суховерхов Антон Владимирович, кандидат философских наук, доцент кафедры философии, Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия, e-mail: sukhoverkhov.ksau@gmail.com

© Суховерхов А.В. 2022

люционным изменениям», что фенотипические признаки не наследуются хотя и могут «влиять на направление эффектов мутаций».

В связи с этим Кулль правомерно вспоминает исследования Евы Яблонки и Мэрион Лэмб, которые указали на то, что приобретенные признаки *могут наследоваться*, как посредством эпигенетического, так поведенческого и даже символического наследования [Jablonka, Lamb, 2005; Jablonka, Lamb, 2008]. В то же время автор понимает пластичность (опираясь на определение М. Вест-Эберхард) как результат некой «пассивной» реакции или реорганизации организма, обусловленной детерминацией среды, тогда как интерпретация понимается им как процесс, инициируемый самим организмом. «Среди многообразия процессов, модифицирующих организм, не затрагивая его генома, важно различать пластичные и интерпретационные изменения. Пластичность – это реакция (см. определение Вест-Эберхард выше). Интерпретация – это процесс, инициируемый самим организмом» (Kull, 2021, p. 123).

Здесь К. Кулль проводит очень важное и принципиальное различие. Действительно, интерпретация воспринимается как нечто качественно отличное от пластичности. Однако здесь хотелось бы не согласиться с автором и отметить, что процесс интерпретации существует и на уровне пластичности и инициирован он как средой, так и самим организмом, что отмечалось и многими его коллегами, и самим автором [Kull, 2015; Sharov, Tønnessen, 2021]. Конечно, мы можем пойти по ошибочной направляющей неодарвинизма и сказать, что пластичность случайна по своей природе, как и генетическая (наследуемая) изменчивость. Тем не менее, не исключая роль случайности, необходимо признать, что существуют множество примеров неслучайного характера такой изменчивости [Роров, 2018].

Возьмем в качестве частного примера самый неизученный в биосемиотических исследованиях *альтернативный сплайсинг* [Letunic, Bork, 2003]. Последние исследования в этой области показывают его значимую роль для фенотипической пластичности и для эволюции в целом [Alternative..., 2018; Ule, Blencowe, 2019; Singh, Ahi, 2022]. Связано это с тем, что альтернативный сплайсинг нарушает жесткое механическое правило наследственности: одному гену соответствует один белок (фермент). С учетом внешней информации организм сам «интерпретирует» какой полипептид образовать из имеющейся матричной РНК, посредством различных вариантов ее сплайсинга. Думаю, что Калеви Кулль, как последовательный сторонник учета факторов выбора, свободы и научения (learning) мог бы включить в свою работу явления параллельного действия или взаимодействия пластичности и интерпретации, а, возможно, даже показать их определенную эволюционную тождественность.

Этот и подобные примеры исследований в области *активной* роли живых систем в адаптации и эволюции [Роров, 2018; Sharov, Tønnessen, 2021], свидетельствуют о необходимости отказаться в принципе от навязанной дарвинизмом и неодарвинизмом идеи *пассивности* адаптации и

изменчивости живых организмов. В этом контексте, в изучении живых систем должны учитываться телеономные, когнитивные и семиотические факторы, которые позволили бы более точно и системно объяснять функционирование и эволюцию живых организмов.

Удивительно, что в статье К. Кулль недостаточно акцентирует внимание на роль биосемиотики в исследовании всей совокупности *негенетических способов наследования* в рамках проекта расширенного эволюционного синтеза. Ведь принципиальная особенность расширенного синтеза состоит именно в том, что ДНК не является исключительным носителем наследственной информации, определяющим индивидуальное развитие [Beyond DNA, 2011]. В ходе эволюционных переходов варианты и способы наследования расширяются. Они вышли за рамки индивидуального организма на системный (поведенческий, экологический и социальный) [Суховерхов, 2015; Sukhoverkhov, Gontier, 2021].

Можно привести в качестве примера *экологического наследования* «теорию сигнальных полей» Н.П. Наумова, которая возможно знакома Калеви Кулли [Наумов, 1973; Наумов, 1977]. Николай Наумов определяет сигнальные поля как изменения окружающей среды организмами, которые выполняют сигнальную, информационную и регулятивную функции. Он пишет: «Активная роль популяции в формировании сигнальных полей выражается в накоплении длинным рядом генераций фиксированной в среде информации и ее использовании последующими поколениями. Этот способ передачи биологической информации универсален и по своему биологическому значению может быть в определенной мере приравнен к кодированию информации в геноме или воспитанию детенышей родителями (у высших животных)» [Наумов, 1977, с. 96].

Сходные явления негенетического наследования в обществе изучаются, например в теории генно-культурной коэволюции [Cavalli-Sforza, Feldman, 1981]. В этом контексте мы можем говорить о (био) семиотическом скаффолдинге индивидуального развития, «семиотических нишах развития» и семиотическом экстернализме и детерминизме [Hoffmeyer, 2015; Stotz, 2017]. Необходимо отметить, что в других своих работах К. Кулль отмечает значимую роль семиотического скаффолдинга в эволюции, но в этой работе, посвященной расширенному синтезу, почему-то исключил как важную составляющую нового синтеза.

В частности, он показывает наличие (уже упомянутого выше) экологического наследования утверждая, что: «Строение организма во многом является продуктом прежнего семиозиса. Организм вместе со структурой экосистемы служит также строительными лесами (scaffolding) для знаковых процессов, осуществляющих онтогенетический цикл и регулирующих поведение организмов, предоставляя основанные на опыте каналы для принятия решений в неопределенных ситуациях выбора» [Kull, 2015, p. 223].



Поэтому исследования в области биосемиотики не только могут быть эффективно применены на уровне анализа эволюционного развития отдельного организма, но их следует как можно шире использовать для понимания *активных* процессов возникновения и воспроизведения целых сообществ организмов, экосистем, культур, языков, обществ и экономик.

### Список литературы

- Наумов Н.П.* Сигнальные биологические поля и их значение для животных // Журнал общей биологии. – 1973. – № 34(5). – С. 808–817.
- Наумов Н.П.* Биологические (сигнальные) поля и их значение в жизни млекопитающих // Вопросы териологии. Успехи современной териологии. – Москва : Наука, 1977. – С. 93–110.
- Суховерхов А.В.* Негенетические системы наследования и новый эволюционный синтез // Вестник Томского государственного университета. – 2015. – № 397. – С. 60–64.
- Alternative splicing associated with phenotypic plasticity in the bumble bee *Bombus terrestris* / *Price J., Harrison M.C., Hammond R.L., Adams S., Gutierrez-Marcos J.F., Mallon E.B* // *Molecular Ecology*. – 2018. – Vol. 27, № 4. – P. 1036–1043.
- Beyond DNA: integrating inclusive inheritance into an extended theory of evolution / *Danchin É., Charmantier A., Champagne F.A., Mesoudi A., Pujol B., Blanchet S.* // *Nature reviews genetics*. – 2011. – Vol. 12, № 7. – P. 475–486.
- Boue S., Letunic I., Bork P.* Alternative splicing and evolution // *Bioessays*. – 2003. – Vol. 25, № 11. – P. 1031–1034.
- Cavalli-Sforza L.L., Feldman M.W.* Cultural transmission and evolution: A quantitative approach. – Princeton : Princeton University Press, 1981. – 388 p.
- Hoffmeyer J.* Semiotic scaffolding: A unitary principle gluing life and culture together // *Green Letters*. – 2015. – Vol. 19, № 3. – P. 243–254.
- Jablonka E., Lamb M.J.* Evolution in four dimensions, revised edition: Genetic, epigenetic, behavioral, and symbolic variation in the history of life. – MIT press. – 2005. – 472 p.
- Jablonka E., Lamb M.J.* Soft inheritance: challenging the modern synthesis // *Genetics and Molecular Biology*. – 2008. – Vol. 31. – P. 389–395.
- Kull K.* Scaffolding // *Tartu Semiotics Library*. – 2012. – № 10. – P. 227–230.
- Kull K.* Evolution, choice, and scaffolding: Semiosis is changing its own building // *Biosemitotics*. – 2015. – Vol. 8. – P. 223–234.
- Kull K.* The aim of extended synthesis is to include semiosis // *Theoretical Biology Forum*. – 2021. – Vol. 115(1/2). – P. 119–132.
- Popov I.* Orthogenesis versus Darwinism. – Springer International Publishing. – 2018. – 209 p.
- Sharov A., Tønnessen M.* Semiotic Agency: Science Beyond Mechanism. – Springer Nature. – 2021. – 395 p.
- Singh P., Ahi E.P.* The importance of alternative splicing in adaptive evolution // *Molecular Ecology*. – 2022. – Vol. 31(7). – P. 1928–1938.
- Stotz K.* Why developmental niche construction is not selective niche construction: and why it matters // *Interface focus*. – 2017. – Vol. 7, № 5. – P. 20160157.
- Sukhoverkhov A.V., Gontier N.* Non-genetic inheritance: Evolution above the organismal level // *Biosystems*. – 2021. – Vol. 200. – P. 104325.
- Ule J., Blencowe B.J.* Alternative splicing regulatory networks: functions, mechanisms, and evolution // *Molecular cell*. – 2019. – Vol. 76, № 2. – P. 329–345.

**Anton Sukhoverkhov\***  
**From passive adaptation to extended interpretation**

*Abstract.* The feedback on the work of K. Kull «The aim of extended synthesis is to include semiosis» is aimed at identifying biosemiotic aspects that were missed by the author while considering the role of semiosis (semiotic, biosemiotic models) in an extended evolutionary synthesis. It is shown that the distinction between plasticity and interpretation in evolution is conventional because plasticity is also based on the processes of interpretation of environmental factors by the organism, which is shown by the example of alternative splicing. It is noted that this phenomenon is not studied well enough in biosemiotics, although it plays an important role in evolution. It is emphasized that Kalevi Kull in his previous studies described the role of semiotic scaffolding, but did not include this phenomenon in the article into the new paradigm of extended synthesis. It is argued that semiotic scaffolding has fundamental importance for the understanding of system transitions in evolution and for explaining various non-genetic inheritance systems responsible for the reproduction of communities of organisms, ecosystems, cultures, languages, societies and economies.

*Keywords:* extended evolutionary synthesis; soft inheritance; non-genetic inheritance systems; epigenetics; alternative splicing; drivers of evolution.

*For citation:* Sukhoverkhov A.V., (2022). From passive adaptation to extended interpretation. METHOD: Moscow Quarterly of Social Studies, 2 (3), 46–51. DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.03

**References**

- Boue, S., Letunic, I., Bork, P. (2003). Alternative splicing and evolution. *Bioessays*, 25(11), 1031–1034.
- Cavalli-Sforza L.L., Feldman, M. (1981). *Cultural Transmission and Evolution*. Princeton: Princeton University Press.
- Danchin, É., Charmantier, A., Champagne, F.A., Mesoudi, A., Pujol, B., & Blanchet, S. (2011). Beyond DNA: integrating inclusive inheritance into an extended theory of evolution. *Nature reviews genetics*, 12(7), 475–486.
- Hoffmeyer, J. (2015). Semiotic scaffolding: A unitary principle gluing life and culture together. *Green Letters*, 19(3), 243–254.
- Jablonka, E. & Lamb, M.J. (2005). *Evolution in Four Dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life*. MIT Press, Cambridge.
- Jablonka, E., & Lamb, M.J. (2008). Soft inheritance: challenging the modern synthesis. *Genetics and Molecular Biology*, 31, 389–395.
- Kull, K. (2012). Scaffolding. *Tartu Semiotics Library*, 10, 227–230.
- Kull, K. (2015). Evolution, choice, and scaffolding: Semiosis is changing its own building. *Biosemiotics*, 8, 223–234.
- Naumov, N.P. (1973). Signal'nye biologicheskie polja i ih znachenie dlja zhivotnyh. *Zhurnal obshhej biologii*, 34(6), 808–817. (In Russ.)
- Naumov, N.P. (1977). Biologicheskie (signal'nye) polja i ih znachenie v zhizni mlekopitajushhih. In: *Voprosy teriologii. Uspehi sovremennoj teriologii* (pp. 93–110). Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Popov, I. (2018). *Orthogenesis versus Darwinism*. Springer International Publishing.

---

\* **Sukhoverkhov Anton Vladimirovich**, PhD, Associate Professor of the Department of Philosophy, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, Krasnodar, Russia, e-mail: sukhoverkhov.ksau@gmail.com

- Price, J., Harrison, M.C., Hammond, R.L., Adams, S., Gutierrez - Marcos, J.F., & Mallon, E.B. (2018). Alternative splicing associated with phenotypic plasticity in the bumble bee *Bombus terrestris*. *Molecular Ecology*, 27(4), 1036–1043.
- Sharov, A., Tønnessen, M. (2021). *Semiotic Agency: Science Beyond Mechanism*. Springer Nature.
- Singh, P., & Ahi, E.P. (2022). The importance of alternative splicing in adaptive evolution. *Molecular Ecology*, 31(7), 1928–1938.
- Stotz, K. (2017). Why developmental niche construction is not selective niche construction: and why it matters. *Interface focus*, 7(5), 20160157.
- Sukhoverkhov, A.V. (2015). Non-genetic inheritance systems and new evolutionary synthesis. *Tomsk State University Journal*. 397, 60–64.
- Sukhoverkhov, A.V., & Gontier, N. (2021). Non-genetic inheritance: Evolution above the organismal level. *Biosystems*, 200, 104325.
- Ule, J., & Blencowe, B.J. (2019). Alternative splicing regulatory networks: functions, mechanisms, and evolution. *Molecular cell*, 76(2), 329–345.

---

# МНОГООБРАЗНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.04

А.В. Суховерхов<sup>1</sup>, И.И. Кобякова<sup>2</sup>

**«Природный креационизм»:  
когнитивные основания направленности эволюционного процесса**

*Аннотация.* В статье рассматривается роль когнитивных и телеономных факторов в эволюции. Обосновывается активная роль живых организмов в адаптации к среде и преобразованию самой среды. Работа опирается на исследования в области минимального познания (minimal cognition), в которых показано наличие познавательной деятельности у организмов, не обладающих нервной системой (например, бактерий и растений). На основании этих данных предлагается концепция «телесного познания» (embodied cognition) как базовой формы познавательной деятельности живых систем. Предполагается, что она осуществляется не в форме ментальных репрезентаций, а в форме практической (преобразовательной) деятельности, направленной на 1) физиологическую перестройку организма, 2) создание сообществ организмов или на 3) преобразование среды под задачи живых систем (создание экологических и когнитивных ниш развития). Обосновывается определенная направленность и «разумность» («проторазумность») эволюционного развития в природе, критикуется неodarвинистская редукция *движущих сил* эволюции исключительно к *случайной мутации генов*. Показано, что генетическое наследование является не единственным средством накопления и передачи наследственной информации. Рассмотрены эпигенетические и социокультурные механизмы наследственности, обеспечивающие кумулятивность и направленность развития, а также передачу *приобретенных* признаков.

*Ключевые слова:* минимальное познание; телесное познание; телеономные системы; негенетические системы наследования; эволюционная эпистемология; эпигенетика.

*Для цитирования:* Суховерхов А.В., Кобякова И.И. «Природный креационизм»: когнитивные основания направленности эволюционного процесса // МЕТОД : московский ежеквартальник трудов из обществоведческих дисциплин: ежеквартал. науч. изд. / под ред. М.В. Ильина ; ИНИОН РАН, центр перспект. методологий соц.-гуманит. исследований. – М., 2022. – Вып. 12. – Т. 2, № 3. – С. 52–62. DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.04

---

<sup>1</sup> Суховерхов Антон Владимирович, кандидат философских наук, доцент кафедры философии Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия, e-mail: sukhoverkhov.ksau@gmail.com

<sup>2</sup> Кобякова Ирина Иннокентьевна, кандидат философских наук, сотрудник кафедры философии Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия, e-mail: philos09@mail.ru

### Роль когнитивных факторов в эволюции

Разумность долгое время приписывалась лишь человеку, а поведение животных описывалась как инстинктивное или «программное». Однако возникновение этих инстинктов и программ (например, языка-танца пчел, сезонной миграции птиц, искусства изготовления паутины пауками и т.д.) само по себе является научной загадкой, так как предполагается, что большинство живых систем не обладают самостоятельным интеллектом и, соответственно, они не могли сами *изобрести* и генетически «закодировать» эти формы поведения.

В то же время, даже если поведение кодируется генетически, данные от рождения «шпаргалки» поведения не дают инструкции на все ситуации (все параметры среды) и требуют самостоятельности, пластичности и ситуативности «мышления» их носителей. Такая пластичность и обусловленность врожденного поведения факторами познания (обучения, научения) действительно была обнаружена у многих живых организмов [Mery, Burns, 2010; Gorostiza, 2018; Wei, Talwar, Lin, 2021]. В частности, а в языке-танце пчел были открыты разные «диалекты», и оказалась, что пчелы других ульев умеют адаптироваться к ним [East learns., 2008]. Сходные певчие «диалекты», и их передача последующим поколениям, были обнаружены и у птиц. Ученые также показали, что строительство пчелами сот не является исключительно инстинктивным, но включает в себя обучение и элементы познания, а муравьи на протяжении жизни могут менять разные «профессии» в муравейнике [Казанцева, 2016; Gallo, Chittka, 2018]. Эти и многие другие открытия в биологии, показавшие пластичность индивидуального развития, содействовали пересмотру крайней преформационистской теории инстинктов, появившейся в первой половине XX в. [Lehman, 1953; Mery, Burns, 2010].

Далее, в контексте развития логики «неразумной природы», Ч. Дарвин и неодарвинисты приучили нас к мысли, что биологические системы являются *пассивной*, неразумной «массой», подверженной *прямо*му эволюционному *влиянию среды* и изменяющейся за счет *случайных* мутаций генов. Исходя из этой модели *приобретенные признаки не могут быть переданы по наследству* («Барьер Вейсмана»), а возникновение *нового* инстинктивного поведения является продуктом *случайных* изменений в генофонде. Ярким примером такого взгляда на развитие природы является работа Р. Докинза «Слепой часовщик. Как эволюция доказывает отсутствие замысла во Вселенной», согласно которой эволюционный «бриколаж» структуры живых организмов идет случайным образом, а естественный отбор, оперируя этими спонтанными вариациями форм, может «породить» впечатляющую сложность и многообразие [Dawkins, 1996].

Убеждение, что именно случайность и естественный отбор как таковые являются порождающими (креативными) силами эволюции, разделяется многими биологами [Яковлева, 2018], хотя всем известно, что, например,

экономический кризис как таковой не создаст новые предприятия, но может лишь уничтожить слабые. Согласно исследованиям, идею естественного отбора Ч. Дарвин заимствовал именно из экономической теории Томаса Мальтуса и Адама Смита [Смирнова, 2009], но при этом он не признал целенаправленность, «разумность» адаптации биологических систем, которая очевидна в социальных / экономических системах.

Однако в XXI в. ситуация меняется. Сейчас выходят все больше работ, посвященных «интеллекту» живых организмов, в число которых уже включены и бактерии, и растения. Под разумностью понимается наличие у организмов целенаправленной деятельности (телеономии), способности обучаться и решать текущие задачи (problem solving). В отношении растений изучаются возможность применения для их исследований терминов «рефлексы», «условно-рефлекторное поведение», «инстинкты», «прото-разум» (proto-mind) и ряда других [Trewavas, 2014; Maher, 2017]. Для описания познавательной деятельности простейших форм жизни в зарубежной литературе широко используется термин «минимальное познание» (minimal cognition) [Brancazio, Segundo-Ortin, McGivern, 2020]. Он обозначает различные досознательные формы «разумности» (познавательной активности), которые были обнаружены у организмов, не обладающих нервной системой (например у микроорганизмов и растений). Для описания познавательной деятельности организмов с нервной системой, но реализуемых бессознательно, на телесном уровне, также стал использоваться термин «телесно-реализуемое», или «воплощенное познание» (embodied cognition) [Garzón, Keijzer, 2009; Keijzer, 2017].

Ярким примером исследований в области минимального познания является показанная экспериментально способность простейших организмов слизевиков *Physarum polycephalum* находить наиболее короткий выход из лабиринта, посредством учета (запоминания) результатов своих прошлых попыток. Учеными также показана способность к «обучению» («научению») растений. В частности, горох посевной *Pisum sativum*, способен вырабатывать реакции на условные (нейтральные) факторы, что напомнило исследователям павловскую условно-рефлекторную деятельность [Learning, ... 2016]. Не менее впечатляющими являются исследования целесообразной коллективной деятельности бактерий, способных к коммуникации и самоорганизации для решения общих задач [Олескин, Кировская, 2007].

Кроме исследования природного интеллекта, все большее развитие получают работы в области эпигенетики и негенетических систем наследования. Современные исследования в эпигенетике показали, что барьер Вейсмана может быть преодолен, и приобретенные признаки, например *приобретенная* негативная реакция на определенные нейтральные факторы, могут передаваться через поколения, переходя от соматических (не половых) клеток в генеративные (яйцеклетки и сперматозоиды) [Dias, Ressler, 2014]. Также ученые предполагают, что сложные инстинкты,

предполагающие сложные формы познавательной активности, могли формироваться именно благодаря механизмам эпигенетического наследования [Robinson, Barron, 2017]. Кроме того, многие *приобретенные формы поведения* могут передаваться следующим поколениям не только через генетические / эпигенетические механизмы наследования, но и через *негенетические механизмы* (например, через поведенческое, экологическое и культурно-символическое наследование) [Суховерхов, 2014; Sukhoverkhov, Gontier, 2021]. Это позволяет сближать теоретические и методологические принципы исследования биологических и социальных систем, выявлять общие основания развития систем [Суховерхов, 2013; Ильин, 2020].

И наконец, исследования экономического поведения у обезьян-капуцинов опровергли известный тезис Адама Смита о том, что никому не приходилось видеть, чтобы какое-либо животное жестами или криком показывало другому: это – мое, то – твое, я желаю дать это за то. Специалисты в области поведенческой экономики провели в лаборатории эксперименты, которые показали, что обезьяны-капуцины эффективно применяют условные деньги для покупки лакомств и что у них есть такие же экономические предубеждения (например, «неприятие потерь») как и у человека [Chen, Lakshminarayanan, Santos, 2006]. Основы экономического мышления были выявлены и у других животных [Суховерхов, Машногорская, 2021].

Несмотря на большое количество работ, подтверждающих наличие познавательной и целенаправленной деятельности в природе, эти работы не рассматривают *влияния когнитивных факторов, «разумности природы» на макро- и микроэволюцию в целом*, не учитывают познание как *действенную силу эволюции*. Связано это с тем, что допущение «разумности», «обучаемости» природы может привести к обвинению в квазинаучном панлогизме, креационизме, допущении идеалистического «разумного замысла» (*intelligent design*), или приверженности аристотелевской телеологии.

Однако, на наш взгляд, научное признание минимальных форм «разумности» живой природы на современном этапе развития науки также допустимо, как и допущение обучающегося искусственного интеллекта (нейронных сетей) или разумности человека. Эволюционно интеллект человека или технических систем можно описать: 1) как качественно *новый* скачок, который произошел *лишь у человека* в обществе или 2) как градуалистический процесс, появившейся с момента зарождения жизни и эволюционирующий на протяжении всей истории живой природы. В работе эволюция познавательной деятельности рассматривается как градуалистический процесс, но с допущением его резкого скачкообразного ускорения у человека, а в будущем и у технических систем. Главной сложностью развития такого подхода является установление той формы и природы познавательной деятельности, которая выступает определяющим фактором эволюционного развития. Для решения этого вопроса обратимся к исследованиям в области эволюционной эпистемологии.

**Эволюционная эпистемология: от познания к эволюции**

В изложении основателей и классиков эволюционной эпистемологии ее предмет заключается в изучении 1) эволюции средств познания в природе и 2) в анализе закономерностей эволюционного развития науки [Князева, 2012]. В работе предлагается дополнить содержание этого нового направления и включить в предметную сферу его исследования то, как само познание выступает фактором эволюционного развития, т.е. изучить как познание стало не только следствием, но и причиной эволюции.

Такой радикальный эпистемологический поворот в понимании роли познания в эволюции можно встретить у Ф.Х. Варелы и У.Р. Матураны [Варела, Матурана, 2001]. В своих работах они показали, что живые системы по своей природе являются познающими системами и процесс адаптации нельзя оторвать от процесса познания (конструирования) среды. В работе «Биология познания» У. Матурана писал, что «живые системы – это когнитивные системы, а жизнь как процесс представляет собой процесс познания. Это утверждение действительно для всех организмов как располагающих нервной системой, так и не располагающих ею» [Матурана, 1996]. По его мнению, эволюция таких систем – это «эволюция ниш единств взаимодействий, определяемых самореферентной круговой организацией этих единств, следовательно, это эволюция когнитивных областей» [там же]. Эти идеи основателей «теории Сантьяго» находят все больше подтверждений в естественных науках, но остается открытым вопрос: на чем основана и как реализуется эта адаптивная «разумность» (мышление, познание).

Как было упомянуто выше, у бактерий и растений нет мозга и нервной системы, но при этом они обладают способностью к обучению, коллективным действиям, коммуникации, физиологической пластичностью, подразумевающей сбор информации из среды. Эти характеристики говорят о том, что носителем простейших форм «мышления» является что-то отличное от привычной нам нервной системы. Уже сейчас ученые пытаются выявить химические основания (носителей) минимального познания [Hanczyc, Ikegami, 2010], но данное исследование исходит из холистического подхода и предлагает рассмотреть всю живую систему как интеллектуальную (информационную) систему и выдвигает гипотезу, что разумность, которая проявлена в форме мозга и рационального мышления является эволюционно более поздней формой, возникшей на основе *телесного познания* (embodied cognition). Предположительно, адаптация (регуляция, коммуникация) на ранних этапах эволюции происходила именно через «телесную разумность», а не в форме абстрактных идей и ментальных репрезентаций [Суховерхов, 2017]. Под телесной разумностью понимается способность системы перестраивать свою физиологическую структуру (процессы) и поведение, опираясь на текущую информацию из среды и предыдущие



результаты процесса познания (которые могут существовать и в форме наследуемой *видовой* генетической / эпигенетической памяти).

Необходимо отметить также, что телесная «разумность» проявляется не только в изменении собственных *органических* форм и структур, но и в создании вспомогательных *неорганических* структур, например защитной раковины у моллюсков или более сложных внешних структур (например, плотины у бобров). Подробно это явление было описано в работе Р. Докинза «Расширенный фенотип. Длинная рука гена».

Интересно, что у человека, упомянутые внешние защитные структуры, например «ракушка» корабля или машины, принимают на себя часть интеллектуальных функций (сбор данных о внешней среде, терморегуляция, отслеживание уровня топлива, автопилот и т.д.). Такая экстернализация части биологических или когнитивных функций на объекты внешнего мира подтверждает теорию не только «расширенного фенотипа», но и популярную за рубежом теорию «расширенного сознания» (extended mind) и распределенного познания (distributed cognition) [Paolucci, 2011].

Исследования также показывают, что помимо определенной степени интеллектуальности живые системы обладают *телеономностью (целенаправленностью)*, они способны активно преобразовывать среду под собственные задачи (создавать экологические ниши) и даже формировать «когнитивные ниши развития» [Кобякова, 2018; Stotz, 2017; Sharov, Tønnessen, 2021]. В «нишах развития» (developmental niche) происходит создание не только физиологических, но и поведенческих и познавательных способностей через процессы подражания и обучения [Stotz, 2017]. Такие ниши задают устойчивые «траектории развития», например посредством «эффекта родителей» (parental effects) и семиотического скаффолдинга [Badyaev, Uller, 2009; Hoffmeyer, 2015; Sarosiek, 2021].

Важно отметить, что недавние исследования выявили, что процесс «обучения» происходит даже в сообществах бактерий, которые приобретают свою специализацию в микробиоте через *горизонтальную трансмиссию генов*, обеспечивая тем самым структурно-функциональное воспроизведение всей системы (ее функций) несмотря на смену ее состава. По мнению ученых, это говорит об активном, *социально-регулируемом* «стратегическом программировании» генетической стабильности в сообществе микробов [Horizontal gene, 2022]. Такая способность живых и социальных систем поддерживать свою структуру и функции, несмотря на смену элементов (состава) этой системы, уже была описана русскими исследователями в рамках исследований так называемых куматоидов [Хохлачев, 2016].

В качестве итога необходимо обобщить следующие тезисы: биологические системы есть интеллектуальные системы, которые: 1) способны к *познанию* среды, 2) *целенаправленно* (физиологически) адаптируются к меняющейся среде, 3) *направленно* преобразуют саму среду (создают экологические ниши) под потребности своего тела или коллектива, 4) формируют / меняют структурную организацию сообществ организмов

и 5) направленно, через когнитивные ниши (обучение), *определяют векторы развития* природных и социальных систем. В связи с этим можно также предположить, что помимо врожденных алгоритмов поведения у живых организмов должны быть и врожденные (априорные) алгоритмы обучения и развития, накопительным (кумулятивным) образом влияющие на ход эволюции в целом. Такая эволюционная кумулятивность развития характерна и для научного знания.

В контексте представленных выше результатов исследований в области эволюции познания, уже сейчас можно говорить о «творческом» и телеономном характере развития природы, существовании «природного креационизма». У человека и сообществ людей эта креативная способность приобретает более выраженный и направленный характер, но ее нельзя исключать (как антропоморфную) из научных исследований предыдущих, биологических этапов эволюции. Пока для изучения простейших форм познавательной деятельности в природе мы используем термины, заимствованные из исследования мышления человека («разумность», «познание», «целенаправленность»), но в будущем необходимо разработать более нейтральный концептуальный и методологический аппарат для описания когнитивных процессов в живых системах.

### Список литературы

- Варела Ф.Х., Матурана У.Р. Древо познания: биологические корни человеческого понимания. – Москва : Прогресс-Традиция, 2001. – 224 с.
- Ильин М.В. Вновь о принципах эволюции // Полис. Политические исследования. – 2020. – № 1. – С. 104–113.
- Казанцева А. Законы муравейника: как муравьи научились оперировать абстрактными понятиями и выбирать профессию // Вокруг света. – 2016. – № 2. – С. 2905.
- Князева Е.Н. Эволюционная эпистемология. Антология. – Москва : Центр гуманитарных инициатив, 2012. – 704 с.
- Кобякова И.И. Телеономические системы (об особенностях системного подхода) // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия Гуманитарные и социальные науки. – 2018. – № 3. – С. 43–52.
- Матурана У. Биология познания. Эволюционная эпистемология // Язык и интеллект : сб. : пер. с англ. и нем. / сост. и вступ. ст. В.В. Петрова. – Москва : Издательская группа «Прогресс», 1996. – 416 с. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://centroditerapiastrategica.ru/biologija-roznanija/>
- Олескин А.В., Кировская Т.А. Сетевая структура в микробиологии // Вестник Российской академии наук. – 2007. – Т. 77, № 2. – С. 139–148.
- Смирнова В.С., Галл Я.М. Влияние Томаса Мальтуса и Адама Смита на формирование идеи естественного отбора Ч. Дарвина // Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина. – 2009. – № 1. – С. 31–40.
- Суховерхов А.В. Репрезентационные и нерепрезентационные теории познания и языка // Актуальные вопросы социогуманитарного знания: история и современность. – 2017. – С. 195–199.

- Суховерхов А.В. Теория развивающихся систем и другие системные подходы в исследовании эволюции // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 88. – С. 672–692.
- Суховерхов А.В. Эволюционная теория: поиск новых парадигм // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ. – 2014, № 07(101). – С. 1–24.
- Суховерхов А.В., Машиногорская А.А. Биосемиотика денег: эволюционные основания экономической деятельности // МЕТОД : Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин : ежегод. науч. изд. / РАН. ИНИОН. Центр перспект. методологий социал. и гуманит. исслед. – Москва, 2021. – Вып. 11. – С. 230–244.
- Хохлячев Ю.С. Куматоиды. Новая эволюционная парадигма. [Электронный ресурс]. – 2016. – URL: [http://lit.lib.ru/h/hohlachew\\_j\\_s/text\\_0080.shtml](http://lit.lib.ru/h/hohlachew_j_s/text_0080.shtml)
- Яковлева Е.В. Теория естественного отбора: специфика и перспективы // Философия и наука в условиях глобальных изменений. – 2018. – С. 72–81.
- Badyaev A.V., Uller T. Parental effects in ecology and evolution: mechanisms, processes and implications // *Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences*. – 2009. – Vol. 364, № 1520. – P. 1169–1177.
- Brancazio N., Segundo-Ortin M., McGivern P. Approaching minimal cognition: introduction to the special issue // *Adaptive Behavior*. – 2020. – Vol. 28, № 6. – P. 401–405.
- Chen M.K., Lakshminarayanan V., Santos L.R. How basic are behavioral biases? Evidence from capuchin monkey trading behavior // *Journal of political economy*. – 2006. – Vol. 114, № 3. – P. 517–537.
- Dawkins R. The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design. – WW Norton & Company, 1996. – 496.
- Dias B.G., Ressler K.J. Parental olfactory experience influences behavior and neural structure in subsequent generations // *Nature neuroscience*. – 2014. – Vol. 17, № 1. – P. 89–96.
- East learns from West: Asiatic honeybees can understand dance language of European honeybees / Su S., Cai F., Si A., Zhang S., Tautz J., & Chen S. // *PLoS One*. – 2008. – Vol. 3, № 6. – P. e2365.
- Gallo V., Chittka L. Cognitive aspects of comb-building in the honeybee? // *Frontiers in psychology*. – 2018. – Vol. 9. – P. 900.
- Gorostiza E.A. Does cognition have a role in plasticity of «innate behavior»? a perspective from drosophila // *Frontiers in Psychology*. – 2018. – Vol. 9. – P. 1502.
- Hanczyc M.M., Ikegami T. Chemical basis for minimal cognition // *Artificial life*. – 2010. – Vol. 16, № 3. – P. 233–243.
- Hoffmeyer J. Semiotic scaffolding: A unitary principle gluing life and culture together // *Green Letters*. – 2015. – Vol. 19, № 3. – P. 243–254.
- Horizontal gene transfer enables programmable gene stability in synthetic microbiota / Wang T., Weiss A., Aqeel A., Wu F., Lopatkin A.J., David L.A., You L. // *Nature Chemical Biology*. – 2022. – Vol. 18, № 11. – P. 1–8.
- Keijzer F.A. Evolutionary convergence and biologically embodied cognition // *Interface Focus*. – 2017. – Vol. 7, № 3. – P. 20160123.
- Garzón P.C., Keijzer F. Cognition in plants // *Plant-environment interactions*. – Berlin ; Heidelberg : Springer, 2009. – P. 247–266.
- Learning by association in plants / Gagliano, M., Vyazovskiy, V.V., Borbély, A.A., Grimonprez, M., Depczynski, M. // *Scientific reports*. – 2016. – Vol. 6, № 1. – P. 1–9.
- Lehrman D.S. A critique of Konrad Lorenz's theory of instinctive behavior // *The Quarterly review of biology*. – 1953. – Vol. 28, № 4. – P. 337–363.
- Maher C., Sias J. Plant minds: A philosophical defense. – Routledge, 2017. – 131 p.
- Mery F., Burns J.G. Behavioural plasticity: an interaction between evolution and experience // *Evolutionary Ecology*. – 2010. – Vol. 24, № 3. – P. 571–583.

- Paolucci C.* The «external mind»: Semiotics, pragmatism, extended mind and distributed cognition // *Versus: quaderni di studi semiotici*. – 2011. – Vol. 112. – P. 69–96.
- Robinson G.E., Barron A.B.* Epigenetics and the evolution of instincts // *Science*. – 2017. – Vol. 356, N 6333. – P. 26–27.
- Sarosiek A.* The role of biosemiosis and semiotic scaffolding in the processes of developing intelligent behaviour // *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*. – 2021. – N 70. – P. 9–44.
- Sharov A., Tønnessen M.* *Semiotic Agency: Science Beyond Mechanism*. – Springer Nature, 2021. – 395 p.
- Stotz K.* Why developmental niche construction is not selective niche construction: and why it matters // *Interface focus*. – 2017. – Vol. 7, N 5. – P. 20160157.
- Sukhoverkhov A.V., Gontier N.* Non-genetic inheritance: Evolution above the organismal level // *Biosystems*. – 2021. – Vol. 200. – P. 104325.
- Trewavas A.* *Plant behaviour and intelligence*. – OUP Oxford. – 2014. – 304 p.
- Wei D., Talwar V., Lin D.* Neural circuits of social behaviors: innate yet flexible // *Neuron*. – 2021. – Vol. 109, N 10. – P. 1600–1620.

**Anton Sukhoverkhov<sup>1</sup>, Irina Kobyakova<sup>2</sup>**  
**«Natural Creationism»:**  
**cognitive foundations of the directedness of the evolutionary process**

*Abstract.* The article discusses the role of cognitive and teleonomic factors in evolution. The active role of living organisms in adaptation to the environment and transformation of their own environments is maintained. The work is based on research in the field of minimal cognition, which shows the presence of cognitive activities in organisms that do not have a nervous system (for example, bacteria and plants). Based on these data, the concept of «embodied cognition» is proposed as the basic form of cognitive activity in living systems. It is assumed that embodied cognition is carried out not in the form of mental representations, but in the form of practical (transformative) activities aimed at 1) the physiological restructuring of the body, 2) the creation of communities of organisms, or 3) the transformation of the environment to the needs of living systems (creation of ecological and cognitive developmental niches). The article argues for certain goal-directedness and «intelligence» («proto-intelligence») of evolutionary development in nature and criticizes the neo-Darwinian reduction of the *driving forces* of evolution exclusively to *random gene mutation*. It is shown that genetic inheritance is not the only channel of accumulation and transmission of hereditary information. The epigenetic and sociocultural mechanisms of heredity also take part in cumulative and directed development as well as in the transmission of *acquired* traits.

*Keywords:* minimal cognition; embodied cognition; teleonomic systems; non-genetic inheritance; evolutionary epistemology; epigenetics.

*For citation:* Sukhoverkhov A.V., Kobyakova, I.I. (2022) «Natural creationism»: cognitive foundations of the directedness of the evolutionary process. *METHOD: Moscow Quarterly of Social Studies*, 2 (3), 52–62. DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.04

---

<sup>1</sup> **Sukhoverkhov Anton Vladimirovich**, Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor, Department of Philosophy Kuban State Agrarian University. I.T. Trubilina, Krasnodar, Russia, e-mail: sukhoverkhov.ksau@gmail.com

<sup>2</sup> **Kobyakova Irina Innokentievna**, Candidate of Philosophical Sciences, researcher at the Department of Philosophy Kuban State Agrarian University. I.T. Trubilina, Krasnodar, Russia, e-mail: philos09@mail.ru

## References

- Badyaev, A.V., & Uller, T. (2009). Parental effects in ecology and evolution: mechanisms, processes and implications. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1520), 1169–1177.
- Brancazio, N., Segundo-Ortin, M., & McGivern, P. (2020). Approaching minimal cognition: introduction to the special issue. *Adaptive Behavior*, 28(6), 401–405.
- Chen, M.K., Lakshminarayanan, V., Santos, L.R. (2006). How basic are behavioral biases? Evidence from capuchin monkey trading behavior. *Journal of political economy*, 114(3), 517.
- Dawkins, R. (1996). *The blind watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*. WW Norton & Company.
- Dias, B.G., & Ressler, K.J. (2014). Parental olfactory experience influences behavior and neural structure in subsequent generations. *Nature neuroscience*, 17(1), 89–96.
- Gagliano, M., Vyazovskiy, V.V., Borbély, A.A., Grimonprez, M., & Depczynski, M. (2016). Learning by association in plants. *Scientific reports*, 6(1), 1–9.
- Gallo, V., & Chittka, L. (2018). Cognitive aspects of comb-building in the honeybee?. *Frontiers in psychology*, 9, 900.
- Gorostiza, E.A. (2018). Does cognition have a role in plasticity of “innate behavior”? A perspective from drosophila. *Frontiers in Psychology*, 9, 1502.
- Hanczyc, M.M., & Ikegami, T. (2010). Chemical basis for minimal cognition. *Artificial life*, 16(3), 233–243.
- Hoffmeyer, J. (2015). Semiotic scaffolding: A unitary principle gluing life and culture together. *Green Letters*, 19(3), 243–254.
- Ilyin, M.V. (2020). Principles of Evolution Revisited. *Polis. Political Studies*. N 1. P. 104–113. (In Russ.)
- Kazantseva A. (2016). Zakony muravejnika: kak murav’i nauchilis’ operirovat’ abstraktnymi ponjatijami i vybirat’ professiju. *Vokrug Sveta*, (2), 2905. (In Russ.)
- Keijzer, F.A. (2017). Evolutionary convergence and biologically embodied cognition. *Interface Focus*, 7(3), 20160123.
- Keijzer, F., & Calvo, P. (2009). Cognition in plants. In *Plant Environment Interactions: Signalling and Communication in Plants* (pp. 247–266). Springer.
- Khokhlachev, Yu.S. (2016). Kumatoidy. Novaja jevoljucionnaja paradigma. [Electronic resource]. Mode of access: [http://lit.lib.ru/h/hohlachew\\_j\\_s/text\\_0080.shtml](http://lit.lib.ru/h/hohlachew_j_s/text_0080.shtml) (In Russ.)
- Knyazeva, E.N. (2012). Evolutionary epistemology. Anthology. Moscow: Center for Humanitarian Initiatives. 704 p. (In Russ.)
- Kobyakova, I.I. (2018). Teleonomic systems (on the specific features of the systems approach). *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal’nogo universiteta. Serija: Gumanitarnye i social’nye nauki*, (3), 43–52. (In Russ.)
- Lehrman, D.S. (1953). A critique of Konrad Lorenz's theory of instinctive behavior. *The Quarterly review of biology*, 28(4), 337–363.
- Maher, C. (2017). *Plant minds: A philosophical defense*. New York. Routledge.
- Maturana, U. (1996). Biology of knowledge. Evolutionary epistemology. [Electronic resource]. <https://centroditerapiastrategica.ru/biologija-poznaniya/> (In Russ.)
- Mery, F., & Burns, J.G. (2010). Behavioural plasticity: an interaction between evolution and experience. *Evolutionary Ecology*, 24(3), 571–583.
- Oleskin, A.V., Kirovskaya, T.A. (2007). A network structure in microbiology. *Her. Russ. Acad. Sci.* (77), 32–40.
- Paolucci, C. (2011). The “external mind”: Semiotics, pragmatism, extended mind and distributed cognition. *Versus: quaderni di studi semiotici*, 112, 69–96.
- Robinson, G.E., & Barron, A.B. (2017). Epigenetics and the evolution of instincts. *Science*, 356(6333), 26–27.

- Sarosiek, A. (2021). The role of biosemiosis and semiotic scaffolding in the processes of developing intelligent behaviour. *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, (70), 9–44.
- Sharov A., Tonnessen M. (2021). *Semiotic Agency: Science Beyond Mechanism*. Springer Nature.
- Smirnova, V.S., Gall Ya.M. (2009). Vlijanie Tomasa Mal'tusa i Adama Smita na formirovanie idei estestvennogo otbora v Ch. Darvina. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta im. A.S. Pushkina*, (1), 31–40. (In Russ.)
- Stotz, K. (2017) Why developmental niche construction is not selective niche construction: and why it matters. *Interface Focus*, 7(5), 20160157.
- Su, S., Cai, F., Si, A., Zhang, S., Tautz, J., & Chen, S. (2008). East learns from West: Asiatic honeybees can understand dance language of European honeybees. *PLoS One*, 3(6), e2365.
- Sukhoverkhov, A.V. (2014). Evolutionary theory: the search for new paradigms. *Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. Krasnodar: KubSAU, 07(101), 1–24. (In Russ.)
- Sukhoverkhov, A.V. (2017). Rerezentacionnye i nereprezentacionnye teorii poznaniya i jazyka. In: *Aktual'nye voprosy sociogumanitarnogo znaniya: istoriya i sovremennost'* (pp. 195–199). Krasnodar. (In Russ.)
- Sukhoverkhov, A.V., Gontier, N. (2021). Non-genetic inheritance: Evolution above the organismal level. *Biosystems*, 200, 104325.
- Sukhoverkhov, A.V. (2013) Teorija razvivajushihhsja sistem i drugie sistemnye podhody v issledovanii jevoljucii. *Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 88(4), 1–21. (In Russ.)
- Sukhoverkhov, A.V., Mashnogorskaya, A.A. (2021). Biosemiotics of money: evolutionary foundations of economic activity. *METHOD: Moscow Yearbook of Social Studies*, 11, P. 230–244.
- Trewavas, A. (2014). *Plant behaviour and intelligence*. OUP Oxford.
- Varela, F.H., Maturana W.R. (2001). *The Tree of Knowledge: The Biological Roots of Human Understanding*. Moscow: Progress-Tradition. (In Russ.)
- Wang, T., Weiss, A., Aqeel, A., Wu, F., Lopatkin, A.J., David, L.A., & You, L. (2022). Horizontal gene transfer enables programmable gene stability in synthetic microbiota. *Nature Chemical Biology*, 1–8.
- Wei, D., Talwar, V., & Lin, D. (2021). Neural circuits of social behaviors: innate yet flexible. *Neuron*, 109(10), 1600–1620.
- Yakovleva, E.V. (2018). Teorija estestvennogo otbora: specifika i perspektivy. In: *Filosofija i nauka v uslovijah global'nyh izmenenij*, 72–81. (In Russ.)

**В.Ф. Левченко<sup>1</sup>**

**Взаимоотношения между процессами эволюции и развития  
на разных уровнях биологической организации**

*Аннотация.* В данной статье сделана попытка уточнить термины «эволюция» и «развитие» для того, чтобы создать базис для корректного обсуждения этих феноменов. Предлагается под развитием понимать в целом детерминированный процесс, а под эволюцией – индетерминированный. Развиваемый подход позволил предложить гипотезу эмбриосферы и по-новому подойти к проблеме появления и развития жизни на планете. Поскольку эволюция жизни на Земле является в конечном итоге следствием изменений во Вселенной, то вопрос о том являются ли эти изменения развитием или же эволюцией с непредсказуемыми результатами, представляется вполне закономерным и разумным.

*Ключевые слова:* эволюция; нефинальная эволюция; развитие; уровни организации биосистем; детерминированные процессы; индетерминированные процессы; эмбриосфера.

*Для цитирования:* Левченко В.Ф. Взаимоотношения между процессами эволюции и развития на разных уровнях биологической организации // МЕТОД : московский ежеквартальный труд из обществоведческих дисциплин: ежеквартал. науч. изд. / под ред. М.В. Ильина ; ИНИОН РАН, центр перспект. методологий соц.-гуманит. исследований. – М., 2022. – Вып. 12. – Т. 2, № 3. – С. 63–84. DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.05

## **1. Введение**

Рассматривая разные уровни организации живого, привычно говорить об эволюции объектов каждого уровня и обсуждать связь между эволюционными процессами на каждом из них. Исследователи довольно часто сталкиваются с тем, что приходится обсуждать эволюцию (или развитие) на различных уровнях биологической организации, в том числе процессы, происходящие не только в биосистеме, рассматриваемой как единое целое, но и в ее частях. Возникает вопрос: каким образом взаимосвязаны процессы эволюции объектов каждого уровня между собой? В рамках существующей недостаточно четкой терминологии, когда, например, не всегда заметны различия в употреблении терминов эволюция, развитие и измене-

---

<sup>1</sup>Левченко Владимир Федорович, докт. биол. наук, гл. научн. сотр. ИЭФБ РАН (Санкт-Петербург), e-mail: lew@lew.spb.org

ние, ответить на этот вопрос в ряде случаев трудно, поскольку некритический перенос закономерностей эволюции, известных для одного типа объектов, на другие типы, может приводить к ошибочным умозаключениям. Иначе говоря, трактовка термина «эволюция» и методология ее исследования, в разных разделах науки могут существенно зависеть от того, какие объекты выбраны для ее изучения.

Стоит также отметить, что не всегда изменения, происходящие с частями системы, вызывают изменения ее как целого. При так называемой нефинальной эволюции (см. ниже) события на микроуровне не оказывают влияния на состояние макроуровня, в то время как в обратном направлении причинно-следственная связь обычно существует.

Интересно также, что некоторые эволюционные принципы имеют аналоги в биологии развития. Это – закономерности онтогенеза, особенно эмбриогенеза, в связи с чем была предпринята попытка сделать обратную процедуру и перенести некоторые закономерности эмбриогенеза на эволюцию биосферы. Результатом этого явилось создание гипотезы эмбриосферы [Левченко, 1993], под которой понимается первичная слабо дифференцированная биосфера, мыслимая как единый организм, сходный с экосистемой, в которой основные экологические циклы в основном замкнуты [Жерихин, 2003; Заварзин, 2003]. Суть гипотезы заключается в том, что в течение всего времени существования жизни на Земле мы имеем дело именно с развитием макросистемы биосферы. При этом эволюция систем, более низких по отношению к биосфере рангов, например биогеоценозов, или же даже эволюция на организменном уровне, не что иное, как результат протекания процесса дифференциации биосферы, развитие которой подчиняется каким-то общим законам, которые мы пытаемся выяснить.

Всё это потребовало уточнить различия в терминах «эволюция» и «развитие». В первую очередь разница заключается в том, что говоря о развитии обычно подразумевают наличие вариантов того или иного конечного состояния, условно говоря – той или иной конечной цели данного процесса. В случае биологической эволюции указать такую цель не удастся, поскольку основными императивами в этом процессе являются сохранение жизни отдельных организмов и, соответственно, жизни на планете.

Интерес к такого рода исследованиям усилился после появления в 70-х годах прошлого века нового направления эволюционной биологии развития (так называемое *evo-devo*), в рамках которого изучается, каким образом эволюционировали сами процессы развития. Было обнаружено, что важные особенности некоторых систем и органов (например, глаз) у очень таксономически далеких видов кодируются практически одинаковыми древними консервативными структурными генами. Разница же между организмами и их строением обусловлена другими генами и, соответственно, различиями в программах развития [Рэфф Р., Кофмен, 1986; Sommer, 2009]. Это указывает на важность умения различать и одновременно использовать оба понятия. Рассмотренные ниже варианты взаимо-



отношений между изменениями на различных структурно-функциональных уровнях разного масштаба касаются как процессов развития, так и процессов эволюции.

## **2. Различные подходы к понятию «эволюция»**

Обсудим вначале общие представления касающиеся эволюции различных (не только биологических) объектов, отталкиваясь от классической работы А.А. Любищева 1925 г. «Понятие эволюции и кризис эволюционизма» [Любищев, 1982]. Хотя со времени написания этой статьи прошло почти 100 лет и некоторые выводы несомненно спорны, многие высказанные в ней мысли остаются актуальными [Чебанов, 1998].

Вот что, в частности, он писал: «В настоящее время чрезвычайно участились споры о кризисе эволюционного направления. При этом разногласие между учеными доходит до крайних пределов: одни из них утверждают, что нет никаких оснований говорить о кризисе эволюции; другие утверждают, что все эволюционное учение покоится лишь на вере; наконец, третьи высказывают положение, на первый взгляд не совместимое ни с первым, ни со вторым, а именно, что настоящее время как раз характеризуется тем, что эволюционное учение выходит из кризиса. Когда об одном и том же на основании в общем тождественного материала высказываются столь разнородные суждения, то, естественно, возникает вопрос: нет ли здесь недоразумения, не происходит ли значительная часть спора из-за того, что в одно слово вкладывают совершенно различное содержание» – [Любищев, 1982, с. 133].

Анализируя далее различные подходы к понятию эволюции, Любищев старается показать, что все три противоречивых утверждения (о них – ниже) справедливы при определенном понимании этого термина [там же]. С таким ходом мысли можно было бы согласиться, если бы он приводил к конструктивным решениям. Однако, как мы теперь знаем, весьма длительный отрезок развития эволюционной теории не снял терминологических и методологических противоречий и не продемонстрировал, что решение конкретных задач возможно в рамках примиренческого подхода, порой только усиливающего путаницу.

«Различный смысл понятия эволюции можно было бы выяснить путем критического разбора различных определений, но предпочтительней иной, более наглядный путь, именно..., что всякое понятие определяется легче всего указанием противоположного ему понятия» [там же]. По Любищеву, можно указать в первую очередь четыре основных противоположения, которые он называет апориями:

1) эволюция как изменение, трансформизм и – антитеза такому пониманию – постоянство;

2) эволюция как преформация (стремление к некоторому, наперед заданному, состоянию), сужение разнообразия возможных конечных состояний и – антитеза – эпигенез (развитие с новообразованием);

3) эволюция как постепенное, плавное развитие и революция (кризис, скачок);

4) эволюция как восхождение, как прогрессивное развитие от низших форм в высшие и эманация (нисхождение).

Наконец, в работе 1967 г. [Любищев, 1982, с. 84] предлагается еще одно противоположение:

5) эволюция как необратимое развитие и инволюция – обратимое развитие (отметим, что в английском резюме работы 1925 г. уже говорится об *involution*).

Если первое и третье противоположения, как указывает А.А. Любищев в статье 1925 г., являются наиболее ходячими в биологии, поскольку при таком понимании термина «эволюция» можно объяснить ряд палеонтологических и экспериментальных фактов, то четвертое едва ли не наиболее философское и обычно игнорируется в биологических кругах. Это происходит в том числе потому, что биологи предпочитают говорить не о неопределенном «прогрессе», а о выживаемости. Пятое противоположение приводит к рассмотрению микроэволюционных явлений, второе же потеряло свою значимость для эволюционной биологии еще в первой половине XX в. и касается скорее процесса развития, однако с проникновением эволюционных идей в физику и другие естественные науки оно стало актуальным и для них (см. вводную статью и комментарии С.В. Мейена и Ю.В. Чайковского к книге А.А. Любищева [Любищев, 1982], а также [Bowler, 1975] и [Чайковский, 2006]). В качестве примера здесь можно указать астрофизику, где под эволюцией понимают в целом преформированный процесс (или, во всяком случае, нечто подобное онтогенезу [Гуревич, Чернин, 1978]).

В то же время в противовес жестко детерминированным процессам в понятие эволюции стали иногда вкладывать оттенок случайности, индетерминированности. В этом случае второе из указанных Любищевым противоположений можно заменить на перевернутое, а именно: эволюция как непредсказуемый полностью, индетерминированный процесс и – антитеза – детерминированный процесс.

Хотя термин «эволюция» был введен Г. Спенсером еще в 1852 г. для обозначения появления новых видов путем накопления мелких изменений (фактически для микроэволюции в современной терминологической трактовке [Чайковский, 2006]), нельзя сказать, что полное единогласие и четкость в понимании термина «эволюция» были достигнуты позднее вплоть до настоящего времени. Так, например, в Большой советской энциклопедии в статье эволюция [БСЭ, 1978, т. 29, с. 558] сказано: «Эволюция (*evolutio* – развертывание) в широком смысле синоним развития, в более узком – один из основных типов развития: медленные постепенные коли-

чественные и качественные изменения в отличие от революции. При этом каждое новое состояние объекта имеет по сравнению с предшествующим более высокий уровень организации и дифференциации функций».

В популярной энциклопедии Н.Ф. Реймерса под эволюцией понимается:

- 1) последовательное непрерывное изменение в пределах данного качества – форма движения, постепенно приводящая к смене низшего высшим;
- 2) необратимое и в известной мере естественное историческое развитие живой природы [Реймерс, 1980, с. 189].

На XII школе по математическому моделированию сложных биологических систем (Ростов-Великий, 1992 г.) прозвучали и такие определения эволюции: эволюция – это процесс фиксации воспроизводящихся изменений (В.В. Жерихин) и эволюция – стохастический процесс, текущий в границах, задаваемых средой, испытывающий морфофункциональные и морфогенетические ограничения, происходящий на промежутках времени, сравнимых со временем существования эволюционирующего объекта (М.В. Мина).

Наконец, в современной Википедии об эволюции сказано, в частности, следующее<sup>1</sup>: «Значение термина *эволюция* само проделало существенную эволюцию. Латинское слово *evolutio* первоначально обозначало разворачивание свитка в процессе чтения книги. В средневековой Европе термин использовался и в биологии, где означал рост и развитие зародыша. Современный смысл впервые употребил швейцарский натуралист XVIII века Шарль Бонне, который доказывал, что Бог при создании зачатков жизни вложил в них способность к развитию. Со второй половины XIX века термин стал прочно ассоциироваться с дарвинизмом, хотя в первом издании книги “Происхождение видов” этот термин еще не использовался».

Таким образом, если обратиться к истории термина эволюция, то ситуация здесь сложилась так, что с самого начала это слово использовалось биологами в двух разных смыслах. Один из них связан с работами по изучению развития эмбриона и поэтому несет в себе идеи усложнения и прогрессивности. Такого подхода придерживался Г. Спенсер. Другими авторами (в том числе Ч. Дарвиным в поздних работах) в это слово вкладывался смысл чисто исторического развития вследствие адаптаций [Bowler, 1975]. Эта разница в трактовке термина не могла не отразиться в работах биологов более поздних поколений.

Изложенного вполне достаточно для того, чтобы заключить, что смысл термина эволюция многозначен и, признавая факт эволюции в одном смысле, можно отрицать его в другом [Мейен, Чайковский, 1982].

---

<sup>1</sup> <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D0%B8%D1%8F>

### 3. Некоторые причины несовпадения в трактовке понятия «эволюция»

Из результатов проделанного А.А. Любищевым анализа относительно областей применимости разных трактовок термина «эволюция», а также материалов других работ [Завадский, Колчинский, 1977; Галл, 1988; Развитие..., 1983] и др.), напрашивается следующий вывод: исследователями нередко обсуждаются различные процессы и объекты разных типов, а также причинно-следственные связи между ними. При этом рассматриваются неодинаковые пространственно-временные масштабы объектов и процессов их изменения. Вряд ли необходимо специально обосновывать, что перенос закономерностей эволюционных процессов с одной группы объектов на другую, особенно при создании обобщенной концепции эволюции, правомочен лишь тогда, когда есть уверенность в их функциональной идентичности в плане взаимодействия между собой и с внешней средой.

Однако анализ такого рода, за исключением в целом очевидных случаев, например связанных с противопоставлением микро- и макроэволюционных процессов, обычно не делают, а об эволюции стараются говорить в возможно более общем, а фактически расплывчатом виде, что не позволяет давать строгие научные трактовки и даже ведет иногда к бессмысленным заключениям.

Отсутствие удовлетворительной методологии изучения эволюционирующих объектов приводит к тому, что направленность и результаты теоретических разработок по эволюции в значительной степени зависят от индивидуальных научных интересов и философских представлений каждого из авторов о месте эволюции в системе изучаемых явлений. Часто эти представления не только не высказываются, но и не осознаются полностью, в то же время они создают критерии красоты теории, завуалированные ограничения и требования на ее особенности, на понимание термина «эволюция». В качестве примера можно указать опять же на А.А. Любищева, многие работы по эволюции которого направлены на создание такой теории, которая сочеталась бы с идеей о некоторой предустановленной естественной системе организмов (по типу системы Д.И. Менделеева), т.е. была бы в главных чертах номогенетической. Нужно отдать должное четкости и последовательности Любищева, который не скрывал своих неоплатонических взглядов, однако, несмотря на прекрасный анализ ряда понятий и проблем, нельзя сказать, что выводы Любищева по теоретическим вопросам эволюции всегда достаточно обоснованы. Вряд ли утверждение о том, что эволюция основана не только на конкуренции хаотически возникающих изменений, а еще на имманентном законе эволюции и на наличии (у космоса. – В. Л.) подобного сознанию творческого начала [Любищев, 1982, с. 196], может быть получено дедуктивным путем из какого-то общего принципа, но не есть результат рассуждений от противного (т.е. по принципу за неимением лучшего). Поэтому данное утверждение – это именно вера в свои философские посту-

латы, однако не в те, в которые веруют, согласно Любищеву, наивные дарвинисты и ортодоксы, пытающиеся видеть в эволюции один фактор – естественный отбор [Любищев, 1982, с. 196].

Едва ли не самыми традиционными, но из-за этого трудно определяемыми заблуждениями, возникающими в теоретических построениях по эволюции, являются те, которые обусловлены путаницей вследствие смешения стационарного и эволюционного аспектов в изучении живого [Старобогатов, 1980; Левченко, Старобогатов, 1986]. Для наглядности используем пример из области экологии. Если в стационарном аспекте мы имеем виды, а также закономерно повторяющиеся наборы жизненных форм и связей между ними, которые сохраняются в экосистемах, несмотря на смены поколений, то в эволюционном аспекте (за более значительный промежуток времени, когда одни виды сменяют другие) для описания популяций необходимы иные категории и параметры, и мы имеем дело с эволюционными деревьями филетических линий и потоками генов [Старобогатов, 1985]. В то же время довольно часто, говоря об эволюции за палеонтологически значимые периоды, не задумываясь используют классические таксономические категории и говорят об «эволюции видов». Некритический перенос терминологии стационарного аспекта на эволюционный приводит, если быть последовательным, к парадоксам, напоминающим апории Зенона. Так же как и апории, эти парадоксы связаны с нарушением соотношения между дискретным и непрерывным. Например, если из вида А произошел вид В, то с необходимостью получается, что должен быть момент, когда потомки и родители принадлежали разным видам, что, очевидно, абсурдно, по крайней мере в рамках классических таксономических представлений. Противоречие возникает потому, что видовые характеристики описывают усредненные фенотипические и генотипические параметры видовых популяций в конкретный (чаще всего настоящий) промежуток времени.

В области эволюционной экологии множество противоречивых и ошибочных заключений обязано своим происхождением тому, что нечетко определен смысл слов *эволюция экосистем*. Наиболее типичной ошибкой при этом является отождествление сукцессионных (часто циклических) и действительно эволюционных явлений [Левченко, Старобогатов, 1986; Левченко, Старобогатов, 1990].

Из изложенного понятно, что трактовка термина эволюция, методология ее исследования непосредственно связаны с тем, какие объекты выбраны для ее изучения.

#### **4. Понятие «нефинальная эволюция».** **Соглашение об эволюционирующих объектах**

Рассматривая разные уровни строения живого и процессы изменения объектов на каждом из них, нередко обсуждают также взаимосвязи

между развитием или эволюцией объектов каждого уровня. Однако в рамках существующей недостаточно четкой терминологии делать это в ряде случаев рискованно, если не сказать невозможно, поскольку сопоставление закономерностей, а также перенос закономерностей эволюции, известных для одного типа объектов, на другие типы, может приводить к ошибочным умозаключениям. Остановимся на этой проблеме подробнее. Можно изучать эволюцию различных биологических объектов, в том числе не только самосохраняющихся крупных биосистем, например биогеоценозов, но и их подсистем, называемых также *холонами*. В общем случае холоны представляют собой целостные, функционально обособленные подсистемы, обладающие идентичностью, существование которых поддерживается в течение рассматриваемого временного интервала из-за особой, сохраняющей их организацию внешней к ним среды. К таким объектам могут относиться, например, некоторые клеточные органеллы, отдельные органы многоклеточных организмов, сравнительно небольшие экосистемы, включенные в те или иные более крупные экосистемы. Отдельные организмы также являются холонами для биогеоценозов.

Если объект макроуровня состоит из группы объектов, относящихся к одному или нескольким микроуровням (холонам), то возникает вопрос: каким образом взаимосвязаны процессы эволюции объектов на каждом уровне между собой? Один из вариантов этой взаимосвязи рассматривался в работах М. Эйгена [Эйген, 1973; Эйген, Винклер, 1979], в которых вводится понятие «нефинальная эволюция», т.е. эволюция, не ведущая к какому-либо определенному конечному – финальному – состоянию.

Представление о нефинальной эволюции введено М. Эйгеном в связи с изучением самоорганизации, конкуренции и эволюции самосохраняющихся гиперциклов в среде с ограниченными ресурсами. В широком смысле под нефинальной эволюцией следует понимать изменения некоторой группы характеристик объектов, которые происходят постоянно и которые в целом не направлены к какому-нибудь конечному, исходно предустановленному (финальному) состоянию. В более конкретном, узком смысле под ней следует понимать нейтральные изменения характеристик подсистем (микроуровень), не приводящих к необратимым сдвигам характеристик всей системы (макроуровень). Переходя к реальным биологическим объектам, нефинальную эволюцию можно проиллюстрировать на следующем примере: свойства экосистемы как целого никак не меняются, если в результате эволюционных изменений часть видовых популяций заменяется на другие, экологически сходные. Похожая ситуация имеет место и при естественной смене поколений организмов в климаксных сообществах, когда ни одна из новых особей каждой популяции неидентична другим и родительским, но это не приводит к изменению свойств всего сообщества и экосистемы.

Таким образом, рассматривая нефинальную эволюцию, следует упоминать по крайней мере два структурно-масштабных уровня – микро-

и макро-. На макроуровне эволюционных изменений не происходит, т.е. существует сохраняющееся, несмотря на микроизменения, стационарное состояние, описываемое некоторыми неменяющимися параметрами, которые можно назвать константами. На микроуровне поддерживается стационарный процесс (как, например, в случае сукцессий) и изменения имеют место, однако они носят неопределенный и не направленный к какому-нибудь конечному, финальному состоянию характер. Такая ситуация возможна, если макросостояние является вырожденным по множеству микросостояний.

Важно отметить, что при нефинальной эволюции не любые изменения на микроуровне допустимы. В общем случае это может быть связано не только с внешними ограничениями со стороны макросистемы, но и с внутренними, также приводящими к сужению реального спектра изменений. В качестве биологического примера здесь можно указать на морфо-функциональные и морфогенетические ограничения возможности появления жизнеспособных мутантов в популяциях сообщества. В итоге имеем, что в случае нефинальной эволюции, по Эйгену, события на микроуровне не оказывают влияния на состояние макроуровня, в то время как в обратном направлении причинно-следственная связь не запрещена. В реальности могут иметь место и другие варианты взаимоотношений между изменениями на разных структурно-масштабных уровнях системы. Прежде чем их рассматривать, имеет смысл принять соглашение относительно понятий «эволюция и эволюционирующий объект».

Для начала отметим, что при исследовании эволюционных явлений изучаемые объекты в процессе эволюции не могут выходить за пределы тех классов, к которым они изначально были приписаны (иначе в каждом конкретном случае не всегда можно разобраться об эволюции какого объекта идет речь). Будем называть это утверждение *принципом классифицируемости* [Левченко, 1993; Левченко, 2002]. Так, например, изучая тот или иной орган, функцию в историческом аспекте, можно говорить об эволюции строения и (или) функции этого органа. Однако возникновение и становление новой функции во взаимосвязи с другими функциями организма может быть рассмотрено только в рамках функциональной эволюции, когда центральным объектом модели или теории является не отдельный орган, а организм в целом, помещенный в конкретную, меняющуюся среду [Орбели, 1979; Гинецинский, 1961; Крепс, 1979; Крепс, 1988].

Для того чтобы принять соглашение об эволюционирующих объектах, коротко рассмотрим, насколько соответствуют особенности эволюционного процесса, упомянутые выше, современному, до сих пор во многих чертах интуитивному пониманию термина «эволюция». Несомненно, что под эволюцией понимается изменение, однако, если речь идет о стремлении к некоторому наперед заданному состоянию, то в этом случае использование термина «эволюция» нередко стараются избежать, хотя в таких науках, как астрофизика, историческая геология, под эволюцией понимают в

целом преформированные процессы (возможно, в связи с огромными временными масштабами рассматриваемых там явлений). В биологии несколько иной подход, и при изучении преформированных процессов используют специальные термины, например «онтогенез», «развитие», «жизненный цикл», «сукцессия». Исключение здесь составляют некоторые автоэволюционные построения.

Говоря о плавных изменениях или скачках, следует отметить, что и первые, и вторые могут являться эволюционным процессом, если соблюдается упомянутый выше принцип классифицируемости, т.е. рассматривается один и тот же объект, хотя и меняющийся во времени вследствие эволюции. Относительно прогрессивности и регрессивности в эволюции конструктивные выводы можно делать лишь тогда, когда выбран какой-то конкретный интегральный параметр (например, выживаемость), по изменению которого судят о прогрессивности эволюции объекта. Однако выбор такого параметра зависит от того, какая проблема изучается, и потому в общем случае он не может быть однозначен. По этой причине указание на прогрессивность нежелательно включать в понятие «эволюция» [Левченко, 1993; Левченко, 2002] (см. также о различии понятий «биологический прогресс» и «морфофизиологический прогресс» [Создатели современного эволюционного синтеза, 2012]).

В современном понимании термина «биологическая эволюция» часто содержится оттенок необратимости эволюционных изменений. В некоторых определениях об этом говорится явно: «Эволюция – последовательное поступательное изменение во времени... речь не идет об изменениях циклического характера» [Скворцов, 1988, с. 20]. Наконец, эволюционные изменения могут иметь как направленный, так и ненаправленный характер, однако в биологии обычно подразумевается, что по начальному состоянию эволюционирующих объектов нельзя полностью предсказать конечное состояние. Спектр разнообразия возможных конечных состояний может быть исключительно велик, в то же время процесс необязательно является эпигенетическим, что иллюстрируется на примере нефинальной эволюции.

Таким образом, рассмотрение любых эволюционных явлений невозможно вне той или иной системы классификации изучаемых объектов. Учитывая это, а также резюмируя другие вышеприведенные замечания и отбрасывая взаимоисключающие подходы, можно предложить следующую трактовку понятия «эволюция». В отличие от детерминированных закономерных процессов, к эволюционным относятся частично или полностью индетерминированные и необратимые изменения свойств объектов одного и того же структурно-масштабного уровня.

Разумеется, что эти изменения могут вызываться, а их спектр ограничиваться (контролироваться) как внешними, так и внутренними, по отношению к изучаемому структурному уровню, причинами. Поэтому, используя термин «эволюция» по отношению к конкретным объектам,



следует уточнять, вследствие воздействия каких причин (внешних или внутренних) происходят рассматриваемые изменения.

Сходное соглашение можно принять и относительно термина развитие: под развитием в общем смысле будем понимать частично или полностью детерминированные (в биологии обычно необратимые) изменения свойств объектов одного структурно-масштабного уровня. Резюмируя отметим, что в биологии процесс развития, в отличие от биологической эволюции имеет своего рода конечную цель и является в целом повторением уже происходивших неоднократно процессов у предков. По Любищеву, этот процесс имеет эвтелический, или псевдотелический характер, а в случае физики – эврителический или ателический характер [Любавин, Мальцева, 2019]).

Важно также уточнить значение еще одного эволюционного термина, а именно – «канализование» (иногда используют термин «канализирование» [Уоддингтон, 1970]). В отличие от терминов «эволюция и развитие», которые характеризуют изменение всей системы, говоря про канализование, обычно имеют в виду наличие ограничений на возможность вариаций тех или иных параметров системы в процессе ее изменения. Это может до определенной степени детерминировать эволюцию (развитие) системы, уменьшая спектр ее возможных конечных состояний. Поскольку канализование может затрагивать различные аспекты изменений, то к их рассмотрению существуют разные подходы (см. про креодичность, сеофилез, сеомогенез, а также: [Спиров, Левченко, Сабиров, 2021]).

Приведенный разбор эволюционных понятий может показаться до определенной степени тривиальным и даже скучным, однако, неоднократно сталкиваясь с тем, какое множество ошибок порождает несовпадение в понимании основополагающих понятий, в том числе важнейшего в биологии понятия *эволюция* у разных исследователей, приходишь к выводу о том, что нелишне все-таки попытаться найти обобщающие, до определенной степени эксплицированные формулировки, хотя бы для дальнейшего обсуждения.

## **5. «Жизнь биосферы»: эволюция или развитие?**

### **Гипотеза эмбриосферы, объединяющая разные разделы биологии**

Приведенные выше рассуждения о необходимости при создании теории четко классифицировать изучаемые объекты [Левченко, 1993; Левченко, 2002] могут вызвать возражения, так как на первый взгляд подталкивают к дезинтеграции наук, в том числе и самой биологии. Однако по сути речь идет не о дезинтеграции, а об объединении на иных принципах. В качестве примера рассмотрим гипотезу эмбриосферы, связывающую, на взгляд автора, различные разделы биологии.

Поисками общего между организмами и сообществами (или экосистемами<sup>1</sup>) занимались многие исследователи [Беклемишев, 1964; Беклемишев, 1970; Филипченко, 1977]. Здесь эта проблема обсуждается в функциональном аспекте, в связи с чем рассматривается подобие процессов эволюции и развития у этих разных биосистем.

Можно показать, что существует несколько эволюционных принципов, которые справедливы как для случая экосистем и биосферы, так для эволюции на организменном уровне [Левченко, 1990; Наточин, 1987; Наточин, 1987; Наточин, 1987; Наточин, 1988]. Изучая эволюцию функций этих биосистем, можно выделить, в частности, следующие принципы, сформулированные Л.А. Орбели [1979]:

1) принцип интенсификации процессов, обеспечивающих функции органа, или – шире (если включать в рассмотрение экосистемы и биосферу), – обеспечивающих функцию холонов системы;

2) принцип возрастания мультифункциональности органов, или – шире – холонов системы;

3) принцип надстройки (новые функции не просто замещают старые, а наслаиваются на старые, подменяют их).

К их числу относится также и:

4) принцип возрастания дублируемости некоторых компонентов (холонов) биосистемы, выполняющих ту или иную функцию.

Как ни удивительно, приведенные эволюционные принципы имеют аналоги в неэволюционной биологии. Это – закономерности онтогенеза, особенно эмбриогенеза, в связи с чем известный биогенетический закон приобретает новый смысл. Действительно: перечисленные принципы можно перенести практически без оговорок на развитие зигоспоры или зиготы. В то же время ряд закономерностей эмбриогенеза можно с определенной степенью условности перенести на эволюцию экосистем и биосферы. В частности, следует указать:

1) принцип биохимического единства (в случае экосистем и биосферы – это единство принципов организации генетического кода с учетом вариантов, знака хиральности; в случае эмбриогенеза общность еще выше, так как связана с одинаковостью генома всех клонов клеток);

2) принцип непрерывной преемственности изменений (изменения происходят с уже существующими объектами);

3) принцип стадийности изменений (имеются в виду морфозы в эмбриогенезе и последствия ароморфозов, происходящих в процессе развития и переорганизации биогеоценозов);

---

<sup>1</sup> В этой статье не обсуждаются вопросы о трактовке терминов *экосистема* и *биогеоценоз*. Под биогеоценозом обычно и ниже понимается крупная экосистема, рассматриваемая в рамках конкретного растительного сообщества и состоящая из организмов и факторов неживой природы, которые сосуществуют вместе, влияя друг на друга.

4) принцип взаимной адаптивности изменений (при эмбриогенезе процесс дифференциации и морфогенеза обусловлен взаимовлиянием клонов клеток друг на друга, последнее приводит к реализации принципа морфологической корреляции разных признаков в целостном организме; аналогии с процессами взаимоспециализации видовых популяций, происходящими в экосистемах, здесь достаточно очевидны).

Таким образом, мы видим, что принципы эволюции одних биосистем перекликаются с принципами развития других биосистем. Об этих аналогиях и некоторых иных, не упомянутых здесь принципах, которые, по-видимому, тоже можно добавить, см., в частности, в работах А.С. Северцова [Северцов, 1990], [Microeconomic ..., 2005] и в монографии [Яблоков, Левченко, Керженцев, 2018]. Является ли указанное подобие надуманным, случайным или же это следствие каких-нибудь более общих законов, например законов адапциогенеза, имеющих отношение к изучению функциональной эволюции?

Перейдем в связи с этим к самой гипотезе. Она, видимо, позволяет объединить перечисленные выше закономерности и перебросить мост между стационарным и эволюционным подходами. В сущности, эта гипотеза не противоречит взглядам В.И. Вернадского и является их развитием. Ее суть заключается в том, что в течение всего времени существования жизни на Земле мы имеем дело с развитием (генезисом) макросистемы биосферы, при котором эволюция биосистем, более низких по отношению к биосфере рангов (например, биогеоценозов), это не что иное, как результат протекания процесса дифференциации подсистем биосферы, развитие которой подчиняется, видимо, каким-то более общим законам. Согласно этой гипотезе, под эмбриосферой понимается первичная недифференцированная биосфера, мыслимая как единый организм [Левченко, 1993]. Здесь могут возразить: развитие эмбриона подчиняется онтогенетическим программам, в то время как в случае биосферы таких программ не существует и более того – ее развитие во многом определяется внешними воздействиями [Левченко, 1988; Левченко, 1990]. Однако фактически дело заключается в том, что называть программами и что является материальным носителем, обеспечивающим их хранение. Мы можем принять, что онтогенетические программы – это всего лишь частная форма реализации некоторых общих принципов, действие которых описывается с помощью набора правил. Внешние возмущения выступают при этом в роли спускового крючка по отношению к тем или иным ветвям программ, но не влияют на генеральные тенденции развития. В качестве основы для упомянутых принципов могут быть выбраны закономерности в развитии важнейших особенностей разделения труда между элементами биосистемы. Фактически эти закономерности уже частично нами упомянуты – см. выше последнее перечисление. С другими можно ознакомиться в работах Г.А. Савостьянова [Савостьянов, 1977; Савостьянов, 1991; Савостьянов, 2020]. Встав на такую точку зрения, мы вполне можем предположить, что процессам дифференциации зиготы (или зигоспоры) соответствуют

процессы экосистемной дифференциации, например становления автотрофного и гетеротрофного способов питания в первичной биосфере.

Гипотеза эмбриосферы позволяет по-новому взглянуть на проблему происхождения жизни. Почему практически всегда подспудно подразумевается, что первоорганизмами были микроскопические примитивные прокариоты или археи, которые в процессе эволюции усложнялись, объединялись (в том числе по механизмам, рассматриваемым в гипотезе симбиогенеза), наконец организовали целостную биосферу и дали в конечном итоге все разнообразие форм жизни? А были ли те микрофоссилии, про которых мы знаем по находкам древнейших микроскопических ископаемых, в полной мере живыми? Может быть исходно эти фазообособленные системы были чем-то вроде органелл единой среды – эмбриосферы и только последняя представляла собой первичный живой самосохраняющийся организм (без четких границ с геосферами и, разумеется, с весьма специфическими и сравнительно медленными жизненными процессами)? В процессе дифференциации эмбриосферы происходила интенсификация процессов, обеспечивающих ту или иную необходимую ей, но связанную с другими, функцию, и тем самым были селекционированы популяции продуцентов, консументов и редуцентов, и в конечном итоге было достигнуто необходимое разделение труда между ее элементами.

Идея о том, что жизнь началась и продолжается как сеть и коллективный феномен частично подтверждается данными сравнительной геномики, экспериментальными работами и теоретическим моделированием. Самым известным ее сторонником был Вёзе (см.: [Sarkar, 2014]). В пользу сходных взглядов говорит также и то, что самые древние палеонтологические данные указывают на существование биогеоценозов. Г.А. Заварзин [2003] обосновывает существование сообществ прокариот только как биогеоценозов с замкнутым циклом «продуценты – консументы – редуценты». Из этого следует, что вопрос происхождения жизни надо ставить как вопрос о происхождении биосферы как единого биогеоценоза [Levchenko, 2002; Early Biosphere, 2012; Яблоков, Левченко, Керженцев, 2018].

Таким образом, гипотеза эмбриосферы может рассматриваться как своего рода императив для биологии. Если мы не можем найти объяснение тому или иному эволюционному феномену, то должны вспомнить, что биосфера – единый организм, развивающийся из эмбриосферы.

Может показаться, что данная гипотеза относится к преформизму. Однако это не так, поскольку в ее рамках не признается жесткая, однозначная или же однонаправленная причинно-следственная связь между процессами, в том числе эволюционными, происходящими на каждом уровне иерархической пирамиды жизни. Речь идет о таком механизме влияния целого на свои части, когда при изменениях среды существования этих частей у них сохраняется возможность самостоятельного поиска подходящих вариантов условий среды и способов адаптации к ней, а также способность влияния на особенности целого. Воздействия со стороны

Вселенной влияют на эволюцию биосферы, биосфера определяет спектр возможных эволюционных изменений для своих подсистем, канализирует и направляет процесс биологической эволюции, однако жестко не детерминирует ее фенотипическое воплощение [Левченко, Старобогатов, 1996].

#### **6. О взаимоотношениях между эволюционными явлениями и процессами развития на разных структурно-масштабных уровнях**

Рассмотренные ниже варианты взаимоотношений между изменениями на различных структурно-масштабных уровнях касаются как процессов развития, так и процессов эволюции. Именно поэтому используется более общий термин – изменение, вместо которого в каждом конкретном случае может быть подставлен либо термин «эволюция», либо – «развитие» (в том числе и таким образом, что в одном и том же пункте будут фигурировать оба термина). Нужно отметить, что данная классификация взаимоотношений между объектами разных уровней в ряде отношений сходна с классификацией Л.В. Белоусова, следующего за И.И. Шмальгаузенем [Любарский, 1996], но, будучи более физикалистской, не повторяет ее.

1. Изменения (события) на микроуровне радикально или качественно не влияют на состояние макроуровня. Этот случай на примере экологически нейтральной (нефинальной) эволюции был рассмотрен выше.

2. Изменения на микроуровне приводят к макроизменениям. Последнее может происходить плавно (например, постепенные химические превращения в смеси) и скачкообразно – при неустойчивости на макроуровне, в точках ветвления или бифуркации траекторий [Эбелинг, 1979]. Так, например, направление падения шарика, находящегося в неустойчивом равновесии в вакууме на острие иглы, считается случайным, поскольку зависит от тепловых флуктуаций. Однако если рассматривать это событие в другом, более мелком пространственно-временном масштабе, то оно оказывается отнюдь не случайным, а является закономерным следствием событий, происходящих на микроуровне. Помимо статистически обусловленной неопределенности существует, как сейчас принято считать, квантово-механическая неопределенность [Фейнман, Лейтон, Сэндс, 1965; Мостепаненко, 1969]. На макроуровне описания не рассматриваются события микроуровня, но влияние последних учитывается введением вероятностных макрохарактеристик, например посредством введения соответствующих функций распределения.

Следует разграничивать события на микроуровне, приводящие систему к неустойчивому состоянию, и те, которые являются непосредственной причиной ее изменения. Например, появление в экосистеме новой видовой популяции может быть фактором, приводящим к снижению устойчивости этой экосистемы (некоторые из характеристик последней при этом меняются, однако не фатальным образом). Непосредственной же

причиной распада и, возможно, дальнейшей реорганизации такой экосистемы может являться существенное изменение среды.

3. Изменения на макроуровне не влияют на микроуровень. Этот вариант реализуется, когда макроизменения не приводят к изменению спектров возможных состояний у микрообъектов системы. В качестве примера можно привести сосуд с газом, форма которого меняется, но это никак не сказывается на свойствах и поведении молекул газа. Появление (или исчезновение) в экосистеме лицензий<sup>1</sup>, в которых в принципе могли бы существовать, но реально не существует ни одной видовой популяции, также следует рассматривать как макроизменения, не влияющие на микроуровень (в данном случае – популяционный) рассматриваемой экосистемы. То же самое можно сказать и относительно количественных изменений, проявляющихся на макроуровне, как например, в случае роста всей системы. Ещё один яркий пример: химические процессы не влияют на свойства ядер атомов.

4. Изменения на макроуровне приводят к микроизменениям. Данный, по-видимому типичный, вариант противоположен п. 3. Здесь так же, как в п. 2, возможны плавные и скачкообразные процессы. Например, при изменении среды характеристики потребления экосистемы меняются, и это может приводить к неустойчивости экосистемы и, соответственно, микроэволюционным явлениям.

В ряде случаев явления, указанные в п. 2 и п. 4, взаимосвязаны. Такая, скорее временная ситуация характерна, в частности, для явлений самоорганизации, а также кризисных процессов.

Таким образом, имеет место, по-видимому, следующая обобщенная картина взаимоотношений между событиями на разных масштабных уровнях строения биосферы (или даже шире – Вселенной): макрообъекты создают лицензии для включенных в них микрообъектов и каналируют направления эволюции последних. В ряде случаев этого вполне достаточно для устойчивости макрообъектов, а, следовательно, достаточно и для того, чтобы они были наблюдаемыми единицами какой-либо макроструктуры. При этом если объекты макроуровня достигают консервативного состояния, то изменения на микроуровне рано или поздно становятся ненаправленными и нефинальными. Однако возможны ситуации, когда они могут приводить к последствиям на макроуровне при неустойчивости на последнем, т.е. в точках ветвления (бифуркации) эволюционных траекторий макрообъектов. В результате этого макрообъекты становятся иными, могут создать новые лицензии и как итог процесс эволюции снова продолжается.

---

<sup>1</sup> *Экологическая лицензия* – совокупность условий, предоставляемых экосистемой организмом, но не обязательно ими используемая; является уточнением интуитивных представлений о так называемой «свободной» экологической нише, о которой говорить некорректно, поскольку определение ниши подразумевает условия существования того или иного конкретного вида.

### **Заключение**

В этой статье я попытался объединить некоторые свои заметки, касающиеся проблем эволюции, в основном написанные довольно давно, когда я только начинал заниматься этой тематикой. Они никогда не были полностью опубликованы, хотя некоторые фрагменты из них позднее вошли в другие мои работы.

В данной статье сделана попытка уточнить термины *эволюция* и *развитие* для того, чтобы создать базис для корректного обсуждения этих феноменов. Под развитием в общем смысле предлагается понимать частично или полностью детерминированные (в биологии обычно необратимые) изменения свойств объектов одного и того же структурно-масштабного уровня. В отличие от детерминированных закономерных процессов, к эволюционным относятся частично или полностью индетерминированные и необратимые изменения свойств объектов одного и того же структурно-масштабного уровня. Изложенное также наводит на мысль, что процессы развития являются в сущности «уक्रощенной» эволюцией, точнее говоря, – эволюцией превратившейся в один из вариантов нефинальной эволюции.

Развиваемый подход позволил предложить гипотезу эмбриосферы и по-новому подойти к проблеме появления и развития жизни на планете. В случае рассмотрения сложных объектов, состоящих из различных холоннов, важно понимать, какие взаимоотношения между объектами разных уровней возможны, и как особенности этих взаимоотношений могут влиять на эволюционные процессы и процессы развития каждого из уровней. Предложено рассматривать четыре варианта таких взаимоотношений.

Поскольку эволюция жизни на Земле является в конечном итоге следствием изменений во Вселенной, являющейся макроуровнем как по отношению к нашей Галактике, так и к Солнечной системе и нашей планете, то вопрос о том, являются ли эти изменения развитием или же эволюцией с непредсказуемыми результатами, представляется вполне закономерным и разумным. Сможем ли мы каким-нибудь образом когда-нибудь влиять на процессы этого макроуровня, являющегося, образно говоря, чем-то вроде Бога для всего сущего? Теоретически такое можно предположить, но для этого нужно вмешиваться в процессы в тех пространственно-временных областях, где происходят бифуркации на макроуровне. А для этого разуму человека необходимо выйти за пределы не только планеты, но даже Вселенной, чтобы понимать происходящее, и тогда он сам сможет стать Богом.

Список литературы

- Беклемишев В.И. Об общих принципах организации жизни // Бюл. МОИП, Отд. биол. – 1964. – Т. 69, вып. 2. – С. 22–38.
- Беклемишев В.И. Организм и сообщество // Биологические основы сравнительной паразитологии. – Москва, 1970. – С. 26–42.
- БСЭ. – 1978. – Т. 29.
- Галл Я.М. Дарвинизм и зарождение теории естественного отбора // Дарвинизм: история и современность. – Ленинград : Наука, 1988. – С. 16–27.
- Гинецинский А.Г. Об эволюции функций и функциональной эволюции. – Москва ; Ленинград, 1961. – 34 с.
- Гуревич Л.Э., Чернин А.Д. Введение в космогонию. – Москва : Наука, 1978. – 384 с.
- Жерихин В.В. Избранные труды по палеоэкологии и филогенетике. – Москва : КМК, 2003. – 542 с.
- Завадский К.М., Колчинский Э.И. Эволюция эволюции. – Ленинград : Наука, 1977. – 236 с.
- Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии. – Москва : Наука, 2003. – 348 с.
- Крепс Е.М. Об эволюционной физиологии // Эволюционная физиология. – Ленинград : Наука, 1979. – Ч. 1. – С. 3–11.
- Крепс Е.М. О некоторых путях исследования биохимической эволюции // Дарвинизм: история и современность. – Ленинград : Наука, 1988. – С. 195–202.
- Левченко В.Ф. Физико-экологическая модель эволюции биосферы // В.И. Вернадский и современная наука. – Ленинград : Наука, 1988. – С. 28–30.
- Левченко В.Ф. Эволюционная экология и эволюционная физиология – что общего? // Журн. эвол. биохим. и физиол. – 1990. – № 4. – С. 455–461.
- Левченко В.Ф. Гипотеза эмбриосферы как парадигма, объединяющая различные разделы биологии // Известия РАН. Сер. Биол. – 1993. – № 2. – С. 317–320.
- Левченко В.Ф. Модели в теории биологической эволюции (монография). – Санкт-Петербург : Наука, 1993. – 384 с.
- Левченко В.Ф. Как классифицировать эволюционирующие объекты? // Сб. тезисов всероссийской конференции «Междисциплинарность в науке и образовании». – Санкт-Петербург, 2002.
- Левченко В.Ф., Старобогатов Я.И. Два аспекта эволюции жизни: физический и биологический // Физика: проблемы, история, люди. – Ленинград : Наука, 1986. – С. 102–142.
- Левченко В.Ф., Старобогатов Я.И. Сукцессионные изменения и эволюция экосистем (некоторые вопросы эволюционной экологии) // Журн. общ. Биологии. – 1990. – Т. 51, № 5. – С. 619–631.
- Левченко В.Ф., Старобогатов Я.И. Эволюция биосферы как следствие эволюции Вселенной // Проблемы изучения биосферы (тезисы докладов Всероссийской научной конференции. Саратов, 3–4 декабря 1996). – Саратов, 1996. – С. 11–12.
- Любавин А.С., Мальцева А.П. Сравнительный анализ подходов И.Т. Фролова и А.А. Любищева к решению проблемы органической целесообразности (на материале работ 1940–1950-х годов) // Философия науки. – 2019. – № 4(83). – С. 169–186.
- Любарский Г.Ю. Архетип, стиль и ранг в биологической систематике // КМК Scientific Press. – 1996. – С. 72–74.
- Любищев А.А. Проблемы формы, систематики и эволюции организмов. – Москва : Наука, 1982. – 277 с.
- Мейен С.В., Чайковский Ю.В. Предисловие; О работах А.А. Любищева по общим проблемам биологии // А.А. Любищев. Проблемы формы, систематики и эволюции организмов. – М.: Наука, 1982. – С. 5–23, 257–262.
- Мостепаненко М.В. Философия и физическая теория. – Ленинград, 1969. – 240 с.



- Наточин Ю.В.* Функциональная эволюция: истоки и проблемы // Журн. эвол. биохим. и физиол. – 1987. – Т. 23, № 3. – С. 372–389.
- Наточин Ю.В.* Некоторые принципы эволюции функций на клеточном, органном и организменном уровнях (на примере почки и водносолевого гомеостаза) // Журн. общ. биологии. – 1988. – Т. 49, № 3. – С. 291–303.
- Орбели Л.А.* Основные задачи и методы эволюционной физиологии // Эволюционная физиология. Ч. 1. Ленинград : Наука, 1979. – С. 12–23.
- Развитие эволюционной теории в СССР. – Ленинград : Наука, 1983. – 612 с.
- Реймерс Н.Ф.* Азбука природы. Микроэнциклопедия. Москва : Знание, 1980. – 208 с.
- Рэфф Р., Кофмен Т.* Эмбрионы, гены и эволюция. – Москва : Мир, 1986. – 404 с.
- Савостьянов Г.А.* О некоторых элементарных актах и законах биологического развития. Элементы структурной биологии // Журн. общей биологии. – 1977. – Т. 38, № 2. – С. 167–181.
- Савостьянов Г.А.* Теория клеточных мозаик // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1991. – Т. 100, № 6. – С. 3–20.
- Савостьянов Г.А.* Структурные основы биологии развития и трехмерной гистологии. Новый подход к изучению канцерогенеза. – Санкт-Петербург : Лема, 2020. – 832 с.
- Северцов А.С.* Направленность эволюции. – Москва : изд. Московского университета, 1990. – 272 с.
- Северцов А.С.* А.Н. Северцов и закономерности макроэволюции // Создатели современного эволюционного синтеза / отв. ред.-сост. Э.И. Колчинский. – Санкт-Петербург : Нестор-История, 2012 г. – С. 101.
- Скворцов А.К.* Логика и аналогии в теории эволюции // Природа. – 1988. – № 1. – С. 16–26 ; № 3. – С. 74–84.
- Спиров А.В., Левченко В.Ф., Сабиров М.А.* Концепции канализированности и генетической ассимиляции в биологии развития / Ж. эвол. Биохим. и физиол. – 2021. – № 57(1). – С. 3–16.
- Старобогатов Я.И.* О соотношении стационарного и эволюционного аспектов в изучении живого // Микро- и макроэволюция. – Тарту, 1980. – С. 42–45.
- Старобогатов Я.И.* Проблема видообразования // Итоги науки и техники. Общая геология. – Москва : ВИНТИ, 1985. – Вып. 20. – С. 1–94.
- Уоддингтон К.Х.* Основные биологические концепции. На пути к теоретической биологии. I. Прологомены. – Москва : Мир, 1970.
- Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. – Москва, 1965. – Т. 3.
- Филипченко Ю.А.* Эволюционная идея в биологии. – Москва : Наука, 1977. – 227 с.
- Чайковский Ю.В.* Наука о развитии жизни. Опыт теории эволюции. – Москва : КМК, 2006. – 712 с.
- Чебанов С.В.* Критический и посткритический эволюционизм // Теория эволюции: наука или идеология // Труды XXV Люблинских чтений. – Москва ; Абакан : Центр системных исследований, 1998. – С. 58–70.
- Эбелинг В.* Образование структур при необратимых процессах. – Москва, 1979. – 256 с.
- Эйген М.* Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. – Москва : Мир, 1973. – 216 с.
- Эйген М., Винклер Р.* Игра жизни. – Москва : Наука, 1979. – 99 с.
- Яблоков А.В., Левченко В.Ф., Керженцев А.С.* Очерки биосферологии. – Санкт-Петербург : Свое издательство, 2018. – 150 с.
- Bowler P.J.* The changing meaning of «evolution» // Journal of the History of Ideas. – 1975. – Vol. 36, № 1. – С. 95–114.
- Early Biosphere: Origin and Evolution / Levchenko V.F., Kazansky A.B., Sabirov V.F. & Semenova E.M. // The Biosphere, InTech Open Access publisher (UNESCO). – 2012. – P. 3–32.

- Levchenko V.F.* Evolution and Origin of the Life: Some General Approaches // Astrobiology in Russia (Proceedings of International Astrobiology Conference, Russian Astrobiology Center, NASA). – 2002. – C. 7–21.
- Microeconomic principles explain an optimal genome size in bacteria / Ranea J.A.G. Alastair Grant, Janet M Thornton, Christine A Orengo // Trends in Genetics. – 2005. – Vol. 21, № 1. – P. 21–25.
- Sarkar S.* Woese on the received view of evolution // RNA biology. – 2014. – Vol. 11, № 3. – P. 220–224.
- Sommer R.J.* The future of evo-devo: model systems and evolutionary theory // Nature Reviews Genetics. – 2009. – Vol. 10(6). – P. 416–422.

**Levchenko V.F.<sup>1</sup>**

**Relationships between the processes of evolution and development  
at different levels of biological organization**

*Abstract.* This article attempts to clarify the terms «evolution» and «development» in order to create a basis for a correct discussion of these phenomena. It is proposed to understand development as a generally deterministic process, and evolution as an indeterministic one. The developed approach made it possible to propose the embryosphere hypothesis and take a new approach to the problem of the emergence and development of life on the planet. Since the evolution of life on Earth is ultimately a consequence of changes in the Universe, the question of whether these changes are development or evolution with unpredictable results seems quite natural and reasonable.

*Keywords:* evolution; non-final evolution; development; levels of organization of biosystems; deterministic processes; indeterministic processes, embryosphere.

*For citation:* Levchenko V.F. (2022) Relationships between the processes of evolution and development at different levels of biological organization. METHOD: Moscow Quarterly of Social Studies, 2 (3), 63–84. DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.05

**References**

- Beklemishev V.I. (1964). Ob obshnih principah organizacii zhizni. *Bjul. MOIP, Otd. biol.*, 69(2), 22–38. (In Russ.)
- Beklemishev V.I. (1970). Organizm i soobshestvo. *Biologicheskie osnovy sravnitel'noj parazitologii*, 26–42. (In Russ.)
- Bowler P.J. (1975). The changing meaning of «evolution». *Journal of the History of Ideas*, 36(1), 95–114.
- BSJe (1978). Vol. 29. (In Russ.)
- Chajkovskij Ju.V. (2006). *Nauka o razvitii zhizni. Opyt teorii jevoljucii*. Moscow: KMK. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (1998). Kriticheskij i postkriticheskij jevoljucionizm. *Trudy XXV Ljubishhevskih chtenij*, 58–70. Abakan, Centr sistemnyh issledovanij. (In Russ.)
- Ebeling W. (1979). *Formation of Structures in Irreversible Processes*. Moscow. (In Russ.)
- Eigen M. (1973). *Selforganization of matter and the evolution of biological macromolecules*. Moscow: Mir. (In Russ.)

---

<sup>1</sup> **Levchenko Vladimir**, d. biol., Chief. Researcher, Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry RAS (St. Petersburg), e-mail: lew@lew.spb.org

- Eigen M., Winkler R. (1979). *Laws of the Game*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Feynman R., Leighton R., Sands, M. (1965). *The Feynman Lectures on Physics. Vol. 3*. Moscow. (In Russ.)
- Filipchenko Ju.A. (1977). *Jevoljucionnaja ideja v biologii*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Gall Ja.M. (1988). Darwinizm i zarozhdenie teorii estestvennogo otbora. *Darvinizm: istorija i sovremennost'*, 16–27. (In Russ.)
- Ginecinskij A.G. (1961). *Ob jevoljucii funkcij i funkcional'noj jevoljucii*. Moscow, Leningrad. (In Russ.)
- Jablokov A.V., Levchenko V.F., Kerzhencev A.S. (2018). *Očerki biosferologii*. St. Petersburg: Svojo izdatel'stvo. (In Russ.)
- Kreps E.M. (1988). Ob jevoljucionnoj fiziologii. *Jevoljucionnaja fiziologija*, 1, 3–11. (In Russ.)
- Levchenko V.F. (1988). Fiziko-jekologičeskaja model' jevoljucii biosfery. *V.I. Vernadskij i sovremennaja nauka*, 28–30. (In Russ.)
- Levchenko V.F. (1990). Jevoljucionnaja jekologija i jevoljucionnaja fiziologija – čto obshhego? *Zhurn. jevol. biohim. i fiziol.*, 4, 455–461. (In Russ.)
- Levchenko V.F. (1993). Gipoteza jembriofery kak paradigma, ob'edinjajushhaja različnye razdely biologii. *Izvestija RAN, ser. biol.*, 2, 317–320. (In Russ.)
- Levchenko V.F. (1993). *Modeli v teorii biologičeskoj jevoljucii (monografija)*. St. Petersburg: Nauka. (In Russ.)
- Levchenko V.F. (2002). Evolution and Origin of the Life: Some General Approaches. *Astrobiology in Russia (Proceedings of International Astrobiology Conference, Russian Astrobiology Center, NASA)*, 7–21.
- Levchenko V.F. (2002). Kak klassificirovat' jevoljucionirujuščie ob'ekty? In: *Sb. tezisov vserossijskoj konferencii «Mezhdisciplinarnost' v nauke i obrazovanii»*. St. Petersburg. (In Russ.)
- Levchenko V.F., Kazansky A.B., Sabirov V.F., & Semenova E.M. (2012). Early Biosphere: Origin and Evolution. *The Biosphere, InTech Open Access publisher (UNESCO)*, 3–32.
- Levchenko V.F., Starobogatov Ja.I. (1986). Dva aspekta jevoljucii zhizni: fizičeskij i biologičeskij. *Fizika: problemy, istorija, ljudi*, 102–142. (In Russ.)
- Levchenko V.F., Starobogatov Ja.I. (1990). Sukcessionnye izmenenija i jevoljucija jekosistem (nekotorye voprosy jevoljucionnoj jekologii). *Zhurn. obshh. biologii*, 51(5), 619–631. (In Russ.)
- Levchenko V.F., Starobogatov Ja.I. (1996). Jevoljucija biosfery kak sledstvie jevoljucii vselejnoj. *Problemy izučeniya biosfery (tezis dokladov Vserossijskoj nauchnoj konferencii. Saratov, 3–4 december 1996)*, 11–12. (In Russ.)
- Ljubarskij G. Ju. (1996). *Arhetip, stil' i rang v biologičeskoj sistematike*. KMK Scientific Press. (In Russ.)
- Ljubavin A.S., Maltseva A.P. (2019). A comparative analysis of the approaches of I.T. Frolov and A.A. Lyubishchev to the solution of the organic purposiveness problem (Based on works of 1940–1950 s). *Filosofija nauki*, 4(83), 169–186. (In Russ.)
- Ljubishhev A.A. (1982). *Problemy formy, sistematiki i jevoljucii organizmov*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Mostepanenko M.V. (1969). *Filosofija i fizičeskaja teorija*. Leningrad. (In Russ.)
- Natochin Ju.V. (1987). Funkcional'naja jevoljucija: istoki i problemy. *Zhurn. jevol. biohim. i fiziol.*, 23(3), 372–389. (In Russ.)
- Natochin Ju.V. (1988). Nekotorye principy jevoljucii funkcij na kletochnom, organnom i organizmennom urovnjah (na primere pochki i vodnosolevogo gomeostaza). *Zhurn. obshh. biologii*, 49(3), 291–303. (In Russ.)
- Orbeli L.A. (1979). Osnovnye zadachi i metody jevoljucionnoj fiziologii. *Jevoljucionnaja fiziologija*, 1, 12–23. (In Russ.)
- Raff, R.A., Kaufman, T.C. (1980). *Embryos, genes, and evolution*. Moscow: Mir. (In Russ.)

- Ranea J.A. G. et al. (2005). Microeconomic principles explain an optimal genome size in bacteria. *Trends in Genetics*, 21(1), 21–25.
- Razvitie jevoljucionnoj teorii v SSSR*. (1983). Leningrad: Nauka. (In Russ.)
- Rejmers N.F. (1980). *Azbuka prirody. Mikroenciklopedija*. Moscow: Znaniye. (In Russ.)
- Sarkar S. (2014). Woese on the received view of evolution. *RNA biology*, 11(3), 220–224.
- Savost'janov G.A. (1977). O nekotoryh jelementarnyh aktah i zakonah biologicheskogo razvitija. Jelementy strukturnoj biologii. *Zhurn. obshhej biologii*, 38(2), 167–181. (In Russ.)
- Savost'janov G.A. (1991). Teorija kletocnyh mozaik. *Arhiv anatomii, gistologii i jembriologii*, 100(6), 3–20. (In Russ.)
- Savost'janov G.A. (2020). *Strukturnye osnovy biologii razvitija i trehmernoj gistologii. Novyj podhod k izucheniju kancerogeneza*. St. Petersburg: Lema. (In Russ.)
- Severtsov A.S. (1990). *Napravlennost' jevoljucii*. Moscow: Moscow University PH. (In Russ.)
- Severtsov A.S. (2012). Severtsov A.N. i zakonomernosti makrojevoljucii. In: *Sozdateli sovremenogo jevoljucionnogo sinteza (p. 101)*. Je. I. Kolchinskij (Ed.). St. Petersburg: Nestor-Istorija. (In Russ.)
- Sommer, R.J. (2009). The future of evo-devo: model systems and evolutionary theory. *Nature Reviews Genetics*, 10(6), 416–422.
- Spirov A.V., Levchenko V.F., Sabirov M.A. (2021). Concepts of canalization and genetic assimilation in developmental biology: Current approaches and studies. *Zh. jevol. biohim. i fiziol.*, 57(1), 3–16. (In Russ.)
- Starobogatov Ja. I. (1980). O sootnoshenii stacionarnogo i jevoljucionnogo aspektov v izuchenii zhivogo. *Mikro- i makrojevoljucija*, 42–45. (In Russ.)
- Starobogatov Ja. I. (1985). Problema vidoobrazovanija. *Itogi nauki i tehniki. Obshhaja geologija*, 20, 1–94. (In Russ.)
- Waddington C.H. (1970). *The Basic Ideas of Biology. Towards a Theoretical Biology, Vol. 1, Prolegomena*. Mir. (In Russ.)
- Zavadskij K.M., Kolchinskij Je. I. (1977). *Jevoljucija jevoljucii*. Leningrad: Nauka. (In Russ.)
- Zavarzin, G.A. (2003). *Lekcii po prirodovedcheskoj mikrobiologii*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Zherihin V.V. (2003). *Izbrannye trudy po paleojekologii i filocenogenetike*. Moscow: KMK. (In Russ.)

---

# НАПРАВЛЕНИЯ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.06

А.В. Спиров<sup>1</sup>

## **Иммунные вычисления в компьютерных науках и модели иммунной памяти высших организмов: перспективы взаимного методологического обогащения**

*Аннотация.* Идеи и теоретические разработки из иммунологии вдохновили несколько десятилетий назад специалистов по прикладной математике / компьютерным наукам на разработку новой области, получившей название иммунных вычислений или искусственных иммунных систем. Вдохновляющим мотивом было ожидание того, что те подходы, которые использует природа, могут оказаться эффективными для решения прикладных задач в компьютерных науках. Иммунные системы позвоночных (включая млекопитающих и человека) решают задачи производства антител, специфических для практически любого химического агента, как и сохранения этих специфических антител в иммунной памяти. Специалисты в компьютерных науках впечатлены такими характеристиками природной иммунной системы, как ее адаптивная природа и распределенный характер. Вызревание антител понимается специалистами в прикладной математике как наборы алгоритмов для решения широкого круга задач оптимизации, причем эти наборы алгоритмов не были известны в компьютерных науках. В частности, процессы вызревания антител, как их объясняет клонально-селективная теория иммунитета, основаны на принципах дарвиновского селекционизма. В этом обзоре мы сначала рассматриваем какие идеи из медицинской биологии иммунитета были заимствованы в иммунные вычисления и какие ключевые обобщения были в итоге достигнуты в этой области. Далее мы обрисовем те новые идеи из современной иммунологии, которые имеют перспективы переноса как алгоритмы в область иммунных вычислений. Затем мы обсудим такой значимый методологический вопрос – насколько достижения в области иммунных вычислений могут оказаться полезными для биологии и медицины иммунитета. Иначе говоря, речь идет об обратном трансфере идей из иммунных вычислений в теорию биологического иммунитета.

*Ключевые слова:* иммунные алгоритмы; искусственные иммунные системы; клонально-селективная теория; дарвиновский селекционизм; системная иммунология; междисциплинарность; трансфер идей.

*Для цитирования:* Спиров А. Иммунные вычисления в компьютерных науках и модели иммунной памяти высших организмов: перспективы взаимного методологического обогащения // МЕТОД : московский ежеквартальник трудов из обществоведческих дисциплин

---

<sup>1</sup> Спиров Александр Владимирович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, e-mail: sspirov@yandex.ru

## **1. Введение. Механизмы иммунитета и иммунные вычисления**

Идеи и модели того, как функционирует иммунитет животных, прежде всего, приобретенный иммунитет позвоночных, вдохновили в свое время специалистов в области компьютерных наук на разработку нового раздела прикладной математики – иммунных вычислений. Общие вдохновляющие соображения заключались в том, что формирование приобретенного иммунитета практически к любому чужеродному агенту трактуемо с позиций математики как оптимизационная задача. Оптимизируется в данном случае способность антитела узнавать и специфически связываться с высоким сродством к данному чужеродному агенту.

Современная область иммунных вычислений в прикладной математике, известная также как область искусственных иммунных систем (ИИС) компьютерных наук, преимущественно была вдохновлена тремя крупнейшими теоретическими обобщениями современной иммунологии, как и некоторыми ее более локальными аспектами. ИИС были вдохновлены клонально-селективной теорией иммунитета, теорией идиотипической сети и теорией опасности. Помимо этого, как новые эвристические алгоритмы были имплементированы принципы негативного отбора Т-клеток в тимусе и результаты исследований функционирования дендритных клеток иммунной системы. Именно имплементация ключевых положений клонального селекционизма в область клональных алгоритмов отбора являет собой впечатляющий пример трансфера идей селекционизма из иммунологии в иммунные (и более широко, в эволюционные) вычисления прикладной математики и компьютерных наук. Но и трансфер идей из теории идиотипической сети, как и принципов негативного отбора имеет явное отношение к принципам селекционизма.

Широчайшая известность дарвинизма по понятным причинам несколько отодвигает в тень те области современной биологии, где систематически, масштабно и в деталях исследуются механизмы эволюции биологических макромолекул и регуляторных ансамблей клетки на основе этих биомолекул. К этим областям относятся клонально-селективные модели адаптивного иммунитета, как и некоторые другие существенные процессы клональной селекции в организме. Именно в этих областях дарвиновская эволюция макромолекул исследуется экспериментально, тогда как эволюция видов и более высоких таксонов страдает от существенной, пусть и понятной ограниченности экспериментальной составляющей научных исследований. Поэтому заимствование конкретных идей из этих экспериментальных областей представляет особый интерес и обещает высокую перспективность.

Именно эта общая концепция адаптивного иммунитета (вызревания антител и формирования иммунной памяти) у позвоночных и вдохновила специалистов по алгоритмам в компьютерных науках на разработку ряда подходов, объединенных в область иммунных вычислений. Общая цель такого заимствования идей заключалась в высоких ожиданиях того, что принципы решения оптимизационных задач организмом могут оказаться достаточно мощными и достаточно универсальными, чтобы их можно было использовать в прикладных подходах к оптимизации самых различных задач в прикладной математике. С одной стороны, иммунные вычисления соседствуют с обширнейшей областью эволюционных вычислений компьютерных наук. В этой области весьма многообразно используются дарвиновские наследственность, изменчивость и отбор.

С другой стороны, в современной системной биологии в конкретных областях изучения приобретенного иммунитета позвоночных (включая млекопитающих и человека) также требуются не только новые экспериментальные данные, но и их компьютерный анализ, как и их математическое и компьютерное моделирование. В этой статье мы сосредоточимся на вопросе о том, что может дать область иммунных вычислений системной биологии иммунитета? Почти четыре десятилетия тому назад идеи из иммунологии были использованы для формирования области иммунных вычислений. Каковы же перспективы обратного переноса идей и подходов из иммунных вычислений обратно в биологию?

### **1.1. Живые организмы используют эволюционные вычисления**

Наши знания о механизмах макроэволюции крайне ограничены, но вот реализации эволюционных вычислений (ЭВ) в индивидуальном развитии организма (онтогенезе) мы имеем возможность изучать. Можно утверждать, что вершина реализации ЭВ на базе биологических молекул – это приобретенный иммунитет позвоночных, но эволюция развивала эту тему неоднократно за всю историю жизни.

Мы по преимуществу можем лишь догадываться каковы молекулярно-генетические механизмы эволюции жизни на земле. Особенно если мы обсуждаем масштабные относительно ранние этапы органической эволюции. Наоборот, основанные на принципах (обобщенного) селекционизма процессы и механизмы повышения молекулярно-генетического разнообразия в сопряжении с селекцией требуемых новых молекул используются ныне живущими организмами повсеместно и ежечасно. И это одна из основных характеристик живых организмов на всех уровнях развития живого.

Этот материал по эволюционному поиску ныне живущих организмов обширен и поддается экспериментальному изучению, поэтому представляет неоценимый источник сведений о путях и способах эволюции биомолекул.

### 1.1.1. Процессы вызревания антител у млекопитающих

В этом подразделе мы приведем по возможности краткое описание ключевых для функционирования иммунной памяти позвоночных деталей. Его можно использовать и как справочный материал при прочтении остальных разделов. Интересующие нас процессы происходят преимущественно в лимфатических узлах, как показано на рисунке 1.

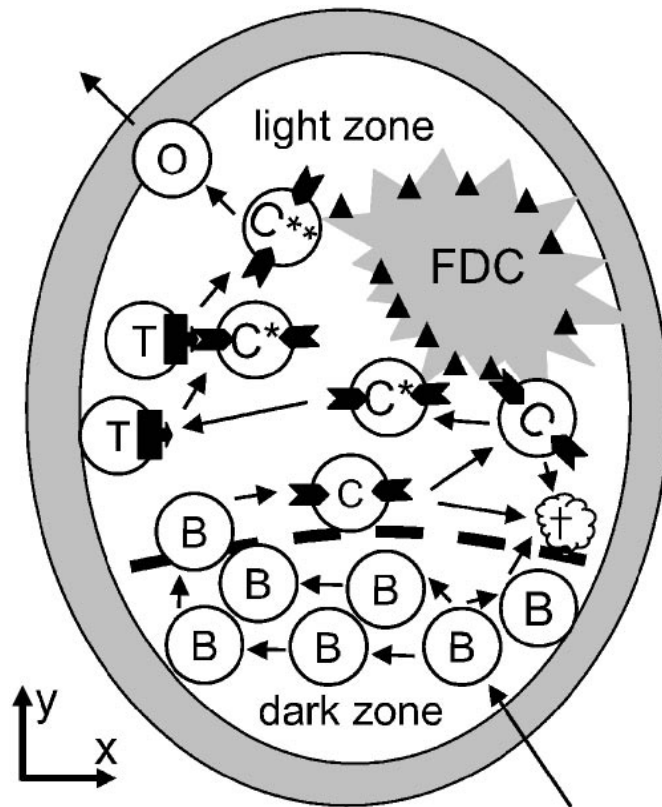


Рисунок 1.  
Схематическое изображение реакции герминального центра  
через несколько дней после инициации

Темная зона содержит центробласты (В), которые пролиферируют и дифференцируются в центроциты (С). Центроциты могут подвергаться апоптозу (†) или связываться своей поверхностью с антителами к антигенам (треугольники), расположенными на фолликулярных дендритных клетках (ФДК) в светлой зоне. Активированные центроциты (С\*) могут связываться с Т-клетками (Т) для получения второго сигнала выживания. Эти центроциты (С\*\*) затем могут дифференцироваться в выходные клетки (О). См. текст для деталей.



Известно, что в исходной иммунной памяти организма (сформированной в ходе эмбрионального развития) изначально закодировано огромное многообразие антител. При появлении в кровотоке чужеродного агента организм (его иммунная память) довольно быстро начинает вырабатывать новые антитела, высокоспецифичные для этого агента. Это то, что называется формированием иммунного ответа. Биологи аргументированно полагают, что это происходит таким путем. Сначала организм, его иммунная система находит в пуле исходных антител те, которые имеют хоть какое-то сродство с данным агентом, т.е. способны с ним связываться. (Точнее, находятся клетки, В-клетки, В-лимфоциты иммунной системы, продуцирующие эти конкретные антитела.) Далее, эти В-клетки, содержащие ген этого антитела, побуждаются к размножению. При этом критически важно то, что соответствующий ген этого антитела при каждом делении (удвоении) В-клетки подвергаются специфическим процессам мутирования (то, что называется соматическим мутированием). Те дочерние В-клетки, мутантные антитела которых имеют большее сродство к антигену-мишени продолжают делиться и мутировать, тогда как неудачные дочерние клетки элиминируются. Специфика этого процесса такова, что за несколько циклов деления исходной В-клетки ее дочерние клетки производят антитела все более специфические к данному агенту, пока цель иммунного ответа не будет достигнута.

В этом конкретном механизме формирования иммунного ответа (он называется в иммунологии процессом вызревания антител) функционируют общие принципы селекционизма: ген антитела мутирует, лучшие, чем исходные версии отбираются и наследуются. То есть мы видим классическую триаду Дарвинизма: наследственность, изменчивость и отбор. Но в случае иммунной памяти изменчивость имеет форму высокоспецифичного соматического мутагенеза. Тогда как отбор тоже весьма специфичен: «выживают» только те дочерние В-клетки, которые производят антитела не хуже, чем их материнская клетка. Так что для действия такого, весьма специфического механизма отбора, не образуется слишком большой популяции лимфоцитов.

## **2. Трансфер идей из иммунологии в иммунные вычисления.**

### **Многообразие иммунных вычислений (искусственные иммунные системы)**

Область иммунных вычислений начала формироваться с середины 1980-х годов [Dasgupta, 1999]. Следует отметить труды такого известного специалиста в области эволюционных вычислений как Стефани Форрест. В 1994 г. она разработала алгоритм отрицательного (негативного) отбора [Self-nonsel, 1994]. В 2000 г. Форрест с соавторами опубликовали статью «Архитектура искусственной иммунной системы» [Hofmeyr, Forrest, 2000],

где описана утилита LISYS для обнаружения вторжений, которая защищает локальную сеть от хакерских атак. Эта утилита генерирует много «цифровых» антител-детекторов. Они находят пакеты с подозрительными данными. Более того, LISYS способна самообучаться.

В современной прикладной математике / компьютерных науках искусственную иммунную систему (ИИС) определяют как адаптивную вычислительную систему, использующую модели, принципы, механизмы и функции, описанные в теоретической иммунологии, которые применяются для решения прикладных задач [de Castro, Von Zuben, 2002].

Механизмы адаптивной иммунной системы позвоночных (включая млекопитающих и человека) чрезвычайно сложны и полного понимания не достигнуто и по сей день, несмотря на обширнейшие исследования в этой области медико-биологии. Несколько концепций из области теории иммунитета позвоночных были заимствованы разработчиками алгоритмов для создания ИИС. А именно, это теория клональной селекции, теория негативного отбора и теория иммунной сети. Ниже мы рассмотрим их подробнее.

## 2.1. Клональный алгоритм отбора

Этот подход в иммунных вычислениях в целом вдохновлен знаменитой клонально-селективной теорией иммунолога Фрэнка Бёрнета, сформулированной еще в 1957 г. (см. обзор: [Reflections ..., 2007]).

Клональные алгоритмы отбора основаны на дарвиновских положениях теории клонального селекционизма, согласно которым отбор обусловлен сродством взаимодействий антиген-антитело, размножение понимается как деление В-клеток, а изменчивость – соматическая гипермутация генов антител В-клеток [de Castro, Von Zuben, 2002]. Необходимые для понимания биологические детали приведены нами выше. Алгоритмы клональной селекции чаще всего применяются к областям оптимизации и распознавания образов, некоторые из которых напоминают параллельные версии восхождения к вершине, как и генетические алгоритмы без оператора рекомбинации.

### 2.1.1. Механизмы созревания антител как эвристический алгоритм эволюционных вычислений

*Сопоставление процессов эволюционного поиска при созревании антител у позвоночных и иммунных вычислений компьютерных наук.* Как отмечалось выше, механизмы созревания антител использованы как вдохновляющие примеры для целого набора иммунных алгоритмов в области компьютерных наук. Мы здесь уделим основное внимание тем из них (включая наши оригинальные разработки), которые, по нашему мнению, наиболее близки к реалиям функционирования иммунной памяти.

### **В-клеточный алгоритм Келси-Тиммиса (B-cell algorithm, BSA).**

Иммунный В-клеточный алгоритм (B-cell algorithm), предложенный [Kelsey, Timmis, 2003], является одним из семейства алгоритмов клональной селекции и был вдохновлен принципом клональной селекции из иммунологии [Burnet, 2010]. Этот алгоритм использует уникальный оператор мутирования, названный авторами алгоритмом смежной соматической гипермутации (contiguous somatic hypermutation, CSH).

В-клеточный алгоритм поддерживает популяцию решений проблемы в виде бинарных последовательностей (что типично для генетических алгоритмов, например) и эти последовательности подвергаются процедурам клонирования и мутаций. Текущую популяцию (как принято в ЭВ) называют родительской, а популяцию, полученную из родительских особей после процедур мутации (как и других процедур, специфичных для BSA, называют дочерней. Алгоритм BSA основан на принципе элитизма (часто используемом в эволюционных вычислениях). Версия схемы элитизма, используемая в BSA, обеспечивает перенос в дочернюю популяцию только тех особей, которые лучше родителей. Оператор мутаций CSH выбирает случайным образом участок бинарной последовательности особи и подвергает его изменениям, согласно предложенной авторами вероятностной процедуры. А именно, все символы в выбранном блоке одновременно мутируют. Авторы рассматривают эти процедуры мутаций как аналог горячих точек мутагенеза в иммунологии, хотя это и не точная копия соответствующего биологического процесса. Тестирование алгоритма BSA на известных в ЭВ тестовых проблемах показало, что этот алгоритм может быть эффективнее стандартных алгоритмов ЭВ, по крайней мере для тестов с малыми популяциями [Kelsey, Timmis, Hone, 2003]. Дальнейшие исследования показали эффективность таких алгоритмов клональной селекции для ряда тестовых проблем, как и проблем реальной жизни [Theoy ..., 2010; Jansen, Zarges, 2011; Xia, Tang, Peng, 2018].

Алгоритм BSA, весьма близок к реалиям функционирования иммунной памяти в сравнении с другими представителями этого семейства алгоритмов. Однако даже он упускает некоторые критические, по нашему мнению, характеристики процессов вызревания антител.

### **2.1.2. Клональные алгоритмы и алгоритмы восхождения к вершине**

#### **Понятие ниши в биологии и в эволюционных вычислениях.**

В различных оптимизационных задачах ЭВ часто приходится иметь дело с функциями, имеющими несколько оптимальных решений. Рутинные подходы в таких случаях находят только один (желательно глобальный) оптимум, но если имеется несколько оптимумов с одним и тем же значением, то они отыскивают только один из них. В некоторых задачах реальной жизни

бывает важно найти не только глобальный оптимум, но и локальные оптимумы. Концепция реализации в ЭВ подхода, основанного на известных из биологии понятиях ниш, позволяет находить большую часть оптимумов.

Как оказалось, иммунные алгоритмы, такие как В-клеточный алгоритм, демонстрируют «нишевые» свойства (niching) [de Castro, Von Zuben, 2002]. Это свойство сформулировано и исследовано в популяционной генетике и популяционной экологии и имеет свои аналогии в ЭВ. Под нишей биологи понимают место, занимаемое данной популяцией в сообществе со всеми связями с другими популяциями и требованиями к факторам среды. (Это определение не слишком строгое и мы его приводим для дальнейших обсуждений с позиций ЭВ.) Так вот, в первом приближении, по крайней мере для компьютерщиков, ниша – это локальный экстремум.

Иммунные алгоритмы, вдохновленные функционированием В-клеток, продемонстрировали, что В-клетки в процессах вызревания антител «эволюционируют» независимо (автономно или почти автономно) и это напоминает поиск ниш в популяционной генетике и экологии. Именно это приводит к заключениям о способности размножающихся В-клеток при созревании антител искать нишу.

**Процессы вызревания антител и алгоритмы восхождения.** Как обсуждалось в подразделе «1.1. Процессы вызревания антител у млекопитающих», вызревание каждого конкретного антитела прослеживается по цепочке дочерних В-клеток, берущих начало от единственной с подходящим для дальнейшей селекции антителом. При каждом удвоении дочерние клетки с антителами хуже, чем у их материнской клетки, элиминируются (убиваются) специальными механизмами в лимфоузле. В итоге, ретроспективно мы можем представить себе процесс как цепочки дочерних клеток от исходной родоначальницы. При этом, по крайней мере теоретически, цепочки могли бы ветвиться, если обе дочерние клетки на этом уровне деления оказались успешны. Из аналогичных общих соображений можно было бы ожидать, что некоторые ответвления в итоге оказались неуспешными на каком-то уровне и прервались. Насколько мы в курсе, такая схема отбора не используется в ЭВ. Но ближайшая весьма популярная и хорошо изученная схема эволюционного поиска – это алгоритмы восхождения к вершине.

В своем обзоре Браунли [Brownlee, 2007] проводит аналогии между свойствами иммунных алгоритмов, вдохновленных В-клетками, и некоторыми развитиями алгоритмов восхождения и близкими к ним. Это, например, параллельные версии алгоритмов восхождения или, например, «жадные» стохастические алгоритмы восхождения.

С позиций кросс-дисциплинарного обмена идеями и подходами наиболее примечательно, на наш взгляд, обсуждаемое впечатляющее сходство принципов созревания антител в В-клетках и принципов эволюционного поиска параллельных версий алгоритмов восхождения (см.: [Brownlee, 2007]). Мы убеждены, что этот аспект следует исследовать в

деталей ввиду его перспектив для развития и иммунных вычислений и моделирования процессов в иммунной памяти.

## **2.2. Негативный алгоритм отбора**

Этот алгоритм основан на положительных и отрицательных процессах отбора, которые происходят во время созревания Т-клеток в тимусе. Отрицательный отбор относится к идентификации и элиминации (апоптозу) тех Т-клеток, которые могут специфично выбирать собственные ткани и атаковать их. Иначе говоря, такой алгоритм умеет генерировать «цифровые» антитела, когда система работает нормально и аномалий еще нет. Система может заранее подготовиться к будущему атакам или вторжениям. Здесь основная идея – случайным образом создавать антитела и уничтожать те, которые считают нормальную работу системы аномалией. В итоге остаются только те антитела, которые реагируют на битовые строки за пределами нормы.

Этот класс алгоритмов обычно используется для областей задач классификации и распознавания образов. Например, в случае задач обнаружения аномалий алгоритм подготавливает набор типовых детекторов паттернов, обученных на нормальных (неаномальных) образцах, которые соответственно способны обнаруживать аномальные паттерны [Self-nonsel... , 1994].

## **2.3. Иммунный сетевой алгоритм**

Иммунные сетевые алгоритмы представляют собой алгоритмы, вдохновленные теорией идиотипической сети (idiotypic network theory), предложенной известным иммунологом Нильсом Кайем Йерном (Niels Kaj Jerne) еще в начале 70-х годов прошлого века [Civello, 2012]. Теория Йерна предлагает описание иммунной системы как функциональной сети из лимфоцитов и антител. Она описывает регуляцию иммунной системы антиидиотипическими антителами (антитела, которые выбирают другие антитела). Формирование идиотипической сети начинается с того, что вначале антиген распознается В-клетками, которые формируют антитела Ab1. В свою очередь антитела Ab1 распознаются своими «анти-идиотипными» В-клетками, формируя новые антитела Ab2. Таким же образом могут сформироваться антитела Ab3, которые распознают Ab2 и т.д.

Иммунные сетевые алгоритмы используют структуру сетевого графа, где узлы – это продуцируемые антитела, а в ходе алгоритма обучения расстояние между ними растет или сокращается в зависимости от степени их условной «близости» [Timmis, Neal, Hunt, 2000]. Такая структура метода позволяет использовать его для решения задач кластеризации, визуализации данных и даже для разработки искусственных нейронных сетей. Эти алгоритмы похожи на нейросети, где антитела расположены вместо обычных узлов.

Отметим, что теория Йерна была сформулирована во многом как альтернатива клонально-селективной теории Бёрнета и ныне имеет преимущественно исторический интерес [Civello, 2012]. Примечательно, что эти идеи Йерна оказались вполне плодотворными в области иммунных вычислений [Theoretical..., 2008].

#### 2.4. Дендритный алгоритм

Дендритный алгоритм (или алгоритм дендритных клеток, dendritic cell algorithm) основан на абстрактной модели дендритных клеток (ДК) – одного из видов иммунокомпетентных клеток.

Дендритные клетки – это гетерогенная популяция антиген-презентирующих клеток костномозгового происхождения. Основной функцией дендритных клеток является презентация антигенов Т-клеткам. Дендритные клетки также выполняют важные иммунорегуляторные функции, такие как контроль над дифференцировкой Т-лимфоцитов, регуляция активации и супрессии иммунного ответа.

Дендритные алгоритмы реализуются посредством моделирования различных аспектов функции дендритных клеток, от молекулярных сетей, присутствующих внутри клетки, до поведения популяцией клеток в целом. Дендритный алгоритм является примером алгоритма, разработанного с использованием многомасштабного подхода (multi-scale approach) [Greensmith, Aickelin, 2009].

#### 2.5. Теория опасности

В последние пару десятилетий была исследована в применении к искусственным иммунным сетям теория опасности (danger theory). Эта теория предложена французским иммунологом Полли Матцингер в середине 90-х годов прошлого века [Matzinger, 1994; Matzinger, 2002; Aickelin, Cayzer, 2002]. Долгое время в иммунологии господствовала модель процесса генерации ответа, основанная на подходе «свой–чужой». Согласно ей, иммунная система воздействует на объекты, которые не являются частью организма. Этот подход предполагал, что в основе классификации лежит аксиоматическое утверждение об отличии всех чужих клеток от клеток организма по структуре, форме и содержанию. Но есть ряд случаев, когда эта модель оказывается неверной, в частности при аутоиммунных заболеваниях, когда иммунная система атакует собственные клетки. В итоге была разработана модель, предполагающая, что активация иммунной системы происходит в зависимости от того, существует опасность или нет. Теория опасности не отрицает существования разграничения на «свой–чужой», а скорее определяет, что существуют другие факторы, приводящие к инициированию иммунного ответа.

Теория опасности позволяет разграничивать различные эффекты воздействия в зависимости от текущих условий среды. Одну из возможностей применения такого эффекта можно использовать в системах адаптивного контроля. При интеллектуальной обработке данных адаптация теории опасности к существующим методам может показывать высокую эффективность, как, например, в: [Iqbal, Maarof, 2005].

### **3. Об обратном трансфере подходов из иммунных вычислений в иммунологию**

Теоретическую иммунологию можно определить как область применения математического моделирования к различным аспектам иммунологии (например, как представлено в монографии: [Flower, Timmis, 2007]). Можно выделить по крайней мере три больших теоретических раздела: теоретическая иммунология, иммуноинформатика и искусственные иммунные системы. Эти три различные дисциплины все более взаимодействуют и обогащают одна другую, так что их во взаимодействии можно трактовать как иммунологию *in silico*: [Flower, Timmis, 2007].

Вместе с тем нельзя не признать ту существенную проблему, что подходы иммунных вычислений трактуются рядом специалистов как сверхупрощения реальных процессов в организме. Подразумевается при этом, что моделируемые явления в такой степени упрощаются и абстрагируются, что теряется связь с проблематикой собственно иммунологии. Это утверждение не бесспорно, но конечно требуются аргументированные возражения и новые исследования.

С другой стороны, область математического и компьютерного моделирования в иммунологии демонстрирует устойчивое развитие в рамках системной иммунологии, когда моделирование сопряжено с экспериментальными исследованиями и анализом результатов этих экспериментов (см, например, обзоры: [Folcik, An, Orosz, 2007; Characterizing..., 2008; Computational..., 2010; A review..., 2014; A Beginners..., 2016; Chakraborty, 2017]).

Из целого спектра подходов к моделированию в иммунологии ближе всего к эволюционным и иммунным вычислениям модели на основе агентного моделирования и / или клеточных автоматов. В этих подходах явно задаются популяции клеток иммунной системы, могут быть явно определены мутации генов антител и воспроизводятся процессы отбора.

#### **3.1. Модели иммунной памяти, близкие к техникам эволюционных вычислений**

В серии работ коллектива авторов, выполненных в нулевые годы, подход к моделированию, восходящий к техникам иммунных и эволюционных вычис-

лений, был развит для анализа моделей иммунной памяти в сравнении с доступными экспериментальными данными [Robbins, Garrett, 2005; Garrett, Robbins, 2006; Modelling ..., 2007; Modelling ..., 2010]. Так что в этих сериях достаточно простых моделей авторы используют уровень детализации, типичный для ИИС, но ставят при этом биологические задачи для исследования. Типично популяции «элементов реактивной иммунной системы» («reactive immune system elements», RISEs) способных развивать сродство к вводимым в системы «чужеродным» агентам, подвергаются отбору при различных условиях с конечной целью сформировать подобие иммунной памяти. Авторы выполнили ряд серий численных экспериментов, начиная от стандартной реализации принципов клональной селекции Бёрнета и до более сложных схем взаимодействий элементов между собой (например, взаимодействия между антителами). Это позволило сопоставить прогнозы таких численных экспериментов с выводами из современных гипотез в иммунологии.

В результате этого исследовательского проекта была предложена разработка Sentinel [Modelling ..., 2007; Modelling ..., 2010]. Sentinel – это платформа моделирования сложных систем средствами агентного моделирования для исследований в области иммунологии и ИИС. Sentinel может моделировать несколько миллионов клеток, сотни миллионов антител и их взаимодействие на типичном настольном компьютере высокого класса. Смоделированная средствами Sentinel теория поликлональной активации дала интересные результаты, сходные с результатами, полученными с помощью теории остаточного антигена [Modelling..., 2007; Modelling ..., 2010]. По-видимому, это соответствует естественным ожиданиям, что постоянные атаки антигена приводят к укреплению иммунитета. Авторы продемонстрировали эффект поликлональной памяти, который качественно подобен экспериментальным наблюдениям.

К этому подразделу также примыкают, например, более частные исследования Лии и Перельсона [Lee, Perelson, 2007], где используемые методы, по сути, основаны на эволюционных алгоритмах. Здесь в рамках общих подходов эволюционных вычислений рассматривались численные модели рецепторов В- и Т-клеток, результаты их мутаций и перспективы использования подхода для анализа экспериментальных данных иммунологии.

### **3.2. Исследование иммунной памяти средствами агентного моделирования / клеточных автоматов**

Развитие моделей иммунной памяти, основанных на популяциях специализированных клеток иммунной системы прослеживается достаточно глубоко во времени. Так Майер-Херманн впервые смоделировал развитие светлых и темных зон в герминальном центре (ГЦ) с помощью стохастически-пространственной модели [Meyer-Hermann, 2002]. Автор использовал агентное моделирование для имитации моноклональной экспансии и роста



светлых и темных областей в ГЦ после стимуляции антигеном. Модель также предсказала временной ход созревания аффинности В-клеточных антител. Эта модель воспроизводит в явном виде развитие клонов, гипермутацию генов антител, как и стадии селекции клонов. Дальнейшее развитие этого подхода Мейера-Хермана сведено в обзоре: [How to Simulate..., 2017].

Далее показательны здесь работы по развитию моделей иммунитета на базе клеточных автоматов Селады с соавторами [Celada, Seiden, 1996; Castiglione, Celada, 2015; Castiglione, Ghersi, Celada, 2019]. Они способны к воспроизведению процессов и механизмов клонально-селективной теории с рядом биологически значимых деталей. Так, модель C-IMMSIM включает в себя несколько рабочих предположений или теорий, большинство из которых рассматриваются как установленные механизмы иммунитета, в том числе: теория клональной селекции Бёрнета; теория клональной делеции (т.е. образование Т-лимфоцитов в тимусе негативным и позитивным отбором); гипермутация антител; теория опасности; теория идиотипических сетей и еще нескольких [Castiglione, Ghersi, Celada, 2019]. Вариации этой базовой модели использовались для моделирования различных явлений, начиная от вирусной инфекции (например, вируса иммунодефицита человека или вируса Эпштейна-Барр) до иммунопрофилактики рака.

По нашему мнению, эти работы по C-IMMSIM и Sentinel концептуально наиболее близки к теме обратного трансфера идей и подходов из компьютерных наук в иммунологию, и мы ожидаем дальнейшего прогресса в этой междисциплинарной области.

### **3.3. Моделирование (негативного) отбора тимоцитов**

Раздел компьютерного моделирования процессов негативной и позитивной селекции тимоцитов (в тимусе) включает немалое число публикаций (например, обзоры: [Yates, 2014; Modeling ..., 2021]). Мы обсудим только подходы средствами агентного моделирования / клеточных автоматов. Так, Соуза-э Силва и др. [A cellular ..., 2009] смоделировали перемещение нескольких критически важных популяций тимоцитов и их взаимодействие с эпителиальными клетками тимуса и градиентами хемокинов, используя 2 D-модель. Параметры модели были выбраны так, чтобы согласоваться с опубликованными данными о репопуляции тимуса после сублетального облучения. Результаты моделирования продемонстрировали соответствие с некоторыми существенными экспериментальными наблюдениями.

Эфрони с соавторами [Efroni, Harel, Cohen, 2007] также использовали подход, основанный на агентном моделировании, и выявили ранее не идентифицированную роль конкуренции тимоцитов за презентацию главного комплекса гистосовместимости.

Далее, Гонг с соавторами использовали 3-D агентное моделирование для развития более детальных моделей трафика и активации лимфоцитов [Predicting..., 2013; Gong, Linderman, Kirschner, 2014].

В недавние годы разрабатывались все новые пакеты программ по агентному моделированию иммунной памяти, демонстрируя явный прогресс в этом разделе системной иммунологии (напр.: [Agent-based ..., 2014; A multi-approach..., 2021]).

Моделирование позитивного и негативного отбора тимоцитов относится к более общей теме дискриминации «свой–чужой» в иммунных системах (обсуждается, напр.: [Cohn, 2007]), так что эта проблематика побуждает специалистов к новым конкретным разработкам, как программный продукт MiStImm [Kerepesi, Bakács, Szabados, 2019].

В заключение отметим, что весьма развитая на сегодня область математического и компьютерного моделирования различных аспектов биологического иммунитета практически не взаимодействует с областью иммунных вычислений. Мы не считаем, что эта автономность двух разделов моделирования правильна и полагаем, что надо прилагать усилия для развития процессов обмена идеями, техниками и концепциями между ними.

#### 4. Перспективы обмена идеями между иммунными вычислениями и биологией

Впечатляющие массивы экспериментальных данных в области биологической и медикобиологической иммунологии, нередко приводящие к противоречащим заключениям, приводят к формулированию многих, часто конкурирующих моделей и гипотез. Это разнообразие моделей вполне может использоваться специалистами по эвристическим алгоритмам как образцы для разработки новых алгоритмов, независимо от того, правильными ли в итоге окажутся те или иные гипотезы иммунологов (см.: [Andrews, Timmis, 2007]).

**Системы защиты биологического иммунитета и кибербезопасность.** В недавней публикации [Challenges..., 2021] большой группы экспертов (22 автора) в очередной раз поднимаются масштабные вопросы на тему того, насколько близки системы защиты от внешних угроз в биологии (и медикобиологии) и в области кибербезопасности. Как заключают авторы, независимо от того рассматриваем ли мы биологические системы защиты, возникшие эволюционно, или системы киберзащиты, разрабатываемые людьми, мы наблюдаем впечатляющие параллели между ними. В частности, это касается того, как в этих системах формируются контексты защиты, как выбираются стратегии защиты и как оценивается эффективность защитных действий.

Уместно отметить, что существенное преимущество иммунных систем перед генетическими алгоритмами и искусственными нейронными

сетями – это их способность к обучению и наличие памяти [Чернышев, Григорьев, Венцов, 2014]. Другими словами, иммунные системы выбрали лучшее из существующих биоинспирированных алгоритмов и продолжают активно изучаться и исследоваться в целях применения их к различным областям знаний.

#### **4.1. Что еще могла бы дать иммунная биология иммунным вычислениям?**

Биологическая иммунная память является высокораспределенной, высокоадаптивной, самоорганизующейся по своей природе; она сохраняет память о прошлых столкновениях с чужеродными агентами и способна постоянно фиксировать новые такие столкновения. Искусственные иммунные системы являются примером системы, разработанной на основе современного понимания адаптивного биологического иммунитета.

Под распределенностью здесь понимают то, что у иммунной системы нет координирующих узлов [Искусственные ..., 2015]. Самоорганизация заключается в том, что происходит постоянное расширение геномной библиотеки и адаптация процесса репродукции лимфоцитов в зависимости от внешних факторов. Высокая степень параллелизма здесь в том, что компоненты иммунной системы работают самостоятельно и параллельно друг другу.

Особый интерес представляет область использования ИИС, связанная с информационной безопасностью. Как оказалось, принципы и подходы, которые использует биологический иммунитет, вполне и эффективно могут быть применены и развиты для задач обнаружения инцидентов в области информационной безопасности.

По аналогии с вдохновляющими примерами из иммунологии, в ИИС можно определить «антигены» и «антитела». Антигенами здесь будут сетевые пакеты или системные вызовы, а антитела будут вырабатываться ИИС в качестве реакции на специфические антигены.

Как и в случае биологического иммунитета иммунная память формируется и развивается средствами, сходными с подходами генетических алгоритмов. Принципиальную роль также здесь играют механизмы негативного отбора (помимо позитивного). Все это успешно реализуется в ИИС в сфере информационной безопасности. Более того, в отличие от биологической иммунной памяти, ИИС могут использовать разнообразные (включая гибридные) методы машинного обучения. В связи с этим мы даже можем ожидать, что ИИС станут в итоге более эффективны, чем биологический иммунитет за счет прогресса высокоинтеллектуальных технологий.

Накопленный объем знаний и осознанных принципов функционирования биологического иммунитета позволяет рекомендовать специалистам по эвристическим алгоритмам в компьютерных науках некоторые критиче-

ские характеристики работы иммунной памяти, которыми пренебрегли разработчики иммунных вычислений.

В первую очередь, это существенные детали механизмов отбора В-клеток в реальных лимфатических узлах. Вполне возможно, что ряд ключевых черт функциональной организации этой системы иммунной памяти биологам все еще неясны. Неясны детали того, на основании какой точно информации дочерние В-клетки тестируются на предмет эффективности их (мутантных) антител в сравнении с таковыми родительской В-клетки. Насколько точны эти механизмы сличения? Интуитивно ясно, что они стохастичны, но у нас нет четкой статистики о частотах и уровнях ошибок этих механизмов. При этом, представляется вполне резонным реализовать подобные стохастические схемы в новых версиях иммунных алгоритмов.

Далее, как полагают биологи, требуемые для вызревания антител В-клетки поступают не в единственный лимфоузел, и иммунная память типично способна поставить более одной версии антител с подходящим уровнем начальной аффинности. Следовательно процессы вызревания антител распараллелены и по лимфоузлам, и по линиям В-клеток. Эта характеристика, по нашему мнению, одна из самых важных и ее следует попробовать реализовать в новых иммунных алгоритмах и тщательно исследовать в компьютерных моделях процессов вызревания антител. Такие характеристики процессов вызревания антител весьма напоминают использование понятия ниш в ЭВ (как обсуждалось выше).

#### 4.2. Что еще могли бы дать иммунные вычисления биологии?

Как справедливо отмечали Гарретт с соавторами [Modelling ..., 2007], с методологических позиций следует различать модель и метафору. В этом смысле в ИИС эксплуатируется несколько метафор, таких как методы клональной селекции, методы негативной селекции и сетевые методы, которые предоставляют вычислительные инструменты для практикующего в иммунных вычислениях. Такие метафоры – это не модели. Модели – это попытка создать искусственную систему, которая демонстрирует то же поведение, что и естественная система. Метафоры же просто используют естественную систему в качестве вдохновения для алгоритмического устройства.

Хотя мы здесь вполне согласны с декларацией Гаррета с соавторами, мы бы хотели обратить внимание вот на какой критически важный аспект. Вполне можно ожидать, что успехи самостоятельного развития иммунных вычислений, в свою очередь, приводят к новым идеям в области абстрактного иммунитета, таким что они могут вдохновить (или навести на важную мысль) специалистов в области иммунологии. Именно такой ожидае-

мый обратный трансфер идей из компьютерных наук в медико-биологию интересует нас здесь прежде всего.

Целый ряд сходных аспектов организации и функционирования биологических иммунных систем и искусственных иммунных систем подробно рассмотрены в коллективной монографии «Иммунология in silico» [Flower, Timmis, 2007].

С позиций компьютерного моделирования биологический иммунитет – это многокомпонентная распределенная многоуровневая конструкция, так что охватить ее хотя бы лишь основные и критические аспекты можно только компьютерным моделированием. Умозрительно это сделать вряд ли возможно. Модели развиваются исследователями исходя из накапливаемых экспериментальных данных. Тогда как заключения результатов моделирования верифицируются новыми реальными экспериментами. Это именно то, что понимается под современной системной иммунологией.

В качестве примера можно привести работу Оуенса с соавторами [Modeling..., 2008]. Одной из частей иммунной системы, которая отвечает за формирование иммунного ответа, являются Т-лимфоциты. Т-лимфоциты играют важнейшую роль в ответе адаптивной иммунной системы при столкновениях с пораженными клетками. Ключевой молекулой здесь является Т-рецептор (TCR) Т-клетки. Способность Т-клеток правильно отбирать и отвечать удивительна, учитывая, что TCR случайным образом генерируется, используя соматические мутации, и что интервентные клетки являются лишь частью (от 0,1% до 0,01%) всех анализируемых этими лимфоцитами клеток (см.: [Чернышев, Григорьев, Венцов, 2014]). В работе [Modeling ..., 2008] сделано важное замечание, относящееся к исследованиям ответа Т-лимфоцитов, о том, что классическая теория иммунной системы не дает полного представления о работе этих клеток.

Если же рассматривать модель негативного отбора обособленно и применительно к биологическим иммунным системам, то традиционная модель «свой–чужой» терпит крах при попытке объяснения многих деталей [Чернышев, Григорьев, Венцов, 2014]. Относительно недавно были предложены новые модели функционирования распознавания «свой–чужой». Это модифицированная модель «свой–чужой», модель распознавания своих и теория опасности. Все предложенные модели акцентируются на новом понимании своих клеток. Классическая версия алгоритма «свой–чужой» формирует высокий процент ложных срабатываний, так как для своей работы она использует шаблон инородных клеток. Но в иммунологии существует предположение, что, помимо Т-клеток, имеющих определенный набор распознающих рецепторов, для детекции своих клеток используются еще и антиген-презентующие клетки. Это предположение легло в основу аналогичного алгоритма [Senhua, Dasgupta, 2008] в искусственных иммунных сетях.

Коэн с соавторами рассматривают перспективы применимости концепций поведения «роя» для понимания механизмов функционирования

биологической иммунной памяти [Cohen, Efroni, 2019]. Авторы акцентируют внимание на аспекты коллективного поведения элементов иммунной системы (например, В- и Т-клеток), что можно сопоставить с коллективным поведением косяков рыб, стай птиц и пчелиных ульев наряду с другими коллективными биологическими объектами. Здесь особый интерес представляют вопросы принятия коллективных решений в приложении к иммунной системе. Далее авторы обращают внимание, что развитие и функционирование иммунной системы может быть так же конструктивно сопоставлено с таковыми нервной системы и мозга, в частности. Эти общие аналогии привлекают внимание и мы надеемся на их перспективность.

Исследования численными методами эффективности эвристических алгоритмов, сходных по критическим чертам с процессами вызревания антител демонстрирует их эффективность в задачах оптимизации [Spirov, Myasnikova, 2022 a; Spirov, Myasnikova, 2022 b]). В частности, нам представляются весьма перспективными возможности имплементации таких алгоритмов в системной и синтетической биологии и биотехнологиях.

Конкретно предлагается использовать основные принципы эволюционного поиска в процессах вызревания антител (как они формулируются в развитии иммунных вычислений), как инженерные решения для области эволюции биомолекул «в пробирке» (эволюция *in vitro*). А это бурно развивающаяся область современной синтетической биологии и биотехнологий.

В заключение хотелось бы отметить, что огромный пласт неизученных деталей и механизмов функционирования биологических систем, в частности иммунных, представляет собой неиссякаемый источник самых разнообразных методов и алгоритмов [Чернышев, Григорьев, Венцов, 2014]. Помимо копирования биологических систем, многие исследователи разрабатывают гибридные алгоритмы, прежде в таком виде не встречавшиеся.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-18-00383, проект «Междисциплинарные методологические основы расширения эволюционного синтеза в науках о жизни и обществе», выполняемый в ИНИОН РАН.*

### Список литературы

- Искусственные иммунные системы: обзор и современное состояние / Кушнир Н.В., Кушнир А.В., Анацкая Е.В., Катыхева П.А., Устинов // Научные труды КубГТУ. – 2015. – № 12. – 10 с.
- Чернышев Ю.О., Григорьев Г.В., Венцов Н.Н. Искусственные иммунные системы: обзор и современное состояние // Программные продукты и системы. – 2014. – № 4 (108). – С. 136–142.
- A Beginners Guide to Systems Simulation in Immunology / Figueredo G., Siebers P.-O., Aickelin U., Foan S. // SSRN Electronic Journal. – 2016. – DOI: 10.2139/ssrn. 2828463

- A cellular automata-based mathematical model for thymocyte development / Souza-e Silva H., Savino W., Feijóo R.A., Vasconcelos A.T.R. // PLoS One. – 2009. – № 4(12). – P. e8233. – URL: <http://www.doi.org/10.1371/journal.pone.0008233>
- A multi-approach and multi-scale platform to model CD4+ T cells responding to infections / Wertheim K.Y., Puniya B.L., La Fleur A., Shah A.R., Barberis M., Helikar T. // PLoS Comput Biol. – 2021. – № 17 (8). – P. e1009209. – DOI: 10.1371/journal.pcbi.1009209
- A review of quantitative modeling of B cell responses to antigenic challenge / Hickling T.P., Chen X., Vicini P., Nayak S. // J Pharmacokinet Pharmacodyn. – 2014. – № 41. – P. 445–459. – DOI: 10.1007/s10928-014-9388-7
- Agent-based modeling of the immune system: NetLogo, a promising framework. / Chiacchio F., Pennisi M., Russo G., Motta S., Pappalardo F. // Biomed Res Int. – 2014. – P. 907171. – DOI: 10.1155/2014/907171
- Aickelin U., Cayzer S. The danger theory and its application to artificial immune systems // Proc. 1st Int. Conf. on Artificial Immune Systems. – 2002. – P. 141–148. – DOI: 10.48550/arXiv.0801.3549
- Andrews P., Timmis J. Alternative Inspiration For Artificial Immune Systems: Exploiting Cohen's Cognitive Immune Model / Flower D., Timmis J. (eds) // Silico Immunology. – Boston : Springer, 2007. – P. 119–137. – DOI: 10.1007/978-0-387-39241-7\_8
- Brownlee J. A Review of the Clonal Selection Theory of Acquired Immunity, CIS Technical Report 070223 A / Complex Intelligent Systems Laboratory, Swinburne University of Technology. – Melbourne, Australia, 2007.
- Burnet F.M. A modification of Jerne's theory of antibody production using the concept of clonal selection // A Cancer Journal for Clinicians. – 1976. – V. 26, № 2. – P. 119–21. DOI:10.3322/canjclin.26.2.119
- Castiglione F., Celada F. Immune System Modelling and Simulation. – 1st ed. – Boca Raton : CRC Press, 2015. – DOI: 10.1201/b18274
- Castiglione F., Gherzi D., Celada F. Computer Modeling of Clonal Dominance: Memory-Anti-Naive and Its Curbing by Attrition // Front. Immunol. – 2019. – № 10. – P. 1513. – DOI: 10.3389/fimmu.2019.01513
- Celada F., Seiden P.E. Affinity maturation and hypermutation in a simulation of the humoral immune response // European journal of immunology. – 1996. – № 26 (6). – P. 1350–1358. – DOI: 10.1002/eji.1830260626
- Chakraborty A.K. A Perspective on the Role of Computational Models in Immunology // Annu. Rev. Immunol. – 2017. – N 35. – P. 403–439. – DOI: 10.1146/annurev-immunol-041015-055325
- Challenges in cybersecurity: Lessons from biological defense systems, 2021 / Schrom E., Kinzig A., Forrest S., Graham A.L. [et al.]. – arXiv, 2107.10344. – DOI: 10.48550/arXiv.2107.10344
- Characterizing emergent properties of immunological systems with multi-cellular rule-based computational modeling / Chavali A.K., Gianchandani E.P., Tung K.S., Lawrence M.B., Peirce S.M., Papin J.A. // Trends Immunol. – 2008. – № 29 (12). – P. 589–599. – DOI: 10.1016/j.it.2008.08.006
- Civello A. On the Genesis of the Idiotypic Network Theory // Journal of the History of Biology. – 2012. – № 46 (1). – DOI: 10.1007/s10739-012-9346-4
- Cohen I.R., Efroni S. The Immune System Computes the State of the Body: Crowd Wisdom, Machine Learning, and Immune Cell Reference Repertoires Help Manage Inflammation // Front Immunol. – 2019. – № 10. – P. 10. – DOI: 10.3389/fimmu.2019.00010
- Cohn M. Conceptualizing the Self-Nonself Discrimination by the Vertebrate Immune System / Flower D., Timmis J. (eds) // Silico Immunology. – Boston : Springer, 2007. – P. 375–398. – DOI: 10.1007/978-0-387-39241-7\_18

- Computational immunology meets bioinformatics: the use of prediction tools for molecular binding in the simulation of the immune system / Rapin N., Lund O., Bernaschi M., Castiglione F. // PLoS ONE. – 2010. – № 5 (4). – P. e9862. – DOI: 10.1371/journal.pone.0009862
- Dasgupta D. (eds) Artificial Immune Systems and Their Applications. – Berlin ; Heidelberg : Springer, 1999. – DOI: 10.1007/978-3-642-59901-9\_1
- de Castro L.N., Von Zuben F.J. Learning and optimization using the clonal selection principle // IEEE Transactions on Evolutionary Computation. – 2002. – № 6. – P. 239–251. – DOI: 10.1109/TEVC.2002.1011539
- Efroni S., Harel D., Cohen I.R. Emergent dynamics of thymocyte development and lineage determination // PLoS Comput Biol. – 2007. – № 3 (1). – P. e13. – DOI: org/10.1371/journal.pcbi.0030013
- Flower D.D.R., Timmis J. (eds) In Silico Immunology. – Springer, 2007. – 451 p.
- Folcik V., An G., Orosz C. The basic immune simulator: an agent-based model to study the interactions between innate and adaptive immunity // Theor Biol Med Model. – 2007. – № 4 (1). – P. 39. – DOI: 10.1186/1742-4682-4-39
- Garrett S., Robbins M. How Can We Simulate Something As Complex As the Immune System? / Kłopotek M.A., Wierzchoń S.T., Trojanowski K. (eds) // Intelligent Information Processing and Web Mining. Advances in Soft Computing. – Berlin ; Heidelberg : Springer, 2006. – Vol 35. – P. 457–466. – DOI: 10.1007/3-540-33521-8\_50
- Gong C., Linderman J.J., Kirschner D. Harnessing the heterogeneity of T cell differentiation fate to fine-tune generation of effector and memory T cells // Frontiers in immunology. – 2014. – № 5. – P. 57. – DOI: 10.3389/fimmu.2014.00057
- Greensmith J., Aickelin U. Artificial Dendritic Cells: Multi-faceted Perspectives / Bargiela A., Pedrycz W. (eds) ; Human-Centric Information Processing Through Granular Modelling // Studies in Computational Intelligence. – Berlin ; Heidelberg : Springer, 2009. – Vol 182. – P. 375–395. – DOI: 10.1007/978-3-540-92916-1\_16
- Hofmeyr S.A., Forrest S. Architecture for an artificial immune system // Evol Comput. – 2000. – № 8 (4). – P. 443–473. – DOI: 10.1162/106365600568257
- How to Simulate a Germinal Center / Robert P.A., Rastogi A., Binder S.C., Meyer-Hermann M. // Methods Mol Biol. – 2017. – № 1623. – P. 303–334. – DOI: 10.1007/978-1-4939-7095-7\_22
- Iqbal A. Maarof M.A. Danger Theory and Intelligent Data Processing // International Journal of Computer and Information Engineering. – 2007. – № 1 (3). – P. 786–789. – DOI: doi.org/10.5281/zenodo.1082947
- Jansen T., Zarges C. Analyzing different variants of immune inspired somatic contiguous hypermutations // Theoretical Computer Science. – 2011. – № 412 (6). – P. 517–533. – DOI: 10.1016/j.tcs.2010.09.027
- Kelsey J., Timmis J. Immune Inspired Somatic Contiguous Hypermutation for Function Optimisation In Proceedings. Part I // Genetic and Evolutionary Computation Conference. – Chicago, 2003. – P. 207–218. – DOI: 10.1007/3-540-45105-6\_26
- Kelsey J., Timmis J., Hone A. Chasing chaos // The 2003 Congress on Evolutionary Computation. – 2003. – P. 413–419. – DOI: 10.1109/CEC.2003.1299605
- Kerepesi C., Bakács T., Szabados T. MiStImm: an agent-based simulation tool to study the self-nonsel self discrimination of the adaptive immune response // Theor Biol Med Model. – 2019. – № 16 (1). – P. 9. – DOI: 10.1186/s12976-019-0105-5
- Lee H.Y., Perelson A.S. Computational Models of B cell and T cell Receptors / Flower D., Timmis J. (eds) // Silico Immunology. – Boston : Springer, 2007. – P. 65–81. – DOI: 10.1007/978-0-387-39241-7\_5
- Matzinger P. Tolerance, Danger, and the Extended Family // Annual Review of Immunology. – 1994. – № 12. – P. 991–1045. – DOI: 10.1146/annurev.iy.12.040194.005015
- Matzinger P. The danger model: a renewed sense of self // Science. – 2002. – № 296. – P. 301–305. – DOI: 10.2353/ajpath.2008.070563



- Meyer-Hermann M.* A mathematical model for the germinal center morphology and affinity maturation // *J. Theor. Biol.* – 2002. – № 216. – P. 273–300. – DOI: 10.1006/jtbi. 2002.2550
- Modeling the Dynamics of T-Cell Development in the Thymus / Robert P.A., Kunze-Schumacher H., Greiff V., Krueger A. // *Entropy (Basel)*. – 2021. – № 23 (4). – P. 437. – DOI: 10.3390/e23040437
- Modeling the tunability of early T cell signalling events / Owens N., Timmis J., Greensted A., Tyrrell A., Bentley P.J., Lee D., Jung S. (eds) // *Artificial Immune Systems. ICARIS 2008. Lecture Notes in Computer Science.* – Berlin ; Heidelberg : Springer, 2008. – Vol. 5132. – P. 12–23. – DOI: 10.1007/978-3-540-85072-4\_2
- Modelling Immunological Memory / Garrett S., Robbins M., Walker J., Wilson W., Aickelin U. / Flower D. Timmis, J. (eds) // *Silico Immunology.* – Boston : Springer, 2007. – P. 83–108. – URL: [https://papers.ssrn.com/sol3/cf\\_dev/AbsByAuth.cfm?per\\_id=2587599](https://papers.ssrn.com/sol3/cf_dev/AbsByAuth.cfm?per_id=2587599)
- Modelling Immunological Memory / Garrett S., Robbins M., Walker J., Wilson W., Aickelin U. – 2010. – arXiv:1004.3932. – DOI: 10.1007/978-0-387-39241-7\_6
- Predicting lymph node output efficiency using systems biology / Gong C., Mattila J.T., Miller M., Flynn J.L., Linderman J.J., Kirschner D. // *J Theor Biol.* – 2013. – № 335. – P. 169–184. – DOI: 10.1016/j.jtbi. 2013.06.016
- Reflections on the clonal-selection theory / Cohn M. Av Mitchison N., Paul W.E., Silverstein A.M., Talmage D.W., Weigert M. // *Nature Reviews Immunology.* – 2007. – N 7(10). – P. 823–830. – DOI:10.1038/nri2177
- Robbins M., Garrett S.* Evaluating Theories of Immunological Memory Using Large-Scale Simulations // *Artificial Immune Systems. ICARIS 2005. Lecture Notes in Computer Science / Jacob C., Pilat M.L., Bentley P.J., Timmis J.I.* (eds). – Berlin ; Heidelberg : Springer, 2005. – Vol. 3627. – P. 193–206. – DOI: 10.1007/11536444\_15
- Self-nonself discrimination in a compute / Forrest S., Perelson A.S., Allen L., Cherukuri R. // *Proceedings of the 1994 IEEE Symposium on Research in Security and Privacy.* – Los Alamitos, 1994. – P. 202–212. – DOI: 10.1109/RISP. 1994.296580
- Senhua Y., Dasgupta D.* Conserved self pattern recognition algorithm. Springer-Verlag // *Artificial Immune Systems. ICARIS 2008. Lecture Notes in Computer Science / Bentley P.J., Lee D., Jung S.* (eds). – Berlin ; Heidelberg : Springer, 2008. – Vol 5132. – P. 279–290. – DOI: 10.1007/978-3-540-85072-4\_25
- Spirov A.V., Myasnikova E.M.* Problem of Domain/Building Block Preservation in the Evolution of Biological Macromolecules and Evolutionary Computation // *IEEE / ACM Trans. Comput. Biol. Bioinform.* – 2022 May 20. – 20 (2). – P. 1345–1362. – DOI: 10.1109/TCBB. 2022.3175908
- Spirov A.V., Myasnikova E.M.* Heuristic algorithms in evolutionary computation and modular organization of biological macromolecules: Applications to in vitro evolution // *PLoS One.* – 2022. Jan 27. – Vol. 17. № 1. – P. e0260497. – DOI: 10.1371/journal.pone. 0260497.
- Theoretical advances in artificial immune systems/ Timmis J., Hone A., Stibor T., Clark E. // *Theoretical Computer Science.* – 2008. – N 403(1). – P. 11–32. – DOI: 10.1016/j.tcs. 2008.02.011.
- Theory and applications of artificial immune systems / Gao X., Chow M-Y., Pelta D., Timmis J. // *Neural Computing and Applications.* – 2010. – № 19 (8). – P. 1101–1102. – DOI: 10.1007/s00521-010-0388-2
- Timmis J.* *Artificial Immune Systems: A New Computational Intelligence Approach.* – Springer, 2002. – P. 57–58. – DOI: 10.1016/S0893-6080(03) 00058-3
- Timmis J., Neal M., Hunt J.* An artificial immune system for data analysis // *BioSystems.* – 2000. – № 55 (1). – P. 143–150. – DOI: 10.1016/s0303-2647(99) 00092-1
- Xia X., Tang L., Peng X.* When is the immune inspired B-cell algorithm superior to the (1+1) evolutionary algorithm? // *International Journal of High Performance Computing and Networking.* – 2018. – № 12 (3). – P. 307–313. – DOI: 10.1504/IJHPCN. 2018.094950
- Yates A.J.* Theories and Quantification of Thymic Selection // *Frontiers in immunology.* – 2014. – Vol. 5. – DOI: 10.3389/fimmu.2014.00013

Spirov A.<sup>1</sup>

**Immune computing in computer science and models of immune memory in higher organisms: prospects for mutual methodological enrichment**

*Abstract.* Ideas and theoretical developments from immunology inspired applied mathematicians / computer scientists a few decades ago to develop a new field called immune computing or artificial immune systems. The inspiration was the expectation that the approaches that nature uses can be effective for solving applied problems in computer science. The immune systems of vertebrates (including mammals and humans) solve the problem of producing antibodies specific for almost any chemical agent, as well as storing these specific antibodies in the immune memory. Computer scientists are impressed by the characteristics of the natural immune system, such as its adaptive nature and distributed character. Antibody maturation is understood by applied mathematicians as sets of algorithms for solving a wide range of optimization problems, and these sets of algorithms were not known in computer science. In particular, the processes of antibody maturation, as explained by the clonal-selection theory of immunity, are based on the principles of Darwinian selectionism. In this review, we first look at what ideas from the medical biology of immunity have been carried over into immune computing and what key generalizations have been made in this area. In what follows, we outline those new ideas from modern immunology that have the potential to be transferred as algorithms to the field of immune computing. We then discuss the significant methodological question of how useful advances in immune computing might be for the biology and medicine of immunity. In other words, we are talking about the reverse transfer of ideas from immune computing to the theory of biological immunity.

*Keywords:* immune algorithms; artificial immune systems; clonal-selection theory; Darwinian selectionism; systems immunology; interdisciplinarity; transfer of ideas.

*For citation:* Spirov A.V. (2022). Immune computing in computer science and models of immune memory in higher organisms: prospects for mutual methodological enrichment. METHOD: Moscow Quarterly of Social Studies, 2 (3), 85–109. DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.06

## References

- Aickelin U., Cayzer S. (2002). The danger theory and its application to artificial immune systems. *Proc. 1 st Int. Conf. on Artificial Immune Systems*, 141–148. DOI: 10.48550/arXiv.0801.3549
- Andrews P., Timmis J. (2007). Alternative Inspiration for Artificial Immune Systems: Exploiting Cohen's Cognitive Immune Model. In: *Silico Immunology (pp. 119–137)*. Flower, D., Timmis, J. (eds). Springer, Boston. DOI: 10.1007/978-0-387-39241-7\_8
- Brownlee J. (2007). A Review of the Clonal Selection Theory of Acquired Immunity, *CIS Technical Report 070223 A*. Complex Intelligent Systems Laboratory, Swinburne University of Technology, Melbourne, Australia.
- Burnet, FM (1976). «A modification of Jerne's theory of antibody production using the concept of clonal selection». *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. 26 (2): 119–21. DOI:10.3322/canjclin.26.2.119
- Castiglione F., Celada F. (2015). *Immune System Modelling and Simulation (1 st ed.)*. CRC Press, Boca Raton. doi: 10.1201/b18274

---

<sup>1</sup> Spirov Alexander, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry RAS, e-mail: sspirov@yandex.ru

- Celada F., Seiden P.E. (1996). Affinity maturation and hypermutation in a simulation of the humoral immune response. *European journal of immunology*, 26(6), 1350–1358. DOI: 10.1002/eji.1830260626
- Chakraborty A.K. (2017). A Perspective on the Role of Computational Models in Immunology. *Annu. Rev. Immunol*, 35, 403–439. DOI: 10.1146/annurev-immunol-041015-055325
- Chavali A.K., Gianchandani E.P., Tung K.S., Lawrence M.B., Peirce S.M., & Papin J.A. (2008). Characterizing emergent properties of immunological systems with multi-cellular rule-based computational modeling. *Trends Immunol*, 29 (12), 589–599. DOI: 10.1016/j.it.2008.08.006
- Chernyshev Yu.O., Grigoryev G.V., Ventsov N.N. (2014). Artificial immune systems: review and current state. *Software & Systems*, 4(108), 136–142. (In Russ.)
- Chiacchio F., Pennisi M., Russo G., Motta S., & Pappalardo F. (2014). Agent-based modeling of the immune system: NetLogo, a promising framework. *Biomed Res Int*, 907171. DOI: 10.1155/2014/907171
- Civello A. (2012). On the Genesis of the Idiotypic Network Theory. *Journal of the History of Biology*, 46(1). DOI: 10.1007/s10739-012-9346-4
- Cohen I.R., Efroni S. (2019). The Immune System Computes the State of the Body: Crowd Wisdom, Machine Learning, and Immune Cell Reference Repertoires Help Manage Inflammation. *Front Immunol*, 10, 10. DOI: 10.3389/fimmu.2019.00010
- Cohn M. (2007). Conceptualizing the Self-Nonself Discrimination by the Vertebrate Immune System. In: *Silico Immunology* (pp. 375–398). Flower, D., Timmis, J. (eds). Springer, Boston. DOI: 10.1007/978-0-387-39241-7\_18
- Cohn M., Mitchison N., Paul W.E., Silverstein A.M., Talmage D.W., Weigert M. (2007). Reflections on the clonal-selection theory. *Nature Reviews Immunology*, 7(10), 823–830. DOI: 10.1038/nri2177
- Dasgupta, D. (Ed.) (1999). *Artificial Immune Systems and Their Applications*. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-642-59901-9\_1
- de Castro L.N., Timmis J. (2002). *Artificial Immune Systems: A New Computational Intelligence Approach*. Springer. DOI: 10.1016/S0893-6080(03)00058-3
- de Castro L.N., Von Zuben F.J. (2002). Learning and optimization using the clonal selection principle. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 6, 239–251. DOI: 10.1109/TEVC.2002.1011539
- Efroni S., Harel D., Cohen I.R. (2007). Emergent dynamics of thymocyte development and lineage determination. *PLoS Comput Biol*, 3(1), e13. doi.org/10.1371/journal.pcbi.0030013
- Figueredo G., Siebers P.-O., Aickelin U., Foan S.A. (2016). Beginners Guide to Systems Simulation in Immunology. *SSRN Electronic Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.2828463
- Flower D.D. R., Timmis J. (Eds.) (2007). *In Silico Immunology*, Springer US.
- Folcik V., An G., Orosz C. (2007). The basic immune simulator: an agent-based model to study the interactions between innate and adaptive immunity. *Theor Biol Med Model*, 4(1), 39. DOI: 10.1186/1742-4682-4-39
- Forrest S., Perelson A.S., Allen L., Cherukuri R. (1994). Self-nonsel self discrimination in a compute. In: *Proceedings of the 1994 IEEE Symposium on Research in Security and Privacy* (pp. 202–212). Los Alamitos. DOI: 10.1109/RISP.1994.296580
- Gao X., Chow M.-Y., Pelta D., & Timmis J. (2010). Theory and applications of artificial immune systems. *Neural Computing and Applications*, 19(8), 1101–1102. DOI: 10.1007/s00521-010-0388-2
- Garrett S. & Robbins M. (2006). How Can We Simulate Something As Complex As the Immune System? In: *Intelligent Information Processing and Web Mining. Advances in Soft Computing* (pp. 457–466). Kłopotek, M.A., Wierzchoń, S.T., Trojanowski, K. (eds), Vol 35. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/3-540-33521-8\_50
- Garrett S., Robbins M., Walker J., Wilson W., & Aickelin U. (2007). Modelling Immunological Memory In: *Silico Immunology* (pp. 83–108). Flower, D., Timmis, J. (eds). Springer, Boston. [https://papers.ssrn.com/sol3/cf\\_dev/AbsByAuth.cfm?per\\_id=2587599](https://papers.ssrn.com/sol3/cf_dev/AbsByAuth.cfm?per_id=2587599)

- Garrett S., Robbins M., Walker J., Wilson W., & Aickelin U. (2010). *Modelling Immunological Memory*. arXiv:1004.3932. DOI: 10.1007/978-0-387-39241-7\_6
- Gong C., Linderman J.J., Kirschner D. (2014). Harnessing the heterogeneity of T cell differentiation fate to fine-tune generation of effector and memory T cells. *Frontiers in immunology*, 5, 57. DOI: 10.3389/fimmu.2014.00057
- Gong C., Mattila J.T., Miller M., Flynn J.L., Linderman J.J., Kirschner D. (2013). Predicting lymph node output efficiency using systems biology. *J Theor Biol*, 335, 169–184. DOI: 10.1016/j.jtbi.2013.06.016
- Greensmith J., Aickelin U. (2009). Artificial Dendritic Cells: Multi-faceted Perspectives. In: *Human-Centric Information Processing Through Granular Modelling. Studies in Computational Intelligence* (pp. 375–395). Bargiela, A., Pedrycz, W. (Eds.), Vol. 182. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-540-92916-1\_16
- Hickling T.P., Chen X., Vicini P., & Nayak S. (2014). A review of quantitative modeling of B cell responses to antigenic challenge. *J Pharmacokinet Pharmacodyn*, 41, 445–459. DOI: 10.1007/s10928-014-9388-7
- Hofmeyr S.A., Forrest S. (2000). Architecture for an artificial immune system. *Evol Comput*, 8(4), 443–473. DOI: 10.1162/106365600568257
- Iqbal A., Maarof M.A. (2007). Danger Theory and Intelligent Data Processing. *International Journal of Computer and Information Engineering*, 1(3), 786–789. DOI: doi.org/10.5281/zenodo.1082947
- Jansen T., Zarges C. (2011). Analyzing different variants of immune inspired somatic contiguous hypermutations. *Theoretical Computer Science*, 412(6), 517–533. DOI: 10.1016/j.tcs.2010.09.027
- Kelsey J., Timmis J. (2003). Immune Inspired Somatic Contiguous Hypermutation for Function Optimisation. In: *Proceedings, Part I. Genetic and Evolutionary Computation Conference* (pp. 207–218). Chicago. DOI: 10.1007/3-540-45105-6\_26
- Kelsey J., Timmis J., Hone A. (2003). Chasing chaos. In: *The 2003 Congress on Evolutionary Computation* (pp. 413–419). DOI: 10.1109/CEC.2003.1299605
- Kerepesi C., Bakács T., Szabados T. (2019). MiStImm: An agent-based simulation tool to study the self-nonself discrimination of the adaptive immune response. *Theor Biol Med Model*, 16(1), 9. DOI: 10.1186/s12976-019-0105-5
- Kushnir N.V., Kushnir A.V., Anatskaya E.V., Katysheva P.A., Ustinov K.G. (2015). Artificial Immune Systems: Review and Current State. *Nauchnye trudy KubGTU*, 12, 10. (In Russ.)
- Lee H.Y., Perelson A.S. (2007). Computational Models of B cell and T cell Receptors / In: *Silico Immunology* (pp. 65–81). Flower, D., Timmis, J. (Eds). Springer, Boston. DOI: 10.1007/978-0-387-39241-7\_5
- Matzinger P. (1994). Tolerance, Danger, and the Extended Family. *Annual Review of Immunology*, 12, 991–1045. DOI: 10.1146/annurev.iy.12.040194.005015
- Matzinger P. (2002). The danger model: a renewed sense of self. *Science*, 296, 301–305. DOI: 10.2353/ajpath.2008.070563
- Meyer-Hermann, M. (2002). A mathematical model for the germinal center morphology and affinity maturation. *J Theor Biol*, 216, 273–300. DOI: 10.1006/jtbi.2002.2550
- Owens N., Timmis J., Greensted A., & Tyrrell A. (2008). Modeling the tunability of early T cell signalling events. In: *Artificial Immune Systems. ICARIS 2008. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 5132. (pp. 12–23). Bentley, P.J., Lee, D., Jung, S. (Eds). Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-540-85072-4\_2
- Rapin N., Lund O., Bernaschi M., Castiglione F. (2010). Computational immunology meets bioinformatics: the use of prediction tools for molecular binding in the simulation of the immune system. *PLoS ONE*, 5(4), e9862. DOI: 10.1371/journal.pone.0009862
- Robbins M., Garrett S. (2005). Evaluating Theories of Immunological Memory Using Large-Scale Simulations. In: *Artificial Immune Systems. ICARIS 2005. Lecture Notes in Computer Science*, vol 3627, (pp. 193–206). Jacob, C., Pilat, M.L., Bentley, P.J., Timmis, J.I. (Eds). Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/11536444\_15

- Robert P.A., Kunze-Schumacher H., Greiff V., Krueger A. (2021). Modeling the Dynamics of T-Cell Development in the Thymus. *Entropy (Basel)*, 23(4), 437. DOI: 10.3390/e23040437
- Robert P.A., Rastogi A., Binder S.C., & Meyer-Hermann M. (2017). How to Simulate a Germinal Center. *Methods Mol Biol*, 1623, 303–334. DOI: 10.1007/978-1-4939-7095-7\_22
- Schrom E., Kinzig A., Forrest S., Graham A.L. et al. (2021). *Challenges in cybersecurity: Lessons from biological defense systems*. arXiv, 2107.10344. DOI: 10.48550/arXiv.2107.10344
- Senhua Y., Dasgupta D. Conserved self pattern recognition algorithm. Springer-Verlag. In: *Artificial Immune Systems. ICARIS 2008. Lecture Notes in Computer Science, vol 5132. (pp. 279–290)*. Bentley, P.J., Lee, D., Jung, S. (Eds.). Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-540-85072-4\_25
- Souza-e Silva H., Savino W., Feijóo R.A., Vasconcelos A.T. R. (2019). A cellular automata-based mathematical model for thymocyte development. *PLoS One*, 4 (12), e8233. <http://www.doi.org/10.1371/journal.pone.0008233>
- Spirov A.V., Myasnikova E.M. Problem of Domain / Building Block Preservation in the Evolution of Biological Macromolecules and Evolutionary Computation. *IEEE/ACM Trans Comput Biol Bioinform.* 2022, May 20, 20 (2) : 1345–1362. DOI: 10.1109/TCBB.2022.3175908
- Spirov A.V., Myasnikova E.M. Heuristic algorithms in evolutionary computation and modular organization of biological macromolecules: Applications to in vitro evolution // *PLoS One*. 2022, Jan. 27; 17(1): e0260497. DOI: 10.1371/journal.pone.0260497
- Timmis J., Hone A., Stibor T., & Clark E. (2008). Theoretical advances in artificial immune systems. *Theoretical Computer Science*, 403(1), 11–32, DOI: 10.1016/j.tcs.2008.02.011
- Timmis J., Neal M., & Hunt J. (2002). An artificial immune system for data analysis. *BioSystems*, 55(1), 143–150. DOI: 10.1016/s0303-2647(99)00092-1
- Wertheim K.Y., Puniya B.L., La Fleur A., Shah A.R., Barberis M., & Helikar T. (2021). A multi-approach and multi-scale platform to model CD4+ T cells responding to infections. *PLoS Comput Biol*, 17(8), e1009209. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1009209
- Xia X., Tang L., & Peng X. (2018). When is the immune inspired B-cell algorithm superior to the (1+1) evolutionary algorithm? *International Journal of High-Performance Computing and Networking*, 12(3), 307–313. DOI: 10.1504/IJHPCN.2018.094950
- Yates A.J. (2014). Theories and Quantification of Thymic Selection. *Frontiers in immunology*, 5, 13. DOI: 10.3389/fimmu.2014.00013

**С.В. Чебанов<sup>1</sup>**

**Соотношение сравнительной и эволюционной семиотики:  
почему первая должна предшествовать второй**

*Аннотация.* Если очень кратко отвечать на сформулированный в заглавии вопрос, то можно очень просто сказать: «Потому, что, как показывает опыт, для занятий эволюционной семиотикой нужно очень много данных, обработанных с помощью сравнительного метода». Такой ответ, в свою очередь, предполагает необходимость прояснения того, что такое «опыт» в данном контексте и что такое «сравнительный метод». При этом спецификой семиотики является то, что поскольку она является метадисциплиной, то в каждой перекрываемой ею области существуют собственные представления о сравнительном и эволюционном методах и опыте их использования. Этому и посвящен этот текст.

Корни обоих методов уходят в глубокое прошлое, выходя за пределы человеческого рода. Повседневное сравнение превращается Аристотелем в метод сравнения, который будучи применен к большим сериям однотипного материала становится сравнительным методом. Пройдя через патристику и схоластику сравнительный метод порождает описательное естествознание раннего Нового времени, итогом которого является появление морфологии как антипода анатомии у Гёте. Оуэн проясняет статус гомологий как центральной категории морфологии. Послегеккелевское развитие эволюционной морфологии приводит ее к кризису на границе XIX–XX вв. Выход из кризиса осуществляется благодаря принципиальному разделению исторических и сравнительных исследований (как в физике микромира или лингвистике), или разным компромиссам с неизбежными дискуссиями (как в биологии).

Номотетически ориентированная семиотика по своей природе тяготеет к сравнительным построениям, однако, попадая в область биологии и социальных дисциплин, в ней появляются тенденции сползания к эволюционной семиотике с не очень основательными сопоставлениями. Последняя может быть успешной только в случае опоры на развитую сравнительную семиотику. При этом в обозримом будущем нет оснований говорить о возможности возникновения общей сравнительной и общей эволюционной семиотики, что не исключает развития частных, например инвентаризацию типов темпоральных изменений семиотических объектов. Однако получаемые результаты не должны абсолютизироваться.

*Ключевые слова:* сравнение; сравнительный метод; сходство; эманация; морфология; гомология; аналогия; генезис; эволюция; история; исторический метод; эволюционная морфология; лингвистическая типология; идеализированная когнитивная модель; рефрены; повторяющиеся полиморфические множества; знаковость; герменевтика; семиотика; фане-

---

<sup>1</sup> **Чебанов Сергей Викторович**, доктор филологических наук, профессор кафедры математической лингвистики филологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, e-mail: s.chebanov@spbu.ru, s.chebanov@gmail.com

росемиотика; криптосемиотика; пансемиотизм; сравнительная семиотика; общая эволюционная семиотика; частная эволюционная семиотика.

*Для цитирования:* Чебанов С. Соотношение сравнительной и эволюционной семиотики: почему первая должна предшествовать второй // МЕТОД : московский ежеквартальный труд из обществоведческих дисциплин: ежеквартал. науч. изд. / под ред. М.В. Ильина ; ИНИОН РАН, центр перспект. методологий соц.-гуманит. исследований. – М., 2022. – Вып. 12. – Т. 2, № 3. – С. 110–189. DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.07

### **Арханческие корни сравнительного и исторического методов**

Прежде чем углубляться в сущность сравнительного и исторического метода научного познания, нужно сделать одно замечание о том, что в контекст обсуждения этих методов обычно не попадает. Речь идет об укорененности обоих этих методов в самых архаических формах (пред) сознания, выходящих возможно не только за пределы вида *Homo sapiens*, но и рода *Homo* и даже млекопитающих.

Дело в том, что сопоставление, сравнение неотделимо от метафоры как одного из фундаментальных инструментов когнитивной активности с привлечением различных семиотических средств, включая язык. В этом качестве метафора в последние десятилетия привлекала к себе внимание неориториков группы « $\mu$ » [Общая ..., 1986], показавшим, что это основной троп спонтанной речи, когнитивные метафоры как инструмент постижения мира изучаются в когнитивной лингвистике [Лакофф, Джонсон, 2004; Маккормак, 1990], продемонстрирована метафорическая природа научной терминологии [Гусев, 1984; Седов, 1997; Седов, 1998; Седов, 2000], метафора рассматривается как инструмент исторического познания [Анкерсмит, 2003], причем привлекают внимание самые разные аспекты изучения метафоры [Теория ..., 1990]. Кроме того, обнаружено, что гориллы и шимпанзе, пользуясь жестовым языком глухонемых, могут спонтанно использовать слова в переносном значении [Зорина, Смирнова, 2006]. Метафоры и сходные с ними тропы присутствуют в поведении животных (жесты, позы, нанесение мочевых меток, метание кала в противников и т.д.). Столь же широко как использование сравнения распространен и интерес к происхождению, истории, родству. Это представлено в этиологических мифах (причем, что каждый миф содержит компоненты этиологического мифа [Токарев, 1992] и их разновидностях – тотемических мифах о родстве людей с тотемами [Семёнов, 2005], мифах о происхождении языков (среди которых наиболее известен о Вавилонской башне [Кленгель-Брандт, 1991]), мифах о происхождении природных объектов, животных и их отдельных черт, социальных явлений и культовых действий, происхождении мира (космогонические мифы [Топоров, 1988]) и человека (антропогонические мифы – Берёзкин, 2017, Петрухин, 2005) и т.д. Обсуждается вопрос о наличии погребального обряда у африканских слонов и почитании ими умерших родственников (напр.:

[Behavioural..., 2006], так что генетические мифы также, возможно, выходят за пределы гоминид.

Таким образом, использование сравнений и обращение к происхождению – это универсальные черты психической активности человека, как повседневно-обыденной, так и специализировано-профессиональной, включая магическую, мистическую, собственно профессиональную, в том числе научную. В последней возникают соответствующие методы (сопоставительный, сравнительный, исторический, генетический, этиологический, эволюционный и т.д.).

Если же говорить об этих методах в науке, то в связи с тем, что европейская наука сформировалась как ориентированная на получение знания непреходящего, соотносимого с сущностями [Аристотель, 2002], то она в силу этого до конца XVIII в. – начала, а по большому счету, второй половины XIX в. не интересовалась или мало интересовалась процессами, в ходе которых меняются преходящие характеристики (так что все результаты их постижения можно отнести к мнению). Поэтому техника сравнительных исследований (соотносимых с сущностями) и надежность получаемых с их помощью результатов значительно больше, чем при изучении процессов (в исторических, эволюционных, генеалогических, хронологических и т.д. исследованиях с их специфическими методологиями).

При этом, если в случае удачного стечения обстоятельств и опытности исследователя можно получить интересные результаты сравнительного изучения относительно маленького или небольшого материала, то минимально осмысленное историческое исследование требует довольно больших критических объемов материала и значительной степени подробности его изучения.

### **Сравнительный метод среди родственных методов**

С точки зрения формальной логики принципиально можно сравнивать все что угодно со всем, что угодно (как это и происходит в обыденном общении людей, в котором, иногда, возникает сравнение черных чулок с банановым мороженым), однако, для того, чтобы такое сравнение было логически корректным, необходимо, чтобы для сравнения было выявлено единое основание (так чулки с мороженым можно сравнивать по стоимости, степени необходимости, эстетическому эффекту, значимости как маркера социального статуса и т.д.). Разных таких сравнений может быть необозримо много и подавляющая доля из них такова, что проведенное одно сравнение ничего не дает (кроме тренировки в технике сравнения) для проведения другого сравнения. При этом развитие типологии, в частности работы С.В. Мейена [Коровченко, 2014; Чебанов, 2017], и когнитивной лингвистики [Лакофф, 2004] показывают, что, казалось бы, произвольные сравнения (типа сравнения мороженого с чулками) имеют



смысл, встречаются в повседневной жизни и профессиональной деятельности.

Более того, даже такие окказиональные сравнения могут быть ценны тем, что дают возможность пристально взглянуть в каждый из сравниваемых объектов, а потому очень удобны с дидактико-риторической точки зрения. Именно таковы сравнительные жизнеописания Плутарха [Плутарх, 1961–1964]. Поэтому в последней трети XX в. в лингводидактике формулируется контрастивный метод, благодаря которому происходит выделение из языкознания сопоставительного языкознания контрастивного [Стернин, 2006; Ярцева, 1981], занимающегося дидактикой изучения в зеркале родного языка иностранного, преимущественно его лексики [Гак, 1977; Гудавичюс, 1985; Мокиенко, 1983], что оказывается весьма эффективным [Аракин, 1979]. При этом отмечается, что сопоставительная и контрастивная лингвистики относятся как и сравнительно-историческое, ареальное и типологическое языкознание к мультилингвальным дисциплинам, отличаясь тем, что сопоставительная и контрастивная лингвистики строго синхроничны (не историчны), не привязаны к ареальным исследованиям и ситуативны [Сусов, 2003]. При этом, в свою очередь, сопоставительные исследования являются первым шагом в сторону лингвистической типологии [Гудавичюс, 1985, с. 5].

Профессиональный (в самом широком понимании) и мировоззренческий интерес представляют сравнительные исследования большого числа объектов, причем выделенных по единым принципам (или таким, что ясно соотносены этих принципов), при условии, что полученные результаты могут быть соотнесены с результатами других подобных работ, которые будут выступать как уточнение, дополнение, расширение, исправление предшествующих исследований. При этом могут выстраиваться более-менее длинные ряды сопоставлений, в этих рядах устанавливаться какие-то соотношения (усложнения, упрощения, детализации или генерализации сходства и различия, выраженности или невыраженности интересующих характеристик, совершенства, старшинства по доминированию, главенства и т.д.). Рассматривая такие ряды нужно все время помнить, что это ряды одновременно существующих вариантов с постепенно повышающейся (понижающейся) организацией, сложностью, совершенством и т.д.

Так, например, можно рассмотреть ряд элементовковки тел знаков такого семиотического объекта, как оконные решетки (рис. 1). Он ранжирован по цене, которая отражает сложность работы и стоимость используемых материалов. В зависимости от маркетинговой политики и изобретательности рекламистов можно это представлять, как в имеющемся варианте, так и инвертированном – от более дорогих к более дешевым. При этом в рассматриваемом примере представлены такие варианты элементовковки, что их нельзя трактовать как получаемые последовательным добавлением каких-либо деталей к предшествующему варианту. Очевидно, что в данном случае бессмысленно трактовать последующий член

ряда как потомка предыдущего члена. По всем указанным характеристикам этот ряд – хороший вариант представления результата сравнительного исследования многообразия оконных решеток, производимых (или могущих быть произведенными) в данной мастерской.

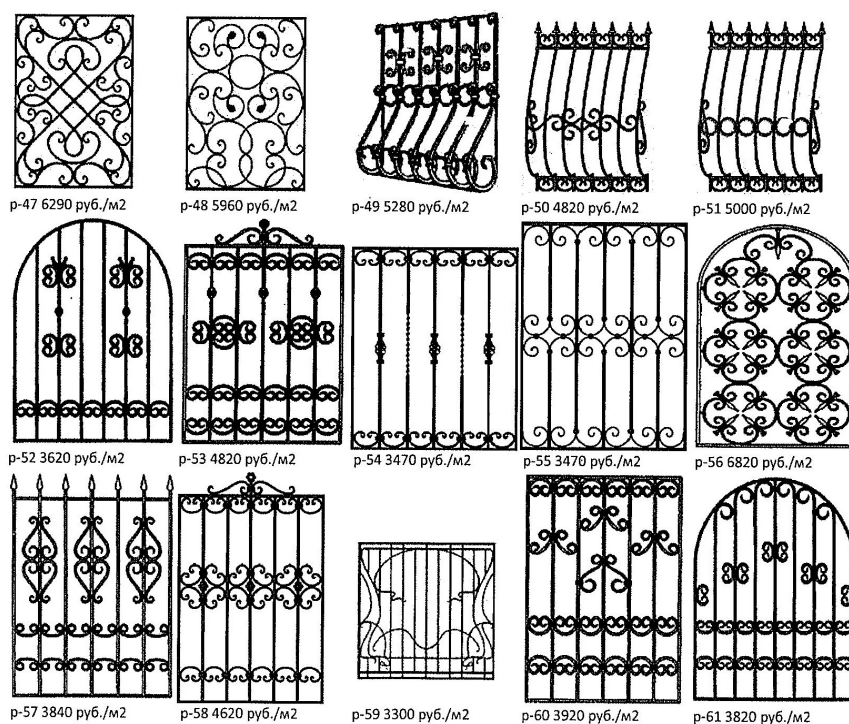


Рис. 1.  
Элементыковки оконных решеток

### Сравнительный метод у Аристотеля

Первым широко известным и ставшим образцовым примером сравнительного построения является так называемая лестница существ Аристотеля (название позднее). Она представлена в книге Аристотеля «О частях животных» [Аристотель, 1937], написанной около 350 г. до н.э., которая является полноценным сочинением по сравнительной анатомии [Карпов, 1937 а; Карпов, 1937 б].

Аристотель делит всех животных на животных с кровью и животных без крови.

А. Среди первых выделяются как высшие роды: 1. Живородящие четвероногие с волосами [которые можно квалифицировать как Млекопитающие в современном понимании]. 2. Яйцеродящие четвероногие, иногда безногие с щитками на коже (щитковые) [Рептилии]. 3. Яйцеродящие, двуногие, с перьями; летают [Птицы]. 4. Живородящие, безногие; живут в воде; дышат легкими [Киты]. 5. Яйцеродящие (иногда живородящие), безногие, с чешуей или гладкой кожей, живут в воде; дышат жабрами [Рыбы].

Б. Среди вторых высшими родами являются: 6. Мягкотелые, тело мягкое среднее по консистенции между мясом и сухожилием, образует мешок; ноги на голове [Головоногие]. 7. Мягкоскорлупные. Покров рогового характера облекает мягкое тело; большое количество ног [Ракообразные] 8. Черепокожие. Мягкое тело, без ног, покрыто твердой ломкой раковиной [Моллюски] 9. Насекомые. Тело с насечками, все твердое.

Вне больших родов: ряд животных, сходных, с одной стороны, с черепокожими, с другой – с растениями (а) медузы, б) актинии, в) морские звезды, г) губки).

Внутри большинства больших родов выделяются малые: в роде 2-а) ящерицы б) змеи в) черепахи г) крокодилы; в роде 4-а) дельфины б) тюлени в) фалены; в роде 5-а) селахии (хрящевые рыбы, без чешуи), б) костистые (с чешуей и скелетом из аканта) и т.д., всего около 510 видов в современном понимании.

В целом с современной точки зрения это результат типичной работы, выполненной с помощью сравнительного метода при довольно поверхностном знакомстве с материалом. Выделены группы животных, квалифицированные как большие и малые роды, хорошо различимые по внешнему виду. Они вполне соотносимы с тем, что в современной когнитивной лингвистике квалифицируется как прототипы [Вежбицкая, 1996; Лакофф, 2004], а совокупность выделенных групп похожа на *идеализированную когнитивную модель* (ИКМ [Лакофф, Джонсон, 2004]). Поскольку Аристотель оперировал с прототипами (в указанной трактовке), некоторые современные полиморфные таксоны оказались отнесенными к разным родам (например, млекопитающие разбиты на большие роды 1 и 4, членистоногие на большие роды 7 и 9, моллюски на 6 и 8).

По степени совершенства животные разбиты по сути на три ступени (откуда и появляется позже трактовка этого результата как лестницы существ): животные с кровью, животные без крови, животные вне больших родов, которые напоминают растения. Последние примечательны тем, что к ним отнесены объекты, которые невозможно отнести ни к какой из ясно выделенных групп – такой неформализуемый остаток характерен для результатов всех сравнительных исследований. Его наличие получает объяснение как в когнитивной лингвистике (это компоненты, которые не входят в ИКМ всех рассматриваемых уровней), так и в теории ранговых распределений (это то, что соответствует хвосту распределения [Арапов, Ефимова, Шрейдер, 1975] и относится к «ноевой касте» (совокупности

классов, представители которых встречаются в данном распределении только по одному разу [Кудрин, 2002]).

Весьма примечательным является использование Аристотелем принципа аналогии по отношению к частям тела. Так, аналогичны кости человека и рыбы [Аристотель, 1937, с. 49], а у животных, лишенных крови, есть ее аналог [там же, с. 51]. В современном понимании это что-то типа гемолимфы у животных с незамкнутой «кровеносной» системой – членистоногих, онихофор, моллюсков [Тыщенко, 1986], что трактуется Аристотелем как сохранение формы при замещении материи [Аристотель, 1937, с. 51]. Принцип аналогии, переформулированный Оуэном, стал основой современного сравнительного метода и морфологии Гёте (см. далее).

При этом Аристотель ясно понимает, что особи одного вида со временем сменяют друг друга, а разные поколения связаны родством, что «семя является началом и производителем того, что из него выходит, ибо все это происходит путем рождения и именно из него произрастает» [Аристотель, 1937, с. 40]. Жизненный путь отдельных особей животных может изучаться и даже сравниваться, но это не будет работа с разнообразием организмов с помощью сравнительного метода, а чем-то аналогичным биографии [Вахромеева, 2013] или просопографии [Петрова, 2004].

Однако виды и роды остаются при этом неизменными и, согласно учению Аристотеля о вечности мира, должны быть вечными. Они могут исчезать в известных местах земли в результате геологических изменений и катастроф (о которых говорится в «Метеорологии»), а затем вновь появляться в других местах, бывших ранее необитаемыми [Карпов, 1937 б, с. 206]. Однако надо заметить, что последнее обстоятельство интересно с точки зрения онтологии Аристотеля, но не имеет значения для развития сравнительного метода.

Для технической стороны использования сравнительного метода принципиальное значение имеет трактат Аристотеля «Категории» [Аристотель, 1939<sup>1</sup>] и в особенности его глава 13. В ней говорится о соотношении рода и вида, что важно для обсуждаемой темы, поскольку сравниваемые единицы операционально рассматриваются как разные виды одного рода «принадлежащие к одному и тому же роду <группы> соподчинены друг с другом» [Аристотель, 1939, с. 46]. При этом подчеркивается, что род и вид – такие вещи, что «ни та, ни другая из этих вещей не дается ни прежде, ни после» [там же], а даны одновременно. Далее следует чрезвы-

---

<sup>1</sup> Следует отметить, что имеются разные переводы данного и других сочинений Аристотеля. Они довольно сильно различаются, что может иметь развернутое обоснование, иногда связанное с текстологическими аргументами. При отборе приводимых цитат сопоставлялись разные переводы, иногда с обращением к оригиналу и обычно предпочтение отдавалось тем из них, которые отражали терминосистему, используемую ныне в соответствующей области. Текстологические исследования и новые переводческие принципы в данной работе не обсуждаются (хотя их значение ни в коей мере не принижается).

чайно важное для сравнительного метода утверждение, что «данное вместе по природе является <все> то, что допускает обратный порядок в следовании бытия, причем ... одно ... не является причиной бытия для другого, как ... если мы имеем ... двойное и половинное: здесь может осуществляться обратный порядок, – если есть двойное, есть половинное, и если есть половинное, т.е. двойное, но ни первое, ни второе ... не является для другого из них причиной бытия» [Аристотель, 1939, с. 46]. Именно этот тезис является основанием того, что сравнительные ряды можно рассматривать в любом направлении<sup>1</sup>. Однако, через несколько строк у Аристотеля идет следующее утверждение: «роды всегда идут прежде, чем виды: между теми и другими недопустим обратный порядок в следовании бытия» [там же]. Через несколько столетий эта двусмысленность (хотя первое утверждение относится к рассмотрению сущего, а второе – к сущему) стала предметом оживленных дискуссий.

В принципе проделанная Аристотелем работа довольно полно представляет сравнительный метод. Однако надо остановиться на одном обстоятельстве, которое заслуживает пристального внимания при рассмотрении сравнительного и некоторых других (описательного, сопоставительного, контрастного) методов, но которое требует кропотливого обсуждения, которое в связи с этим здесь проводиться не будет. Речь идет о том, что на фоне сложной интеллектуальной техники у Аристотеля последней точкой опоры является непосредственное схватывание чувственно воспринимаемого, притом что специальным органом чувств, осуществляющим такое схватывание, выступает ум. В этом отношении в одном ряду с Аристотелем находятся средневековые реалисты во главе с Фомой Аквинским – Р. Декарт, Ф. Бэкон, первые и вторые позитивисты XIX – начала XX в., М. Полани, опирающийся на личностное знание, а антиподами Аристотеля являются номиналисты (релятивизирующие всякие сравнения и тем самым принижающие их значение), представители математического естествознания (начиная с Г. Галилея) и сторонники операционализма и конструтивизма. Отчасти эта проблема рассмотрена в связи со спецификой описаний [Чебанов, Мартыненко, 1999].

Дальнейшая история развития метода была связана с расширением сферы его применения и совершенствования техники проведения работы.

### **Становление сравнительного метода**

Античная философия развивала представление об эманациях, которое ныне если не исчезло, но оказалось на периферии исследовательской

---

<sup>1</sup> Ср.: «Анатомия человека – ключ к анатомии обезьяны. Намеки же на более высокое у низших видов животных могут быть поняты только в том случае, если само это более высокое уже известно» [Маркс, 1968, с. 39].

мысли, появляясь в мерцающем режиме в некоторых периферических концепциях. Представление об эманациях появилось у досократиков, использовалось Платоном и Аристотелем, фигурировало у стоиков для описания истечения творческого Логоса как «первоогня» и получило наиболее полную разработку у неоплатоников, в частности у Плотина. За несколько веков был развит беспрецедентный по сложности и дифференцированности аппарат описания порождения разнообразия, который, однако, вскоре был утрачен так как в христианской догматике закрепилось представление о Троице, основанное на ипостасных отношениях, и спрос на логику описания порождения многообразия из единства исчез.

Эманационные отношения описываются так: «Представляй себе источник, который [уже] не имеет другого начала, но который отдает себя всем потокам, не исчерпываясь этими потоками, а пребывая спокойно сам [в себе]. [Представляй себе также, что] истоки из него, прежде чем протекать каждому в разных направлениях, пребывают еще вместе, но каждый как бы уже знает, куда пойдут его течения, и [представляй себе] жизнь огромного древа, обнимающего собою все, в то время как начало его пребывает везде неизменным и нерассеянным по всему [древу] и как бы расположенным в корне. Это начало, стало быть, с одной стороны, дает Древу всеобъемлющую многообразную жизнь, с другой же стороны, остается самим собой, будучи не многообразным, а началом многообразия [жизни]» [Плотин, 1969, с. 551].

Проблема (с точки зрения понимания сравнительного метода) заключается в том, что источник и Древо, с одной стороны, существуют в Вечности и в этом смысле одновременны, а с другой – источник предшествует Древу и это можно понимать как временное отношение. При первой трактовке построения на основе эманационных отношений они будут трактоваться как сравнительные, при второй – как исторические. С историко-идейной точки зрения ситуация еще более сложная. В III–V вв. во всем Средиземноморье, в Малой Азии продолжают интенсивные идейные брожения и духовные поиски, смешиваются разные религии, возникают новые ереси и т.д., в том числе складывается христианская догматика. В такой среде циркулирует много альтернативных довольно экзотических идей, не всегда ясно артикулированных и получающих систематическое изложение. В частности, встает вопрос о том, может ли меняться Платонов мир, живут ли идеи своей самостоятельной жизнью, можно ли эти отношения интерпретировать как рождение (см. выше о происхождении у Аристотеля), находятся ли они в эманационных отношениях и т.д. [Месяц, 2017].

В этом контексте становится актуальной и двусмысленность аристотелевской трактовки отношения вида и рода, обсуждается вопрос о том, что род рождает вид или вид порождает род, с отношением порождения соотносится представление (появляющееся у Аристотеля) о подлинных родах, правилах деления понятия с использованием только подлинных родов и т.д. Так, неоплатоник, комментировавший «Начала» Эвклида и



animatum), организм, и «неодушевленное тело» (corpus inanimatum). «Организм» по признакам «чувствующий» и «нечувствующий» (sensible / insensibile) делится на виды «животное» (animal) и «растение», «животное», как род делится на виды «разумное существо» (animal rationale), человек (homo), и «неразумное существо» (animal irracionale). «Человек» является низшим понятием (не родом) и не делится на виды.

Это древо надолго становится эталоном представления результатов сравнительного исследования. При опоре на него можно говорить о подлинных родах как о родах подобного древа, в котором не пропущены все промежуточные роды. Так, об этой же проблеме в XV в. пишет Николай Кузанский: «Роды существуют лишь в ограниченном состоянии в видах, а виды, равным образом, в индивидуумах, особях, которые одни только существуют в действительности» («Об ученом незнании». Кн. III, гл. I. [Николай, 2001, с. 242]).

Также можно ставить вопрос об изоморфизме (если не о прямом отражении) древа Порфирия и ступеней эманаций.

Так или иначе, но построения, основанные на эманациях, также нужно принимать во внимание при обсуждении сравнительного метода. При этом можно заметить, что в традиции, понимающей эволюцию в этимологическом значении, (напр., Ш. Бонне – см. далее) как разворачивание актуально или потенциально присутствующих зачатков, при котором идет обогащение, усложнение реализованного, проявляющее эти зачатки, эманация является антиподом эволюции, поскольку в этом случае происходит истощение эманацирующего, его исчерпание и истощение [Любищев, 1982; Любищев, 2021].

Крайне значимой оказывается и проблема универсальности и соотносимости производимых сравнений. Какие-то принципы, обеспечивающие такую возможность разрабатывались еще Аристотелем. Центральная философская дискуссия Средневековья – реалистов, номиналистов и концептуалистов – вокруг проблемы статуса универсалий непосредственно касалась рассматриваемого подхода, поскольку в рамках реализма, с одной стороны, накладывались ограничения на допустимость сравнений (сравниваемое предполагало соотносимость с подлинными родами), а с другой – всяким правильно осуществленным сравнениям придавалось большее значение, в то время как номинализм делал условными и значимость сравнений. При этом, кстати, представляется, что реализм делал ставку на то, что ныне изучается в когнитивной лингвистике как прототипы, ИКМ, семантические примитивы [Вежбицка, 1983; Wierzbicka, 2021], концепты [Аскольдов, 1997; Демьянков, 2007; Степанов, 1997], константы [Степанов, 2001]. Однако этот вопрос совершенно не исследован и только сейчас начинает осознаваться [Левина, 2011], хотя лидеры изучения концептов говорят о том, что то, чем они занимаются, – это экспериенциализм, экспериенци-



альный реализм, экспериенциалистская философия, объективность не от Бога и т.п. [Labov, 1978; Lakoff, 1986; Lakoff, Johnson, 1980] и др.<sup>1</sup> Если принять во внимание то направление исследований концептов, которое связано с А. Вежбицкой, работы по этнометодологии [Гарфинкель, 2007] и этнотаксономии [Любарский, 2016], то становится ясно, что как характер сравнений, так и выделение того, что сравнивается, не только (а может быть и не столько) результат осознанной когнитивной деятельности, но и неспецифического повседневного воспитания, включая овладение языком.

С этой точки зрения очень показательным и важно для обсуждаемой темы то, что сравнения подвергаются лексикализации, давая фразеологизмы сравнения – разнообразный и высокочастотный класс фразеологизмов в разных языках [Крылова, 2017; Стихина, 2021; Финк, 2008], который фиксируется в словарях [Горбачевич, 2004; Финк, 2006]. Фразеологизмы классических языков, и прежде всего латыни, влияли на формирование вариантов ученых сравнений.

При этом надо принимать во внимание, что поскольку представление об истине относилось к тому, что связано с непреходящими свойствами, предметами познания могли быть представлявшиеся неизменными звезды, планеты, минералы, растения, животные, но не домашняя утварь, обычаи или одежда<sup>2</sup>, так что сфера того, что заслуживало изучения была потенциально относительно мала, а фактически не очень значительно выходила за пределы богословских занятий и переосмысления научного наследия античности.

В такой ситуации совершенствование собственно сравнительного метода шло довольно медленно, но можно говорить о развитии практики его использования. Так по мере распространения христианства вставал вопрос о соотношении реалий Писания и той страны, в которой осуществлялся его перевод. На этом фоне складывались такие жанры, как физиолог (возникший в Александрии во II–III вв., появившийся на Руси до XIII в. и популярный в ней до XVII в.) и возникший на его основе бестиарий, причем бестиарии пополнялись полуреалистическими рассказами о вновь открытых животных. Альберт Великий (около 1193–1280), учитель Фомы Аквинского, применил логический аппарат Аристотеля для описания животных, растений и минералов (в созданном им одном из первых курсов минералогии). В такой ситуации всякий редкий иноземный материал, по-

---

<sup>1</sup> Приведены оригинальные источники, поскольку в важном для обсуждаемой темы русские переводы бывают неадекватными и просто искажающими смысл (подробнее см.: [Чебанов, 2018 а; Чебанов, 2018 б]).

<sup>2</sup> Последние стали предметом изучения в этнографии, оторвавшейся от описания путешествий только в XVIII в. (Ж.-Ф. Лафито, И.Г.А. Форстер, Ш. де Бросс), и в изучении повседневности, которое началось только в середине – второй половине XX в. (М. Блок, Л. Февр, Ф. Бродель, А. Лютке, М. де Серто).

павший исследователю, как отличающийся от известного, воспринимался как диковина [Оскольский, 2003].

Положение стало меняться в эпоху Великих географических открытий (XV–XVII вв.), когда самый разный материал для сравнений (минералы, растения, животные, продукты и изделия из них) стал массовым [Колчинский, Сытин, Смагина, 2004, гл. 1]. Тогда же зародилась и сравнительная анатомия<sup>1</sup>.

В итоге лестницы существ XVII–XVIII становятся значительно более многоступенчатыми, в них объединяются сущности разной природы – от стихий и минералов до человека и ангелов.

Одной из известных таких лестниц является лестница Шарля Бонне (1760 г. – рис. 3), которая по замыслу должна бы включать столько ступеней, сколько различается видов (к середине XVIII в. их насчитывалось примерно 1000, т.е. в 2 раза больше, чем у Аристотеля<sup>2</sup>).

Важно подчеркнуть, что лестница Бонне – чисто типологическое, основанное на сравнениях, построение. Никакого намека на то, что она отражает историю нет (как это иногда интерпретируется в современных работах). Видно, что соседние позиции занимают организмы, имеющие какое-то яркое сходство, хотя это может не вписываться в общую конструкцию лестницы. Так, например, под **Sensitives чувствительные** понимается **Мимоза стыдливая** (*Mimosa pudica*) на основании того, что она как животные реагирует на прикосновение мгновенным (как у животных) складыванием листьев. Это поверхностное свойство определяет ее расположение на границе растений и животных. Подобным образом ракушки находятся по соседству с моллюсками (что понятно) и трубочниками из малощетинковых червей. Такого рода «неувязки» неизбежны при попытке строго линейного расположения существ по степени совершенства. Это ограничение построения Бонне преодолевается в аналогичном построении П.С. Палласа, которое не было строго линейным, а имело древовидную структуру [Колчинский, Сытин, Смагина, 2004, с. 180–181], что 100 лет спустя также стало неправомерно интерпретироваться как прообраз филогенетического древа [Сытин, 1997, с. 20].

Говоря о Ш. Бонне надо отметить, что именно он ввел в оборот в Новое время (1762) термин «эволюция», но понимал его в этимологическом смысле как разворачивание заложенных зачатков, т.е. как то, что ныне называется онтогенезом: «Я принял эволюцию как принцип, наиболее согласующийся с фактами и со здоровой философией. Я предположил, что

<sup>1</sup> О книге М. Северино «Демокритова зоотомия» (1645) см.: [Дёмин, 2005].

<sup>2</sup> Данные о числе описанных видов в определенные исторические периоды по разным источникам несколько (до 10–20%) различаются. Для одного из выводов в этой статье нужна будет очень приблизительная (с точностью до порядка) оценка этих величин. Поэтому с тем, чтобы не загромождать изложение ссылками и обсуждением данных, их источники приводятся не будут.

всякое организованное тело предсуществует оплодотворению зародыша (1 a fécondation) и что последнее только лишь запускает развитие Организованного целого, начертанного в плане (dessine) заранее в миниатюре в семени или в яйце. Я все более убеждался в том, что когда-либо будет доказано предсуществование зародыша в самке и что семенной дух (l'ésprit seminal) ничего не порождает [Bonnet, 1762, Preface, viii]» [Степанов, 2004, с. 44].

IDE'E D'UNE ECHELLE  
DES ETRES NATURELS.

L'HOMME.	COQUILLAGES.	PIERRES.
Orang-Outang.	Vers à noyau.	Pierres égérées.
Singe.	Téignes.	Crysalisations.
QUADRUPÈDES.	INSECTES.	SELS.
Ecureuil volant.	Gallinées.	Virriols.
Chauve-souris.	Tennis, ou Solitaire.	METAUX.
Autruche.	Polypes.	DEMI-METAUX.
OISEAUX.	Orues de Mer.	SOUFRES.
Oiseaux aquatiques.	Sensitive.	Bitumes.
Oiseaux amphibies.	PLANTES.	TERRES.
Poissons volans.	Lichens.	Terre pure.
POISSONS.	Mouffures.	EAU.
Poissons rampans.	Champignons, Agarics.	AIR.
Anguilles.	Truffes.	FEU.
Serpens d'eau.	Coraux & Corallines.	Matières plus subtiles.
SÉRPENS.	Lithophytes.	
Limaces.	Ambroche.	
Limaçons.	Talcs, Gyps, Sépénites.	
COQUILLAGES.	Ardoises.	

A.

<b>L'HOMME</b> (человек)	<b>COQUILLAGES</b> (ракушки)	<b>PIERRES</b> (камни)
<b>Orang-Outang</b> (орангутаны)	<b>Vers à tuyaux</b> (трубочники)	<b>Pierres figurées</b> (окаменелости)
Singe (обезьяны)	Teignes (моль)	Cristallisations (кристаллы)
<b>QUADRUPÈDES</b> (четвероногие)	<b>INSECTES</b> (насекомые)	<b>SELS</b> (соли)
<b>Écureuil volant</b> (летучая белка = белка-летяга)	<b>Gallinsectes</b> (галлицы)	<b>Vitriols</b> (купорос)
<b>Chauve Souris</b> (летучие мыши)	<b>Tænia, ou Solitaire</b> (цепень или солитер)	<b>MÉTAUX</b> (металлы)
<b>Autruche</b> (страусы)	<b>Polypes</b> (полипы)	<b>DEMI-MÉTAUX</b> (полуметаллы)
<b>OISEAUX</b> (птицы)	<b>Orties de mer</b> (крапива морская – зеленая актиния)	<b>SOUFFRES</b> (сера)
<b>Oiseaux aquatiques</b> (птицы водоплавающие)	<b>Sensitives</b> <i>чувствительные (мимоза)</i>	<b>Bitumes</b> (битум)
<b>Oiseaux amphibies</b> (птицы земноводные)	<b>PLANTES</b> (растения)	<b>TERRES</b> (земля)
<b>Poissons volants</b> (рыбы летучие)	<b>Lichens</b> (лишайники)	<b>Terre pure</b> (земля чистая)
<b>POISSONS</b> (рыбы)	<b>Moisissures</b> (плесень)	<b>EAU</b> (вода)
<b>Poissons rampants</b> (ползучие рыбы)	<b>Champignons, Agarics</b> (грибы, пластинчатые грибы)	<b>AIR</b> (воздух)
<b>Anguilles</b> (угри)	<b>Truffes</b> (трюфели)	<b>FEU</b> (огонь)
<b>Serpents d'eau</b> (водяные змеи)	<b>Coraux et coralloïdes</b> (кораллы и кораллоиды)	<b>Matières plus subtiles</b> (более тонкие материи)
<b>SERPENS</b> (змеи)	<b>Lithophytes</b> (литофиты)	
<b>Limaces</b> (слизны)	<b>Amiante</b> (асбест)	
<b>Limaçons</b> (улитки)	<b>Talcs, gypses, sélénites</b> (тальк, гипс, селенит)	
<b>COQUILLAGES</b> (ракушки)	<b>Ardoises</b> (сланец)	

Б.

Рис. 3.

**Лестница Шарля Бонне. 1760 г.**

(А. с сайта – <http://vieille.mule.pagesperso-orange.fr/cladistique/cladistiquetexte.htm>; Б – перевод В.В. Кузнецовой, А.В. Заворотичевой, С.В. Чебанова; номенклатура Бонне несколько отличается от современной; при этом есть неэквивалентность языков, так что предлагаемый перевод ориентирован на передачу смысла, а не буквальную точность).

**Морфология Гёте как кульминация становления сравнительного метода**

Конец XVIII – начало XIX в. – один из самых важных для понимания обсуждаемой проблемы периодов истории европейской мысли.

В это время оформляются две важнейших идеи – представление о морфологии и исторический метод. Первое из них является непосредственным итогом развития сравнительного метода.

В связи с тем, что во второй половине XVIII в., в частности благодаря деятельности К. Линнея, происходит резкое увеличение числа описанных видов (в конце 1770-х – 1805 г. различалось 15–16 тыс. видов, т.е. за полвека их число увеличилось в 15–16 раз) возникает практически необозримое поле возможных сравнений этих организмов, причем сравниваться они могут практически никак не ограниченным способом. В связи с этим возникает проблема какого-либо упорядочивания этих сравнений. Вариантом разрешения этой проблемы и явилась морфология.

В серии относительно небольших статей (наиболее значительными из которых являются «Метаморфоз растений» [Гёте, 1957, с. 4–21] и «Метаморфоз растений. Второй опыт» [Гёте, 1957, с. 37–39], а также по сути пропедевтическая для морфологии «О межчелюстной кости человека и животных» 1784 г. [Гёте, 1957, с. 42–56] и черновых заметок 1790-х годов. И.В. фон Гёте под впечатлением «Критики способности к суждению» И. Канта формулирует основные идеи морфологии [Канаев, 1970, с. 195–278]. Впервые термин «морфология» появляется у него в дневнике и в письме к Шиллеру в конце 1796 г., а в печатном издании у К.Ф. Бурдаха (независимо или в результате бесед с Гёте?) в 1800 г. [Канаев, 1970, с. 195].

Идея морфологии Гёте заключается в следующем. Можно заниматься детальным строением отдельных объектов (животных и растительных организмов, кристаллов, геологических толщ), обращая внимание на все подробности (в том числе сугубо индивидуальные) их строения (включая размеры). Этим занимается анатомия и в очень большой мере успех анатомических исследований зависит от технических возможностей и полноты материала. Морфология же характеризует обобщенное строение групп (иногда очень и даже необозримо больших) объектов. В таком случае у них выявляются тождественные (по более поздней терминологии – гомологичные) части (органы) [Канаев, 1970, с. 199]. Различие анатомии и морфологии наиболее наглядно в случае метаморфоза – ситуации когда один морфологический орган (например, лист) представлен разными анатомическими структурами (привычным листом, колючкой, прилистником, компонентом околоцветника и цветка – чашелистиком, лепестком, тычинкой, плодолистиком, прицветником, а также усиком, ловчим аппаратом насекомоядных растений, филлодием – разросшимся черешком некоторых чин и многих растений из засушливых местообитаний и т.д.).

Идея тождественных частей связана с представлениями об общем типе, морфологическом типе, прототипе, плане строения, которые идут от Аристотеля, развиваются неоплатониками, артикулируются в дискуссиях реалистов, номиналистов и концептуалистов и т.д. [Канаев, 1963; Канаев, 1970, с. 197–199; Чебанов, 1984]. Непосредственным предшественником Гёте в этой области был Ж. Бюффон [Канаев, 1966, Канаев, 1970, с. 199–202],

согласно представлениям которого первичный замысел, план строения воплощается сначала в прототипе (Канаев, 1970, с. 201], с которым можно сопоставлять другие организмы.

Работа морфолога зависит как от качества работы анатома, так и от способности к умозрению формы. Последняя способность трактуется по-разному в зависимости от реалистского, номиналистского или концептуалистского понимания формы, но, во всяком случае, умозрение формы – это не просто механическая индукция наблюдений эмпирического материала. Так, В.Л. Каганский [Каганский, Балла-Гертман, 2021] соглашается с тем, что «путешествие для географа-теоретика < а именно он работает с географическими формами. – С. Ч. > является не источником какого-то эмпирического материала для построения теории, а средством пробуждения рефлексии над теоретическими объектами». Эмпирический материал, представленный фигурами, допускающими алгоритмизированное инструментальное исследование, – это только толчок к усмотрению формы умом, которое может и не состояться. В стихотворении «Метаморфоз растений» [Goethe, 1799, S. 17] Гёте это описывает так:

«Alle Gestalten sind ähnlich und keine gleichet der andern  
Und so deutet das Chor auf ein geheimes Gesetz».

Все фигуры (облики, внешности) похожи, и нет двух одинаковых.  
И так хор указывает на тайный закон.

«Тайный закон» – это и есть безвидная умопостигаемая форма, реализуемая в хоре эмпирически данных фигур, подлежащих инструментально-методическому исследованию.

Гёте представлял себе морфологию как дисциплину, охватывающую все области знания, он специально занимался ботаникой (ему принадлежит представление о триаде «корень – стебель – лист» как основе морфологии высших растений), зоологией (остеологией), писал о строении кристаллов и геологических пластов. В большом числе самых разных дисциплин в XIX–XX вв. возникли разделы, находящиеся в таких же отношениях, как морфология и анатомия (под разными названиями), причем в некоторых случаях прослеживается явная связь с идеями Гёте, в других – эта связь опосредованная (через дисциплины, которые сформировались благодаря идеям Гёте), в третьих – наличие или отсутствие связей с идеями Гёте требует исследования.

Говоря о морфологии Гёте, надо упомянуть, что он видел близость морфологии и семиотики (хотя об этом не говорится, но из контекста видно, что подразумевается медицинская семиотика<sup>1</sup>), т.е. синдром нозологи-

<sup>1</sup>Ср. мед. семиотики: «Симиотика» («Simiotice, sive de Signis Tractatus», 1664) Ф. Фиенуса, «Семиотика» («Semiotice physiologicam et pathologicam generalem complexa»,

ческой единицы (конкретной болезни) был, судя по всему, для него формой [Гёте, 1957, с. 189, 190]. На незаконченном рассуждении о семиотике рукопись обрывается.

### **Развитие морфологии – дальнейшее развитие сравнительного метода**

Идеи Гёте были наиболее очевидным образом реализованы в биологии. Благодаря этому в биологии развернулось два вида исследований и два вида сравнений – анатомические и морфологические.

Анатомические сравнения могут быть абсолютно любыми, в том числе и чисто ситуативными, причем, строго говоря, это может быть сравнение только единичных конкретных экземпляров (если же сравнивается несколько, то это уже некоторая предморфология). Морфологические сравнения – это сравнения некоторых обобщенных сущностей, за которыми стоит потенциально бесконечное число эмпирических экземпляров.

Для того, чтобы проводить морфологические сравнения нужно иметь своего рода единую систему координат. И такая система координат создается как за счет привлечения уже существовавших категорий, так и создания новых [Канаев, 1963] – анимального и вегетативного полюсов яйца, а затем и зародыша, краниально-каудальной и дорсально-вентральной осей, радиальных и билатеральных элементов симметрии, асимметрии, метамерии, олигомеризации и полимеризации и т.д., т.е. всего того, что составляет проморфологию [Беклемишев, 1964].

Если имеются большие серии анатомических сравнений, то они оказываются неизбежно морфологическими так как надо проводить сопоставления многих внешне различных структур. Для этого надо сопоставлять то, что сопоставимо. Так ветви дерева, крылья стрекоз, плавники рыб и крылья птиц могут быть сопоставлены как апендикулярные части организмов. Однако природа ствола дерева и тела животных радикально различны, поэтому ветви, плавники и два вида крыльев будут очень бедными содержательно сопоставлениями и в этом отношении малоинтересными. При этом, однако, осевые части представлены двумя контрастными группами – одним стволом и тремя туловищами и наличие этих двух типов осей уже более интересно, тем более, что первая связана с фиксацией в пространстве, а вторая – с активным движением. Более того, первая диктуется отрицательным геотропизмом стебля, а вторая – произвольной, но преимущественно параллельной поверхности земли активной локомоцией. Поэтому если следовать принципам можно говорить о том, что сравнительная анатомия многих таксонов [Беклемишев, 1964; Шмальгаузен, 1947] – это их морфология, а словосочетание «сравнительная морфология»

---

1775) Х.Г. Грунера, «Семиотика» (1809) О.Ж. Ландре-Бове, «Семиотика или признаковедение» (1824) К.П. Шпренгеля.

(хотя такой термин нередко используется) является периссологией, так как вся морфология – это принципиально сравнительная дисциплина.

В связи с этим надо сделать одно историко-терминологическое замечание. В истории естествознания (ботаники, зоологии, биологии, минералогии) выделяется так называемый описательный период. Он относится к XVI–XVIII, а иногда даже к началу XIX в., напр.: [Ботаника, 2009]. При этом что-то невыразительное говорится про то, что в этот период осуществлялись какие-то описания. На деле же главной задачей описательного периода идеографических дисциплин [Виндельбанд, 1995] является как раз создание соответствующей морфологии. Поэтому, например, описательный период в альгологии относится только к 1960–1980-м годам [Ботаника, 2009, с. 90], что связано с развитием техники микроскопии. Это обстоятельство, почти всегда упускаемое из вида при разговоре об описательном естествознании, вполне адекватно рассмотрено в старой работе В.И. Вернадского [Вернадский, 1905].

Появление морфологии как дисциплины дополнительной к анатомии приводит к формированию внутри последней зоотомии, которая демонстративно концентрируется на монографическом изучении того, что может быть обнаружено зоотомическими срезами – по сути это монографическое изучение того, что может быть названо топографической анатомией (ветеринарной анатомией) конкретных (как правило, хозяйственно значимых) видов животных [Гуртовой, Держинский, 1992; Дмитриева, Саленко, Шакуров, 2008; Оперативная..., 1958; Садовский, 1960] и др. Очевидно, что эта область очень сильно зависит от технических средств изучения (приборов, в первую очередь, оптики, хирургических и иных инструментов для препарирования, химикатов, общелабораторного оборудования и т.д.) и от доступности эмпирического материала (живого и фиксированного).

Так или иначе анатомия и морфология сложились в XIX в. как два самостоятельных направления исследования одного и того же объекта, находясь то в отношениях сотрудничества, то конкуренции, ср.: ([Гёте, 1957, с. 189]), что хорошо видно на примере истории биологии в Германии.

### **Морфология как учение о гомологиях**

Чрезвычайно важным событием для развития морфологии и сравнительного метода было введение Р. Оуэном [Owen, 1843; 1847] представления о гомологии [Беклемишев, 1994; Бляхер, 1976; Канаев, 1963].

Представление о гомологии заполняет терминологическую лакуну в морфологии Гёте и поэтому кажется неотделимой от нее. До этого как далекие (начиная с Аристотеля), так и близкие (Ж. Бюффон, Ф. Вик Д'Азир) предшественники Гёте и его сверстники и младшие современники (Жоффруа Сент-Илер, И. Мюллер, Ф. Тидеман, И.Ф. Меккель, К.Б. Рейхерт,



Х.И. Пандер, К. Бэр и др.) пользовались категорией «тип» и ее производными [напр., Гёте, 1957, с. 3, 5, 8, 49, 52, 56–66 и др.] для того, чтобы соотносить похожие структуры организмов, говоря о «том же самом» (в нужных родах и числах [Гёте, 1957, с. 67, 68, 74, 76, 94] и т.д.).

Р. Оуэн вводит представление об **аналогичных**, когда часть или орган животного имеет ту же самую функцию, что и другая часть или орган у иного животного (сходство по функции), и **гомологичных**, тех же самых у различных животных при всех вариациях их формы и функции образования (сходство по положению) органах [Owen, 1843]. Таким образом в морфологию вводится две базовых категории – аналогия и гомология, причем гомологией называется то, что у Аристотеля называлось аналогией. С точки зрения последующего развития сравнительного метода см., например [Беклемишев, 1994; Гомологии ..., 2001; Любарский, 1996; Мамкаев, 2012; Раутиан, 2001 а; Раутиан, 2001 б; Naef, 1919; Remane, 1952; Troll, 1937; Troll, 1939], оказывается, что категория гомологии является центральной для всей морфологии, хотя она и получала в разные периоды и в разных научных школах разную интерпретацию. Тем не менее с 1840-х годов это во все большей степени активный рабочий инструмент морфологии (сравнительной анатомии).

До второй половины 1860-х годов представление о гомологии развивается в рамках типологии, сохранение традиций которой в XX в. получает наименование идеалистической морфологии [Naef, 1919; Remane, 1952; Troll, 1937; Troll, 1939]. С работ Э. Геккеля (см. далее) морфология развивается преимущественно как эволюционная. В такой ситуации гомология интерпретируется как исторически преемственное сходство, а аналогия – как конвергентное сходство, обусловленное, прежде всего, приспособлением к определенной среде обитания. Кризис эволюционизма конца XIX – начала XX в. приводит к пересмотру представлений о гомологии [Беклемишев, 1964; Любищев, 1962].

В итоге выделяется большое число разных типов гомологий: гомотипия (множественных органов одного организма, в том числе зеркально симметричных), сериальная (итеративная) гомология или гомодинамия органов, повторяющиеся вдоль оси тела (метамерия), гомономия одноименных частей одинаковых органов (например, пальцев конечности), полная и неполная гомология К. Гегенбаура по полноте соответствия системы связей между сравниваемыми органами, гомофилия (гомогения) по В.Н. Беклемишеву, унаследованная от общих предков, гомоплазия, по В.Н. Беклемишеву – результат параллельной эволюции, динамические гомологии Р. Саттлера, допускающие существование «промежуточных» органов растений, т.е. преодолевающих триаду Гёте «корень – стебель – лист», и т.д. В такой ситуации размывается и граница аналогий и гомологий и все виды сходства целесообразно интерпретировать как разные виды гомологий [Мейен, 1978].

В результате на основании разных типов гомологий выделяются разные типы сходства и пути сравнительного изучения, что приводит к идее

множественности типологий, классификаций, других способов структурализации материала [Мейен, 1989; Павлинов, 2006; Чебанов, 2016].

Основным итогом развития морфологического (типологического, сравнительного) подходов можно считать обнаружение рефренов или повторяющихся полиморфических множеств (ППМ), которые были первоначально продемонстрированы С.В. Мейеном на примере расчленения листоподобных органов живых организмов (растений и колониальных животных [Meуen, 1973] рис. 4), а потом выявленных у объектов самой разной природы – группах симметрии кристаллов, таблице химических элементов, гомологических рядах органических соединений А.М. Бутлерова, способах расчленения костюма Т.В. Козловой, боевых топорах Л.С. Клейна и т.д. [Чебанов, Найшуль, 2015].

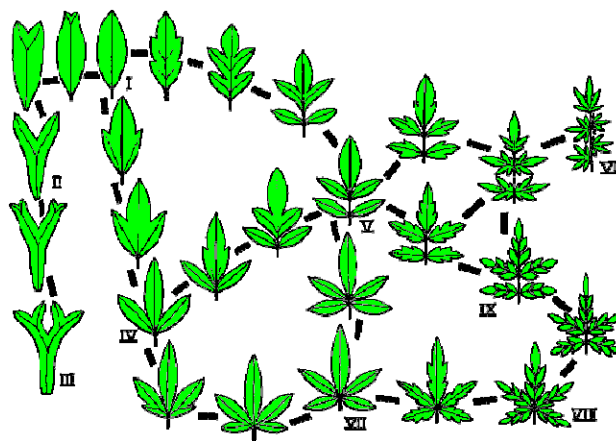


Рис. 4.

**Рефрен расчленения листоподобных органов (по: [Meуen, 1973])**

I – цельный лист; II – единожды дихотомирующий лист; III – дважды дихотомирующий лист; IV – тройчатый лист; V – простоперистый лист; VI – перистопальчатый лист; VII – пальчатый лист; VIII – пальчатоперистый лист; IX – дваждыперистый лист.

На основании этого можно говорить, что рефрен – это упорядоченная (по отношению сходства) совокупность вариантов (членов или модулей рефрена) реализации некоторой обобщенной структуры (мерона<sup>1</sup>), которая обладает следующими свойствами: а) полнотой, т.е. с разной степенью детализации охватывает практически все разнообразие вариантов реализации данной структуры (мерона); б) наличием переходов между некоторыми (не всеми!) членами рефрена (состояниями мерона); в) пере-

<sup>1</sup> Развернутую трактовку того, что такое мерон см.: [Мейен, Шрейдер, 1976] и последующую литературу по этой теме (обзор [Чебанов, 2017]).

ходами являются различные логические, пространственные, временные и другие отношения, которые связывают различные члены рефрена (переход от одного экземпляра к другому, от одной части организма к другой – например, при движении по оси тела, от экземпляра из одной части ареала к экземпляру из другой его части, переход с течением времени от эмбрионального состояния к дефинитивному и т.д., т.е. имеет место некоторое подобие эргодичности), г) если существует какой-то переход между членами рефрена, то присутствует и переход с противоположным направлением преобразования, причем если такого перехода нет, то для этого должно быть некоторое объяснение; д) члены рефрена имеют резко неравночисленную реализацию в эмпирическом материале (В.В. Налимов при знакомстве с этими представлениями сразу же выдвинул идею о том, что в этом случае мы, по-видимому, имеем дело с распределениями с неопределенными центральными моментами, вроде распределения Ципфа [Кудрин, 2002]); е) каждый член некоторого рефрена может быть развернут в самостоятельный рефрен, который более детально описывает полиморфизм, соответствующий одному или нескольким членам исходного рефрена<sup>1</sup>; ж) каждый рефрен может быть свернут в член (несколько членов) обобщенного рефрена<sup>2</sup>; з) обычно рефрен представлен набором дискретных членов<sup>3</sup>; и) рефрен является циферблатом часов, которые указывают типологическое время, допускающее нелинейную структуру. Под этим понимается следующее. Если известен рефрен модусов какого-либо мерона, то он описывает и то разнообразие модусов, которое относится к реализации мерона в одном экземпляре. Разнообразие, отнесенное к одному экземпляру задает идею времени. При этом встает вопрос о том, как фиксировать изменение во времени. Это можно делать соотнося состояние экземпляра с тем или иным модусом рефрена. Изменение соотношения состояния экземпляра мерона с членами рефрена есть фиксация времени по члену рефрена. Таким образом рефрен оказывается циферблатом типологических часов. Поскольку он может быть сетью, то время оказывается имеющим сетевую организацию (а не линейную, циклическую, двумерную и т.д.)<sup>4</sup>.

На протяжении XIX–XX вв. во многих дисциплинах появляются соответствующие сравнительные разделы, в разной мере отрефлексированные и ориентированные на разные этапы становления сравнительного метода, иногда неполностью отличенного от исторического – сравнительная климатология [Гумбольдт, 1915], сравнительная планетология [Базилев-

---

<sup>1</sup> Впервые это было показано в конце 1970-х годов М.С. Игнатовым (устное сообщение) на материале листьев сложноцветных.

<sup>2</sup> Последние два свойства указывают на то, что рефрен обладает предфрактальной структурой (подробнее см.: [Чайковский, 2010]).

<sup>3</sup> В некоторых случаях этого нет (например, рефрен линейных размеров тел). Однако при этом имеет место различие частот встречаемости тел разных размеров (как проявление дискретности).

<sup>4</sup> Подробнее см.: [Мейен, 1989; Развитие ..., 1982; Шаров, 1996; Sharov, 1995].

ский, 2012], сравнительное литературоведение [Жирмунский, 1936], сравнительное правоведение [Марченко, 2001], сравнительная политология [Сморгунов, 2002, Патцельт, 2016], сравнительная экономика [Ананьин, Гайдар, 1984] и т.д.

### Появление эволюционной морфологии

Основы эволюционной морфологии в ныне существующем виде были заложены Э. Геккелем буквально за несколько лет после выхода в 1859 г. «Происхождения видов» Ч. Дарвина [Дарвин, 2003]. С 1863 г. (т.е. через четыре года после выхода «Происхождения видов...», что с исторической точки зрения почти одновременно) он начинает пропагандировать дарвинизм, а в 1868 г. выходит его «Естественная история миротворения». В ней лестница существ (рис. 3) превращается в родословное древо человека, на котором остаются выделены четыре радикально различающиеся ступени совершенства. Показательно то, что это родословное древо принципиально, хотя внешне и незаметно<sup>1</sup> отличается от лестницы существ (в стиле Бонне или Палласа) и характер этого различия предстоит уяснить прежде, чем можно будет обсуждать суть эволюционной морфологии.

Итак, предметом рассмотрения является научное естествознание Европы, существующее в христианской, но глубоко секуляризированной культуре, склонной к деизму, представленное в университетах, академиях наук и других научных обществах, а также монастырях и духовных учебных заведениях. С XVII в. этот довольно узкий круг образованных профессионалов интеллектуальной деятельности мыслит себя как республику ученых, в которой каждый безвестный житель Земли, у которого есть, что сказать, может сделать это через научные издания – журналы [Куприянов, 2020]. Наряду с этим в самом начале XVII в. (в 1605 г.) появилась первая газета как средство массовой информации в современном смысле (если не считать ими некоторые периодические информационные источники Древнего Рима или Древнего Китая).

Античная традиция определяла представление о науке как средстве добывания знания (не мнения) о непреходящих свойствах сущего, что ограничивало круг того, что могло быть предметом научного познания, в частности указанное обстоятельство резко ограничивало возможность превращения процессуального в такой предмет. Это хорошо согласовывалось с христианскими представлениями о тварности мира и неизменности его свойств. С другой стороны, Священное Писание как в Ветхом, так и в Новом завете в большой мере построено как историческое повествование,

---

<sup>1</sup> Эта часть более общей проблемы – логически некорректного отождествления деревьев родовидовых отношений, дендрограмм сходства нумерической таксономии, филем филогенетики.

однако эта история дается не как образец исторического отношения к действительности, а как нравственный урок, причем в большой мере иносказательный.

Этимологически история – др. греч. ἱστορία – это расспрашивание, узнавание, установление, добывание знаний, в том числе в ходе судебного следствия. В этом смысле история фигурирует в «Истории животных» Аристотеля или «Естественной истории» Плиния Старшего. В Средневековье сложилось противопоставление естественной философии, натурфилософии, ориентированной на поиск конечных причин, к которой относились физика и астрономия, и естественной истории, представленной ботаникой, зоологией, минералогией и т.д., описывающей имеющееся наличное бытие. По сути, естественная философия и естественная история соотносились как номотетическое и идиографическое в понимании Виндельбанда и Г. Риккерта [Риккерт, 1911].

Кроме того, не позднее начала XVII в. (а есть основания говорить о зарождении этой идеи в VI–VII вв., например, у Максима Исповедника) получает распространение идея о том, что завет человеку дан Богом в двух книгах – Библии и Книге Мира – Природе [Петров, 1978; Гоманьков, 2014, с. 103; Гоманьков, 2017].

В результате имеет место представление о естественной истории как контаминации разных идей – античных и иудео-христианских – и именно занятия естественной историей в контексте христианской культуры порождают эволюционные воззрения в естествознании.

XVII–XVIII вв. были временем, когда учеными стала осознаваться изменчивость во времени в разных сферах того, что до этого рассматривалось как неизменное. Это несколько расходилось со сложившимися теологическими представлениями, но глубокая секуляризация, о которой было сказано, обеспечивала наличие нескольких относительно независимых дискурсов, т.е. такого положения дел, которое, как представляется, является наиболее эвристичным и плодотворным [Чебанов, 2022].

В этой ситуации разрабатывались представления об изменениях в истории Земли и населяющих ее организмах. Так, в традициях натуральной теологии Дж. Рэй формулирует биологическую концепцию вида, он же вместе с Р. Гуком и Н. Стенсоном (Стеноном) дает правильную интерпретацию ископаемым остаткам, а сам Н. Стенон, как католический епископ, в 1687 г. причисленный к лику блаженных, формулирует основные принципы стратиграфии [Стенон, 1687], четко осознавая разновозрастность геологических отложений и т.д. Уже в XVIII в. К. Линней, И. Гмелин и Ж. Маршан высказывают мнение об изменчивости видов [Чебанов, 2021], Ж.Б. Ламарк создает логически (не фактологически!) полноценную концепцию исторических изменений организмов за счет наследования благоприобретенных свойств (публикация 1809 г. [Ламарк, 1809]), преобразующих лестницу существ так, что можно говорить о «подвижной лестнице Ламарка» [Мандельштам, 1990, с. 186]. В XVIII – первой поло-

вине XIX в. закладываются основы исторической геологии (Д. Ардуино, А. Вернер, У. Смит, Ж. Кювье, Ч. Лайель [Ковалёв, 2010], причем дискуссии плутонистов и непутистов [Шафрановский, 1969] непосредственно апеллировали к представлениям о Всемирном потопе, что и определило выделение допотопных и послепотопных отложений. Однако содержание и результаты этих работ практически не затрагивали широкую публику.

Иная ситуация сложилась со становлением сравнительно-исторического языкознания. Уходя корнями в XVI–XVIII вв. и оформившись в начале XIX в. (Ф. Бопп, Р.-К. Раск, А.Х. Востоков и др.) оно привело к формированию принципов историзма в области гуманитарной культуры и вошло в систему гимназического образования, а также стало компонентом повседневной культуры образованных людей, не допускающих анахронизма в исторических суждениях [Чебанов, 2021].

Широкий же интерес к историзму в естествознании возникает только после публичного скандала, разразившегося после выхода работ Дарвина о выражении эмоций у человека и половом отборе, в которых высказывалась гипотеза (!) о наличии общего предка у человека и обезьян [Дарвин, 2009], притом, что К. Линней уверенно помещал человека среди приматов [Linnaeus, 1735]. Таким образом, скандал был связан не с сутью дела, а с состоянием общественного сознания, которое в числе прочих формировалось и набравшей к тому времени силы прессой [Чебанов, 2021].

На этом фоне и разворачивается деятельность Э. Геккеля, который проявляется, говоря современным языком, как социальный активист. Хотя Дарвин обсуждал только происхождение видов (но не таксонов более высокого ранга или жизни в целом) и не пользовался термином «эволюция»<sup>1</sup>, Геккель строит древо, отражающее, с его точки зрения, историю появления разных групп организмов [там же, с. 48]. Такое представление, обладающее наглядностью, и интегрирующее различные биологические знания получает признание и оказывается популярным (а для неспециалистов и практически единственным) способом представления биоразнообразия вплоть до настоящего времени.

В этой ситуации морфология получает новую интерпретацию и из сравнительной дисциплины превращается в эволюционную. Гомология при этом начинает интерпретироваться как историческая связанность органов, а аналогия – как их поверхностное конвергентное сходство. То обстоятельство, что к этому времени было известно более 100 000 видов растений и животных, примерно 80 лет шла целенаправленная работа в области морфологии и около 20 лет было осознанно, что представление о гомологиях является центральным для морфологии обеспечило успех геккелевской интерпретации и ее популярность. При этом очевидно, что

---

<sup>1</sup> Термин «эволюция» был введен Г. Спенсером в 1852 г. [Чайковский, 2008, с. 91] для обозначения процесса появления новых видов путем накопления мелких изменений, т.е. для микроэволюции в современной трактовке, что противоречит его внутренней форме.

без основательных сравнительных исследований никакой эволюционизм реализоваться не мог бы.

Подобное положение дел сохранялось и укреплялось вплоть до кризиса историзма на границе XIX и XX вв.

### **Кризис историзма и варианты выхода из него**

К началу XX в. было описано около 200 000 биологических видов (удвоившееся за 30 лет) и в это время была достигнута максимальная скорость описания новых видов (около 6000 видов в год – Costello, Wilson, and Houlding, 2012). На таком количестве материала стало очевидным, что тезис о сходстве как индикаторе единства происхождения не работает. Это же обнаружилось и на языковом материале. Такого рода проблемы и составили суть того, что обозначается как кризис историзма на границе XIX и XX вв. (подробнее см.: [Чебанов, 2022]). Разные дисциплины по-разному выходили из него – в лингвистике произошло размежевание исторического и типологического языкознания, в биологии возник спектр альтернативных концепций эволюции [там же].

Судьба и место историзма в разных дисциплинах оказались разными в зависимости от природы объекта, степени его изученности, которая лимитирует скорость формулирования выводов, имеющих шанс оказаться несостоятельными, глубины осознания существующих проблем. Картина при этом оказывается весьма пестрой.

Так, в химии существует фундаментальный закон постоянства состава Ж.Л. Пруста, гласящий, что строение и свойства индивидуального вещества не зависят от способа его получения [Фигуровский, 1969, гл. «Открытие закономерностей постоянства состава и возникновение стехиометрии»]. Таким образом, на материале индивидуальных веществ применение принципов историзма принципиально невозможно. Однако некоторое поле применения исторического подхода все же существует.

Во-первых, есть класс веществ, для которых закон Пруста не выполняется – это бертоллиды, обладающие переменным составом. В качестве их особого варианта можно рассматривать и нуклеиновые кислоты.

Во-вторых, если речь идет о веществах, обладающих оптической изомерией (например, аминокислотах), то для большого класса реакций хиральность изомера сохраняется, что позволяет проследить историю молекул (что возможно и для некоторых вариантов конформаций [Илиел, Вайлен, Дойл, 2007]).

В-третьих, если в состав молекул входят радиоактивные изотопы, то они могут быть метками молекул.

Наконец, в-четвертых, в случае смесей (а все реальные вещества являются смесями) состав примесей будет очень специфическим, так что по нему можно судить об истории той или иной порции вещества.

Это обстоятельство принципиально важно, например в случае лекарств. Так, одно и то же действующее вещество («молекула» как говорят фармакологи) может выпускаться в качестве лекарства под разными торговыми марками, различающимися разной очисткой, что влияет на их терапевтическую эффективность [Взаимозаменяемость..., 2016].

Таким образом, оказывается, что для химии как области знания история неактуальна (исключая такую специфическую область, как химия природных соединений), но химические и физико-химические методы позволяют делать нетривиальные исторические реконструкции на основе детального изучения вещества (включая и те, на которых строится криминалистическая трасология [Шевченко, 1975]).

Физика, также отталкиваясь от ориентации на универсализм, строится на панхроническом отрицании истории. Это удается реализовать в классической и релятивистской механике, в геометрической и макроскопической физической оптике, при описании электромагнетизма, в статистическом варианте – в термодинамике и молекулярной физике. При отсутствии собственно истории на основании таких панхронических закономерностей можно восстанавливать одни фазы детерминированного процесса на основании знания других фаз (баллистические расчеты, расчеты в небесной механике, прогнозирование термодинамических процессов и т.п.).

Экстремальные принципы (стремление к минимуму энергии и максимуму энтропии, принцип наименьшего действия [Бердичевский, 1983; Левич, 2004], законы сохранения (энергии, вещества, симметрии) позволяют намечать тенденции процессов, но не восстанавливать или прогнозировать конкретные траектории и их динамические характеристики. Эволюция моментов рассматривается в функциональной механике [Михайлов, 2011].

Качественно своеобразные исторические преобразования свойственны квантово-механическим системам и космогоническим процессам вблизи точки сингулярности.

Квантово-механические преобразования характеризуются тем, что в них не действуют макроскопические принципы причинности, а преобразования происходят, с одной стороны, дискретно (т.е. отсутствует связь похожести и исторической близости), а с другой – деиндивидуализировано, т.е. если происходит какое событие с одной частицей некоторого ансамбля, то невозможно сказать, с какой именно. В такой ситуации не остается никакого другого выхода как давать типологическое, основанное на сравнениях, описание и вводить генетические (но не исторические!) связи между разными состояниями. Вместе с тем изменения квантово-механической системы описывается оператором эволюции [Stefanucci, Leeuwen van, 2013].

После того, как был открыт закон Мозли (1913), было показано, что зарядовое число  $Z$  совпадает с порядковым номером элемента в таблице Менделеева, равным количеству протонов в атоме (т.е. заряду ядра) и числу электронов в его электронной оболочке [Золотов, 2020]. Эта ситуация



показательна тем, что она эксплицирует настаивание Д.И. Менделеева на упорядочивании по морфологической характеристике «порядковый номер», а не фигуре, задаваемой атомным весом (массой).

После открытия Г. Мозли было предложено разворачивать таблицу Менделеева посредством прибавления к ядру водорода протонов. Как генетическая схема морфологии это вполне корректная операция, но подобные исторические процессы синтеза новых ядер не самые частые. Новые ядра возникают либо за счет слияния и деления ядер и в таком случае это перемещает исходные ядра на много порядковых номеров в таблице Менделеева, либо  $\alpha$ -распад, «сдвигающий» элемент на две клетки влево (все эти три способа отличаются от генетических отношений), либо  $\beta$ -распад, причем при  $\beta^-$ -распаде происходит изобарное смещение на одну клетку вправо (например,  $^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow ^{137}_{56}\text{Ba}$ ), а при  $\beta^+$ -распаде на одну клетку влево ( $^{22}_{11}\text{Na} \rightarrow ^{22}_{10}\text{Ne}$ ). Таким образом, только изобарное смещение на одну клетку вправо при  $\beta^-$ -распаде совпадает с генетическим отношением [Loveland, Morrissey, Seaborg, 2017]. Реальные же процессы преобразования элементов могут быть весьма разнообразными, в том числе и циклическими. Например, простейший из них, CN-углеродный цикл Бете включает шесть реакций, протекающих с абсолютно разными скоростями (от 82 сек. до  $10^8$  – десятков млрд лет [Boyd, 2007, p. 211]. Ничего похожего на генетическое отношение прибавления протона при этом нет.

Если же говорить о происхождении нуклонов (протонов и нейтронов), то они появляются во время бариогенезиса ( $10^{-35}$ – $10^{-32}$  секунд с момента Большого взрыва [Сажин, 2002]. При этом в интервале между тремя и 20 минутами после Большого взрыва в ходе первичного нуклеосинтеза появились легкие элементы, в основном водород и гелий (с небольшими добавлениями бериллия и лития), что близко к генетическим отношениям [Сильченко, 2017]. Синтез более тяжелых элементов происходил и происходит позже, например в звездах [Засов, Постнов, 2011], в том числе в указанных циклах, которые включены в процессы эволюции Вселенной [Сильченко, 2017].

Показательная ситуация сложилась в минералогии. С одной стороны, центральной теоретической дисциплиной является морфологическая, по сути описательная, минералогия [Вернадский, 1955, 1959]. С другой стороны, формирование минеральных индивидов изучает онтогенез минералов [Григорьев, 1961; Григорьев, Жабин, 1975; Жабин, 1979], а топоминералогия изучает особенности минералообразования в разных геологических условиях [Юшкин, 1982], что позволяет, в частности, определять место происхождения минерального сырья. Задача, которую ставил и решал экспертным путем еще А.Е. Ферсман [Ферсман, 1922].

Очень интересная история сложилась в кристаллографии. Кристаллы обращают на себя внимание своей огранкой и длительное время их изучение было направлено на описание огранки. Однако это не приносило ощутимых результатов. Ситуация резко поменялась, когда Е.С. Фёдоров начал

описывать не огранку, а кристаллическую решетку, причем в ее идеальном только умопостигаемом варианте, т.е. занялся морфологией в самом точном смысле слова [Фёдоров, 1949]. Таким образом к 1891 г. были выявлены все 230 групп симметрии кристаллических решеток, которые могут быть у идеальных кристаллов. Такой способ решения классификационной проблемы, полностью игнорирующий исторический принцип, был первым заметным примером позитивного построения, ознаменовавшим переход к чисто типологическим ахроническим построениям.

Вместе с тем такой радикализм по сути предопределил формирование двух направлений изучения кристаллов, которые практически никак не пересекаются с изучением идеальных кристаллических решеток, которые вообще ничем не ограничены, в том числе не огранены.

Во-первых, это кристаллогенезис – изучение процессов формирования кристаллов в составе горных пород и в лабораторных условиях, а также практика выращивания искусственных кристаллов [Выращивание ..., 1983].

Во-вторых, в настоящее время, когда понятна роль разного рода дефектов (не только наличия огранки) в кристаллах, их постоянная динамика (например, динамика вициналей), разнородность пирамид и зон роста кристалла, возникает идея того, что есть резон ввести представление об идеальном реальном кристалле с некоторым экстремальным  $H$ -распределением [Кудрин, 2002] числа дефектов и сделать его основой морфологического анализа [Руссо, Чебанов, 1985; Руссо, Чебанов, 1987 и др.].

Не менее показательна ситуация с общественно-экономическими формациями. К. Маркс в 1859 г. (год выхода «Происхождения видов» Дарвина) утверждает, что «азиатский, античный, феодальный и современный, буржуазный, способы производства можно обозначить, как прогрессивные эпохи экономической общественной формации» [Маркс, 1959, с. 7] (в поздних работах выделялся еще и германский). В принципе это обычная, формально не очень совершенная, малочленная сравнительно-морфологическая схема. В советский период в соответствии с колебаниями линии партии она модифицировалась и в период позднего СССР сложилась в «пятичленку» [Глезерман, 1977]: первобытно-общинный (первобытный коммунизм); рабовладельческий; феодальный; капиталистический (включая империализм как высшую стадию); коммунистический (включая социализм как первую стадию), а кроме того, азиатский способ производства. Ее морфологическое несовершенство выражалось в том, что в основной ряд не вписывался азиатский способ производства (а почему бы тогда не выделять все формации по географическому принципу?), что и вызывало волнами дискуссии о нем.

Далее возникали проблемы с исторической интерпретацией этого построения. Во-первых, с одной стороны, утверждалась необходимость строгой последовательности прохождения этих стадий, однако после социалистической революции в Монголии начала обсуждаться идея перепрыгивания формаций при переходе к социализму, что приобрело допол-

нительную актуальность в период деколонизации (1940–1970-е / 1990 г.). Во-вторых, распад Социалистического лагеря ознаменовал начало реставрации капитализма, что противоречит утверждению о необратимости смены общественно-экономических формаций. Таким образом, не очень хорошая сравнительная схема оказалась вообще негодной в случае придания ей исторического смысла. Обсуждать ее в советский период было невозможно из-за политической цензуры, а ныне стало неинтересным (за редкими исключениями, см., напр.: [Семёнов, 1998]).

В уже упомянутых лингвистике, филологии и биологии при обозначенных общих тенденциях, присутствует определенная неоднородность.

Так, для лингвистики было очень важным четкое различие Н.С. Трубецким фонетики и фонологии [Трубецкой, 1960]. Фонология с развиваемой точки зрения является морфологической дисциплиной, изучающей безвидные формы, а фонетика занимается звучащими звуками – фигурами, в которых реализуются формы фонем. При этом фонемы задаются системой идеальных оппозиций. В конкретных языках фонема может быть соотнесена со звукотипом, описываемым пучком дифференциальных признаков. Далее аналогичные различия были перенесены на другие уровни языка (вплоть до предложения [Степанов, 1975, с. 219–220]), а ныне и на более высокие уровни языка [Михайлова, 2012] и на прагматику (см., напр.: [Маркелова, 2013], безотносительно к убедительности такого варианта разработки проблемы).

При успешности изучения идеальных единиц языка (фонем, отличенных от звуков, морфем, отличенных от морфологических сегментов, лексем, отличенных от словоформ и т.д.) их историческое изучение оказывается весьма затруднительным и дискуссионным, о чем писал Р.О. Якобсон в 1931 г. [Якобсон, 1985] или В.В. Иванов в 2009 [Иванов, 2009] на фоне многочисленности исследований по исторической фонетике, напр.: [Дурново, 2000; Живов, 1996; Князев, 2000 и др.]. Аналогичная ситуация имеет место и для других уровней языка. При этом возникают весьма показательные картины.

Так, в самые разные времена и в разных языковых культурах (но не среди профессиональных лингвистов!) появляются народные этимологии, обычно не имеющие отношения к истории появления слов. Фантастичность многих из них обнаруживается тогда, когда проводится морфемный анализ слов и именно морфемный состав слов позволяет выявлять их гомологии, на фоне чего псевдоэтимологии выступают как аналогии в послегеккелевской интерпретации. При этом формальная морфемика сознательно отказывается от привлечения данных по этимологии из исторического языкознания [Герд, 2004].

Ярким примером успешной и осознанной (с прямыми отсылками к Гёте) морфологической работой является «Морфология сказки» В.Я. Проппа [Пропп, 1928], в которой дается практически готовое описание самостоятельного рефрена [Чебанов, Найшуль, 2015]. Успех этой

работы определяется тем, что автор осуществляет гомологизацию не столько действующих лиц, сколько исполняемых ими функций. По отзывам самого автора эта работа явилась базой для следующей работы «Исторические корни волшебной сказки» [Пропп, 1946], которая кажется менее убедительной, поскольку сводит происхождение всех сказок к единственному источнику – обряду инициации, т.е. создает монофилитическое построение (как у Ч. Дарвина), в то время как здесь можно ожидать транзитивный полиморфизм – возникновение разных членов полиморфного ряда из многих разных источников [Мейен, 1978; Мейен, 2014]. С современной точки зрения это еще более сомнительно, поскольку сказки начинают осознаваться как типичные вариативные тексты [Доманский, 2006; Ковригина, 2014], для изучения морфологии которых надо вводить что-то вроде гомологий Саттлера (см. выше).

Примечательно и то, что чисто ситуативно (поскольку сказки рассказываются в состоянии сказывания, переносащего в сказочный мир [Сопикова, 2001]) сказывание может быть остановлено какими-то случайными внешними событиями и трехходовая сказка превратится в двух- или даже одноходовую сказку, т.е. единичное событие подобно квантовым процессам повлечет значительное изменение текста, так что сходство текста и историческая близость оказываются несвязанными.

Несколько показательных примеров использования сравнительного и исторического метода дает биология XX в.

Помимо системы сравнений организмов по строению их органов (того, что Р. Оуэном было отнесено к гомологиям) в обыденном сознании производились и другие сравнения организмов. Так выделялись деревья, кустарники, травы (выделяемые, скорее, на основании аналогий). Первую их упорядоченную систему, включающую 19 групп, создал в 1806 г. А. Гумбольдт [Troll, 1969]. Впоследствии системы жизненных форм разрабатывались более детально, напр.: [Серебряков, 1962], могли быть весьма своеобразными [Raunkjær, 1937] или относиться к отдельным группам организмов (например, к грибам [Змитрович, 2010], однако никому не приходило в голову интерпретировать их исторически (хотя отношения некоторых из форм могут иметь такую интерпретацию), что не принижает их значения. Всеохватывающая система жизненных форм разработана в экоморфологии и ей также не дается исторической интерпретации [Алеев, 1986].

Примером неудачной гомологизации, которой было придано очень большое значение, является гомологизация многоклеточных и одноклеточных (в том числе прокариотических – как архей, так и бактерий) организмов. На уровне простого сравнения в этом нет ничего страшного, проблемы же возникают тогда, когда закономерности эволюции, полученные на макроскопических многоклеточных организмах переносятся на одноклеточные. Эта проблема волновала и волнует биологов, см., напр.: [Полянский, 1956; Павлинов, 2009; Пшеничных, 2019]. Выдающийся микробиолог Г.А. Заварзин сначала пытался решить ее полагая, что у бактери-

альной клетки как организма существует меньшее число запретов на сочетание различных признаков, чем у высших организмов [Заварзин, 1973; Заварзин, 1974; Заварзин, Старк, 1965] и рассматривал увеличение числа запретов как индикатор эволюции. Однако это был ложный вывод, определяемый не учетом того, что количество признаков определяется не только сложностью организма, но и детальностью его рассмотрения, причем увеличения числа признаков по любым причинам ведет к увеличению числа их запрещенных комбинаций и уменьшению доли допустимых комбинаций из числа формально возможных, что было показано еще А.А. Еленкиным [Еленкин, 1929 а, б, в].

Для выхода из сложившейся ситуации надо было сменить гомологизации, например рассматривать популяцию (клон) одноклеточных как многоклеточный организм с большими межклеточными пространствами [Chebanov, 2001].

Г.А. Заварзин в результате обосновывает гораздо более радикальное решение: главным актором природоведческой микробиологии [Заварзин, 2003] является микробное сообщество, внутри которого замкнуты основные биохимические циклы [Заварзин, 2001], и именно эти сообщества могут гомологизироваться с организмами. В свою очередь, плодотворность этих работ Г.А. Заварзина оказалась обеспечена тем, что за основу гомологизации были взяты не какие-то особенности внутриклеточных структур, клеток, бактериальных матов и т.д., а за гомологизируемые структуры (мероны) приняты основные реакции биогеохимических циклов углерода, кислорода, серы, железа, азота и фосфора. При этом видно, что это панхроническая постановка задачи, конкретное решение которой при заданных параметрах дает синхроническую картину. Обычные филогенетические деревья (сети [Заварзин, 1974]) оказываются при этом излишними, а обычно учитываемые при сравнении микробов особенности клеток (кокки, вибрионы, спирохеты, наличие и расположение жгутиков) теряют значение (ср. тезис о том, что бактерии не могут считаться организмами, так как у них отсутствуют органы и их системы [Кордонский, 2001]).

Принципиально в такой же логике построена концепция фитоспрединга С.В. Мейена [Мейен, 1987; Мейен, 2001 а]. Ее суть заключается в том, что у высших растений, «макроэволюционные эпизоды, приводящие к становлению надродовых таксонов, концентрируются в экваториальном поясе, преимущественно во влажных лесах». Оттуда «сформировавшиеся таксоны мигрируют в эпохи потеплений во внеэкваториальные биоты (фитоспрединг), где они при похолоданиях или вымирают, или удерживаются, эволюционируя в узких таксономических пределах, давая новые виды, гораздо реже роды и очень редко надродовые таксоны» [Мейен, 1987, с. 306–307]. Эта концепция явилась отправной точкой развития нового направления исследований, результаты которых как изменили [Мосейчик, 2015], так и дополнили ее [Игнатъев, 2018]. В обсуждаемом контексте получается, что обобщение большого количества фактологического мате-

риала определяет перенос внимания с филогении отдельных таксонов на развитие биоты, в данном случае растительности (т.е. имеет место введение принципиально иного типа гомологий). Это, в свою очередь, может рассматриваться как свидетельство становления посткритического эволюционизма [Чебанов, 1998]. При этом оказывается уместным отказ от ориентации на чрезмерную точность, ср.: [Чебанов, 2014], ради того, чтобы сохранить правильность оценок [Баранцев, Калинин, 1982], (пояснения см.: [Чебанов, 2022]).

Третьей подобного рода концепцией является представление о филоценогенезе В.В. Жерихина с коллегами [Жерихин, 2003]. В этом случае речь идет о гомологиях биоценозов и происходящих в них изменениях взаимодействующих друг с другом организмов, а не о филогенезе отдельных таксонов. Такой подход не только биологически безупречен (он аналогичен принципам природоведческой микробиологии Г.А. Заварзина), но и снимает логические парадоксы, связанные с тем, что с таксономической точки зрения виды являются разделительными понятиями, а с биологической (эколого-эволюционной) – собирательными [Чебанов, 1980]. Однако практическая реализация повседневных исследований с опорой на представление о филоценогенезе крайне затруднена [Чебанов, 2022].

Довольно ярким, как представляется негативным, примером является концепция эволюционной физиологии Л.А. Орбели, анализ которой был предметом должностных обязанностей автора на протяжении нескольких лет. Основные работы Л.А. Орбели по эволюционной физиологии собраны в первом томе его трудов [Орбели, 1961]. Это либо специальные статьи по каким-то частным вопросам, в которые в качестве введения и комментария-заключения вставляются какие-то фразы о том, зачем и почему это надо рассматривать с точки зрения эволюционной физиологии, либо тексты явно агитационного характера, с ссылками на то, что это разработка принципов марксистско-ленинской диалектики и подчеркивание того, что эволюционная физиология есть только в Советском Союзе. Фактически – и Л.А. Орбели на это неоднократно указывает – эволюционная физиология очень близка к сравнительной физиологии и опирается на последнюю, причем сравнительная физиология многократно упоминается как основной метод эволюционной физиологии. Помимо этого к методам эволюционной физиологии он причисляет эмбриологический (на основании признания биогенетического закона без специального обоснования применимости его в физиологии; с точки зрения концепции «эво-дево» для этого вообще нет никаких оснований), постулируется наличие гетерохронии и патологические состояния интерпретируются как обнаруживающие атавизмы. С точки зрения представлений о рефренности весь этот комплекс методов не может рассматриваться как адекватный.

На протяжении многих десятилетий Орбели вспоминает в связи с этим английского физиолога К. Люкаса, сформулировавшего задачу изучения эволюции функций (это первое ключевое понятие концепции Орбели).

Однако, как представляется, задача здесь оказывается нерешенной так как не удастся решить вопрос о гомологии функций и все их сопоставления представляются в большой мере ситуативными, так что, строго говоря, не строится даже систематической сравнительной физиологии. В результате оказывается расплывчатой и вторая центральная идея эволюционной физиологии – функциональная эволюция, так как не дается эксплицитного понимания того, что такое эволюция, и критериальной оценки эволюционного совершенства. В результате подавляющее число однотипных работ в этой области являются работами по сравнительной физиологии, причем с произвольными сравнениями, а не сравнением гомологичных функций.

В некотором смысле антиподом эволюционной физиологии является нынешняя сравнительная геномика, которую можно рассмотреть на примере книги одного из самых популярных ныне биологов Е.В. Кунина [Кунин, 2017], характеризующейся сверхопределенностью. Так, он, как это и принято во всей генетике, осознанно и последовательно пользуется понятием «гомология генов» (различая их разные виды – ортологию, паралогию, ксенологию и их разновидности – внутреннюю и внешнюю паралогию, соортологию, ортологические группы), белков, сенсорных доменов, (мега) плазмид, (не) гомологичной рекомбинации, мембран, трактуя гомологию как сходство, определяемое происхождением от общего предка. При этом сравнительная геномика выступает у него как средство изучения геномов и обработки первичных данных, а эволюционная геномика как один из вариантов интерпретации сравнительной геномики. Таким образом, сравнительные и эволюционные исследования идут в осмысленной последовательности, однако временного разрыва между ними практически нет.

Дальнейшие шаги исследований Кунина связаны со статистическими расчетами, подобными, как он это неоднократно подчеркивает, тому, как это делается в статистической физике. При этом Приложение 2 его книги посвящено оценке вероятности происхождения жизни, из которого следует, что автор принимает трактовку вероятности как предела частоты (примечания 70–72; в английском оригинале это выражено четче). Но тогда непонятно, почему в осуществляемых оценках вероятностей принимается выполнение центральной предельной теоремы (т.е. то, что частоты в пределе, т.е. при больших числах, сходятся к постоянной величине – вероятности). Притом (и это уже редкость), что автор допускает существование довольно больших случайных совпадений негомологичных последовательностей, он считает, что ими можно пренебречь. А как в таком случае быть со статистикой появления больших палиндромов (так, палиндром «Фантастический сон на берегу реки за минуту до пробуждения» В. Гончарова содержит 5638 слов передаваемых 20 836 буквами, что может быть известно автору, выросшему в лингвистической семье)? Дело в том, что если считать, что палиндромные последовательности возникают случайным образом, аба в алфавите из  $N$  букв при допущении об их равночастотности (что, конечно, очень приблизительно) будет порядка  $(1/N)^3$ .

Для русского алфавита с его 33 буквами вероятность появления палиндрома с 20 836 буквами будет порядка  $(1/33)^{20\ 836}$ , т.е. более чем пренебрежимо мала.

Но, конечно, амбиции автора связаны не со сравнительной, а с эволюционной геномикой, на основании которой он строит грандиозную картину органической эволюции. Однако представляется, что она получается явно скошенной, так как, например, Кунин указывает, что он не будет углубляться в проблемы эпигенетики, хотя и допускает, что это может вызвать дискуссии. Такое положение дел вполне понятно, если учесть, что автор – вирусолог и для него действительно эпигенетика не очень актуальна.

### Сравнительные и эволюционные исследования: некоторые результаты

Итак, можно подвести итоги проведенного рассмотрения.

Как общелогический метод и прием повседневной когнитивной активности *сравнение* является универсальным и эффективным средством освоения мира, который, однако, порою оказывается недооцененным. При этом существуют весьма специализированные его варианты, в частности существующий в логике *метод сравнения* предполагает сравнение того, что сравнимо, для чего существует единое основание сравнения.

*Сравнительный метод* – специально разработанный когнитивный аппарат, предназначенный для сравнительного изучения больших массивов разнобразного материала.

Важнейшим достижением развития сравнительного метода, является различие И.В. Гёте умопостигаемой безвидной *формы* (изучаемой в *морфологии*), и эмпирически данной *фигуры*, во множестве которых (исследуемых в *анатомии*) реализуется эта форма, причем анатомия предполагает привлечение полевых, лабораторных, инструментальных и других методов их изучения. При этом формы и фигуры сравниваются разными методами, что задает множество способов сравнения одного и того же материала.

Важнейшим инструментом морфологии является установление *гомологий*. Гомологии выявляют нетривиальное сходство различного (например, плавника рыбы и крыла насекомого) и устанавливая неожиданные различия похожего (так, рот насекомого гомологичен анусу, а не ротовому отверстию позвоночных; ротовое же отверстие позвоночных не гомологично каким-либо образованиям первичноротых беспозвоночных).

Гомологии могут противопоставляться *аналогиям* или последние могут рассматриваться как разновидность гомологий.

Многоаспектное сравнение объектов некоторого класса позволяет выделять *рефрены* или *повторяющиеся полиморфические множества* (ППМ) – ряды (не обязательно одномерные) сходства фигур реализации



формы, которые описывают индивидуальные различия, различия одного и того же объекта в разное время, нормальные и девиантные варианты, варианты, встречающиеся в разных частях ареала и т.д.

Если обнаруживается, что сравниваемые объекты изменяются во времени или складываются условия, для того, чтобы это обсуждать, появляются соответствующие области знания: *историческая (эволюционная...)* лингвистика, биология, геология и т.д.

За первоначальные схемы *исторических изменений* объектов обычно принимаются *генетические схемы* их сходства на основании постулирования связи сходства и родства. Такие схемы могут быть эффективным способом представления данных (обладать наглядностью), отражать популярные идеологемы, упорядочивать большие массивы материала (или кажущиеся значительными их части) и тогда они охотно воспринимаются многими профессионалами и значительной частью публики.

Для того, чтобы такие способы представления внушали доверие, они должны опираться на довольно большой, но обозримый материал, т.е. должны слагать некоторые ИКМ (идеализированные когнитивные модели) и проявлять свою эффективность на сотнях и тысячах сравниваемых единиц, хотя могут терять свою убедительность при рассмотрении сотен тысяч и миллионов сравниваемых единиц. В последнем случае предложение другого варианта сравнений с меньшим числом сравниваемых единиц может оказаться более убедительным (ср. примеры филогенезов, фитоспектинга, природоведческой микробиологии). По-видимому, здесь важное значение имеет выбор оптимальной степени детализации (соотношение точности и правильности в статистике [Баранцев, Калинин, 1982], полимасштабное рассмотрение территории [Трейвиш, 2006], оптимальная точность корреляции в стратиграфии [Мейен, 1989]).

При этом обнаруживается несколько типов временных, исторических, эволюционных преобразований:

1. Изменение во времени, которое может быть зафиксировано с помощью лабораторных часов, отдельных экземпляров некоторого класса. В качестве особой точки такое изменение включает появление и исчезновение этого экземпляра (если они имеют место и наблюдаемы).

2. Изменение во времени, которое рассчитывается по усредненным показаниям лабораторных часов, тех или иных совокупностей экземпляров некоторого класса (представителей какой-то социальной группы, популяции организмов, кристаллических индивидов в кристаллизаторе, словоупотреблений тех или иных слов в речи какого-то языкового коллектива и т.д.).

3. В некоторых случаях изменение во времени, которое рассчитывается по усредненным показаниям лабораторных часов, будет относиться к генеральной совокупности, поэтому если зафиксировано первое появление и последнее исчезновение представителей данного класса эти характери-

стики могут быть отнесены ко всему классу (появление, расцвет, исчезновение класса, его преобразование в другой класс).

4. Появление универсума объектов данного класса (появление кварк-глюонной плазмы, барионов, атомов, звезд, планет, живых организмов – микробов, растений, животных, языка, культуры и т.д.).

Различение 1–4 для каждого класса объектов зависит от того, как заданы их гомологизации. При этом даже имея хорошие гомологизации внутри одного класса возникают большие проблемы сопоставления единиц разных классов.

Так или иначе со временем обнаруживается, что сходство необязательно указывает на родство, а родство необязательно обеспечивает сходство, и возникает ситуация замешательства, которая может восприниматься как *кризис историзма, эволюционизма* и т.д.

Одним из эффективных вариантов выхода из кризиса является *разделение* сравнительного и исторического (эволюционного) изучения объекта. Независимо от того произошло такое разделение или нет, историческое исследование постоянно опирается на сравнительное и ставит перед ним новые задачи.

Подобные выводы могут быть сделаны при рассмотрении становления исторических исследований и пересечении их со сравнительными, но они будут несколько иными (рассмотрение чего требует отдельной работы).

### **Сравнительная и эволюционная семиотика**

Рассмотрение желаемого состояния сравнительной и эволюционной семиотики будет осуществлено в несколько итераций.

Первое, что можно утверждать это то, что для хорошей сравнительной семиотики нужны хорошие гомологии, это должна быть осознанная морфологическая дисциплина, а для хорошей эволюционной семиотики нужны хорошая сравнительная семиотика и прозрачный аппарат описания изменений.

Прежде чем обсуждать рассматриваемую тему, следует уточнить, что будет пониматься под семиотикой.

### **Семиотика: аспекты понимания**

Нередко семиотика трактуется как изучение семиотических средств, причем обращается внимание на разнообразие этих средств, так что может возникнуть ощущение того, что речь идет о любых семиотических средствах. Однако это не совсем так.

Вне всякого сомнения, можно говорить о семиотике искусства – театра, кино, музыки, танца, скульптуры, архитектуры, живописи и т.д.,

семиотике языка, повседневного поведения, костюма, домашней утвари и т.д. и всем этим и смежным темам посвящено необъятное количество литературы. Также несомненно, что семиотическим объектом являются деньги. Однако они относительно редко становятся объектом семиотического анализа [Лукин, 2013; Никитин, 2016; Фетисов, 2010], и экономисты знают о них больше, чем семиотики. Относительно редко и математика становится предметом семиотического изучения [Башмакова, Колмогоров, Юшкевич, 1995; Соломоник, 2010; Шиян, 2008]. Мало работ по семиотике философии (напр.: [Анкин, 2004], но это прежде всего рассмотрение языка философии, в большой мере связанной с аналитической философией), семиотике религии (но это либо религиозоведческие, либо протестантские [Лебедев, Прилуцкий, 2015] работы поскольку практикующие православные нередко относятся к семиотике отрицательно) или по семиотике семиотики – семиотическому исследованию семиотических концепций, деятельности семиотиков, семиотических текстов как результата их деятельности.

Понятно, что поведение человека в очереди также объект семиотики. Но если в очереди находится человек, который начинает не только «наводить порядок» (это вполне понятный семиотический объект), но начинает обосновывать наведение порядка, то как квалифицировать его деятельность? Собственно его обоснование будет уже некоторой (пара) семиотической концепцией, которая может быть альтернативной семиотике (например, признающей жесткую мотивированность всех знаков). Относить ли это к семиотике или это какая-то альтернатива метасемиотики, семиотикой не являющаяся?

Существуют в высшей степени специализированные виды семиотической деятельности, имеющие собственную концепцию этой деятельности и терминологию, ее описывающую. Таковы дипломатия [Вуд, Серре, 1974], геральдическая практика [Корников, 2021; Пастуро, 2003], вексиллология [Smith, 1975], сфрагистика (сигиллография), нумизматика, бонистика и т.д. Как соотносить категории семиотики и этих видов деятельности, каждая из которых имеет (в отличие от семиотики) многовековую историю?

Также полностью семиотическими, но более массовыми, являются такие занятия, как юриспруденция, нотариат, медицинская диагностика, патентная деятельность, диспетчеризация движения транспорта, логистика и т.д., т.е. семиотические практики обслуживающие высокоспециализированные виды профессиональной деятельности, которые могут включать сложные и многочисленные инженерные сооружения. При этом инженер-технолог на производстве руководствуется существующей технической документацией и в пределах одной рабочей смены для него совершенно не имеет значения история этой документации, а юрист, выясняющий права собственности, все время будет обращать внимание на историю правоустанавливающих документов, т.е. заниматься прикладной темпоральной (эволюционной?) семиотикой.

Еще один ряд семиотических концепций существует в коллекционировании и связанных с ним областях, таких как филателия, филокартия, филумения и т.д. Скажем, в них существует проблема дуплетов – что считать одной и той же этикеткой: это этикетки с одинаковым изображением, или с одинаковым изображением на одинаковом фоне и т.д.? Одинаковы ли этикетки с одинаковым изображением и фоном, но на спичках, выпущенных на разных фабриках? А если они выпущены на разных фабриках, но этикетки напечатаны в одной типографии? Есть ли что-то в этой проблеме специфическое по сравнению с обычной проблемой *type-token relation*? Согласятся ли с ответом семиотика коллекционеры?

Наконец, надо отметить, что существует огромное количество видов деятельности, которые являются исключительно семиотическими или включают в себя семиотические компоненты. Таковы все виды контроля – качества продукции, соблюдения технологии, обеспечения пропускного режима, охраны территории и помещений (включая изготовление замков и ключей), пограничной службы, проверки документов, включая финансовый аудит, вся банковская деятельность, связь (за исключением инженерного обслуживания технических устройств), учебно-воспитательная деятельность, реклама, мерчендайзинг и т.д., и т.п. В каждой из них есть специфические семиотические средства, способы работы с ними, описания этих средств и способов работы с ними, в силу чего эти описания являются некоторой концепцией («теорией») соответствующего класса объектов. Их соотнесение с концепциями общей семиотики не то, что не прояснено, а даже не сформулировано должным образом, хотя совокупность таких «теорий» составляет своего рода «фолк-семиотику», стоящую в ряду подобных дисциплин (фолк-методологии [Гарфинкель, 2007]; фолк-таксономии [Любарский, 2016] и т.п.), вызывающих ныне значительный интерес.

Помимо перечисленных направлений взаимодействия со знаково-стью существуют более или менее устоявшиеся традиционные, профессиональные или как-то иначе социально институционализированные модели отношения к языку и речи, своего рода метапарадигмы знаковости.

Можно выделить пять таких способов отношения к языку и речи [Чебанов, 2006; Чебанов, Мартыненко, 1990 а; Чебанов, Мартыненко, 1990 б; Чебанов, Мартыненко, 2007]: герменевтику, филологию, лингвистику, семиотику и прагмалингвистику (функциональную лингвистику), которые прослеживаются в европейской (христианской), иудейской, арабо-мусульманской, китайской, индийской традициях, причем это справедливо и для разных вариантов семиотически осознаваемой биологии (биогерменевтики, биофилологии и т.д. [Chebanov, 1993; Chebanov, 1998; Chebanov, 2008]). Основные характеристики этих подходов представлены в таблице 1 (при этом каждый из них реализуется в нескольких контрастно различных вариантах – см. указанные работы).

В обсуждаемом контексте можно обратить внимание на несколько моментов, связанных с введенными различиями.

Во-первых, возникает вопрос о целесообразности квалификации всех ситуаций, в которых нечто одно обозначает другое, как знаков. При этом можно зафиксировать отсутствие хорошего гиперонима для обозначения знаков, символов, тропов и т.д. (далее в этом качестве будет использоваться «семиотическое средство»).

Во-вторых, целесообразно ли обозначать изучение любых семиотических средств как семиотику или же нужно для этого предложить специальный термин «Х» и думать о том, как устроена соответствующая отрасль знания и, возможно, прикладной деятельности?

В-третьих, очевидно, что в рассматриваемых концепциях совершенно по-разному устроено время. Так, с позиций герменевтики можно думать о Христе как предвечно существующем младенце, юноше и муже до распятия, лежащем во гробе, воскресшем и вознесшимся. Специальные богословские формулировки, основанные на герменевтической технике и практике изложения ее результатов (гомилетике [Аверкий, 2001]) позволяют сделать это, но присутствующее в этих формулировках представление о времени несовместимо с представлением о времени, отсчитываемом по показаниям лабораторных часов, которое фигурирует при описании речевых актов в прагмалингвистике. Возможно ли в таком случае думать о создании эволюционной семиотики, или это должна быть эволюционная «Х», или эволюционная герменевтика? Насколько последняя может быть похожа, например, на эволюционную эпистемологию [Шульга, Букреева, 2013]?

В-четвертых, нужно обратить внимание на то, что в разных вариантах осознания знаковости существуют не просто разные представления об организации времени, а прямо противоположные взгляды на время. Так, филологию, историко-речевое изучение текста просто невозможно представить вне связи со временем, в то время как лингвистическая типология (в особенности в ее современной форме) принципиально ахронична. К ахронии тяготеют (по разным причинам) семиология Ф. де Соссюра и семиотика Ч. Пирса. Есть ли вообще в таком случае основания говорить о возможности существования (а не только каких-то попытках построения) эволюционной семиотики?

В-пятых, можно отметить, что именно сакральная герменевтика, герменевтика Священного текста, притом что под текстом может пониматься и икона, и храм, является тем, что устроит тех православных, которые не согласятся с тем, что в этих ситуациях можно говорить о семиотике. При этом под герменевтикой понимается такое отношение к тексту (в широком понимании), при котором принимается, что за планом выражения стоит некоторый план содержания, но (в отличие от семиотики) не известен ключ, код соотносящий единицы плана выражения и плана содержания, а их соотношение обнаруживается через постижение деталей плана выражения, погружение в который открывает план содержания шаг за шагом по мере совершенствования личности герменевта, в том числе благодаря инсайтам. Герменевтика, как и другие способы отношения к языку и

речи, реализуется в нескольких вариантах – как герменевтика Священного Писания, историко-филологическая герменевтика немецких романтиков (наиболее полно представленная у Ф. Шлейермахера и В. Дильтея), герменевтика обыденной речи, философская герменевтика Х.-Г. Гадамера отраслевые герменевтики non-fiction (юридическая, медицинская, музыкальная и т.д.) конца XIX–XX вв.

Таблица 1

### Концепции семиотических средств

КОНЦЕПЦИИ					
Характеристики	Герменевтика	Филология	Лингвистика	Семиология	Прагма-лингвистика
семиотические средства	символ неоплатоников	троп	исторически обусловленный знак	знак	комплекс средств с символами
размерность средств	бесконечно-мерные	многомерные	одномерные		«нужномерные» – по требованию прагматики
отношение к числу	арифмология	игнорирование	безразличие	интерес	количественные методы
фундаментальное время	панхроническое	историческое	грамматическое	нет	физическое
цель использования языка	Божественное творение	творчество человека, искусство	коммуникация	семиотическая игра	действие
семиотическая модель	Книга жизни	энциклопедия	словарь	тезаурус	семантическая сеть
статус текста	часть Мира	памятник	продукт речи	суперзнак	компонент действия
статус материала выражения	священный	традиционный	данный	произвольный	неслучайный
влияние контекста	увеличение смысла	модификация смысла	контекстная свобода	полная зависимость	взаимодействие с контекстом
методологический подход	натур-философский	логико-эпистемический	системный	системно-деятельностный	комплексный

Еще одно измерение, которое надо учитывать при обзоре поля семиотики, – различие фанеросемиотики и криптосемиотики. Речь идет о том, что есть вещи и процессы, отношение которых к знаковости очевидно для человека имеющего профессиональную подготовку в области семиотики (даже если он не может сделать их квалифицированный семиотический анализ), а есть те, которые представляются не имеющими отношения к семиозису. Первые из них будут предметом фанеросемиотики. Со вторыми дело обстоит сложнее.

Речь идет об объектах, процессах, ситуациях, которые представляются человеку со специальной подготовкой в области семиотики не имеющими и даже не могущими иметь отношения к семиотике. Так, в первой половине XX в. никому в голову не могла прийти мысль о том, что

бактерии, грибы или водоросли имеют какое-то отношение к семиотике. После изучения генетического кода появилась возможность понимания того, что перечисленные организмы – семиотические объекты. По-видимому, в конце 1950-х – начале 1960-х годов в мире было несколько десятков человек, которые могли так думать (несколько из них позже были известны автору). Однако, объяснить как бактериологам, микологам и альгологам, так и семиотикам это было очень трудно. Настаивание автора на этом в середине 1970-х порождало попытки квалифицировать его как психически больного. В настоящее время для большинства семиотиков, имеющих гуманитарное образование, даже после многолетних объяснений эта мысль представляется не имеющей оснований и относящейся к области персональных причуд автора. Значительная же часть биологов просто ничего не знает о семиотике и поэтому не понимает, о чем идет речь, а другая, обычно имеющая хорошую физико-математическую подготовку, пытается описать биосемиотику в категориях теории информации. В итоге для подавляющей части профессионалов и широкой публики разговор о том, что биологические организмы являются семиотическими объектами – это разговор о чем-то, являющемся непонятным и крайне сомнительным, что и дает основание отнести их к области криптосемиотики.

Другой пример можно привести из статьи К. Кулля, публикуемой в этом выпуске [Кулля, 2022]. В ней формулируется мысль о том, что случайный выбор является недетерминированным принятием решения, причем за таким принятием решения стоит смысл, а значит речь идет о семиотической ситуации. Такая позиция имеет свою традицию и свои аргументы [Чебанов, 2022]. Следуя ей можно утверждать, что случайные и неопределенные события являются планом выражения каких-то космических трансперсональных потоков сознания [Гроф, 2002; Майков, Козлов, 2004; Налимов, 2000]. За счет этого сфера криптосемиотики еще более расширяется.

Исходя из подобной логики можно еще расширить сферу криптосемиотики до границ Мироздания, следуя сильному антропному принципу [Козютинский, 1996] и аналогичным построениям, позволяющим говорить о том, что все сущее семиотично. В таком случае нужно будет вообще отказать от представления о семиотическом пороге У. Эко [Nöth, 2000] и принять пансемиотизм. Строго говоря для человека, например, с христианским миропониманием, в этом ничего неожиданного нет так как, как уже говорилось, Мир для него это второй завет – Книга, которую надлежит прочитать.

Такое обстоятельство весьма примечательно: оказывается, что семиотика – это такая предметная область, которая не может быть построена на чисто позитивистских основаниях, поскольку остается вопрос о том, что в зависимости от миропонимания физический мир – т.е. то, что лежит ниже семиотического порога, даже с учетом биосемиотики – может при некоторых обстоятельствах, при определенном миропонимании также рассматриваться как имеющий семиотическую природу. Именно поэтому

семиотику можно интерпретировать не только как эмпирически фундированную область позитивного знания, некоторое обобщение лингвистики, но и как философию и даже как теологию, что и вызывает споры о ее дисциплинарном статусе, приписыванию к тому или иному факультету и департаменту.

Учитывая сказанное можно описать криптосемиотику как область, которая дополняет фанеросемиотику до пансемиотизма.

Подводя итог этого раздела следует обратить внимание на то, что существуют много разных пониманий семиотики и много разных семиотических практик, которые лежат за пределами каким бы то ни было образом понимаемой семиотики.

## Сравнительная и эволюционная семиотика

На основании рассмотренного материала можно сделать следующие заключения.

Если говорить о том, что семиотика должна или когда-то будет иметь два обсуждаемые раздела, то сравнительная семиотика должна быть всегда так как без нее не может быть эволюционной, причем в определенном смысле (измерители тут сложно предъявить) сравнительная семиотика должна быть заметно более дифференцированной, развитой, чем эволюционная.

### А. Сравнительная семиотика

Занимаясь сравнительной семиотикой нужно иметь высокую внутреннюю дисциплину для того, чтобы не давать сравнительным построениям темпоральной интерпретации, для чего нужно развивать практику эпох (воздержания) от исторических суждений (не взирая на потребность в этиологических мифах).

Сравнительная семиотика должна ясно осознаваться как морфологическая (в противоположность анатомической) дисциплина. Первый шаг в этом направлении уже сделан (правда не всегда систематически и не во всем доведенный до конца) – это различение эмических и этических категорий [Pike, 1967], соответствующих противопоставлению формы и фигуры. В качестве этических единиц в лингвистике и семиотике выступают эмпирически данные объекты, существующие в вещественно-процессуальном виде – произносимые звуки речи и их последовательности, варианты морфем – морфологические сегменты (напр., варианты корней *кас-кос*, *бог-бож*, приставок *раз-* – *рас-*), словоформы разных падежей, чисел, времен, лиц одного слова. Эмическими являются инварианты этих единиц, задаваемые оппозициями – фонемами, морфемами, лексемами (словами). При этом необходимо четкое понимание того, что отношения эмических



компонентов отличаются от отношений этических<sup>1</sup>. Так, для этических образований может быть справедливо отношение «состоять из», которое не применимо к эмическим, представленным соответствующими этическими, например, морфемы не состоят из фонем, хотя отрезок речи, соответствующий морфеме слагается отрезками речи соответствующими фонемам [Степанов, 1975, с. 219–220]. В общем виде и с большей детализацией этот вопрос рассмотрен в книге С.Г. Кордонского [Кордонский, 2001, гл. 3].

В обсуждаемом контексте иллюстрация, передающая представление Г. Фреге о знаке бессмысленна (рис. 5) – обозначенные на нем Знак, Смысл и Предмет не находятся друг с другом ни в каких отношениях, поскольку это идеальные сущности. В указанных отношениях будут находиться, например, в 7.38 утра XX. XX. XXXX г. в представлениях некоторого NN (т.е. в конкретной коммуникативной ситуации), знак, точнее, знакоупотребление (произнесенное слово) [афт`обус], наблюдаемый экземпляр транспортного средства (автобус находящийся в поле зрения) и понимание того, что это именно транспортное средство определенной конструкции, которым можно воспользоваться для того-то и того-то, т.е. такие отношения будут свойственны единичному (хотя это единичное может быть одним из многих token, фигурирующих в type-token relation) предмету в уникальной конкретной коммуникативной ситуации.

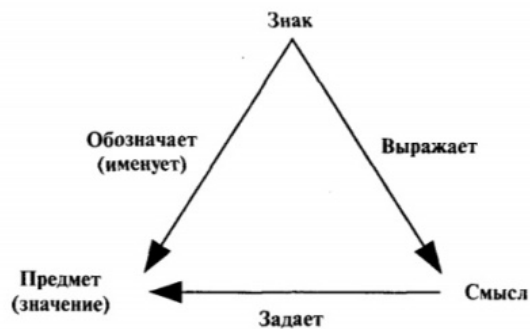


Рис. 5.  
Треугольник Фреге

Это различие и очевидно, и весьма нетривиально одновременно. Если есть тренировка в подобных различениях и вкус к ним, то оно очевидно, если же нет, то может показаться, что это некоторая казуистика. Это похоже на усвоение школьниками геометрии – если есть схватывание того, что геометрические фигуры – это идеальные сущности, которые сла-

<sup>1</sup> Термин «этический» (транслитерация англ. *etic*) в этом значении не имеет отношения к прилагательному «этический» (англ. *ethic*), производному от этики. – Прим. ред.

гаются безразмерными точками и линиями нулевой толщины, то дальше никаких проблем не возникает, а если сознание привязано к тому, что геометрическая фигура – это нечто нарисованное на доске цветными фломастерами, у которых значимые компоненты выделены цветом, то дальше в изучении геометрии будет много проблем.

Проблемой является и выделение гомологизируемых единиц семиотических конструкций. Так, Ю.К. Лекомцев разрабатывая формальный язык лингвистики полагал, что первичные единицы как теоретико-множественный объект уже заданы (Лекомцев, 1983), в силу чего воспользоваться предлагаемым аппаратом для обсуждаемых целей невозможно. Л. Ельмслев (Ельмслев, 2006) такой аппарат предлагал, но он применим только к объектам из одного класса, а вопрос о сопоставимости единиц разных классов (например, как соотнести катрены и терцеты сонета с элементами фасадного декора – Уайт, Робертсон, 2005) остается открытым.

Так или иначе проблема гомологизации реалий из разных областей семиотики и сопоставления соответствующих гомологий не осознана и не отрефлексирована, так что систематически работа в этой области не осуществляется, а в случае необходимости используются не всегда точные расхожие представления.

Так, стандартный взгляд на описание «семиотической системы» (это практически единственно приемлемый для семиотики термин, хотя скорее речь идет об организме [Чебанов, Мартыненко, 2009] заключается в том, что надо описывать исходный набор символов (алфавит), из которых в ней строятся семиотические конструкции (тексты – еще одна неотрефлектированная гомология). Однако, такой подход не учитывает существования палитр – другого (недискретного, включающего бесконечное число символов) способа задания набора исходных компонентов (Чертков, 2014). К организации по типу палитр тяготеют музыкальные звуки, вкусы, запахи. Если существуют еще какие-то типы наборов исходных компонентов, то их надо уметь перечислять и формулировать равное числу их типов число методов исследования и построения конструкций из них.

По-видимому еще надолго в этой области придется пользоваться гомологизацией внутри довольно узких классов семиотических средств. Однако, как представляется, было бы целесообразно сделать проблему гомологизации предметом обсуждения в среде семиотиков, тем более что она подробно разработана в биологии как значительной области крипто-семиотики и в связи с трудами В.Я. Проппа в фольклористике, приобретая ныне актуальность в связи с осмыслением статуса вариативных текстов.

Для сопоставлений семиотических средств самых высоких уровней иногда предлагается использовать базовые категории онтологии.

Так, предлагается рассматривать пространственные (архитектурные, скульптурные, живописные, печатные, рукописные), временные (музыка, устная речь) и пространственно-временные (танец, театр) семиотические средства. Если каким-то образом сформулировать представление о домини-

рующем компоненте, то такое различие можно принять. Однако при более детальном рассмотрении оказывается, что эти различия не очень значимы. Например, архитектура в значительной мере воспринимается во время движения – пешего или на каком-нибудь транспортном средстве – и тогда рецепция архитектуры оказывается принципиально темпоральной. Точно такая же ситуация с печатным (письменным) текстом, чтение которого предполагает (хотя бы частичную, если речь идет о моментальном схватывании взглядом всей страницы) временное разворачивание. При восприятии музыки значимо взаиморасположение музыкальных инструментов в пространстве, что становится очевидным при неправильном подключении колонок при воспроизведении стереофонической записи симфонического оркестра.

Подобным образом не проходит идея различия линейной (письмо, печать), плоскостной (живопись, рисование, черчение) и пространственной (скульптура, архитектура, театр, публичное поведение) семиотики. Мало того, что буква имеет некоторую высоту, что делает написанный текст двумерным (а наличие абзацных отступов, интервалом между разделами текста, не говоря уже о графической записи стихов, только усиливает это), но между различными фрагментами текста существуют супрасегментные связи (морфологических сегментов циркумфиксов, разделенных корнем, отношений между зависимыми словами, между которыми могут быть другие слова и т.д.), что делает текст обладающим дробной размерностью. Говоря же о живописи можно обратить внимание, что в некоторых случаях мазки краски формируют ощутимо трехмерную поверхность, что создает особые зрительные эффекты.

Показательно при этом то, что оба различия – по пространству-времени и размерности пространства – относятся только к плану выражения.

Для дальнейшего обсуждения сравнительной семиотики нужно сделать одно замечание общего характера.

Как представляется, обязательным условием развития науки, технологий, искусства, религии является наличие разных школ, по-разному работающих в одной и той же области. При этом если это действительно одна предметная область такая совместная работа всех способствует ее развитию. В отношении семиотики складывается другое представление. Такое впечатление, что, например, пирсовская, американская, унилатералистическая, логоцентрическая семиотика и сосюрловская, европейская, билатералистическая, лингвоцентрическая семиология разные, практически независимые, области, такие что, только часть пирсовской семиотики, которая занимается знаками с доминирующей символичностью, соответствует сосюрловской семиологии. При этом за последние примерно 70 лет произошло значительное перемешивание категорий этих школ без их серьезного критического разбора. Так, в пирсовской семиотике дано определение синтаксических отношений [Моррис, 2001]. В силу пирсовского понимания знака, с сосюрловской точки зрения, синтактика будет относиться только к плану выражения. Однако в европейской семиотике по крайней мере с 1970-х годов говорится о синтак-

тике единиц плана содержания (сем, семантических множителей). К настоящему времени сложились группы семиотиков («школы»), связанные с Р. Бартом, А. Греймасом, Т. Себеоком, У. Эко, Ю.М. Лотманом, Ю. Кристевой, Э. Тарасты и др., которые разрабатывают свои версии семиотики с собственной терминологией. При этом новые слова могут даже не вводиться, а дается иная интерпретация существующих. Проиллюстрировать это можно следующей схемой (рис. 6).



Рис. 6.

### Варианты обозначения вершин семиотического треугольника

В силу этого обстоятельства представляется, что сейчас возможны две вещи:

1. Разработка своих версий сравнительной семиотики внутри небольших групп единомышленников. При этом не понадобится каких-то значительных переделок терминологии, но охват сравниваемого материала в каждой из версий будет не очень велик.

2. Развернуть целенаправленные исследования по сравнительной семиотике на большом материале с привлечением представителей разных направлений семиотики. В таком случае сначала потребуется разработка понятийно-терминологического аппарата морфологии семиотики, однако и результат может быть более полновесный.

В последние десятилетия появилось несколько представлений знаковости, которые не ограничиваются только семантикой.

Так, И.С. Дворкиным [Дворкин, 1983] предложена схема семиотического средства с учетом его перформативного эффекта и тропеического расширения каждого из углов семиотического треугольника (рис. 7).

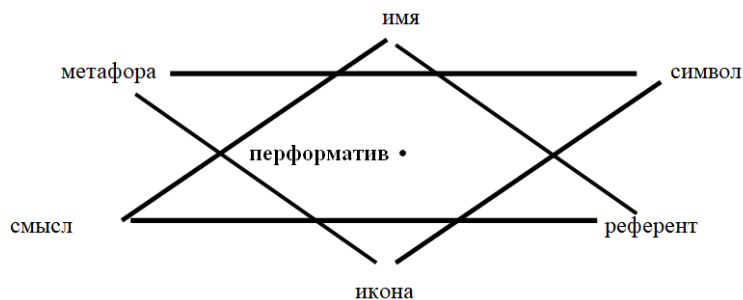


Рис. 7.  
Схема знака И.С. Дворкина

С явным введением в рассмотрение синтактики и прагматики представляет знак Е.А. Шингарёва [Шингарёва, 1986], причем учитывая специфику прикладной ориентации работы (представление деятельности трамвайно-троллейбусного управления) он включает семиотические категории для описания самой маршрутной сети (рис. 8).

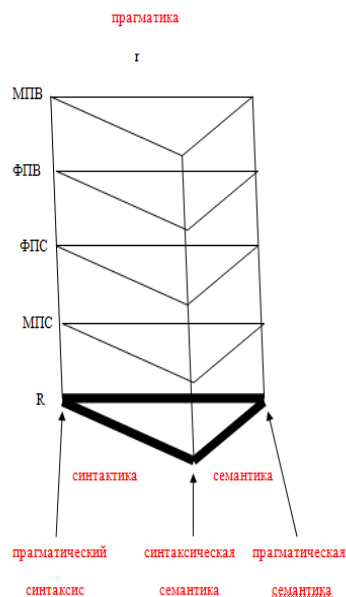


Рис. 8.  
Схема знака Е.А. Шингарёвой

R – внешний мир. МПС – материал плана содержания. ФПС – форма плана содержания. ФПВ – форма плана выражения. МПВ – материал плана выражения. г – сигнальный референт (экспонент, тело знака).

Л.Ф. Чертов [Чертов, 2014 б] предлагает свою схему, в которую включены коммуниканты (рис. 9; ко всем схемам – рис. 7–9 – относится то, что сказано про рис. 5 – все отрезки не являются изображениями отношений).

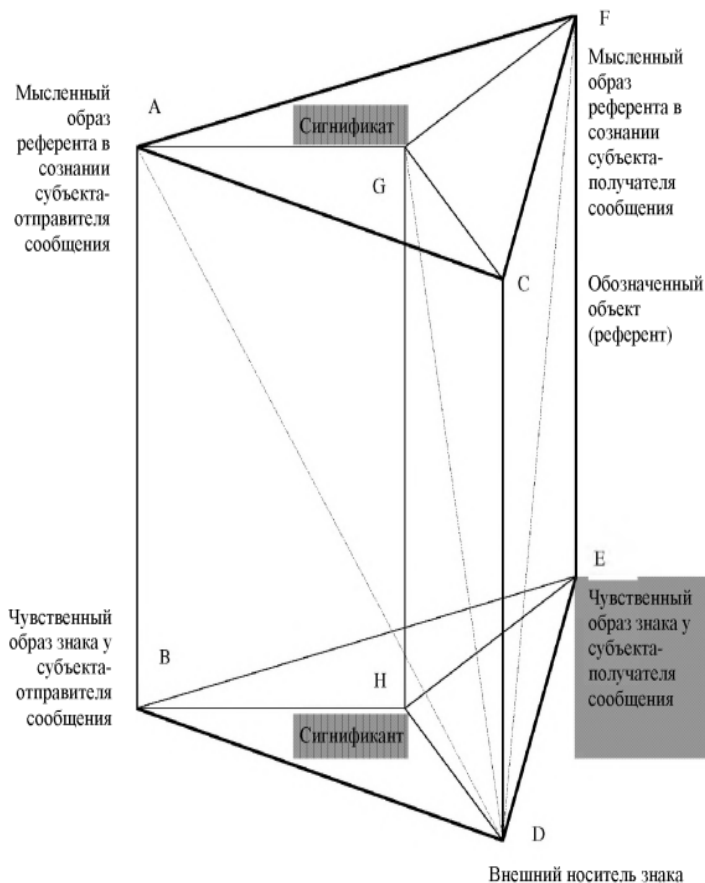


Рис. 9.  
Схема знака Л.Ф. Чертова

Все рассмотренные варианты представления знаковости показывают ее как фиксированную структуру (треугольник, звезду и две пирамиды). Однако представляется, что знаковость – это процесс. Поэтому семиотические средства нужно представлять процессуально, а именно, как определенный способ координации активности партиципантов взаимодействия, который *ex tempore* складывается из ранее существующих единиц тогда, когда в

определенной ситуации имеет место перлокутивный перформативный эффект и реципиент меняется под воздействием сообщения автора (рис. 10) [Чебанов, 1995; Chebanov, 1993; Chebanov, 1998; Chebanov, 1999].

Каждая из предложенных схем организации семиотических средств открывает возможности для их сравнительного (морфологического) исследования.

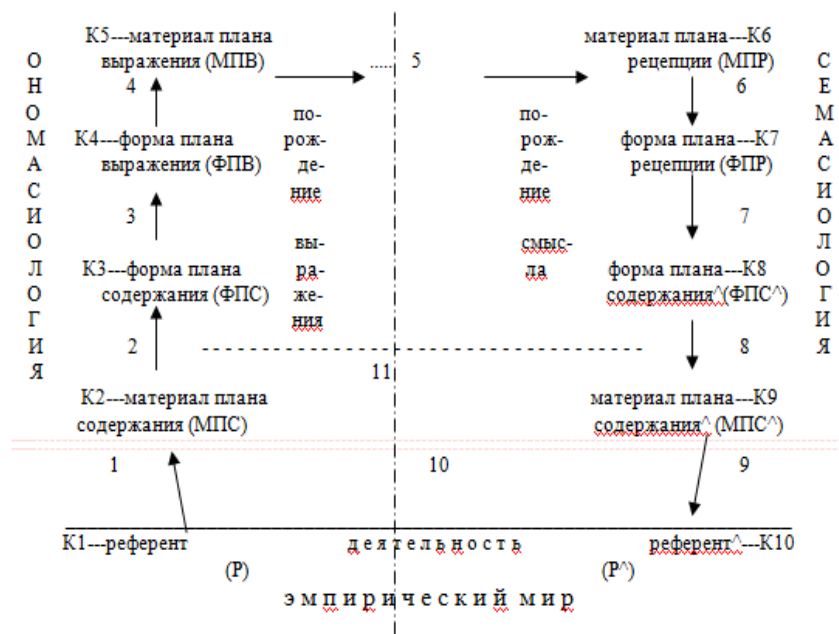


Рис. 10.  
Схема знака С.В. Чебанова

K1÷K10 – коннотации (парадигматические и синтагматические)

В настоящее время имеются следующие направления сравнительных исследований знаковости (без оценки их основательности, перспективности, качества и т.д.).

- По относительной значимости семантики, синтактики и прагматики.
- По жесткости семантики, синтактики и прагматики.
- По происхождению – естественные, искусственные.
- По значимости компонентов значения (концептуального, коннотативного).
- По способности к метафоризации и порождению других тропов.
- По сфере применения – степени универсальности или специализированности.
- По коммуникативным ситуациям, в которых они используются.

- По регламенту коммуникации.
- По типам коммуникантов.
- По типам перформативов.
- По техническим средствам, используемым в процессе коммуникации.
- И т.д.

Наиболее важными и актуальными в текущей ситуации представляется несколько направлений исследований тел знаков, поскольку они минимально изучены семиотиками.

Сравнительное изучение тел знаков (экспонентов, сигнальных референтов) стало актуальным в связи с развитием прагматики. До этого же, следуя «Курсу общей лингвистики» Ф. де Соссюра тело знака исключалось из рассмотрения на основании отнесения его к сфере внешней лингвистики и передачи в ведение физиков, химиков и биологов. Развитие биосемиотики позволило интерпретировать все тела живых организмов как тела знаков и выявило их своеобразие, что позволяет говорить о семантофорах как телах знаков, особо гостеприимных для смысла [Чебанов, 2005]. На этом фоне техническое устройство тел таких знаков, как светофоры, телевизоры, радиоприемники, компьютеры также обретает семиотический интерес.

В связи с вопросом о телах знаков надо отметить, что среди них есть как «вещные» (архитектурные сооружения, книги), так и процессуальные (речь, музыка, танец), а кроме того, чисто реляционные. Например, знаком слитного написания является отсутствие какого-либо знака (это даже не нулевой знак, каким является пробел – наблюдение С.А. Крылова). Другим примером чисто реляционного плана выражения знака является ситуация, когда один известный семиотик будучи вынужденным местными властями построить забор вокруг своего участка на основании того, что забор был определен как закономерное расположение жердей, расположил их по контуру своего участка на расстояниях, соответствующих ряду Фибоначчи: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21 и т.д., ограничив этим строительство забора. Менее ярко аналогичным планом выражения являются архитектурные сооружения имеющие и не имеющие оси симметрии, повторяющиеся серии разнотипных компонентов (окон, дверей и т.д.) и другие подобные ситуации, в которых значимы не компоненты, а их отношения (супрасегментные характеристики типа интонации).

При построении общей морфологии тел знаков при этом встает вопрос о соотношении линейных (для преимущественно пространственных тел знаков) и длительностных (для преимущественно процессуальных тел знаков) размеров. Принципиальный подход к решению этой задачи (пока не дающий ее операционального решения) найден в связи с установлением наличия преобладающих размеров вещей любой природы [Сухонос, 2022] и конкретизирован некоторыми частными лингвистическими закономерностями.

Было бы очень желательно дать сравнительное описание тел знаков с указанием, например, того, в каких прагматических условиях они



используются, или какими типами коммуникантов они используются и т.д., т.е. выявить что-то вроде принципа корреляции Ж. Кювье.

Вполне возможно, что если будет найден какой-то заведомо нетривиальный способ описания знаковости (подобно тому, как это было сделано Е.С. Федоровым при обращении к симметрии кристаллов вместо детализации описания их огранки или при переходе к ориентации на порядковые номера элементов вместо их атомного веса после открытия Г. Мозли), то возникнет какой-то резко доминирующий над другими принцип их типологии и появится какой-то привилегированный аспект их сравнительного изучения.

Пока же представляется, что самым важным для сравнительной семиотики является различие криптосемиотики и фанеросемиотики и выделение в последней антропосемиотики, биосемиотики и семиотики техники. При этом соотношении трех последних отраслей семиотики может мыслиться по-разному (рис. 11).

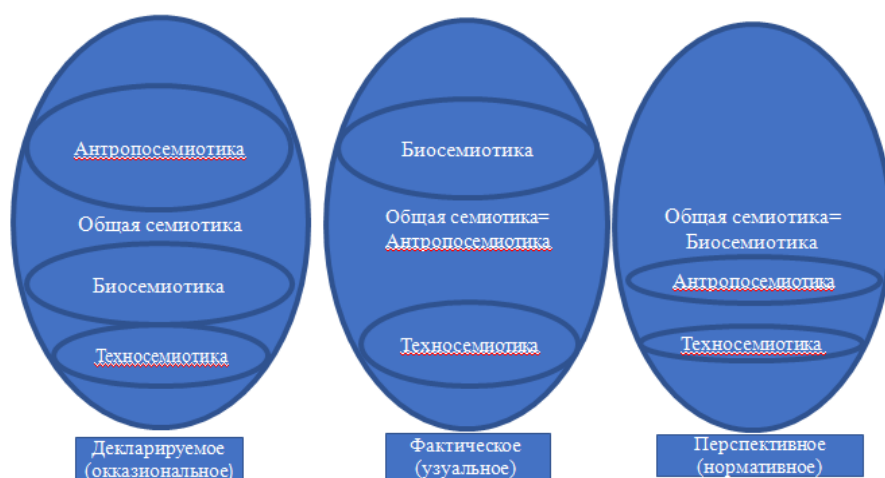


Рис 11.

### **Варианты соотношения отраслей фанеросемиотики**

Рассмотрение приводимых вариантов соотношения разных ветвей семиотики примечательно в общем контексте обсуждаемой темы.

Если принимать во внимание пансемиотизм криптосемиотики, то ее объекты возникли с возникновением Вселенной, т.е. раньше всех остальных семиотических объектов, хотя идея криптосемиотики возникла только сейчас. Если же исходить из того, что семиотический порог разделяет физико-химические и биологические образования, то получается, что раньше всего возникли объекты биосемиотики (около 4 млрд лет назад), хотя био-

семиотика стала формироваться в Новое время только 40–50(60) лет назад. Несколько младше семиотика техники, хотя о появлении ее объектов можно говорить, видимо, не раньше, чем со времени неолитической революции. Антропосемиотика в ее современном виде возникла около 100 и несколько более лет назад, но описывает то, что появилось с появлением человека, т.е. в последние несколько сот тыс. лет, и сейчас это самая развитая ветвь семиотики. Если же принять в рассмотрение *Hermeneutica Sacra* как раннехристианский гомолог семиотики, то появление объектов этих четырех ветвей семиотики (*Hermeneutica Sacra*, антропосемиотики, биосемиотики и семиотики техники) и соответствующих областей знания будет находиться в еще более сложных отношениях. Описанная ситуация хорошо иллюстрирует характер различия сравнительного и историко-эволюционного рассмотрения проблемы.

### Б. Эволюционная семиотика

Как представляется, совокупность рассмотренных вариантов возникновения эволюционных построений и сопровождающих это возникающих проблем, указывает на то, что разговор о целенаправленном создании общей эволюционной семиотики может быть отложен на неопределенное будущее. Для такого утверждения есть следующие основания.

Во-первых, общая семиотика является областью, охватывающей несколько других почти полностью самостоятельных областей, в которых сложилось совершенно разное отношение к историко-эволюционным построениям. Так, традиционная биология, изучающая тела знаков (пусть даже с криптосемиотических позиций), настаивает на единстве сравнительных и эволюционных исследований и для большинства современных биологов они неразделимы. Напротив, в лингвистике исторические и сравнительные (типологические) исследования осознанно разведены. Семиотика явно тяготеет к сравнительным исследованиям и, как представляется, осуществленный с ее помощью прорыв в 1960 – начале 1990-х годов во многом связан с ее сравнительно-типологической ахронической ориентацией.

Во-вторых, как было показано, эволюционно-исторические исследования оказываются более или менее успешными тогда, когда они опираются на хорошие морфологические (сравнительно-типологические) построения, которые, как представляется (и этому посвящена основная часть настоящей статьи), отсутствуют ныне в общей семиотике.

В-третьих, проявления знаковости чрезвычайно разнообразны и трудно представить, что их можно уложить в один историко-эволюционный ряд или небольшое их число.

В-четвертых, не разработан категориальный аппарат как для описания историко-эволюционных преобразований в целом, так и для подобных преобразований в области семиотики. В этой сфере присутствуют такие

монструозные с точки зрения внутренней формы термины, как «эволюционное развитие» (в вариантах на разных языках), «историческая эволюция», «историческое развитие» и т.д., термин «эволюция» широко используется в контрэтимиологическом значении, а за подлинной эволюцией закрепился термин «онтогенез», после чего начались разнообразные разговоры о соотношении эволюции, филогенеза, онтогенеза и рекапитуляций (в том числе в психологии, включая обсуждение в онтолингвистике овладения разными семиотическими средствами), которые не прекратились ни после введения в 1910 г. представления о разных типах филэмбриогенезов А.Н. Северцовым [Северцов, 1939]; аналогичные, но фрагментарные соображения по этому поводу высказывали и другие исследователи, например А.А. Еленкин и А.А. Любищев), ни после формирования современной концепции эво-дево (подробнее см.: [Кулль, 2022; Чебанов, 2022]).

При этом, надо отметить, что в лингвистике и семиотике имеется самый дифференцированный аппарат различения модальностей отношения ко времени – ахрония, синхрония, диахрония и панхрония [Косериу, 2010], который мало используется за их пределами, ср.: [Мейен, 1989].

В таком случае потребность в этиологическом мифе может удовлетворяться за счет нескольких разных способов.

Во-первых, могут разрабатываться темпоральные представления, касающиеся узких классов семиотических объектов (например, случких поясов середины XVIII – первой трети XIX в. [Лазука, 2013], или закрытые по коммерческим причинам из-за возможности детально прогнозировать спрос на рынке работы Т.В. Козловой по циклическим процессам в моде одежды (ср. рассмотрение подобного материала в: [Основы ..., 1988]). Такие работы могут только приветствоваться и из них следуют содержательные выводы, представляющие как интерес для дисциплины в целом, так иногда и общенаучный междисциплинарный интерес.

Во-вторых, некоторые подобные частные работы могут представлять общенаучный интерес с методической точки зрения. Так, например, существует вопрос о том, как продемонстрировать смену форм во времени так, чтобы это не была экспертная оценка, а эмпирически фундированный материал. С этой целью для изучения изменения языка М.В. Араповым и М.М. Херц был разработан метод сопоставления разновозрастных частотных словарей лексики и прослеживание изменений ранга лексем [Арапов, Херц, 1974] с установлением критических значений таких изменений, которые могут считаться индикаторами изменения языка. Этот же метод принципиально может быть применен в палеопалинологии при изучении темпоральных изменений спорово-пыльцевых комплексов (криптосемиотический объект!) или при изучении самого массового археологического материала (осколков керамики). В дальнейшем такой подход получил развитие в применении к учету электроэнергии и бухгалтерскому учету (тоже семиотические объекты), что позволило формально различить на одном и

том же материале темпоральные изменения системы и отдельных ее компонентов (методики В.В. Фуфаева и его соавторов – см.: [Ковригина, 2014]). При этом можно получить более детальные выводы, чем даются глоттохронологией, но для этого нужен более детально изученный эмпирический материал.

В-третьих, могут выявляться некоторые тенденции темпоральных изменений семиотических объектов с неопределенными границами их справедливости. При этом возникает угроза абсолютизации привычных корреляций [Мейен, 2001 б]. Тем не менее если не стремиться к слишком точному формулированию таких тенденций и не придавать им общеобязательного значения, а также не делать их слишком детализированными и быть всегда готовым под влиянием нового фактического материала их переформулировать, то выявление таких тенденций очень интересно и полезно (следуя А.А. Любищеву, «Плохая теория лучше, чем никакая» [Игнатьев, 2018, с. 6]).

В-четвертых, при принятии определенных мировоззренческих допущений можно сформулировать небольшое число глобальных темпоральных изменений семиотических объектов, например появление первых семиотических явлений в связи с происхождением жизни, новые типы семиозиса, связанные с появлением высших животных (головоногих моллюсков, насекомых, позвоночных), появление человеческого языка. Можно говорить о глобальных изменениях в связи с появлением письма, книгопечатания, радио, телевидения, компьютерных технологий, но здесь проведение границ окажется значительно более сложным не из-за отсутствия фактического материала, а из-за недостаточной артикулированности сравнительных схем, не позволяющих рассматривать бесспорные градации и отсутствия надежных индикаторов прохождения выделенных границ. При этом появятся и ветвления временных траекторий (как в случае с головоногими моллюсками, насекомыми и позвоночными). Возможно выявление и других подобных тенденций. Рассматривая их, все время надо помнить о недостаточной разработанности категориального аппарата и отдавать себе отчет в том, что за описание истории принимается более или менее сложное сочетание большого числа генетических схем, т.е. опять же сравнительных построений.

Наконец, в-пятых, нужно принимать во внимание, что в разных частных дисциплинах, охватываемых семиотикой, есть много конкретных темпоральных обобщений: фонетические законы в исторической фонетике, в том числе падение редуцированных в древнерусском языке в XII в., переход от конкретного значения к абстрактному при изменении лексического значения слова, исторические тенденции нейминга, множество закономерностей исторических изменений биологических организмов, выступающих как объект криптосемиотики, общие механизмы изменения письменных текстов и геномов (инсерции и делеции – как точечные, так и протяженные, инверсии, редупликации, возникновение центонов и т.д.),

механизмы зачеркивания и подчеркивания («вычеркивания»), инверсия бинарных оппозиций, палимпсесты как средство превращения парадигматических отношений в синтагматические [Чебанов, 2020] и т.д. и т.п.

Было бы очень интересно каталогизировать такие типы темпоральных преобразований, а затем систематизировать, а может быть и оптимизировать такие каталоги. При этом могут обнаружиться новые варианты темпоральных преобразований, так что такая работа может иметь и прогностический эффект.

Так или иначе вырисовывается довольно широкое поле весьма интересных исследований по темпоральной («эволюционной») семиотике. Однако при этом возникает несколько чрезвычайно важных сопутствующих обстоятельств.

Во-первых, необходимо прояснение понятийно-терминологического аппарата (начиная с термина «эволюция»), о чем было уже сказано подробно.

Во-вторых, надо все время помнить, что осмысленная работа в области темпоральной семиотики возможна только при постоянной опоре на хорошо разработанную сравнительную семиотику, которая хотя бы по этой причине не заслуживает какого-либо снисходительного отношения.

В-третьих, работая в области темпоральной семиотики надо в первую очередь опираться на данные сравнительной семиотики, а не на общие философские, методологические, эволюционные доктрины, и быть постоянно готовым к пересмотру последних.

В-четвертых, как это вытекает из предыдущих пунктов, надо отдавать себе отчет в чрезвычайной трудоемкости темпорально-семиотических исследований, а соответственно и медленности их проведения.

### **Заключение**

Подводя итог проведенного рассмотрения можно довольно определенно утверждать следующее.

Говорить о возможности складывания в ближайшее время общей сравнительной семиотики и общей эволюционной семиотики нет никаких оснований. Это связано как с обилием и разнообразием эмпирического материала и недостаточной его первичной обработкой (в том числе по единым или сопоставимым методикам), так и с неразработанностью необходимого концептуально-понятийного аппарата (при обычности теоретизирования *ad hoc*).

При этом надо четко отдавать отчет в том, что создание эволюционной семиотики возможно только на основании хорошо разработанной сравнительной семиотики.

Говоря о сравнительной семиотике важно явно понимать суть общелогического метода сравнения, отличие от него сравнительного метода как концептуального аппарата для сравнения многочисленных рядов полимор-

физма, различие анатомического и морфологического (сравнительного по своей природе) изучения, роль гомологий в морфологическом исследовании и разнообразии типов сходства и различия (включая тривиальные, нетривиальные, генетические).

Проведение исследований по темпоральной семиотике требует разработки адекватного понятийного аппарата, корректно зафиксированного эмпирического материала и развитой сравнительной семиотики.

В настоящее время есть предпосылки для разработки более или менее узких областей сравнительной и темпоральной семиотики.

В отношении общей сравнительной семиотики и общей темпоральной (эволюционной) семиотики могут быть сделаны лишь самые общие утверждения, которые не должны быть жесткими и слишком конкретными.

На этом фоне целесообразна каталогизация частных закономерностей темпоральных изменений и их критический анализ.

Автор приносит благодарность всем, кто на протяжении многих лет обсуждал с ним рассматриваемую проблематику. Прежде всего в связи с этим надо отметить Сергея Викторовича Мейена и круг его ближайших коллег, прежде всего Алексея Владимировича Гоманькова. Предметом приложения специальных усилий эта проблема была в годы работы под руководством Томаса Георгиевича Петрова в лаборатории кристаллогенезиса Института Земной коры СПбГУ (тогда ЛГУ 1980–1989 гг. и многолетнее сотрудничество после) и Владимира Леонидовича Свидерского (1989–2000). Чрезвычайно важным было многолетнее сотрудничество с лабораторией палеэнтомологии Палеонтологического института РАН и прежде всего с Владимиром Васильевичем Жерихиным, Александром Сергеевичем Раутианом и Кириллом Юрьевичем Еськовым. Помимо этого за прошедшие годы были многочисленны контакты с самыми разными специалистами, занимающимися данной проблематикой (Г. Витзани, З.Г. Минц, К. Куллем, В.Ф. Левченко, Ю.М. Лотманом, А. Маркошем, А.В. Олескиным, Дж. Рейнецем, Д.Л. Рогозиным, Б.С. Соколовым, А.В. Спириным, Е. Хоффмеером, А.А. Шаровым, Ю.А. Шрейдером, Г.П. Щедровицким и мн. др.). В последние годы эта тематика была предметом порою весьма интенсивных обсуждений с сотрудниками ИНИОНа и участниками проекта, прежде всего с Михаилом Васильевичем Ильиным, Иваном Владиленовичем Фоминым, Владимиром Сергеевичем Авдониным. М.В. Ильин и В.С. Авдонин поддерживали автора на заключительном этапе работы. Всем им автор приносит свою искреннюю благодарность. Особая благодарность В.В. Кузнецовой и А.В. Заворотичей за помощь с переводами.

### Список литературы

- Аверкий (Таушев)*, архиеп. Руководство по гомилетике. – Москва : ПСТБИ, 2001. – 143 с.
- Алеев Ю.Г.* Экоморфология / АН УССР, Ин-т биологии юж. морей им. А.О. Ковалевского. – Киев : Наук. думка, 1986. – 422, [1] с.
- Ананьин О.И., Гайдар Е.Т.* Сравнительный метод и его использование в исследовании хозяйственных механизмов // Сборник трудов ВНИИСИ. – 1984. – № 15. – С. 1–32.
- Анкерсмит Ф.Р.* История и тропология: взлет и падение метафоры. – Москва : Прогресс-Традиция, 2003. – 496 с.
- Анкин Д.В.* Семиотика философии: философско-методологические аспекты : автореф. дисс. ... д. филос. н. Спец. 09.00.01. – Екатеринбург, 2004. – 44 с.
- Аракин В.Д.* Сравнительная типология английского и русского языков. – Ленинград, 1979. – 259 с.
- Арапов М.В., Ефимова Е.Н., Шрейдер Ю.А.* О смысле ранговых распределений // НТИ, сер. 2. – 1975. – № 1. – С. 9–20.
- Арапов М.В., Херц М.М.* Математические методы в исторической лингвистике. – Москва : Наука, 1974. – 167 с.
- Аристотель.* Категории // Аристотель. Категории. – Москва : Гос. соц.-экон. изд-во, 1939. – С. 1–50.
- Аристотель.* Метафизика // Аристотель. Метафизика. Переводы. Комментарии. Толкования. – Санкт-Петербург : Алетей ; Киев : Эльга, 2002. – С. 29–472.
- Аристотель.* О частях животных // Аристотель. О частях животных. – Москва : Гос. из-во био. и мед. лит-ры, 1937. – С. 33–172.
- Аскольдов С.А.* Концепт и слово // Русская словесность. От теории словесности к структуре текста. Антология. – Москва : Academia, 1997. – С. 267–280.
- Базилевский А.Т.* Лаборатория сравнительной планетологии ГЕОХИ РАН : совместные работы с НПО им. С.А. Лавочкина // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. – 2012, № 4(15). – С. 53–63.
- Баранцев Р.Г., Калинин О.М.* Математика в научной деятельности А.А. Любищева // Александр Александрович Любищев. – Ленинград : Наука, 1982. – С. 65–80.
- Башмакова И.Г., Колмогоров А.Н., Юшкевич А.П.* Математические знаки // Математический энциклопедический словарь. – Москва, 1995.
- Беклемишев В.Н.* Основы сравнительной анатомии беспозвоночных. Т. 1. Проморфология. – Москва : Наука, 1964. – 432 с.
- Беклемишев В.Н.* Методология систематики. – Москва : КМК Scientific Press Ltd., 1994. – 250 с.
- Бляхер Л.Я.* Проблемы морфологии животных. Исторические очерки. – Москва : Наука, 1976. – 359 с.
- Бердичевский В.Л.* Вариационные принципы механики сплошной среды. – Москва : Наука, 1983. – 448 с.
- Берёзкин Ю.Е.* Мифы о происхождении человека // Природа. – 2017. – № 10. – С. 84–91.
- Ботаника* [Электронный ресурс] : конспект лекций / Н.В. Степанов, И.Е. Ямских, Е.А. Иванова [и др.]. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – Электрон. дан. (4 Мб).
- Вахромеева О.Б.* Биографика как вспомогательная историческая дисциплина // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. – № 3. – С. 81–83.
- Вежбицкая А.* Семантические примитивы // Семиотика. – Москва, 1983. – С. 225–252.
- Вежбицкая А.* Прототипы и инварианты // А. Вежбицкая. Язык, культура, познание. – Москва, 1996. – С. 201–230.
- Взаимозаменяемость лекарств с позиций фармацевтического соответствия и клинической эффективности и безопасности / Верлан Н.В., Ковальская Г.А., Жукова Д.Я., Кочкина Е.О., Солодухина О.А. // Качественная Клиническая Практика. – 2016. – № 3. – С. 66–72.

- Вернадский В.И.* Кант и естествознание XVIII столетия. – Москва : Типо-литогр. т-ва И.Н. Кушнерев и К., 1905. – 37 с. – = Вопросы философии и психологии. 1905. Кн. 76. С. 36–70.
- Вернадский В.И.* Опыт описательной минералогии / Вернадский В.И. Избр. соч. – Т. 2. – Москва : Изд-во АН СССР, 1955. – 616 с. ; Т. 3. – Москва : Изд-во АН СССР, 1959. – 508 с.
- Виндельбанд В.* Избранное. Дух и история. – Москва : Юрист, 1995. – 688 с.
- Вуд Дж., Серре Ж.* Дипломатический церемониал и протокол: принципы, процедура и практика. – Москва : Прогресс, 1974. – 448 с.
- Выращивание кристаллов из растворов / Петров Т.Г., Трейвус Е.Б., Пунин Ю.О., Касаткин А.П. – Ленинград : Недра, 1983. – 200 с.
- Гак В.Г.* Сравнительная типология французского и русского языков. Москва, 1977. – 300 с.
- Гарфинкель Г.* Исследования по этнометодологии. Санкт-Петербург : Питер, 2007. – 335 с.
- Герд А.С.* Морфемика. – Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербургского гос. ун-та, 2004. – 176 с.
- Гёте И.В.* Избранные сочинения по естествознанию. – Москва : АН СССР, 1957. – 556 с.
- Глезерман Г.Е.* Формация общественно-экономическая // БСЭ. – Москва : Советская энциклопедия, 1977. – Т. 27. – С. 343–345.
- Гоманьков А.В.* Библия и природа. Эволюция, креационизм и христианское вероучение. – Москва : ГЕОС, 2014. – 188 с.
- Гоманьков А.В.* Природа как второе Откровение // Богослов. RU. Научный богословский портал. – 2017. – URL: <https://bogoslov.ru/article/5350478>
- Гомологии в ботанике: опыт и рефлексия. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский союз ученых, 2001. – 332 с.
- Горбачевич К.С.* Словарь сравнений и сравнительных оборотов в русском языке. – Москва : АСТАстрель, 2004.
- Григорьев Д.П.* Онтогенез минералов. – Львов : Изд-во Львовского университета, 1961. – 281 с.
- Григорьев Д.П., Жабин А.Г.* Онтогенез минералов. Индивиды. – Москва : Наука, 1975. – 339 с.
- Гроф С.* За пределами мозга. – Москва : АСТ, 2002. – 504 с.
- Гудавичюс А.* Сопоставительная семасиология литовского и русского языков. – Вильнюс, 1985. – 175 с.
- Гумбольдт фон А.* Центральная Азия. Исследования о цепях гор и по сравнительной климатологии. – Москва : Типо-литогр. т-ва И.Н. Кушнерев и К<sup>о</sup>, 1915. – Т. 1. – 352 с.
- Гуртовой Н.Н., Дзержинский Ф.Я.* Практическая зоотомия позвоночных: Птицы. Млекопитающие. – Москва : Высшая школа, 1992. – 414 с.
- Гусев С.С.* Наука и метафора. – Ленинград : ЛГУ, 1984. – 152 с.
- Дарвин Ч.* Происхождение видов путем естественного отбора. – Москва : Тайдекс Ко, 2003. – 494 с.
- Дарвин Ч.* Происхождение человека и половой отбор. – Москва : Терра, 2009. – Т. 1–2.
- Дворкин И.С.* Рефлексивно-логический подход к учению о классификации // Теория и методология биологических классификаций. – Москва : Наука, 1983. – С. 127–135.
- Демьянков В.З.* Термин «концепт» как элемент терминологической культуры // Язык как материя смысла : сборник статей в честь академика Н.Ю. Шведовой. – Москва : Издательский центр «Азбуковник», 2007. – С. 606–622.
- Дёмин Р.Н.* Титульный лист из книги М.А. Северино «Демокритова зоотомия» как иллюстративный материал для преподавания истории философии в школе // VII Пикалевские чтения «Гуманизация и гуманитаризация образования» : материалы научно-практической конференции. 18 марта 2005 г. – СПб.; Пикалево, 2005. – Ч. 3. – С. 7–11.
- Дмитриева Т.А., Саленко П.Т., Шакуров М.Ш.* Топографическая анатомия домашних животных. – Москва : КолосС, 2008. – 414 с.
- Доманский Ю.В.* Вариативность и интерпретация текста (парадигма неклассической художественности) : автореф. дис. ... д. филол. н.: 10.01.08. – Москва, 2006. – 43 с.



- Дурново Н.Н.* Русские рукописи, различающие древнее «акутированное» о и о другого происхождения / Дурново Н.Н. Избранные работы по истории русского языка. – Москва, 2000. – С. 638–643.
- Еленкин А.А.* О теоретических принципах детализации основных рядов комбинативной системы лишайников // Изв. Гл. бот. сада. – 1929 а. – Т. 28, вып. 3–4. – С. 265–305.
- Еленкин А.А.* О некоторых теоретических следствиях комбинативного принципа в системе лишайников // Изв. Гл. бот. сада. – 1929 б. – Т. 28, вып. 5–6. – С. 423–442.
- Еленкин А.А.* О взаимоотношениях генеалогической и комбинативной систем на основе классификации лишайников // Журн. Рус. ботан. о-ва. – 1929 в. – Т. 14, вып. 3. – С. 233–254.
- Ельмслев Л.* Прологомены к теории языка / Ельмслев Л. Прологомены к теории языка. – Москва : КомКнига, 2006. – С. 30–154.
- Жабин А.Г.* Онтогенез минералов. Агрегаты. – Москва : Наука, 1979. – 276 с.
- Жерихин В.В.* Избранные труды по палеоэкологии и филоценогенетике. – Москва : Т-во научных изданий КМК, 2003. – 542 с.
- Живов В.М.* Палатальные сонорные у восточных славян: данные рукописей и историческая фонетика // Русистика. Славистика. Индоевропеистика : сборник к 60-летию А.А. Зализняка. – Москва, 1996. – С. 178–202.
- Жирмунский В.М.* Сравнительное литературоведение и проблема литературных влияний // Изв. АН СССР. Отд. обществ. наук. – 1936. – № 3. – С. 383–403.
- Заварзин Г.А.* Систематика бактерий: пространство логических возможностей // Известия АН СССР, сер. биол. – 1973. – № 5. – С. 706–716.
- Заварзин Г.А.* Фенотипическая систематика бактерий: пространство логических возможностей. – Москва : Наука, 1974. – 143 с.
- Заварзин Г.А.* Становление биосферы // Вестник Российской Академии наук. – 2001. – Т. 71, № 11. – С. 988–1001.
- Заварзин Г.А.* Лекции по природоведческой микробиологии. – Москва : Наука, 2003. – 348 с.
- Заварзин Г.А., Старк Ю.С.* Анализ запрещенных вариантов в систематике микроорганизмов // Изв. АН СССР, сер. биол. – 1965. – № 5. – С. 766–768.
- Засов А.В., Постнов К.А.* Общая астрофизика. – Фрязино : Век 2. – 2011. – 576 с.
- Змитрович И.В.* Эпиморфология и тектоморфология высших грибов. – Санкт-Петербург : Folia Scurptogamica Petropolitana, 2010. – 272 с.
- Золотов Ю.А.* Периодический закон химических элементов: 150 лет развития // Вестник РАН. – 2020. – Т. 90, № 4. – С. 305–311.
- Зорина З.А., Смирнова А.А.* О чем рассказали «говорящие» обезьяны: способны ли высшие животные оперировать символами? – Москва : Языки славянских культур, 2006. – 424 с.
- Иванов В.В.* Историческая фонология русского языка: развитие фонологической системы древнерусского языка в X–XII вв. – Москва : URSS, 2009. – 360 с.
- Игнатьев И.А.* «Фитоспрединг» С.В. Мейена и концепция хорологического номогенеза // Палеоботанический вестник. Приложение к журналу «Lethaea rossica». – 2018. – Вып. 3. – С. 3–8.
- Илиел Э., Вайлен С., Дойл М.* Основы органической стереохимии. – Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 703 с.
- Каганский В., Балла-Геррман О.* Выбрасывать и развивать: сказки путешествующего теоретика // Семь искусств. – 2021. – № 10(137). – URL: <https://7i.7iskusstv.com/y2021/nomer10/kagansky/#comment-98748>
- Канаев И.И.* Очерки из истории сравнительной анатомии до Дарвина. – Москва ; Ленинград : Изд-во АН СССР, 1963. – 300 с.
- Канаев И.И.* Жорж Луи Леклер де Бюффон (1707–1788). – Москва : Наука, 1966. – 266 с.
- Канаев И.И.* Гёте как естествоиспытатель. – Ленинград : Наука, 1970. – 468 с.
- Карпов В.П.* Аристотель и его научный метод // Аристотель. О частях животных. – Москва : Гос. из-во биол. и мед. лит-ры. – 1937 а. – С. 9–30.

- Карпов В.П. Примечания // Аристотель. О частях животных. – Москва : Гос. из-во биол. и мед. лит-ры, 1937 б. – С. 173–210.
- Кленгель-Брандт Э. Вавилонская башня. Легенда и история. – Москва : Наука, 1991. – 157 с.
- Князев С.В. К вопросу о палатальном дрожащем в славянских языках // Древние языки в системе университетского образования: их исследование и преподавание. – Москва, 2000. – С. 46–48.
- Казютинский В.В. Антропный принцип и мир постнеклассической науки // Астрономия и современная картина мира. – Москва : ИФ РАН, 1996. – С. 95–121.
- Ковалев С.Г. Основы исторической геологии : учебное пособие для студентов естественно-научных факультетов высших учебных заведений. – Уфа : 2010. – 64 с.
- Ковригина Л.Ю. Негауссовое моделирование лексико-статистической структуры вариативного текста: на примере «Сказания о Мамаевом побоище» : автореф. дис. ... к. филол. н.: 10.02.21. – Санкт-Петербург, 2014. – 30 с.
- Колчинский Э.И., Сьтин А.К., Смагина Г.И. Естественная история в России (Очерки развития естествознания в России в XVIII веке). – Санкт-Петербург : Издательство СПб ИИ РАН «Нестор-История», 2004. – 242 с.
- Кордонский С.Г. Циклы деятельности и идеальные объекты. – Москва : Пантори, 2001. – 176 с.
- Корников А.А. Геральдическое многообразие России. Современные гербы и флаги субъектов Российской Федерации. – Иваново : Изд-во Ивановского гос. университета, 2021. – 284 с.
- Коровченко И.И. Медианоминация: к вопросу об основах структурирования и систематизации // Вестник ВГУ. Серия Филология. Журналистика. – 2014. – № 1. – С. 168–175.
- Косериу Э. Синхрония, диахрония и история: проблема языкового изменения / URSS. – 2010. – 208 с.
- Крылова М.Н. Функционирование устойчивых сравнительных конструкций в простом и сложном предложении русского языка // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 31. – С. 391–395. – URL: <http://e-koncept.ru/2017/970093.htm>
- Курдин Б.И. Математика ценозов: видовое, ранговидовое, ранговое по параметру гиперболические  $H$ -распределения и законы Лотки, Ципфа, Парето, Мандельброта // Философские основания технетики. Математический аппарат структурного описания ценозов и гиперболические  $H$ -ограничения. Ценологические исследования. – Москва : Центр системных исследований, 2002. – Вып. 19. – С. 357–412.
- Куль К. Целью расширенного синтеза является включение семиозиса // МЕТОД : Московский ежеквартальник трудов из обществоведческих дисциплин : ежекв. науч. изд. ; ред. кол.: М.В. Ильин (гл. ред.) [и др.] / РАН. ИНИОН. Центр перспект. методологий социал. и гуманист. исслед. – Москва, 2022. – Т. 2, № 3. (В печати).
- Кунин Е.В. Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции. – Москва : Центрполиграф, 2017. – 527 с.
- Куприянов В.А. Первые научные журналы и идея публичности разума в науке Нового времени // Диалог со временем. – 2020. – № 70. – С. 41–56.
- Лазука Б.А. Слуцкія паясы: адраджэнне традыцый. – Минск : Беларусь, 2013. – 128 с.
- Лакофф Дж. Женщины, огонь и опасные вещи: что категории языка говорят нам о мышлении. – Москва : Языки славянской культуры, 2004. – 792 с.
- Лакофф Д., Джонсон М. Метафоры, которыми мы живем. – Москва : Едиториал УРСС, 2004. – 256 с.
- Ламарк Ж.Б. Философия зоологии / Ламарк Ж.Б. Избранные произведения : в 2 томах. – Москва : Академии наук СССР, 1955. – Т. 1. – С. 165–777.
- Лебедев В.Ю. Прилуцкий А.М. Семиотика религиозных коммуникативных систем: дискурсы смыслов. – Москва : DirectMEDIA ; Берлин : DirectMEDIA, 2015. – 378, [1] с.
- Левина Т.В. Реализм в метафизике: о том, что существует иначе // Analytica. – 2011. – № 5. – С. 36–56.

- Левич А.П.* Почему выполняются экстремальные принципы для энтропии и времени? // Пространство и время: физическое, психологическое, мифологическое. – Москва : КЦ «Акрополь», 2004. – С. 87–94.
- Лекомцев Ю.К.* Введение в формальный язык лингвистики. – Москва : Наука, 1983. – 264 с.
- Лукин В.А.* Семиотика денег: деньгоцентричность человека и антропоцентричность денег // Политическая лингвистика. – 2013 а. – № 2(44). – С. 55–64.
- Лукин В.А.* Семиотика денег и семиотические аспекты экономического кризиса // Ученые записки Орловского государственного университета. – 2013. – № 1(51). – С. 274–282.
- Лункевич В.В.* От Гераклита до Дарвина. – Москва, 1960. – Т. 2. – С. 65–75.
- Любарский Г.Ю.* Архетип, стиль и ранг в биологической систематике. – Москва : КМК Scientific Press, 1996. – 436 с.
- Любарский Г.Ю.* Народная систематика: иерархия, фолк-ранги, таксономия и партономия // Аспекты биоразнообразия. – Москва : Зоологический музей МГУ : КМК, 2016. – № 4, ч. 2. – С. 593–628.
- Любищев А.А.* Понятие сравнительной анатомии // Вопросы общей зоологии и медицинской паразитологии. – Москва : Биомедгиз, 1962. – С. 199–218.
- Любищев А.А.* Понятие эволюции и кризис эволюционизма // Любищев А.А. Проблемы формы, систематики и эволюции организмов. – Москва : Наука, 1982. – С. 133–148.
- Любищев А.А.* Понятие эволюции и кризис эволюционизма // МЕТОД : Московский ежеквартальник трудов из обществоведческих дисциплин : ежекв. науч. изд. ; ред. кол.: М.В. Ильин (гл. ред.) [и др.] / РАН. ИНИОН. Центр перспект. методологий социал. и гуманитар. исслед. – Москва, 2021. – Т. 1, № 3. – С. 121–137. – URL: <http://www.doi.org/10.31249/metodquarterly/01.03.07>
- Майков В., Козлов В.* Трансперсональная психология. Истоки, история, современное состояние. – Москва : АСТ, 2004. – 596 с.
- Маккормак Э.* Когнитивная теория метафоры // Теория метафоры. – Москва, 1990. – С. 358–386.
- Мамкаев Ю.В.* Гомология и аналогия как основополагающие понятия морфологии // Русский орнитологический журнал. – 2012. – Том 21 : Экспресс-выпуск 745. – С. 759–768.
- Мандельштам О.Э.* Сочинения : в 2-х т. – Москва : Худож. лит., 1990. – Т. 1 : Стихотворения. – 638 с.
- Маркелова Т.В.* Прагматика и семантика средств выражения оценки в русском языке : монография. – Москва : МГУП имени Ивана Федорова, 2013. – 296 с.
- Маркс К.* К критике политической экономии // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. – Москва, 1959. – Т. 13. – С. 1–167.
- Маркс К.* Экономические рукописи 1857–1859 годов // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. – Москва, 1968. – Т. 46, ч. 1. – С. 19–292.
- Марченко М.Н.* Сравнительное правоведение. Общая часть. – Москва : Зерцало, 2001. – 560 с.
- Мейен С.В.* Основные аспекты типологии организмов // Журн. общ. биол. – 1978. – Т. 39, № 4. – С. 495–508.
- Мейен С.В.* География макроэволюции у высших растений // Журн. общ. биол. – 1987. – Т. 48, № 3. – С. 287–310.
- Мейен С.В.* Введение в теорию стратиграфии. – Москва : Наука, 1989. – 216 с.
- Мейен С.В.* Флорогенетика – интегративный подход в палеоботанических исследованиях // Матер. симп., посвященного памяти Сергея Викторовича Мейена (1935–1987). Москва, 25–26 декабря 2000 г. – Москва : ГЕОС, 2001 а. – С. 280–298.
- Мейен С.В.* Листья на камне: размышления о палеоботанике, геологии, эволюции и путях познания живого. – Москва : ГЕОС, 2001 б. – 493 с. – (Труды Геологического института РАН. Научно-популярная серия ; вып. 1).
- Мейен С.В.* Нетривиальные модусы морфологической эволюции высших растений // *Lethaea rossica*. – 2014. – Т. 9. – С. 35–42.

- Мейен С.В., Шрейдер Ю.А. Методологические аспекты теории классификации // *Вопр. филос.* – 1976. – № 12. – С. 67–79.
- Месяц С.В. Неоплатонизм // *Православная Энциклопедия.* – Москва : Православная Энциклопедия, 2017. – Том 48. – С. 657–672.
- Митренина О.В., Романова Е.Е., Слюсарь Н.А. Введение в генеративную грамматику. – URSS, 2012. – 376 с.
- Михайлов А.И. Функциональная механика: эволюция моментов функции распределения и теорема о возвращении // *Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки.* – 2011. – № 1(22). – С. 124–133.
- Михайлова О.А. Креативность в терминологии (на материале «эмических терминов») // *Уральский филологический вестник. Серия Язык. Система. Личность: лингвистика креатива.* – 2012. – № 3. – С. 55–58.
- Мокиенко В.М. Проблемы интерференции при обучении русскому языку на старших курсах // *Лингвометодические основы преподавания русского языка как иностранного на старших курсах : сб. науч. тр.* – Свердловск, 1983. – С. 35–40.
- Моррис Ч.У. Основания теории знаков // *Семиотика : антология* – Москва, 2001. – С. 45–97.
- Мосейчик Ю.В. География макроэволюции у высших растений: концепция фитоспредиинга С.В. Мейена – взгляд 30 лет спустя // *Палеобот. временник.* – 2015. – Вып. 2. – С. 140–145.
- Налимов В.В. Разбрасываю мысли. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 344 с.
- Николай Кузанский. Об ученом незнании. – Санкт-Петербург : Азбука, 2001. – 305 [2] с.
- Никитин А.П. Проблема аналогии денег и языка в ракурсе аналитической философии // *Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология.* – 2016. – № 4. – С. 95–102.
- Общая риторика: Ж. Дюбуа, Ф. Пир, А. Тринон и др. – Москва : Прогресс, 1986. – 392 с.
- Оперативная хирургия с основами топографической анатомии домашних животных / С.Г. Ельцов [и др.]. – Москва, 1958. – 375 с.
- Орбели Л.А. Избранные труды : в 5 т. Том 1. Вопросы эволюционной физиологии. – Москва ; Ленинград : Академия наук СССР, 1961. – 458 с.
- Оскольский А.А. Диковина: место и неуместность // *Культурное пространство путешествий. 8–10 апреля 2003 г. Тезисы форума / под ред. Е.Э. Суровой.* – Санкт-Петербург : Центр изучения культуры, 2003. – С. 41–43.
- Основы теории проектирования костюма / Т.В. Козлова, Р.А. Степучев, Г.И. Петушкова, Л.Б. Рытвинская, Е.А. Рыбкина, Н.Б. Яковлева ; под ред. Т.В. Козловой. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 352 с.
- Павлинов И.Я. Классическая и неклассическая систематика: где проходит граница? // *Журнал общей биологии.* – 2006. – Т. 67. – № 2. – С. 83–108.
- Павлинов И.Я. Проблема вида в биологии – еще один взгляд // *Труды Зоологического института РАН. Приложение № 1.* – 2009. – С. 250–271.
- Пастуро М. Геральдика. – Москва : Астрель : АСТ, 2003. – 144 с.
- Патцельт В. Дж. Проблематичный интерфейс: биология и сравнительная политология // *МЕТОД: Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин.* – Москва, 2016. – Вып. 6. – С. 13–32.
- Петров М.К. Перед «Книгой природы». Духовные леса и предпосылки научной революции 17 в. // *Природа*, 1978, № 8. – С. 110–119.
- Петрова М.С. Просопография как специальная историческая дисциплина на примере авторов поздней античности: Макробий Феодосий и Марциан Капелла. – Санкт-Петербург : Алетейя, 2004. – 232 с.
- Петрухин В.Я. Мифы о сотворении мира. – Москва : АСТ : Астрель : Люкс, 2005. – 464 с.
- Плотин [Три ипостаси и учение об эманациях] // *Антология мировой философии : в 4-х томах.* – Москва : Мысль, 1969. – Т. 1, ч. 1. – С. 549–552.
- Плутарх. Сравнительные жизнеописания. – Т. I–III. – Москва ; Ленинград, 1961–1964.

- Полянский В.И.* О виде у низших водорослей : доложено на девятом ежегодном Комаровском чтении 15 дек. 1954 г. АН СССР. Ботан. ин-т им. В.Л. Комарова. – Москва ; Ленинград : Изд-во АН СССР, 1956. – 72 с.
- Порфирий.* Введение к «Категориям» // Аристотель. Категории. – Москва, 1939. – С. 53–83.
- Пропт В.* Морфология сказка. – Ленинград : Academia, 1928. – 152 с.
- Пропт В.Я.* Исторические корни волшебной сказки. – Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1946. – 340 с.
- Пиеничников А.С.* Обновляющийся вид. Общее популяционно-генетическое объяснение феномена вида для сингамных и агамных организмов // Журнал общей биологии. – 2019. – Т. 80, № 1. – С. 14–21. – DOI: 10.1134/S004445961805007 X
- Развитие учения о времени в геологии. – Киев : Наукова думка, 1982. – 414 с.
- Раутиан А.С.* Апология сравнительного метода: первые девять уроков общенаучной типологии // Гомологии в ботанике: опыт и рефлексия. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский союз ученых, 2001 а. – С. 65–72.
- Раутиан А.С.* Апология сравнительного метода: о природе типологического знания // Гомологии в ботанике: опыт и рефлексия. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский союз ученых, 2001 б. – С. 73–80.
- Риккерт Г.* Науки о природе и науки о культуре. – Санкт-Петербург, 1911. – 196 с.
- Руссо Г.В., Чебанов С.В.* Основные понятия кристалломорфологии в системе кристаллографических и морфологических дисциплин // Физика кристаллизации / Калининский государственный университет. – Калинин, 1985. – Вып. 8. – С. 113–123.
- Руссо Г.В., Чебанов С.В.* Примеси в особо чистых веществах: обшеморфологические аспекты // Физика кристаллизации. – Калинин, 1987. – Вып. 10. – С. 92–97.
- Садовский Н.В.* Топографическая анатомия домашних животных. – Москва : Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1960. – 423 с.
- Сажин М.В.* Современная космология в популярном изложении. – Москва : Едиториал УРСС, 2002. – 240 с.
- Северцов А.Н.* Морфологические закономерности эволюции. – Москва ; Ленинград : Изд-во Акад. наук СССР, 1939. – 616 с.
- Седов А.Е.* История генетики, запечатленная в метафорах ее языка: количественный и структурный анализ. I. Общие принципы анализа. Метафорические термины // Проблемы социолингвистики и многоязычия. – Москва : Московский лицей, 1997. – С. 35–47.
- Седов А.Е.* История генетики, запечатленная в метафорах ее языка: количественный и структурный анализ. II. Задачи и принципы анализа метафорических высказываний в проблемных монографиях // Функциональные исследования по лингвистике. – Москва : Московский лицей, 1998. – Вып. 6. – С. 20–26.
- Седов А.Е.* Метафоры в генетике // Вестник Российской Академии наук. – 2000. – Т. 70, № 6. – С. 526–534.
- Семенов Ю.И.* Марксова теория общественно-экономических формаций и современность // Философия и общество. – 1998. – № 3. – С. 190–233.
- Семенов Ю.И.* Тотемизм, первобытная мифология и первобытная религия // Скепсис. – 2005. – № 3–4, весна. – С. 74–78.
- Серебряков И.Г.* Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. – Москва : Высш. шк., 1962. – 378 с.
- Сильченко О.К.* Происхождение и эволюция галактик. – Фрязино : Век 2, 2017. – 224 с.
- Сморгунов Л.В.* Современная сравнительная политология. – Москва, 2002. – 472 с.
- Сопикова Т.А.* Сказочный мир как тип метафизичности (опыт постановки проблемы) // Философия XX века: школы и концепции: научная конференция к 60-летию философского факультета СПбГУ, 21 ноября 2000 г. Материалы работы секции молодых ученых «Философия и жизнь». – Санкт-Петербург : СПб-ское философское общество, 2001. – С. 234–236.

- Стенон Н. О твердом, естественно содержащемся в твердом. – Москва : Издательство АН СССР, 1957. – 151 с.
- Степанов Ю.С. Основы общего языкознания. – Москва : Просвещение, 1975. – 271 с.
- Степанов Ю.С. Слово // Русская словесность. От теории словесности к структуре текста. Антология. – Москва : Academia, 1997. – С. 288–306.
- Степанов Ю.С. Константы : словарь русской культуры. – Москва : Акад. проект, 2001. – 989+1 с.
- Степанов Ю.С. Протей : очерки хаотической эволюции. – Москва : Языки славянской культуры, 2004. – 264 с.
- Стернин И.А. Контрастивная лингвистика. – Москва : Восток-Запад, 2006. – 206 с.
- Стихина И.А. Сравнительные фразеологизмы: особенности субкласса (на примере немецкого языка) // Вестник Самарского университета. История, педагогика, филология. – 2021. – Т. 27, № 4. – С. 139–151. – DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0445-2021-27-4-139-151>
- Сусов И.П. История науки о языке. – Тверь : Золотая буква, 2003. – 316 с.
- Сухонос С.И. Масштабная гармония вселенной. – Москва : Изд-во Тион, 2022 г. – 508 с.
- Сытин А.К. Петр Симон Паллас – ботаник. – Москва, 1997. – 338 с.
- Теологумены арифметики // СХОЛН. – 2009. – Т. 3, № 1. – С. 292–335.
- Теория метафоры. – Москва : Прогресс, 1990. – 512 с.
- Топоров В.Н. Космогонические мифы // Мифы народов мира. Энциклопедия. – Москва, 1988. – Т. 2. – С. 6–9.
- Трейвиш А.И. Географическая полимасштабность развития России : город, район, страна и мир : дисс. ... д. геогр. н.: 25.00.24. – Москва, 2006. – 309 с.
- Трубецкой Н.С. Основы фонологии. – Москва : Изд-во иностранной литературы, 1960. – 372 с.
- Соломонович А.Б. Семиотика и ее педагогические продолжения // Проблемы современного образования, 2010, № 2. С. 41–49.
- Тыщенко В.П. Физиология насекомых. – Москва, 1986. – 304 с.
- Уайт Э., Робертсон Б. Архитектура: формы, конструкции, детали. – Москва : АСТ : Астрель. 2005. – 112 с.
- Федоров Е.С. Симметрия и структура кристаллов. – Москва : АН СССР, 1949. – 632 с.
- Ферсман А.Е. Геохимия России. – Вып. 1. – Петроград: Научное химико-техническое издательство, 1922. – 227 с.
- Фетисов С.К. Семиотическая сущность денег // Экономический журнал. – 2010. – № 2 (18). – С. 72–78.
- Фигуровский Н.А. Очерк общей истории химии. От древнейших времен до начала XIX века. – Москва : Наука, 1969. – 455 с.
- Финк Ж. Опыт составления словаря славянской сравнительной фразеологии // Слово в слове и дискурсе. – Москва, 2006. – С. 685–690.
- Финк Ж. О некоторых образных и культурно-исторических элементах в сравнительных фразеологизмах // Идиоматика и познание. – Белгород, 2008. – С. 130–133.
- Чайковский Ю.В. Активный связный мир. Опыт теории эволюции жизни. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 727 с.
- Чайковский Ю.В. Диатропика, эволюция и систематика. – Москва : Тов-во научн. изд. КМК, 2010. – 408 с.
- Чебанов С.В. Внутренние и внешние системы в теории классификации // Системные исследования. 1979. – Москва : Наука, 1980. – С. 140–146.
- Чебанов С.В. Представления о форме в естествознании и основания общей морфологии // Orgaanilise vormi teoria. X teoreetilise bioloogia kevadkool. – Tartu : Tartu Riiklik Ülikool, 1984. – С. 25–40.
- Чебанов С.В. Морфологические основания типологии семиотических средств // Понимание и рефлексия : материалы Третьей Тверской герменевтической конференции. – Тверь : ТГУ, 1995. – Т. 1. – С. 24–33.

- Чебанов С.В. Критический и посткритический эволюционизм // Теория эволюции: наука или идеологии. Труды XXV Люблинских чтений. – Москва ; Абакан : Центр системных исследований, 1998. – С. 58–70.
- Чебанов С.В. Семантофоры: взгляд биосемиотики и прагмалингвистики // Научные чтения – 2004. Материалы конференции. – Санкт-Петербург : Филологический ф-т СПбГУ, 2005. – С. 243–252.
- Чебанов С.В. О предельном тождестве герменевтики, прикладной лингвистики и прагмалингвистики // Понимание и рефлексия в образовании, культуре и коммуникации. – Тверь : ТГУ, 2006. – С. 247–249.
- Чебанов С.В. Восстановление приближенности как средство выявления структуры ИКМ // Актуальные проблемы современной когнитивной науки : материалы седьмой всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иваново : ОАО «Изд-во “Иваново”», 2014. – С. 99–101.
- Чебанов С.В. Либерализм терминологии и стандартизация номенклатуры как средства обеспечения развития научного творчества // Прикладная лингвистика в науке и образовании. Арас герогт – полвека после разгрома. Труды VIII Международной научной конференции 24–26 ноября 2016 г. – Санкт-Петербург : Книжный Дом, 2016. – С. 115–120.
- Чебанов С.В. Мерономия С.В. Мейена : к 40-летию формулирования // *Lethaea rossica*. – 2017. – Т. 14. – С. 64–92.
- Чебанов С.В. Чем является «Экспериментально-доказательная парадигма» в современном языкознании? // PR\_LEAL 2017 Proceedings of the R. Piotrowski's Readings in Language Engineering and Applied Linguistics Saint Petersburg, Russia, November 27, 2017 / RWTH Aachen University (CEUR Workshop Proceedings). – 2018 a. – С. 10–23.
- Чебанов С.В. Чем занимается «доказательная медицина» и как ее называть? // Философские проблемы биологии и медицины. – Москва : Изд-во «Социально-гуманитарные знания», 2018 б. – Вып. 12 : Между биофилософией и биоэтикой : сборник статей. – С. 94–99.
- Чебанов С.В. На что претендует историзм (эволюционизм) и что у него получается? Часть 1. Микроэволюция // МЕТОД : Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин : ежегод. науч. изд. / РАН. ИНИОН. Центр перспект. методологий социал. и гуманит. исслед. – Москва, 2021. – Вып. 11. – С. 43–72.
- Чебанов С.В. Семиология палимпсеста и общая семиотика // Социальная семиотика: точки роста. – СПб., Скифия-принт, 2020. – С. 33–42.
- Чебанов С.В. Эрос неохватного. О статье Калеви Кулля «Целью расширенного синтеза является включение семиозиса» // МЕТОД : Московский ежеквартальник трудов из обществоведческих дисциплин : ежекв. науч. изд. ; ред. кол.: М.В. Ильин (гл. ред.) [и др.] / РАН. ИНИОН. Центр перспект. методологий социал. и гуманит. исслед. – Москва, 2022. – Т. 2, № 3. – В печати.
- Чебанов С.В., Мартыненко Г.Я. Основные типы представлений о природе языка // *Acta et commentationes universitatis tartuensis*. – Tartu, 1990 a. – Вып. 911. – С. 112–136.
- Чебанов С.В., Мартыненко Г.Я. Идеи герменевтики в прикладной лингвистике // *Acta et commentationes universitatis tartuensis*. – Tartu, 1990 б. – Выпуск 912. – С. 92–111.
- Чебанов С.В., Мартыненко Г.Я. Семиотика описательных текстов (Типологический аспект). – Санкт-Петербург : СПбГУ, 1999. – 424 с.
- Чебанов С.В., Мартыненко Г.Я. О герменевтизации прикладной лингвистики // Вестник Тверского ГУ. Серия Филология. – 2007. – № 29(57), вып. 11(207) : Лингвистика и межкультурная коммуникация. – С. 273–291.
- Чебанов С.В., Мартыненко Г.Я. Синергетика и холистические образы языка // Международная научно-практическая конференция «Рериховское наследие». – Санкт-Петербург : Рериховский центр СПбГУ, 2009. – Т. 4 : Охрана культурных ценностей: петербургские традиции. – С. 404–410.

- Чебанов С.В., Найшуль В.А.* Рефренность мира. Рефрен социальных институтов // Палеоботанический временник. Приложение к *Lethaea rossica*. Российский палеоботанический журнал. – 2015. – Вып. 2. – С. 90–114.
- Чертов Л.Ф.* Алфавит и палитра // Чертов Л.Ф. Знаковая призма. Статьи по общей и пространственной семиотике. – Москва : Языки славянской культуры, 2014 а. – С. 180–186.
- Чертов Л.Ф.* Знаковая призма. Статьи по общей и пространственной семиотике. – Москва : Языки славянской культуры, 2014 б. – С. 320 с.
- Шаров А.А.* Анализ типологической концепции времени С.В. Мейена // Конструкции времени в естествознании: на пути к пониманию феномена времени. Ч. 1. – Москва : Изд-во Моск. гос. ун-та, 1996. – С. 96–111.
- Шафрановский И.И.* А.Г. Вернер – Знаменитый минералог и геолог. – Ленинград : Наука, 1969. – 198 с.
- Шиян Т.А.* Семиотический анализ математической символики: синонимия, полисемия, омонимия, антонимия, конверсия // Гуманитарное измерение меняющегося мира : сборник статей кафедры Философии и Гуманитарных наук. – Москва : Издат. центр ЕАОИ, 2008. – С. 219–139.
- Шмальгаузен И.И.* Основы сравнительной анатомии позвоночных животных. – Москва : Советская наука, 1947. – 540 с.
- Шевченко Б.И.* Теоретические основы трасологической идентификации в криминалистике. – Москва : Изд-во МГУ, 1975. – 96 с.
- Шингарева Е.А.* О семиотических основах прагматического подхода к распознаванию смысла текста (онтология) // НТИ сер. 2. – 1986. – № 3. – С. 28–39.
- Шульга Е.Н., Букреева А.Н.* Воплощение воображаемых образов в художественном творчестве // Проблема воображения в эволюционной эпистемологии. – Москва : ИФРАН, 2013. – С. 166–167.
- Юшкин Н.П.* Топоминералогия. – Москва : Недра, 1982. – 288 с.
- Якобсон Р.О.* Принципы исторической фонологии // Якобсон Р.О. Избранные работы. – Москва : Прогресс, 1985. – С. 116–132.
- Ярцева В.Н.* Контрастивная грамматика. – Москва, 1981. – 112 с.
- Bonnet Ch.* Considérations sur les corps organisés, two volumes. – Amsterdam, 1762. – URL: [https://books.google.ru/books?id=4nIGAAAAQAAJ&pg=PP9&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ru/books?id=4nIGAAAAQAAJ&pg=PP9&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false) (дата обращения: 20.11.2022).
- Boyd R.N.* An Introduction to Nuclear Astrophysics, Chicago and London, The University of Chicago Press, 2007, xi + 422 pp.
- Behavioural reactions of elephants towards a dying and deceased matriarch / Douglas-Hamilton I., Bhalla S., Wittemyer G., Vollrath F // Applied Animal Behaviour Science. – 2006. – Vol. 100, № 1. – P. 87–102.
- Chebanov S.V.* Biology and Humanitarian Culture: the Problem of Interpretation in Biohermeneutics and Hermeneutics of Biology // Lectures of Theoretical Biology. – 2 nd Stage. – Tallinn, 1993. – P. 219–248.
- Chebanov S.V.* The Role of Hermeneutics in Biology // Sociobiology and Bioeconomics. The Theory of Evolution in Biological and Economic Theory / Peter Koslowski (Ed.). – Berlin : Heidelberg ; New York : Springer, 1998. – P. 141–172. – =3 D Studies in Economic Ethics and Philosophy, vol. 20.
- Chebanov S.V.* Processuality of Sign and Meaning // Sing Processes in Complex Systems, 7 th International Congress of the International Association for Semiotic Studies (IASS/AIS) TU. – Dresden, 1999. – Oct. 3–6. – P. 122.
- Chebanov S.V.* Umwelt as life world of living being // Semiotica. – 2001. – Vol. 134(1/4). – P. 169–184.
- Chebanov S.V.* Alternatives of Biosemiotics // 8 th Gathering in Biosemiotics. Hermoupolis, University of the Aegen. – 2008. – P. 18.



- Costello M.J., Wilson S., Houlding B.* Predicting Total Global Species Richness Using Rates of Species Description and Estimates of Taxonomic Effort // *Syst. Biol.* – 2012. – № 61 (5). – P. 871–883.
- Goethe von J.W.* Die Metamorphose der Pflanzen // Friedrich Schiller: *Musen-Almanach für das Jahr. 1799.* – S. 17–23. – URL: [https://de.wikisource.org/wiki/Die\\_Metamorphose\\_der\\_Pflanzen](https://de.wikisource.org/wiki/Die_Metamorphose_der_Pflanzen)
- Labov, W.* Denotational structure // *Papers from the Parasession on the Lexicon.* – Chicago: Chicago Linguistic Society, 1978. – P. 220–260.
- Lakoff, G.* Classifiers as a Reflection of Mind: The Experiential, Imaginative, and Ecological Aspects // *Noun Classes and Categorization.* – Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 1986. – P. 13–52.
- Lakoff G., Johnson M.* *Metaphors We Live By.* – Chicago: University of Chicago Press, 1980. – 242 p.
- Linnaeus C.* *Caroli Linnaei, Sveci, Doctoris Medicinae systema naturae, sive, Regna tria naturae systematice proposita per classes, ordines, genera, & species.* Lugduni Batavorum [Leiden, the Netherlands] : Apud Theodorum Haak : Ex Typographia Joannis Wilhelmi de Groot. – 1735. – 12 p.
- Lourie B.* Peter the Iberian and Dionysius the Areopagite: Honigmann – van Esbroeck's Thesis Revisited // *Patrologia Pacifica: Selected Papers Presented to the Asia Pacific Early Christian Studies Society (=SCRINIUM Revue de patrologie, d'hagiographie critique et d'histoire ecclésiastique. Tome 6).* – NJ : Gorgias Press, 2010. – P. 143–212.
- Loveland W.D., Morrissey D.J., Seaborg G.T.* *Modern Nuclear Chemistry.* – New York : John Wiley & Sons, 2017. – 768 p.
- Meyen S.V.* Plant morphology in its nomothetical aspects // *Bot. Rev.* – 1973. – Vol. 39. – № 3. – P. 205–260.
- Migne J.-P.* (ed.), *Patrologia Latina.* Vol. LXIV. – Paris : J.-P Migne Éditeur, 1847. – 1628 col.
- Naef A.* *Idealistische Morphologie und Phylogenetik (zur Methodik der systematischen).* – Jena : Verlag von Gustav Fischer, 1919. – 77 S.
- Nöth W.* Umberto Eco's semiotic threshold // *Sign Systems Studies.* – 2000. – № 28. – P. 49–60.
- Owen R.* *Lectures on Invertebrate Animals.* – London, 1843. – 392 p.
- Owen R.* *On the archetype and homologies of the vertebrate skeleton.* – London, 1847. – 203 p.
- Pike K.L.* Etic and emic standpoints for the description of behavior / Language in relation to a unified theory of the structure of human behavior. – Mouton & Co... – 1967. – P. 37–72. – URL: <https://doi.org/10.1037/14786-002>
- Raunkiaer Ch.* *Plant life forms.* – Oxford : Clarendon Press, 1937. – vi, 104 p.
- Remane A.* *Die Grundlagen des natürlichen Systems, der vergleichenden Anatomie und der Phylogenetik. Theoretische Morphologie und Systematik I.* – Leipzig : Geest & Portig K.-G., 1952.
- Sharov A.A.* Analysis of Meyen's Typological Concept of Time // *On the way to understanding the time phenomenon: The constructions of time in natural science. Pt. 1. Interdisciplinary time studies.* World Scientific. – Singapore ; New Jersey, 1995. – P. 57–67.
- Smith W.* *Flags Through the Ages and Across the World.* – New York : McGraw-Hill, 1975. – 357 p.
- Stefanucci G., Leeuwen van R.* Nonequilibrium many-body theory of quantum systems : a modern introduction. – Cambridge : Cambridge University Press, 2013. – 620 p.
- Troll C.* *Die Lebensformen der Pflanzen: Alexander von Humboldts Ideen in der ökologischen Sicht von heute // Alexander von Humboldt. Werk und Weltgeltung.* – München : Piper, 1969. – S. 197–248.
- Troll W.* *Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. Bd I. Vegetationsorgane.* – Berlin : Verlag von Gebrüder Bornträger. – Teil 1. – 1937. – XII + 955 S. ; Teil 2. – 1939. – V+946 S.
- Wierzbicka A.* «Semantic Primitives», fifty years later // *Russian Journal of Linguistics.* – 2021. – № 25 (2). – P. 317–342. – DOI: <https://doi.org/10.22363/2687-0088-2021-25-2-317-342>

Sergey Chebanov<sup>1</sup>

**Relation between comparative and evolutionary semiotics:  
why should the first one precede the second one**

*Abstract.* In a very short answer to the question posed in the title, one can very simply say «Because, as experience shows, for the study» of evolutionary semiotics, a lot of data processed by using the comparative method is needed to the study. Such an answer, in turn, suggests the need to clarify what «experience» is in this context and what is «comparative method». At the same time, the specificity of semiotics lies in the fact that, since it is a metadiscipline, each area it covers has its own ideas about comparative and evolutionary methods and the experience of their use. This is what this text is about.

The roots of both methods go deep into the past, going beyond the limits of the human race. Everyday comparison is transformed by Aristotle into a method of comparison, which, in relation to large series of material of the same type, becomes a comparative method. Having passed through patristics and scholasticism, the comparative method gives rise to descriptive natural science of the early modern period, the result of which is the emergence of morphology as the antipode of Goethe's anatomy. Owen clarifies the status of homology as the central category of morphology. The post-Haeckelian development of evolutionary morphology leads it to a crisis at the turn of the 19 th – 20 th centuries. The way out of the crisis is carried out through a fundamental separation of historical and comparative studies (as in the physics of the microcosm or linguistics), or various compromises, with inevitable discussions (as in biology).

Nomothetically oriented semiotics, by its nature, gravitates toward comparative constructions, however, falling into the field of biology and social disciplines, it tends to slide towards evolutionary semiotics with not very solid comparisons. The latter can be successful only if it is based on a developed comparative semiotics. At the same time, in the foreseeable future there is no reason to talk about the possibility of the emergence of a general comparative and general evolutionary semiotics, which does not exclude the development of particular ones, for example, an inventory of types of temporal changes in semiotic objects. However, the results obtained should not be absolutized.

*Keywords:* comparison and comparative method; similarity; emanation; morphology; homology; analogy; genesis; evolution; historical method; evolutionary morphology; linguistic typology; idealized cognitive model; refrains; repetitive polymorphic sets; symbolism; hermeneutics; semiotics; phanerosemiotics; cryptosemiotics; pansemiotics; comparative semiotics; general evolutionary semiotics; particular evolutionary semiotics.

*For citation:* Chebanov S.V. (2022) Relation between comparative and evolutionary semiotics: why should the first one precede the second one. METHOD: Moscow Quarterly of Social Studies, 2 (3), 110–189. DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.07

**References**

- Aleev Ju.G. (1986). *Jekomorfologija*. AN USSR, In-t biologii juzh. morej im. A.O. Kovalevskogo. Kiev: Nauk. dumka. (In Russ.)  
Anan'in O.I., Gajdar E.T. (1984). Sravnitel'nyj metod i ego ispol'zovanie v issledovanii hozjajstvennyh mehanizmov. *Sbornik trudov VNIISI*, 15, 1–32. (In Russ.)

---

<sup>1</sup> **Chebanov Sergey**, Doctor of Philology, Professor of the Department of Mathematical Linguistics, Faculty of Philology, St. Petersburg State University, e-mail: s.chebanov@spbu.ru, s.chebanov@gmail.com

- Ankersmit F.R. (2003). *History and Tropology. The Rise and Fall of Metaphor*. Moscow: Progress-Tradicija. (In Russ.)
- Ankin D.V. (2004). *Semiotika filosofii: Filosofsko-metodologicheskie aspekty*. Avtoref. diss. ... d.filos.n. Spec. 09.00.01. Ekaterinburg. (In Russ.)
- Arapov M.V., Efimova E.N., Shrejder Ju. A. (1975). O smysle rangovyh raspredelenij. *NTI, ser. 2*, 1, 9–20. (In Russ.)
- Arapov M.V., Herc M.M. (1974). *Matematicheskie metody v istoricheskoj lingvistike*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Aristotle. (1937). On the parts of animals. In: *Aristotle. On the parts of animals (pp. 33–172)*. Moscow: Gos. iz.-vo bio. i med. lit-ry. (In Russ.)
- Aristotle. (1939). Categories. In: *Aristotle. Categories (pp. 1–50)*. Moscow: Gos. soc.-jekon. izd-vo. (In Russ.)
- Aristotle. (2002). Metaphysics. In: *Aristotle. Metafizika. Perevody. Kommentarii. Tolkovanija (pp. 29–472)*. St. Peterburg: Aletejja, Kiev: Jel'ga. (In Russ.)
- Askol'dov S.A. (1997). Koncept i slovo. In: *Russkaja slovesnost'. Ot teorii slovesnosti k strukture teksta. Antologija (pp. 267–280)*. Moscow: Academia. (In Russ.)
- Averkij (Taushev), archbishop. (2001). *Rukovodstvo po gomiletike*. Moscow: PSTBI. (In Russ.)
- Barancev R.G., Kalinin O.M. (1982). Matematika v nauchnoj dejatel'nosti A.A. Ljubishheva. In: *Aleksandr Aleksandrovich Ljubishhev (pp. 65–80)*. Leningrad: Nauka. (In Russ.)
- Bashmakova I.G., Kolmogorov A.N., Jushkevich A.P. (1995). Matematicheskie znaki. In: *Matematicheskij jenciklopedicheskij slovar'*. Moscow. (In Russ.)
- Bazilevskij A.T. (2012). Laboratorija sravnitel'noj planetologii GEOHI RAN: sovместnye raboty s NPO im. S.A. Lavochkina. *Vestnik NPO im. S.A. Lavochkina*, 4(15), 53–63. (In Russ.)
- Beklemishev V.N. (1964). *Osnovy sravnitel'noj anatomii bespozvonochnyh. Vol. 1. Promorfologija*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Beklemishev V.N. (1994). *Metodologija sistematiki*. Moscow: KMK Scientific Press Ltd. (In Russ.)
- Berdichevskij V.L. (1983). *Variatsionnye printsipy mekhaniki sploshnoy sredy*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Beryozkin Yu.E. (2017). Mify o proiskhozhdenii cheloveka. *Priroda*, 10, 84–91. (In Russ.)
- Blyakher L.Ya. (1976). *Problemy morfologii zhivotnykh. Istoricheskie ocherki*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Bonnet Ch. (1762) *Considérations sur les corps organisés*, two volumes. Amsterdam. URL: [https://books.google.ru/books?id=4nIGAAAAQAAJ&pg=PP9&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ru/books?id=4nIGAAAAQAAJ&pg=PP9&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false) (accessed: 20.11.2022)
- Botanika [Electronic resource]: *Konspekt lektsiy*. (2009). N.V. Stepanov, I.E. Yamskikh, E.A. Ivanova et al. [Electronic data, 4 Mb]. Krasnoyarsk: IPK SFU. (In Russ.)
- Boyd R.N. (2007). *An Introduction to Nuclear Astrophysics*. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Chajkovskij Ju.V. (2008). *Aktivnyj svjaznyj mir. Opyt teorii jevoljucii zhizni*. Moscow: Tovarishestvo nauchnyh izdaniy KMK. (In Russ.)
- Chajkovskij Ju.V. (2010). *Diatropika, jevoljucija i sistematika*. Moscow: Tov-vo nauchn. izd. KMK. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (1980). Vnutrennie i vneshnie sistemy v teorii klassifikacii. In: *Sistemnye issledovanija. 1979 (pp. 140–146)*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (1984). Predstavlenija o forme v estestvoznanii i osnovanija obshhej morfologii. In: *Orgaanilise vormi teoria. X teoreetilise bioloogia kevadkool (pp. 25–40)*. Tartu. Tartu Riiklik Ulikool. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (1993). Biology and Humanitarian Culture: The Problem of Interpretation in Biohermeneutics and Hermeneutics of Biology. In: *Lectures of Theoretical Biology: 2 nd Stage (pp. 219–248)*. Tallinn.

- Chebanov S.V. (1995). Morfologicheskie osnovanija tipologii semioticheskikh sredstv. In: *Ponimanie i refleksija. Materialy Tret'ej Tverskoj germenevticheskoy konferencii. Vol. 1* (pp. 24–33). Tver'. TGU. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (1998). Kriticheskij i postkriticheskij jevoljucionizm. In: *Teorija jevoljucii: nauka ili ideologii. Trudy XXV Ljubishhevskih chtenij* (pp. 58–70). Moscow – Abakan, Centr sistemnyh issledovanij. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (1998). The Role of Hermeneutics in Biology. In: *Sociobiology and Bioeconomics. The Theory of Evolution in Biological and Economic Theory* (pp. 141–172). Peter Koslowski (Ed.). Berlin, Heidelberg, New York (Springer) (=3 D Studies in Economic Ethics and Philosophy, vol. 20).
- Chebanov S.V. (1999). Processuality of Sign and Meaning. In: *Sing Processes in Complex Systems, 7th International Congress of the International Association for Semiotic Studies (IASS/AIS)* (p. 122). TU Dresden, Oct. 3–6.
- Chebanov S.V. (2001). Umwelt as life world of living being. *Semiotica*, 134(1/4), 169–184.
- Chebanov S.V. (2005). Semantofory: vzgljad biosemiotiki i pragmalingvistiki. In: *Nauchnye chtenija – 2004. Materialy konferencii* (pp. 243–252). St. Petersburg: Filologicheskij f-t SPbGU. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2006). O predel'nom tozhdestve germenevtiki, prikladnoj lingvistiki i pragmalingvistiki. In: *Ponimanie i refleksija v obrazovanii, kul'ture i kommunikacii* (pp. 247–249). Tver', TGU. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2008). Alternatives of Biosemiotics. In: *8th Gathering in Biosemiotics* (p. 18). Hermoupolis, University of the Aegen.
- Chebanov S.V. (2014). Vosstanovlenie priblizitel'nosti kak sredstvo vyjavlenie struktury IKM. In: *Aktual'nye problemy sovremennoj kognitivnoj nauki. Materialy sed'moj vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* (pp. 99–101). Ivanovo, OAO «Izd-vo “Ivanovo”». (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2016). Liberalizm terminologii i standartizacija nomenklatury kak sredstva obespechenija razvitiya nauchnogo tvorcestva. In: *Prikladnaja lingvistika v nauke i obrazovanii. Alpac report – polveka posle razgroma. Trudy VIII Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii 24–26 November 2016* (pp. 115–120). St. Petersburg: Knizhnyj Dom. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2017). Meronomija S.V. Mejena: k 40-letiju formulirovanija. *Lethaea rossica*, 14, 64–92. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2018 a). What is an Experimental Evidence-based Paradigm in Modern Linguistics? In: *PR\_LEAL 2017 Proceedings of the R. Piotrowski's Readings in Language Engineering and Applied Linguistics Saint Petersburg, Russia, November 27, 2017* (pp. 10–23). RWTH Aachen University (CEUR Workshop Proceedings). (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2018 b). Chem zanimaetsja «dokazatel'naja medicina» i kak ejo nazyvat'? In: *Filosofskie problemy biologii i mediciny, 12: Mezhdubiofilosofiej i biojetikoj: Sbornik statej* (pp. 94–99). Moscow: Izd-vo «Social'no-gumanitarnye znanija». (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2021). What does historicism (evolutionism) claim and what does it get? Part 1. Microevolution. *METHOD: Moscow Yearbook of Social Studies*, 11, 43–72. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2022). Konceptual'nye metafory i kafaticheskoe bogoslovie. In: *Tezisy 50-j Mezhdunarodnoj nauchnoj filologicheskoy konferencii imeni Ljudmily Alekseevny Verbickoj* (p. 250). St. Petersburg: SPbGU. (In Russ.)
- Chebanov S.V. (2022, In Print). Jeros neohvatnogo. On the article by Kalevi Kull «The aim of an extended synthesis is to include semiosis». *METHOD: Moscow Yearbook of Social Studies*. (In Russ.)
- Chebanov S.V., Martynenko G. Ja. (1990 a). Osnovnye tipy predstavlenij o prirode jazyka. *Acta et commentationes universitatis tartuensis*, 911, 112–136. Tartu. (In Russ.)

- Chebanov S.V., Martynenko G. Ja. (1990 b). Idei germenevtiki v prikladnoj lingvistike. Quantitative linguistics and automatic text analysis. *Acta et commentationes universitatis tartuenssis*, 912, 92–111. Tartu. (In Russ.)
- Chebanov S.V., Martynenko G. Ja. (1999). *Semiotika opisatel'nyh tekstov (Tipologicheskij aspekt)*. St. Petersburg: SPbGU. (In Russ.)
- Chebanov S.V., Martynenko G. Ja. (2007). O germenevtizacii prikladnoj lingvistiki. *Vestnik Tverskogo GU*, 29(57). *Seriya filologija. Vyp. «Lingvistika i mezhkul'turnaja kommunikacija»*, 11(207), 273–291. (In Russ.)
- Chebanov S.V., Martynenko G. Ja. (2009). Sinergetika i holisticheskie obrazy jazyka. In: *Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija «Rerihovskoe nasledie». Vol. IV: Ohrana kul'turnyh cennostej: peterburgskie tradicii (pp. 404–410)*. St. Petersburg: Rerihovskij centr SPbGU. (In Russ.)
- Chebanov S.V., Najshul' V.A. (2015). Refrennost' mira. Refren social'nyh institutov. *Paleobotanicheskij vremennik. Prilozhenie k Lethaea rossica. Rossijskij paleobotanicheskij zhurnal*, 2, 90–114. (In Russ.)
- Chertov L.F. (2014 a). Alfavit i palitra. In: *Chertov L.F. Znakovaja prizma. Stat'i po obshej i prostranstvennoj semiotike (p. 180–186)*. Moscow: Jazyki slavjanskoj kul'tury. (In Russ.)
- Chertov L.F. (2014 b). *Znakovaja prizma. Stat'i po obshej i prostranstvennoj semiotike*. Moscow: Jazyki slavjanskoj kul'tury. (In Russ.)
- Coseriu E. (2010). *Sincromia, diacronia e historia. El problema del cambio Lingüístico*. URSS. (In Russ.)
- Costello M.J., Wilson S., and Houlding B. (2012). Predicting Total Global Species Richness Using Rates of Species Description and Estimates of Taxonomic Effort. *Syst. Biol.*, 61(5), 871–883.
- Darwin C. (2003). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. Moscow: Taideks Ko. (In Russ.)
- Darwin C. (2009). *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*. Vol. 1–2. Moscow: Terra. (In Russ.)
- Dem'jankov V.Z. (2007). Termin «concept» kak jelement terminologicheskogo kul'tury. In: *Jazyk kak materija smysla: Sbornik statej v chest' akademika N. Ju. Shvedovoj (pp. 606–622)*. M.: Izdatel'skij centr «Azbukovnik». (In Russ.)
- Djomin R.N. Titul'nyj list iz knigi M.A. Severino «Demokritova zootomija» kak illjustrativnyj material dlja prepodavaniya istorii filosofii v shkole. In: *VII Pikalevskie chtenija «Gumanizacija i gumanitarizacija obrazovanija»: Materialy nauchno-prakticheskogo konferencii, Part 3 (pp. 7–11)*. St. Petersburg: Pikalevo. (In Russ.)
- Dmitrieva T.A., Salenko P.T., Shakurov M. Sh. (2008). *Topograficheskaja anatomija domashnih zhivotnyh*. Moscow: KolosS. (In Russ.)
- Domanskij Ju. V. (2006). *Variativnost' i interpretacija teksta (paradigma neklassicheskogo hudozhestvennosti)*: avtoref. dis. ... d. filol. n.: 10.01.08. Moscow. (In Russ.)
- Douglas-Hamilton I., Bhallaa S., Wittemyera G., Vollratha F. (2006). Behavioural reactions of elephants towards a dying and deceased matriarch. *Applied Animal Behaviour Science*, 100(1), 87–102.
- Dubois J, Pire F., Triron H. et al. (1986). *A General Rhetoric*. Moscow: Progress.
- Durnovo N.N. (2000). Russkie rukopisi, razlichajushhie drevnee «akutirovanoe» o i o drugogo proishozhdenija. In: *Durnovo N.N. Izbrannye raboty po istorii russkogo jazyka (pp. 638–643)*. Moscow. (In Russ.)
- Dvorkin I.S. (1983). Refleksivno-logicheskij podhod k ucheniju o klassifikacii. In: *Teorija i metodologija biologicheskij klassifikacij (pp. 127–135)*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- El'cov S.G. et al. (1958). *Operativnaja hirurgija s osnovami topograficheskogo anatomii domashnih zhivotnyh*. Moscow. (In Russ.)
- Elenkin A.A. (1929 a). O teoreticheskij principah detalizacii osnovnyh rjadov kombinativnoj sistemy lishajnikov. *Izv. Gl. bot. sada*, 28(3–4), 265–305. (In Russ.)

- Elenkin A.A. (1929 b). O nekotoryh teoreticheskikh sledstviyah kombinativnogo principa v sisteme lishajnikov. *Izv. Gl. bot. sada*, 28(5–6), 423–442. (In Russ.)
- Elenkin A.A. (1929 c). O vzaimootnosheniyah genealogicheskoy i kombinativnoj sistem na osnove klassifikacii lishajnikov. *Zhurn. Rus. botan. o-va*, 14(3), 233–254. (In Russ.)
- Eliel E., Wilen S., Doyle M. (2007). *Basic Organic Stereochemistry*. Moscow: Binom. Laboratorija znaniy. (In Russ.)
- Fedorov E.S. (1949). *Simmetrija i struktura kristallov*. Moscow: AN SSSR. (In Russ.)
- Fersman A.E. (1922). *Geochemistry of Russia*. Issue. 1. Petrograd: Scientific chemical-technical publishing house. (In Russ.)
- Fetisov S.K. (2010). Semioticheskaja sushhnost' deneg. *Jekonomicheskij zhurnal*, 2(18), 72–78. (In Russ.)
- Figurovskij N.A. (1969). *Ocherk obshhej istorii himii. Ot drevnejshih vremen do nachala XIX veka*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Fink Ž. (2006). Opyt sostavleniya slovary slavyanskoy sravnitel'noy frazeologii. In: *Slovo v slovare i diskurse (pp. 685–690)*. Moscow. (In Russ.)
- Fink Ž. (2008). O nekotoryh obraznyh i kul'turno-istoricheskikh jelementah v sravnitel'nyh frazeologizmah. In: *Idiomatika i poznanie (pp.130–133)*. Belgorod. (In Russ.)
- Gak V.G. (1977). *Sravnitel'naya tipologiya frantsuzskogo i ruskogo yazykov*. Moscow. (In Russ.)
- Garfinkel H. (2007). *Studies on Ethnomethodology*. St. Petersburg: Piter. (In Russ.)
- Gerd A.S. (2004). *Morfemika*. Saint-Petersburg: Izd-vo Sankt-Peterburgskogo gos. un-ta. (In Russ.)
- Glezerman G.E. (1977). Formaciya obshchestvenno-ekonomicheskaya. In: *Great Soviet Encyclopedia, Vol. 27 (pp. 343–345)*. Moscow. (In Russ.)
- Goethe J.W. (1957). *Izbrannye sochineniya po estestvoznaniu*. Moscow: AN SSSR. (In Russ.)
- Goethe J.W. Die Metamorphose der Pflanzen. In: Friedrich Schiller: *Musen-Almanach für das Jahr 1799 (pp.17–23)*. [Electronic resource]. Mode of access: [https://de.wikisource.org/wiki/Die\\_Metamorphose\\_der\\_Pflanzen](https://de.wikisource.org/wiki/Die_Metamorphose_der_Pflanzen) (accessed: 26.03.2023).
- Goman'kov A.V. (2014). *Bibliya i priroda. Evolyuciya, kreacionizm i hristianskoe verouchenie*. Moscow: GEOS. (In Russ.)
- Goman'kov A.V. (2017). Priroda kak vtoroe Otkrovenie. *Bogoslov.RU. Naučnyj bogoslovskij portal*. [Electronic resource]. Mode of Access: <https://bogoslav.ru/article/5350478> (accessed: 26.03.2023). (In Russ.)
- Gomologii v botanike: Opyt i refleksiya*. (2001). Saint-Petersburg: Sankt-Peterburgskij soyuz uchenykh. (In Russ.)
- Gorbachevitch K.S. (2004). *Slovar' sravnenij i sravnitelnykh oborotov v ruskom yazyke*. Moscow: ASTAstrel'. (In Russ.)
- Grigoryev D.P. (1961). *Ontogenniya mineralov*. L'vov: Izd-vo L'vovskogo universiteta. (In Russ.)
- Grigoryev D.P., & Zhabin A.G. (1975). *Ontogenniya mineralov. Individy*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Grof S. (2002). *Beyond the Brain*. Moscow: AST. 504 s. (In Russ.)
- Gudavichyus A. (1985). *Sopostavitelnaya semasiologiya litovskogo i ruskogo yazykov*. Vilnius.
- Gumboldt von A. (1915). *Central'naya Azia. Issledovaniya o tsepyah gor i po sravnitel'noj klimatologii*. Vol. 1. Moscow: Tipolitogr. t-va I.N. Kushnerev i Ko. (In Russ.)
- Gurtovoy N.N. & Dzerzhinskij F. Ya. (1992). *Prakticheskaya zootomiya pozvonochnykh: Ptitsy. Mlekopitayushchie*. Moscow: Vysshaya shkola. (In Russ.)
- Gusev S.S. (1984). *Nauka i metafora*. Leningrad. (In Russ.)
- Gusev S.S. (1986). *Metafora kak sredstvo organizacii teoreticheskogo znaniya*. Leningrad. (In Russ.)
- Hjelmslev L. (2006). Prolegomena to a theory of language. In: *Hjelmslev L. Prolegomena to a theory of language (pp. 30–154)*. Moscow: KomKniga. (In Russ.)
- Ignatiev I.A. (2018). Meyen's «phytospreading» and conception of chorological nomogenesis. *Paleobotanicheskij vremennik. Prilozhenie k zhurnalu «Lethaea rossica»*, 3, 3–8. (In Russ.)

- Ivanov V.V. (2009). *Istoricheskaja fonologija russkogo jazyka: Razvitie fonologicheskij sistemy drevnerusskogo jazyka v X–XII vv.* Moscow: URSS. (In Russ.)
- Jakobson R.O. (1985). Principy istoricheskij fonologii. In: *Jakobson R.O. Izbrannye raboty (116–132)*. Moscow: Progress. (In Russ.)
- Jarceva V.N. (1981). *Kontrastivnaja grammatika*. Moscow. (In Russ.)
- Jushkin N.P. (1982). *Topomineralogija*. Moscow: Nedra. (In Russ.)
- Kagansky V., Balla-Gertman O. (2021). Vybrasyvat' i razvivat': skazki puteshestvujushhego teoretika. Sem' iskusstv, 10(137). [Electronic resource]. Mode of access: <https://7i.7iskusstv.com/y2021/nomer10/kagansky/#comment-98748> (accessed 26.03.2023). (In Russ.)
- Kanaev I.I. (1963). *Ocherki iz istorii sravnitel'noj anatomii do Darvina*. Moscow – Leningrad: Izd-vo AN SSSR. (In Russ.)
- Kanaev I.I. (1966). *Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707–1788)*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Kanaev I.I. (1970). *Goethe kak estestvoispytatel'*. Leningrad: Nauka. (In Russ.)
- Karpov V.P. (1937 a). Aristotel' i ego nauchnyj metod. In: *Aristotel'. O chastjah zhitovnyh (pp. 9–30)*. Moscow, Gos. iz.-vo biol. i med. lit-ry. (In Russ.)
- Karpov V.P. (1937 b). Primechanija. In: *Aristotel'. O chastjah zhitovnyh (pp. 173–210)*. Moscow, Gos. iz.-vo biol. i med. lit-ry. (In Russ.)
- Kazjutinskij V.V. (1996). Antropnyj princip i mir postneklassicheskij nauki. In: *Astronomija i sovremennaja kartina mira (pp. 95–121)*. Moscow: IF RAN. (In Russ.)
- Klengel-Brandt E. (1991). *Der Turm von Babylon. Legende und Geschichte eines Bauwerkes*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Knjazev S.V. (2000). K voprosu o palatal'nom drozhashhem v slavjanskij jazykah. In: *Drevnie jazyki v sisteme universitetskogo obrazovanija: ih issledovanie i prepodavanie*. Moscow. (In Russ.)
- Kolchinskij Je.I., Sytin A.K., Smagina G.I. (2004). *Estestvennaja istorija v Rossii (Ocherki razvitiya estestvoznaniya v Rossii v XVIII veke)*. St. Petersburg: Izdatel'stvo SPb II RAN «Nestor-Istorija». (In Russ.)
- Kordonskij S.G. (2001). *Cikly dejatel'nosti i ideal'nye ob'ekty*. Moscow: Pantori. (In Russ.)
- Kornikov A.A. (2021). *Russia's heraldic diversity: Blazons of the Russian federation constituent members, their modern state, problems and prospects*. Ivanovo: Izd-vo Ivanovskogo gos. universiteta. (In Russ.)
- Korovchenko I.I. (2014). Medianominacija: K voprosu ob osnovah strukturirovanija i sistematizacii. *Vestnik VGU. Serija: Filologija. Zhurnalistika.*, 1, 168–175. (In Russ.)
- Kovalev S.G. (2010). *Osnovy istoricheskij geologii. Uchebnoe posobie dlja studentov estestvennonauchnyh fakul'tetov vysshij uchebnyh zavedenij*. Ufa. (In Russ.)
- Kovrigina L.Ju. (2014). *Negausssovoe modelirovanie leksiko-statisticheskij struktury variativnogo teksta: na primere «Skazanija o Mamaevom poboishhe»*: avtoref. dis. ... k. filol. n.: 10.02.21. St. Petersburg. (In Russ.)
- Krylova M.N. (2017). Funkcionirovanie ustojchivyh sravnitel'nyh konstrukcij v prostom i sloznom predlozhenii russkogo jazyka. *Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal «Koncept»*, 31, 391–395. [Electronic resource]. Mode of access: <http://e-koncept.ru/2017/970093.htm>. (accessed: 26.11.2022). (In Russ.)
- Kull K. (In print). The aim of an extended synthesis is to include semiosis. *METHOD: Moscow Yearbook of Social Studies*. (In Russ.)
- Kunin E.V. (2017). *The Logic of Chance. The Nature and Origin of Biological Evolution*. Moscow: Centrpoligraf. (In Russ.)
- Kupriyanov V.A. (2020). The first scientific journals and the idea of public reason in the modern science. *Dialog so vremenem*, 70, 41–56. (In Russ.)
- Labov W. (1978) Denotational structur. In: *Papers from the Parasession on the Lexicon*. Chicago: Chicago Linguistic Society, 220–260.

- Lakoff G. (1986) Classifiers as a Reflection of Mind: The Experiential, Imaginative, and Ecological Aspects. In: *Noun Classes and Categorization*. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 13–52.
- Lakoff G. (2004). *Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind*. Moscow: Jazyki slavjanskoj kul'tury. (In Russ.)
- Lakoff G. and Johnson M. (1980) *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lakoff G., Johnson M. (2004). *Metaphors We Live By*. Moscow: Editorial URSS. (In Russ.)
- Lamarck J.-B. (1955). Philosophie zoologique. In: *Lamarck J.-B. Izbrannye proizvedenija: V 2 tomah. Vol. 1 (pp. 165–777)*. Moscow: Akademija nauk SSSR. (In Russ.)
- Lazuka B.A. (2013). *Sluckija pajasy: adradzhjenne tradycij*. Minsk: Belarus'. (In Belarus.)
- Lebedev V.Ju., Priluckij A.M. (2015). *Semiotika religioznych komunikativnyh sistem: diskursy smyslov*. Moscow: DirectMEDIA; Berlin: DirectMEDIA. (In Russ.)
- Lekomcev Ju.K. (1983). *Vvedenie v formal'nyj jazyk lingvistiki*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Levich A.P. (2004). Pochemu vypolnjajutsja jekstremal'nye principy dlja jentropii i vremeni? In: *Prostranstvo i vremja: fizicheskoe, psihologicheskoe, mifologicheskoe (pp. 87–94)*. Moscow: KC «Akropol'». (In Russ.)
- Levina T.V. (2011). Realizm v metafizike: o tom, chto sushhestvuet inache. *Analytica*, 5, 36–56. (In Russ.)
- Linnaeus C. Caroli Linnaei, Sveci, Doctoris. (1735). *Medicinae systema naturae, sive, Regna tria naturae systematice proposita per classes, ordines, genera, & species*. Lugduni Batavorum [Leiden, the Netherlands]: Apud Theodorum Haak: Ex Typographia Joannis Wilhelmi de Groot.
- Ljubarskij G. Ju. (1996). *Arhetip, stil' i rang v biologicheskoy sistematike*. Moscow: KMK Scientific Press. (In Russ.)
- Ljubarskij G. Ju. (2016). Narodnaja sistematika: Ierarhija, folk-rangi, taksonomija i partonomija. In: *Aspekty bioraznoobrazija*, 54, Part 2. Moscow: Zoologicheskij muzej MGU: KMK. (In Russ.)
- Lourie B. (2010). Peter the Iberian and Dionysius the Areopagite: Honigmann – van Esbroeck's Thesis Revisited. In: *Patrologia Pacifica: Selected Papers Presented to the Asia Pacific Early Christian Studies Society (=SCRINIUM Revue de patrologie, d'hagiographie critique et d'histoire ecclésiastique. Tome 6) (pp. 143–212)*. NJ, Gorgias Press.
- Loveland W.D., Morrissey D.J., Seaborg G.T. (2017). *Modern Nuclear Chemistry*. New York, John Wiley & Sons.
- Lukin V.A. (2013 a). Semiotika deneg: den'gocentrichnost' cheloveka i antropocentrichnost' deneg. *Politicheskaja lingvistika*, 2(44), 55–64. (In Russ.)
- Lukin V.A. (2013 b). Semiotika deneg i semioticheskie aspekty jekonomicheskogo krizisa. *Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta*, 1(51), 274–282. (In Russ.)
- Lunkevich V.V. (1960). *Ot Geraklita do Darvina*. Vol. 2. Moscow. (In Russ.)
- Lyubishchev A.A. (1962). Ponjatje sravnitel'noj anatomii. In: *Voprosy obshhej zoologii i medicinskoj parazitologii (pp. 199–218)*. Moscow: Biomedgiz. (In Russ.)
- Lyubishchev A.A. (2021). The concept of evolution and the crisis of evolutionism. *METHOD: Moscow Yearbook of Social Studies*, 11, 451–453. (In Russ.)
- Maccormac E. (1990). Cognitive theory of metaphor. In: *Teorija metafory*. Moscow. (In Russ.)
- Majkov V., Kozlov V. (2004). *Transpersonal'naja psihologija. Istoki, istorija, sovremennoe sostojanie*. Moscow: AST. (In Russ.)
- Mamkaev Ju.V. (2012). Gomologija i analogija kak osnovopolagajushhie ponjatija morfologii. *Russkij ornitologicheskij zhurnal*, 21(745), 759–768. (In Russ.)
- Mandel'shtam O. Je. (1990). Sochinenija. V 2-h t. Vol. 1. Stihotvorenija. Moscow: Hudozh. lit. (In Russ.)
- Marchenko M.N. (2001). Sravnitel'noe pravovedenie. Obshhaja chast'. Moscow: Zercalo. (In Russ.)
- Markelova T.V. (2013). *Pragmatika i semantika sredstv vyrazhenija ocenki v russkom jazyke: monografija*. Moscow: MGUP imeni Ivana Fedorova. (In Russ.)



- Marx K. (1959). A Contribution to the Critique of Political Economy. In: *Marx K. i Engels F. Soch. Vol. 13 (pp. 1–167)*. Moscow. (In Russ.)
- Marx K. (1968). Economic Manuscripts. In: *Marx K. i Engels F. Soch. Vol. 46 Part 1 (pp. 19–292)*. Moscow. (In Russ.)
- Mejen S.V. (1978). Osnovnye aspekty tipologii organizmov. *Zhurn. obshh. biol.*, 39(4), 495–508. (In Russ.)
- Mejen S.V. (1987). Geografija makrojevoljucii u vysshih rastenij. *Zhurn. obshh. biol.*, 48(3), 287–310. (In Russ.)
- Mejen S.V. (1989). *Vvedenie v teoriju stratigrafii*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Mejen S.V. (2001 a). Florogenetika – integrativnyj podhod v paleobotanicheskih issledovanijah. In: *Mater. simp., posvjashhennogo pamjati Sergeja Viktorovicha Mejena (1935–1987) (pp. 280–298)*. Moscow: GEOS. (In Russ.)
- Mejen S.V. (2001 b). List'ja na kamne: Razmyshlenija o paleobotanike, geologii, jevoljucii i putjah poznaniya zhivogo. In: *Trudy Geologicheskogo instituta RAN. Nauchno-populjarnaja serija, 1*. Moscow: GEOS. (In Russ.)
- Mejen S.V. (2014). Netrivial'nye modusy morfologicheskoy jevoljucii vysshih rastenij. *Lethaea rossica*, 9, 35–42. (In Russ.)
- Mejen S.V., Shrejder Ju.A. (1976). Metodologicheskie aspekty teorii klassifikacii. *Vopr. filos.*, 12, 67–79. (In Russ.)
- Mesjac S.V. (2017). Neoplatonizm. In: *Pravoslavnaja Jenciklopedija. Vol. XLVIII (pp. 657–672)*. Moscow: Pravoslavnaja Jenciklopedija. (In Russ.)
- Meyen S.V. (1973). Plant morphology in its nomothetical aspects. *Bot. Rev.*, 39(3), 205–260.
- Migne J.-P. (Ed.). (1847). *Patrologia Latina. Vol. LXIV*. Paris: J.-P Migne Éditeur.
- Mihajlov A.I. (2011). Funkcional'naja mehanika: jevoljucija momentov funkcii raspredelenija i teorema o vozvrashhenii. *Vestn. Sam. gos. tehn. un-ta. Ser. Fiz.-mat. nauki*, 1(22), 124–133. (In Russ.)
- Mihajlova O.A. (2012). Kreativnost' v terminologii (na materiale «jemicheskikh terminov»). *Ural'skij filologicheskij vestnik. Serija: Jazyk. Sistema. Lichnost': lingvistika kreativa*, 3, 55–58. (In Russ.)
- Mitrenina O.V., Romanova E.E., Sljusar' N.A. (2012). *Vvedenie v generativnuju grammatiku*. URSS. (In Russ.)
- Mokienko V.M. (1983). *Problemy interferencii pri obuchenii russkomu jazyku na starshih kursah*. Sverdlovsk. (In Russ.)
- Morris C.W. (2001). Foundations of the theory of signs. In: *Semiotika: Antologija (pp. 45–97)*. Moscow. (In Russ.)
- Mosejchik Ju. V. (2015). Geografija makrojevoljucii u vysshih rastenij: koncepcija fitospredinga S.V. Mejena – vzgljad 30 let spustja. *Paleobot. Vremennik*, 2, 140–45. (In Russ.)
- Naef A. (1919). *Idealistische Morphologie und Phylogenetik (zur Methodik der systematischen)*. Jena. Verlag von Gustav Fischer.
- Nalimov V.V. (2000). I scatter my thoughts. Moscow: Progress-Tradition. (In Russ.)
- Nicolaus Cusanus. (2001). *De docta ignorantia*. St. Petersburg: Azbuka. (In Russ.)
- Nikitin A.P. (2016). The problem of analogy of money and language in view of analytical philosophy. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofija. Sociologija. Politologija.*, 4, 95–102. (In Russ.)
- Nöth W. (2000). Umberto Eco's semiotic threshold. *Sign Systems Studies*, 28, 49–60.
- Orbeli L.A. (1961). *Izbrannye trudy. V 5 tt. Vol. 1. Voprosy jevoljucionnoj fiziologii*. Moscow – Leningrad: Akademiya nauk SSSR. (In Russ.)
- Oskol'skij A.A. (2003). Dikovina: mesto i neumestnost'. In: *Kul'turnoe prostranstvo puteshestvij. Tezisy foruma (pp. 41–43)*. E. Je. Surova (Ed.). St. Petersburg: Centr izuchenija kul'tury. (In Russ.)
- Osnovy teorii proektirovanija kostjuma*. (1988). T.V. Kozlova (Ed.). Moscow: Legprombytizdat. (In Russ.)
- Owen R. (1843). *Lectures on Invertebrate Animals*. London.

- Owen R. (1847). *On the archetype and homologies of the vertebrate skeleton*. London.
- Pastoureau M. (2003). *Heraldics*. Moscow: Astrel': AST. (In Russ.)
- Patzelt W.J. (2016). Problematic interface: Biology and comparative politics. *METHOD: Moscow Yearbook of Social Studies*, 6, 13–32. (In Russ.)
- Pavlinov I.Ja. (2006). Klassicheskaja i neklassicheskaja sistematika: de prohodit granica? *Zhurnal obshhej biologii*, 67(2), 83–108. (In Russ.)
- Pavlinov I.Ja. (2009). Problema vida v biologii – eshhe odin vzgljad. In: *Trudy Zoologicheskogo instituta RAN. Prilozhenie № 1* (pp. 250–271). (In Russ.)
- Petrov M.K. (1978). Pered «Knigoj prirody». Duhovnye lesa i predposylki nauchnoj revoljucii 17 v. *Priroda*, 8. (In Russ.)
- Petrov T.G., Trejvus E.B., Punin Ju.O., Kasatkin A.P. (1983). *Vyrashhivanie kristallov iz rastvorov*. Leningrad: Nedra. (In Russ.)
- Petrova M.S. (2004). *Prosopografija kak special'naja istoricheskaja disciplina na primere avtorov pozdnej antichnosti: Makrobij Feodosij i Marcian Kapella*. St. Petersburg: Aletejja. (In Russ.)
- Petruhin V.Ja. (2005). *Mify o sotvorenii mira*. Moscow: AST: Astrel': Ljuks. (In Russ.)
- Pike K.L. (1967). Etic and emic standpoints for the description of behavior. In: *Pike K.L. Language in relation to a unified theory of the structure of human behavior* (pp. 37–72). Mouton & Co. <https://doi.org/10.1037/14786-002>
- Plotinus. (1969). Tri ipostasi i učenje ob jemanacijah/ In: *Antologija mirovoj filosofii. V 4-h tomah. Vol. 1, Part 1* (pp. 549–552). Moscow: Mysl'. (In Russ.)
- Plutarch. (1961–1964). *Parallel Lives*. Vol. 1–3. Moscow – Leningrad. (In Russ.)
- Poljanskij V.I. (1054). *O vide u nizshih vodoroslej*: Dolozheno na devjatom ezhegodnom Komarovskom chtenii 15 dek. 1954 g. AN SSSR. Botan. in-t im. V.L. Komarova. Moscow; Leningrad: Izd-vo AN SSSR. (In Russ.)
- Porphiry. (1939). Introduction to Aristotle's Categories (Isagoge). In: *Aristotle. Categories* (pp. 53–83). Moscow. (In Russ.)
- Propp V.Ja. (1928). *Morfologija skazki*. Leningrad: Academia. (In Russ.)
- Propp V.Ja. (1946). *Istoricheskie korni volshebnoj skazki*. Leningrad: Izd-vo LGU. (In Russ.)
- Pshenichnov A.S. (2019). Obnovljajushhij vid. Obshhee populjacionno-geneticheskoe objasnenie fenomena vida dlja singamnyh i agamnyh organizmov. *Zhurnal obshhej biologii*, 80(1), 14–21. DOI: 10.1134/S004445961805007 X (In Russ.)
- Raunkiaer Ch. (1937). *Plant life forms*. Oxford: Clarendon Press.
- Rautian A.S. (2001 a). Apologija sravnitel'nogo metoda: o prirode tipologicheskogo znanija. In: *Gomologii v botanike: Opyt i refleksija (73–80)*. St. Petersburg: Sankt-Peterburgskij sojuz uchenyh. (In Russ.)
- Rautian A.S. (2001 a). Apologija sravnitel'nogo metoda: pervye devjat' urokov obshhenauchnoj tipologii. In: *Gomologii v botanike: Opyt i refleksija (65–72)*. St. Petersburg: Sankt-Peterburgskij sojuz uchenyh. (In Russ.)
- Razvitie učenija o vremeni v geologii*. (1982). Kiev: Naukova dumka. (In Russ.)
- Remane A. (1952). *Die Grundlagen des natürlichen Systems, der vergleichenden Anatomie und der Phylogenetik. Theoretische Morphologie und Systematik I*. Leipzig: Geest & Portig K.-G.
- Rickert H. (1911). *Kulturwissenschaft und Naturwissenschaft*. St. Petersburg. (In Russ.)
- Russo G.V., Chebanov S.V. (1985). Osnovnye ponjatija kristallomorfologii v sisteme kristallograficheskikh i morfologicheskikh discipline. In: *Fizika kristallizacii*, 8 (pp. 113–123). Kalininskij gosudarstvennyj universitet. Kalinin. (In Russ.)
- Russo G.V., Chebanov S.V. (1987). Primesi v osobo chistyh veshhestvah: obshhemorfologicheskie aspekty. In: *Fizika kristallizacii*, 10 (pp. 92–97). Kalinin. (In Russ.)
- Sadovskij N.V. (1960). *Topograficheskaja anatomija domashnih zhivotnyh*. Moscow: Gosudarstvennoe izdatel'stvo sel'skohozjajstvennoj literatury. (In Russ.)
- Sazhin M.V. (2002). *Sovremennaja kosmologija v populjarnom izlozhenii*. Moscow: Editorial URSS. (In Russ.)

- Sedov A.E. (1997). Istorija genetiki, zapechatlennaja v metaforah ee jazyka: kolichestvennyj i strukturnyj analiz. I. Obshhie principy analiza. Metaforicheskie terminy. In: *Problemy sociolingvistiki i mnogojazyčija* (pp. 35–47). Moscow: Moskovskij licej. (In Russ.)
- Sedov A.E. (1998). Istorija genetiki, zapechatlennaja v metaforah ee jazyka: kolichestvennyj i strukturnyj analiz. II. Zadachi i principy analiza metaforičeskikh vyskazyvanij v problemnyh monografijah. In: *Funkcional'nye issledovanija po lingvistike*, 6 (20–26). Moscow: Moskovskij licej. (In Russ.)
- Sedov A.E. (2000). Metafori v genetike. *Vestnik Rossijskoj Akademii nauk*, 70 (6), 526–534. (In Russ.)
- Semenov Ju.I. (1998). Marksova teorija obshhestvenno-jekonomičeskikh formacij i sovremennost'. *Filosofija i obshhestvo*, 3, 190–233. (In Russ.)
- Semenov Ju.I. (2005). Totemizizm, pervobytnaja mifologija i pervobytnaja religija. *Skepsis*, 3/4, 74–78. (In Russ.)
- Serebrjakov I.G. (1962). *Jekologičeskaja morfologija rastenij. Žiznennye formy pokrytosemnyh i hvoynyh*. Moscow: Vyssh. shk. (In Russ.)
- Severcov A.N. (1939). *Morfologičeskie zakonomernosti jevoljucii*. Moscow – Leningrad: Izd-vo Akad. nauk SSSR. (In Russ.)
- Shafranovskij I.I. (1969). *A.G. Verner – Znamenitij mineralog i geolog*. Leningrad: Nauka. (In Russ.)
- Sharov A.A. (1955). Analysis of Meyen's Typological Concept of Time. In: *On the way to understanding the time phenomenon: The constructions of time in natural science. Pt. 1. Interdisciplinary time studies* (pp. 57–67). A.P. Levich (Ed.). World Scientific. Singapore; New Jersey.
- Sharov A.A. (1996). Analiz tipologičeskoj koncepcii vremeni S.V. Mejena. In: *Konstrukcii vremeni v estestvoznanii: na puti k ponimaniju fenomena vremeni. Part. 1* (pp. 96–111). Moscow: Izd-vo Mosk. gos. un-ta. (In Russ.)
- Shevchenko B.I. (1975). *Teoreticheskie osnovy trasologičeskoj identifikacii v kriminalistike*. Moscow: Izd-vo MGU. (In Russ.)
- Shijan T.A. (2008). Semiotičeskij analiz matematičeskoj simboliki: sinonimija, polisemija, omonimija, antonimija, konversija. In: *Gumanitarnoe izmerenie menjajushhegosja mira: Sbornik statej kafedry Filosofii i Gumanitarnyh Nauk (119–139)*. Moscow: Izdat. centr EAOL. (In Russ.)
- Shingareva E.A. (1986). O semiotičeskikh osnovah pragmatičeskogo podhoda k raspoznavaniju smysla teksta (ontologija). *NTI ser. 2, 3*, 28–39. (In Russ.)
- Shmal'gauzen I.I. (1947). *Osnovy sravnitel'noj anatomii pozvonocnyh životnyh*. Moscow: Sovetskaja nauka. (In Russ.)
- Shul'ga E.N., Bukreeva A.N. (2013). Voploshhenie voobrazhaemyh obrazov v hudozhestvennom tvorčestve. In: *Problema voobrazhenija v jevoljucionnoj jepistemologii* (pp. 166–167). Moscow: IFRAN. (In Russ.)
- Sil'chenko O.K. (2017). *Proishozhdenie i jevoljucija galaktik*. Frjazino: Vek 2. (In Russ.)
- Smith W. (1975). *Flags Through the Ages and Across the World*. New York: McGraw-Hill.
- Smorgunov L.V. (2002). *Sovremennaja sravnitel'naja politologija*. Moscow. (In Russ.)
- Sopikova T.A. (2001). Skazocnyj mir kak tip metafizičnosti (opyt postanovki problemy). In: *Filosofija XX veka: shkoly i koncepcii* (pp. 234–236). Nauchnaja konferencija k 60-letiju filozofskogo fakul'teta SPbGU, 21 November 2000. Materialy raboty sekcii molodyh uchjonyh "Filosofija i žizn". St. Petersburg: SPb-skoe filozofskoe obshhestvo. (In Russ.)
- Stefanucci G., Leeuwen van R. (2013). *Nonequilibrium many-body theory of quantum systems: A modern introduction*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Steno N. (1957). *Concerning a Solid Body Enclosed by Process of Nature Within a Solid*. Moscow: Izdatel'stvo AN SSSR. (In Russ.)
- Stepanov Ju.S. (1975). *Osnovy obshhego jazykoznanija*. Moscow: Prosveshhenie. (In Russ.)
- Stepanov Ju.S. (1997). Slovo. In: *Russkaja slovesnost'. Ot teorii slovesnosti k strukture teksta. Antologija* (pp. 288–306). Moscow: Academia. (In Russ.)

- Stepanov Ju.S. (2001). *Konstanty: Slovar' russkoj kul'tury*. Moscow: Akad. proekt. (In Russ.)
- Stepanov Ju.S. (2004). *Protej: Očerki haotičeskoj jevoljucii*. Moscow: Jazyki slavjanskoj kul'tury. (In Russ.)
- Sternin I.A. (2006). *Kontrastivnaja lingvistika*. Moscow: «Vostok-Zapad». (In Russ.)
- Stihina I.A. (2021). Comparative phraseological units: Features of the subclass (by an example of the german language). *Vestnik Samarskogo universiteta. Istorija, pedagogika, filologija*, 27(4), 139–151. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0445-2021-27-4-139-151>. (In Russ.)
- Suhonos S.I. (2022). *Masshtabnaja garmonija vselennoj*. Moscow: Izd-vo Tion. (In Russ.)
- Susov I.P. (2003). *Istorija nauki o jazyke*. Tver': Zolotaja bukva. (In Russ.)
- Sytin A.K. (1997). *Petr Simon Pallas – botanik*. Moscow. (In Russ.)
- Teologumeny arifmetiki. (2009). *ΣΧΟΛΗ*, 3(1), 292–335. (In Russ.)
- Teorija metafory*. (1990). M: Progress. (In Russ.)
- Tokarev S.A. (1992). Jetiologičeskie mify. In: *Mify narodov mira: Jenciklopedija. Vol. 2*. Moscow. (In Russ.)
- Toporov V.N. (1992). Kosmogonicheskie mify. In: *Mify narodov mira: Jenciklopedija. Vol. 2*. Moscow. (In Russ.)
- Trejvish A.I. (2006). *Geograficheskaja polimasshtabnost' razvitija Rossii: gorod, rajon, strana i mir: diss.... d. geogr. n.: 25.00.24*. Moscow. (In Russ.)
- Troll C. (1969). Die Lebensformen der Pflanzen: Alexander von Humboldts Ideen in der ökologischen Sicht von heute. In: *Alexander von Humboldt. Werk und Weltgeltung (SS. 197–248)*. München. Piper.
- Troll W. (1937). *Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. Bd I. Vegetationsorgane*. Berlin: Verlag von Gebrüder Bornträger. Teil I.
- Trubeckoj N.S. (1960). *Osnovy fonologii*. Moscow: Izd-vo inostranoj literatury. (In Russ.)
- Trushkina N.Ju. (2007). *O vozmožnosti parallelizma v opisanii jevoljucii predmeta matematiki v onto- i filogeneze*. [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.philos.msu.ru/fac/dep/scient/confdpt/2007/theses/trushkina.pdf> (accessed: 26.03.2023). (In Russ.)
- Tyshhenko V.P. (1986). *Fiziologija nasekomyh*. Moscow. (In Russ.)
- Vakhromeeva O.B. (2013). Biografika kak vspomogatel'naya istoričeskaja distsiplina. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, 3, 81–83. (In Russ.)
- Vejbickaya A. (1983). *Semantičeskie primitivy*. Semiotika, Moscow. (In Russ.)
- Vejbickaya A. (1996). Prototipy i invarianty. In: *A. Vejbickaya, Yazyk, kul'tura, poznaniye. (pp. 201–230)*. Moscow. (In Russ.)
- Verl'an N.V., Koval'skaya G.A., Zhukova D.Ya., Kochkina E.O., Solodukhina O.A. (2016). The interchangeability of drugs from line items of pharmaceutical compliance and clinical efficiency and safety. *Kachestvennaya Kliničeskaya Praktika*, 3, 66–72. (In Russ.)
- Vernadskiy V.I. (1905). Kant i estestvoznanie XVIII veka. Moskva: Tipolitogr. t-va I.N. Kushnerev i K. (In Russ.)
- Vernadskiy V.I. (1955). Opyt opisatel'noy mineralogii. Izbr. soch., Vol. 2, Moscow: Izd-vo AN SSSR. (In Russ.)
- White E., Robertson B. (2005). *Architecture & Ornament*. AST. Astrel'. (In Russ.)
- Wierzbicka A. (2021). “Semantic Primitives”, fifty years later. *Russian Journal of Linguistics*, 25(2), 317–342. DOI: <https://doi.org/10.22363/2687-0088-2021-25-2-317-342>
- Windelband W. (1995). *Izbrannoe. Duh i istoriya*. Moscow: Yurist. (In Russ.)
- Wood J., Serres J. (1974). *Diplomatic ceremonial and protocol. Principles, Procedures & Practices*. Moscow: Progress. (In Russ.)
- Zasov A.V., Postnov K.A. (2011). *Obshhaja astrofizika*. Frjazino: Vek 2. (In Russ.)
- Zavarzin G.A. (1973). Sistematika bakterij: prostranstvo logičeskikh vozmožnostej. *Izvestija AN SSSR, ser. biol.*, 5, 706–716. (In Russ.)
- Zavarzin G.A. (1974). *Fenotipicheskaja sistematika bakterij: prostranstvo logičeskikh vozmožnostej*. Moscow: Nauka. (In Russ.)

- Zavarzin G.A. (2001). Stanovlenie biosfery. *Vestnik Rossijskoj Akademii nauk*, 71(11), 988–1001. (In Russ.)
- Zavarzin G.A. (2003). *Lekcii po prirodovedcheskoj mikrobiologii*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Zavarzin G.A., Stark Ju.S. (1965). Analiz zapreshennykh variantov v sistematike mikroorganizmov. *Izv. AN SSSR, ser. biol.*, 5, 766–768. (In Russ.)
- Zhabin A.G. (1979). *Ontogenija mineralov. Agregaty*. Moscow: Nauka. (In Russ.)
- Zherihin V.V. (2003). *Izbrannye trudy po paleoekologii i filocenogenetike*. Moscow: T-vo nauchnykh izdaniy KMK. (In Russ.)
- Zhirmunskij V.M. (1936). Sravnitel'noe literaturovedenie i problema literaturnykh vlijanij. *Izv. AN SSSR. Otd. obshhestv. nauk*, 3. (In Russ.)
- Zhivov V.M. (1996). Palatal'nye sonornye u vostochnykh slavjan: dannye rukopisej i istoricheskaja fonetika. In: *Rusistika. Slavistika. Indoevropеistika. Sbornik k 60-letiju A.A. Zaliznjaka*. Moscow. (In Russ.)
- Zmitrovich I.V. (2010). Jepimorfologija i tektomorfologija vysshih gribov. St. Petersburg: Folia Cryptogamica Petropolitana. (In Russ.)
- Zolotov Ju. A. (2020). Periodicheskij zakon himicheskikh jelementov: 150 let razvitija. *Vestnik RAN*, 90(4), 305–311. (In Russ.)
- Zorina Z.A., Smirnova A.A. (2006). *O chem rasskazali «govorjashhie» obez'jany: Cposobny li vysshie zhivotnye operirovat' simvolami?* Moscow: Jazyki slavjanskih kul'tur. (In Russ.)

**В. Патцельт<sup>1</sup>**

**Новые аналитические и методологические возможности:  
политическая наука и теория эволюции<sup>2</sup>**

*Аннотация.* Статья посвящена анализу проблем, с которыми сталкивается взаимодействие политической науки с теорией эволюции, а также возможностям, открывающимся для политологии при успехе такого взаимодействия. Автор рассматривает наиболее характерные интерфейсы конвергенции политологии с эволюционной теорией: антропологический, системно-теоретический, историко-теоретический и морфологический, отмечая специфику и проблемы, свойственные каждому из них. При этом особое внимание уделено двум последним, в рамках которых предлагается перспективная разработка привычного для политологии исторического институционализма в направлении эволюционного институционализма. Применение понятийного аппарата эволюционной теории и морфологии к исследованию политических институтов и процессов открывает перед политической наукой большие познавательные возможности. Автор предполагает, что упорная и всесторонняя работа в этом направлении позволила бы создать в политологии так называемую «systema institutionum politicarum», подобную созданной в биологии Карлом Линнеем «systema naturae», открывшую историю видов. Рассматриваются эвристические возможности применения эволюционной теории и в других областях политической науки, в частности, в исследованиях политического поведения и в изучении механизмов политико-культурных трансмиссий.

*Ключевые слова:* эволюция; эволюционная теория; политическая наука; междисциплинарные интерфейсы; эволюционный институционализм; эволюционная политическая наука.

*Для цитирования:* Патцельт В. Новые аналитические и методологические возможности: политическая наука и теория эволюции // МЕТОД : московский ежеквартальник трудов из обществоведческих дисциплин: ежеквартал. науч. изд. / под ред. М.В. Ильина ; ИНИОН РАН, центр перспект. методологий соц.-гуманит. исследований. – М., 2022. – Вып. 12. – Т. 2, № 3. – С. 190–218. DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.08

---

<sup>1</sup> Патцельт Вернер, профессор Технического университета, Дрезден, Германия, e-mail: werner.patzelt@tu-dresden.de

<sup>2</sup> Перевод с немецкого В.С. Авдониной.

## **1. О рецепции теории эволюции в политической науке**

Теория эволюции еще не стала родной для политической науки. Это ясно показано в последнем обзоре исследований в «Справочнике эволюционной экономики» («Handbuch der Evolutorischen Ökonomik») [Patzelt, 2022], справочном пособии, опубликованном в 2022 г. 40 лет назад Джозеф Лоско [Losco, 2011, p. 82] даже вынужден был заявить: «Использование эволюционной теории в политической науке оставалось в значительной степени незамеченным в широком дисциплинарном плане до 1981 года». Но и 20 лет назад доклад о роли теории эволюции в политической науке был бы довольно кратким. Между тем появился журнал «Политика и науки о жизни», в изданиях которого было много отражено о состоянии соответствующих исследований. Есть также несколько обзоров литературы по этому вопросу. Но иногда там представлены не более чем ссылки на философию истории Жака Тюрго (1727–1781), маркиза де Кондорсе (1743–1794) или соучредителя социологии Огюста Конта (1798–1847), в которых процессы эволюционных перемен связывались с просветительской деятельностью научных элит. В той области, которую некоторые до сих пор считают современной эволюционной теорией социальных наук, приводятся обычно только ссылки на – примерно до 1900 г. весьма влиятельную «социал-дарвинистскую» – работу Герберта Спенсера (1820–1903), а также на эволюционистские теоремы в социологии Эмиля Дюркгейма (1858–1917) и в теории цивилизации Норберта Элиаса (1897–1990). В области политической социологии часто делаются отсылки к великим работам Талкотта Парсонса (1902–1979), Шмуэля Н. Айзенштадта (1923–2010) и Роберта Н. Беллы (1927–2013), а в немецкоязычном мире, также к теории социокультурной эволюции Никласа Лумана (1927–1998), которая в конечном счете базируется на концепции аутопоэзиса.

Все это, вероятно, могло бы пробудить интерес политологов к аналитическому содержанию концепции эволюции и разрабатываемых в ее рамках теорий, а в равной мере и стремление к вдохновленным ею эмпирическим исследованиям. Но все было по-другому. Теория эволюции не стала заметной темой теоретических дебатов в политической науке, а ее понятия и теоремы отнюдь не стали широко использоваться для анализа политических вопросов. Только с 1990-х годов несколько увеличилось количество публикаций, объединяющих теорию эволюции и политологию (обширные литературные ссылки на все это можно найти в [Patzelt, 2022]). Тем не менее пока, по крайней мере на первый взгляд, можно продолжать считать теорию эволюции маргинальной в политической науке. Но вместе с тем было бы удивительно полагать, что теория эволюции действительно не имеет отношения к анализу политики. Она издавна играла немалую роль в социологии как близкой соседской дисциплины для политологии. На самом деле тщательный взгляд на ситуацию показывает, что политический анализ очень часто основывается на эволюционном мышлении,

хотя обычно без сознательного в этом отчета и без систематического формирования теории. А скорее, воспринимает это как самоочевидный факт, который в дальнейшем просто не принимается во внимание.

Эволюционное мышление происходит из социальных наук и их предистории в философии Просвещения. Вот почему многие из его основных черт, пусть и в иной концептуальной форме, уже давно присутствуют в политической науке, выходя далеко за пределы социал-дарвинизма. Ведь *историчность* политических структур, процессов и содержания всегда была несомненной, что неизбежно делало такими же вопросы об их *формах, причинах и последствиях*. Однако это не привело к более широким аналитическим усилиям, которые абстрагировались бы от конкретного объяснительного случая и были бы системно-теоретическими. Не было и никаких значительных заимствований или вдохновения из естественнонаучных эволюционных исследований, которые появились на сцене только в XIX в. и не выходили за рамки эвристических аналогий или теоретически рискованных определений. Даже анализы, которые были явно нацелены на регулярное политическое структурное развитие, не применяли эволюционно-аналитических категорий. То же самое относится и к областям политологических исследований, которые предполагали аналитическую эквивалентность тематики с темами естественной истории, например таких, как политологические исследования развивающихся стран, исследования модернизации или исследования революций.

Во многом политологи объясняли – и продолжают объяснять – структурные изменения и их закономерности на основе совершенно иных концепций, чем те, которые были разработаны при работе с эволюцией биологических видов. В политической науке слишком часто интересуют только непосредственные, т.е. «проксимальные» («proximaten») причины очень особых событий (таких, например, как формирование правительств или предпосылки революций) и достаточно индивидуальных структур (таких как конституционный строй и политическая культура конкретной страны). В лучшем случае, кто-то все еще смотрит на их непосредственную историю или помещает все это в контекст сравнительных исследований, которые тоже базируются на отдельных случаях. Теория эволюции, однако, вряд ли заботится о судьбе индивидов (т.е. конкретных растений, животных и людей), а больше думает о *моделях (образцах) развития кросс-индивидуальных структур* и динамике взаимодействия популяций; она основана на понимании тех формирующих факторов, которые «в конечном счете» лежат в основе всего этого. Таким образом, она ищет «конечные» («ultimaten») причины и принимает все индивидуальное только как исследовательский материал для исследовательской цели, которая вряд ли интересуется самим индивидом.

Там, где подобное, тем не менее предпринималось в политической науке, исторический материализм, разработанный Карлом Марксом и Фридрихом Энгельсом, оказался наиболее аналитически и политически



влиятельной теорией. Он утверждал, что выяснил центральные «законы общественного развития» и уверенно намеревался вывести из них политически достоверные прогнозы, например о якобы неизбежном переходе капитализма в социализм. Но это оказалось эмпирически неправильным.

Не менее теоретически эволюционными и квазидетерминированными, и в то же время достаточно отдаленными от вдохновленной естественными науками теории эволюции, являются такие широко распространенные модели общественного развития, как «промышленная революция» или «демографический переход», а именно: социально обусловленное снижение рождаемости после периода улучшения снабжения продовольствием и медицинскими услугами, а также по мере повышения уровня образования женщин. То же самое относится и к теориям модернизации, которые десятилетиями лежали в основе практической политики развития, а также к весьма последовательно проводимой социально-политической идее почти необходимого развития от аграрного общества к индустриальному обществу и от общества услуг к «обществу знаний».

Такие модели, довольно распространенные в политической науке, отнюдь не являются лишь теоретически абстрактными описаниями отдельных случаев общественного развития. Скорее, они также предлагают объяснения и теоретические прогнозы для процессов, которые, согласно гипотетическому предположению, довольно одинаковы во всех тех обществах, которые принадлежат к общему типу. Конечно, такие прогнозы, если они не основаны просто на статистической экстраполяции трендов, являются не чем иным, как обращенными в будущее размышлениями с относительно простым эволюционно-теоретическим дизайном. Однако большинство пользователей таких понятий и теорем не интересуются на практике вопросом, будут ли процессы, описываемые как модели, результатами общих, т.е. *кросс-предметно* концептуализируемых факторов социальных или политических моделей развития, и не прилагают особых усилий по поддержанию связи с эволюционными аналитическими теориями, которые уже зарекомендовали себя в области естественных наук. Начиная с объяснения отдельных случаев или групп случаев и часто приводя к прогнозам, основанным на проксимальных объяснительных моделях, самые разные идеи и концепции эволюции включались («вращались») в политическую науку. Таким образом, состояние концептуальной необязательности делало формирование интегрирующей теории в отношении эволюционных процессов трудно достижимым и, поскольку оно все равно не проникало в практику, то и совершенно ненужным.

Другая часть причин, по которой политологическая теория эволюции, основанная на кросс-предметных обобщениях, в значительной степени отсутствовала до 2000-х годов, заключается в том, что в политической науке термины «изменение», «развитие» и «эволюция» часто используются как синонимы и перетекают друг в друга. Говоря языком политологии, «эволюция» часто означает только то, *что* что-то изменяется или развива-

ется постепенно, т.е. не в форме революции. Вместе с тем «эволюция» в устоявшейся политической науке слишком редко означает, что что-то изменяется или развивается под действием фиксированных «механизмов» или даже как форма выражения общего «алгоритма». Однако даже если, как в историческом материализме, аналитически предположить открытие обобщаемых «закономерностей в историческом процессе», разработанные модели развития обычно не осмысливаются в понятиях, близких к таким понятиям, как вариация, отбор, сохранение и дифференциальное воспроизводство, которые используются в биологической эволюционной теории как ключ к пониманию процессов изменения. Но если рассматривать эволюцию просто как «постепенное изменение», то теоретическая концепция эволюции будет казаться совершенно необязательной.

Так «эволюционные исследования» будут просто исчерпывать себя в (сравнительных) исторических описаниях политически, экономически, социально или культурно значимых процессов изменений. Теория эффективных паттернов процессов и их факторов становится востребованной только тогда, когда некая структура, процесс или содержание рассматривается как «живая форма, чеканенная естественным развитием» («geprägte Form, die lebend sich entwickelt»), как написал Иоганн Вольфганг Гёте в «Демоне», первом из своих «Пророчений орфических» («Urworte orphisch»)¹. А абстрактное понятие «эволюция» становится по-настоящему необходимым только тогда, когда исследовательская работа руководствуется предположением о том, что в области социальных или политических структур можно найти такие формирующие факторы, а также формы или закономерности процессов развития, которые сыграли свою особую роль в отдельном рассматриваемом случае, но отнюдь не ограничиваются ролью в этом отдельном случае. Однако в политической науке все еще существуют значительные оговорки против предположения о том, что имеются такие *нетривиальные* и в то же время *в целом эффективные* формирующие факторы и закономерности изменения, которые могут быть обобщены в теории, полезной для объяснений в исследовании.

## 2. Препятствия для восприятия теории эволюции в политической науке

Часто яростное неприятие эволюционных подходов в политической науке подпитывается, *во-первых*, отрезвляющим опытом, который политическая практика, руководствующаяся такими подходами, имела в последние десятилетия. Все эти масштабные социально-технологические эксперименты,

---

¹ В переводе С.С. Аверинцева этот цикл из пяти стихотворений назван «Первоглаголы. Учение орфиков», а само выражение Гёте поэтически переведено как «Живой чекан, природой отчеканен» [Гёте, 1986]. – *Прим. перев.*

основанные на социально-экономической теории эволюции и революции Карла Маркса и Фридриха Энгельса, провалились, что было очевидно в 1989 г. Ранее расово и идеологически сформированные социально-дарвинистские теории достигли кульминации в Холокосте. Также к концу XX в. большинство попыток не смогли привести мир постколониальных государств к стабильности и функциональным стандартам демократий, основанных на западном рынке и догоняющем европейский уровень государственном строительстве, промышленной революции и демократическом правовом государстве. Все это делало малоубедительным предположение о том, что *общие* закономерности и механизмы развития политических структур, процессов или содержания могут быть найдены для *практически* полезных целей.

*Во-вторых*, внутренние научные аргументы также привели к консолидации в неприятии эволюционных теоретических подходов. В политически ангажированной линии аргументации эволюция-отбор-социальный дарвинизм-расизм-фашизм соединилась и внутринаучная цепочка ассоциаций эволюция-биологизм-редукционизм. Особенно, в сочетании с критикой бихевиоризма или бихевиорализма, который доминировал в социальных науках между 1960-ми и 1980-ми годами, это очень эффективно блокировало путь для продвижения эволюционных теоретических подходов в политическую науку.

*В-третьих*, критика как (нео) марксистского историцизма, так и веры в многоступенчатые или многостадийные законы исторического развития очень чувствительно затрагивает и такие позиции, которые, подобно теории эволюции, хотя и не признают законы *хода* истории, но, безусловно, признают закономерности *в* ходе истории. Найденное обобщенное понимание они предлагают описательным предметным исследованиям отдельных дисциплин социальной науки в качестве каркаса объяснительных теорий, который помогает их интегрировать и развивать. Особенно затрудняющим включение эволюционно-теоретических подходов было чрезвычайно популярное смешение *телеологии*, с одной стороны (обычно это необоснованное убеждение, что индивидуальное или социальное становление имеет заданную цель), и *телеономии* – с другой, т.е. обычно это хорошо обоснованное предположение о том, что изменение отчасти устойчиво определено им самим, но частично также определено рамками и условиями развития, которые создаются этим изменением. Такое смешение, обычно восходящее к эволюционным теоретическим аргументам времен *до* появления «Синтетической теории эволюции» или даже «Теории систем эволюции» [см.: Riedl, 1990; Riedl, 2003], сочетающим дарвинизм с генетикой, стимулируется заблуждением, что понятие «эволюция» подразумевает предположение о фиксированной цели развития и определенном пути развития. Но там, где научно несостоятельная телеология смешивается или даже путается с научно чрезвычайно плодотворными предположениями о телеономии процессов развития, поиск утверждений о

закономерностях и механизмах эволюции часто начинает рассматриваться как поиск общих утверждений о «необходимом направлении» самих эволюционных процессов. Тот факт, что последнее полностью провалилось с точки зрения познания процессов политического развития, а также было несостоятельно теоретически, был чрезвычайно травмирующим опытом всей политической науки XX в. Как следствие, существовала тенденция воздерживаться от применения эволюционных аналитических теорий в целом.

*В-четвертых*, это один из центральных вопросов самой политической науки, который изначально препятствует эволюционным теоретическим исследованиям. Это вопрос о том, как можно достичь и обеспечить политическую стабильность и стабильные политические структуры перед лицом различных конфликтов и зачастую быстрых социальных, культурных, технических и экономических преобразований. Правда, на этот вопрос можно превосходно ответить с точки зрения «Теории систем эволюции», разработанной Рупертом Ридлем [Riedl, 1990], с ее эволюционными аналитическими теоремами о постоянной адаптации устоявшихся структур или типов процессов к изменяющейся среде. Но этот способ мысли редко использовался до XIX в., хотя его в основном уже можно обнаружить в античной нормативной концепции «смешанной конституции», которая отвечала на аристотелевскую теорию «цикла конституций». Именно эта концепция, показывающая, что выход из «цикла конституций» связан с большими транзакционными издержками, оказывается значительно ближе к поиску тех условий стабильности и равновесия, которые стали стержнем моделей рационального выбора, широко используемых в течение нескольких десятилетий, чем к стремлению понять закономерности и рамочные условия изменений.

В этом контексте развилась и *пятая* оговорка против эволюционного мышления, которая теперь обвиняет его в прямо противоположном тому, в чем теорию эволюции обвиняют критики историцизма и телеологии. Вместо того, чтобы критиковать эволюционные теоретические подходы за их якобы самонадеянное «знание необходимого развития», из чего вытекают революционное возбуждение и радикальная слепота к прагматическим потребностям, «врожденный консерватизм» теории эволюции теперь «позорный столб», так как она учит, что не все пути развития открыты во все времена; что некогда созданные системы обладают упрямством, импульсом и функциональной логикой, которая не может быть изменена волюнтаристски; а также то, что разумнее действовать осторожно по уже предопределенным и проверенным путям, чем разрушать структуру, выполняющую функции, в надежде на то, что удастся построить на этом месте лучшую структуру. В принципе, существующее уже хорошо, потому что иначе оно бы вообще не возникло и не сохранилось бы вовсе. Это наблюдение затрагивает важный момент теории эволюции, поскольку оно имеет дело с адаптационными процессами и их последствиями. Но против чего именно выступает критикуемое

эволюционное теоретическое мышление? Скорее, против действительно желаемой / желательной прогрессивности – или, прежде всего, против небрежности изменения того, что уже существует? В этом контексте оценка теории эволюции и ее возможных нормативных последствий для анализа политики сводится к тому факту, что прогрессивность обычно рассматривается как хорошая, в то время как изменения, протекающие случайно, как плохие. Фактически, с подъемом политического влияния экологического движения, которое основано на сохранении природы и ресурсов, многие политические оценки теории эволюции изменились таким образом, что она часто больше не рассматривается как концепция, нормативно противоположная революционным теориям, и, следовательно, как традиционалистско-ретроспективный способ мысли, а воспринимается как руководство к экологически устойчивым и направленным в будущее политическим отношениям. Во время такого подъема экологического мышления фактически произошел и новый подъем, стимулированный и внутренними факторами, эволюционного мышления *вне пределов* чисто биологической области. Это, в свою очередь, может привести к новой, плодотворной связи между социальными науками и эволюционными исследованиями.

Тем не менее на этом пути все еще существуют препятствия со стороны научной или университетской практики. Брэдли А. Тайер [Thayer, 2004] обратил на это внимание, чтобы объяснить, почему социологи так редко используют эволюционные концепции, хотя они были бы очень полезны для такого способа осмысления социальных и политических проблем, который всесторонне прояснил бы их особенности и причинно-следственные связи. Во-первых, причина, по которой «эволюционная политическая наука» до сих пор кажется «смешной» многим коллегам сегодня, он видит в том, что ее инструмент анализа, т.е. концепции и теоремы эволюционной социальной науки, широко не преподаются и не используются в научной дискуссии в соответствующих курсах обучения. Поскольку эволюционные теоретические способы мышления еще не являются стандартными или даже «канонизированными», это представляет большой карьерный риск для молодых ученых, желающих проявить активность в области эволюционных исследований социальных наук. Таким образом, конечно, теряется динамика прогресса, которую часто генерируют молодые ученые.

Во-вторых, определенная форма «либеральной идеологии» лишает общественные науки вообще и политологию, в частности, восприимчивости к эволюционным аналитическим прозрениям. Частью либерализма является предположение, что все люди должны рассматриваться как равные друг другу во многих жизненно важных отношениях. Там, где неравенство тем не менее очевидно, оно должно быть нивелировано политикой, направленной на экономические и социальные реформы и расширение возможностей в области образования. Такой нормативный подход к борьбе с неравенством, который вызывает довольно сильные чувства, по понятным причинам имеет трудности с такими научными позициями, которые, как и

биологические эволюционные исследования, не только объясняют равенство людей, но и изучают их врожденное неравенство. Такие выводы нарушают политический подход, который возлагает большие надежды на то, что можно оказывать очень далеко идущее влияние на поведение человека посредством политического вмешательства в экономические, социальные и культурные условия окружающей среды. Особенно – но не только – нынешние гендерные дебаты показывают, что понимание генетического влияния на действия и чувства часто очень нежелательно. Это не остается без последствий для публикационных возможностей эволюционно-аналитических социологических исследований, а также для шансов на получение необходимых средств для более крупных исследовательских проектов такого рода. И то, и другое еще больше препятствует появлению «эволюционной политической науки».

В-третьих, интеллектуальные и этические неудачи социал-дарвинизма и его попытки политической реализации, о которых уже говорилось выше, продолжают оказывать влияние. Это придает эволюционным аналитическим исследованиям видимость квазинаучного прикрытия элитарности и расизма. Но никто не любит подвергать себя таким подозрениям. Таким образом, в качестве меры предосторожности многие держатся подальше от эволюционной социальной науки, чтобы не получить дурную славу этически или политически «некорректных» ученых.

В-четвертых, широко распространенное отсутствие знаний о фактическом состоянии теории эволюции заставляет нас всегда иметь в виду триаду детерминизма, редукционизма и консерватизма, когда речь идет об эволюционных исследованиях. Это якобы исходит из генетической детерминации человеческой деятельности, сводит попытки ее объяснения к биологической основе и ведет к утверждению, что все, что существует, хорошо само по себе, поскольку оно основано на адаптационных процессах, а иначе это вообще не могло бы произойти. Все эти обвинения выходят далеко за рамки сегодняшней теории эволюции. Но часто обычное незнание среди социологов и, особенно, политологов в отношении эволюционно-теоретических дебатов делает их невосприимчивыми к аргументам против закрепившихся предрассудков.

### **III. Связи между эволюционными исследованиями и политологией**

#### **1. Четыре связующих исследовательских вопроса**

Это тем более прискорбно, что четыре вопроса политологии приводят к легко понятным отправным точкам для восприятия теории эволюции, см.: [Patzelt, 2007 а; Патцельт, 2016]. И эти варианты взаимодействия также могут использоваться многообещающим образом.

*Первый* – это вопрос о «природе человека», рассматриваемый у всех классиков политической теории, который необходимо учитывать, если

кто-то хочет построить стабильные институты и управлять страной на основе устойчивой веры в легитимность. Здесь вы найдете интерфейс между политологией и эволюционной психологией или социобиологией, в котором теперь доступна обширная исследовательская литература (см.: [Meißelbach, 2019], а также антологии [Peterson, Somit, 2011; Peterson, Somit, 2017]).

*Второй* – это вопрос о том, как именно выглядят условия стабильности сложных систем, таких как государства или парламенты, с их многообразными сетевыми контурами управления. Здесь имеет место теория систем, на которую сильно повлиял структурный функционализм или функциональный структурализм после Второй мировой войны. Она предоставила такие концепции и теоремы, которые также широко усваивались политической наукой. Они также использовались в «Системной теории эволюции», разработанной Рупертом Ридлем в 1975 г., что, в свою очередь, выходило далеко за рамки простой связи дарвинизма с генетикой, которая в виде «синтетической теории эволюции» [см.: Мауг, 2003] является наиболее широко используемой формой теории эволюции по сей день. «Эволюционный институционализм» (развернутый во многих статьях в [Patzelt, 2007]) сочетает в себе обе эти системные теории.

*Третий* вопрос касается того, является ли история полностью хаотичным процессом, порядок которого обязан исключительно навязанным схемам интерпретации. Или в истории также существуют реальные модели процессов, которые можно было бы знать даже в случае решений, которые должны быть приняты в настоящем? Это создало интерфейс, который обычно называют «новым институционализмом» и – в дополнение к институциональной экономике и социологическому институционализму – прежде всего историческим институционализмом (по его политологическому восприятию см.: [Fioretos, Falletti, Sheingate, 2016]) вместе с эволюционным институционализмом как его последней явно эволюционной теоретической формой.

*Четвертый* вопрос относится к непрерывной традиции политологических исследований со времен Аристотеля, к тому, как политические системы или их подсистемы могут быть типологически описаны, чтобы обеспечить такие сравнения, которые открыли бы понимание более крупных природных, культурных и социально-исторических, а также функциональных отношений сравниваемых структур. Это создало интерфейс к теории эволюции в области морфологии, которая была расширена в политической науке, особенно в области исследований парламентаризма (в: [Patzelt, 2012]).

## **2. Антропологический интерфейс**

Философская антропология, которая легко и широко воспринимается политологией через входящую в нее историю политических идей и теорий, долгое время очень мало использовала эволюционный биологический подход к

своей области исследований. Это также имело далеко идущие последствия и для восприятия политологией эмпирических антропологических результатов. По сравнению с антропологией, которую можно реконструировать из истории политических идей, естественно-научная антропология и по сей день остается второстепенной. Ну чему она способна научить в отношении основ политического действия!? Только с развитием социобиологии политическая наука стала больше интересоваться эволюционной биологией. Предметом здесь являются процессы и последствия многоуровневых событий родственного и группового отбора. Исследуется эволюционное возникновение, фиксация и последующее рутинное использование таких паттернов восприятия, обработки информации и действия, применение которых может привести к стабильным популяциям. Область знаний, возникшая в политической науке в результате трансформации таких способов мысли и исследований, называют «биополитикой» («biopolitics»), если только этот термин не используется в более поздней акцентуации, введенной Мишелем Фуко для обозначения политического влияния на биологические основы жизни.

С точки зрения политологии биополитика в первоначальном понимании термина – это эмпирическое изучение биологических и, следовательно, конечных основ политического поведения. На основе модели «многоуровневой конструкции социальной реальности» (напр.: [Patzelt, 2015]) биологическая, культурная, социальная и политическая эволюция могут быть рассмотрены в их взаимозависимостях. Это приводит к комплексному общему пониманию развития политических структур, включая их социокультурные и творческие основы. Таким образом, при плавном переходе между политологией и биологическими вопросами, теоремами и эмпирическими исследованиями можно аналитически проникнуть в глубочайшие слои политического поведения, не привлекая никаких обвинений в редуccionистском биологизме.

### 3. Системно-теоретический интерфейс

Теория систем, первоначально разработанная в биологии Людвигом фон Бергаланфи (1901–1972), была быстро принята в социологии, а с 1950-х годов также в политической науке. Даже после приобретения популярности теориями рационального выбора она продолжает служить неотъемлемой частью всех политологических субдисциплин. После Второй мировой войны теория систем была конкретизирована эмпирически и социально прежде всего в форме структурного функционализма или функционального структурализма, о чем уже говорилось выше. Они ввели в социальное и политическое мышление такие термины, как «функциональное требование» и «структурное функциональное выполнение», или такие как «равновесие» и «нарушение равновесия». Это надежно переключало внимание исследователей с неких предполагаемых условий, которые, вы-



ходя за рамки рассматриваемой системы, удерживали бы ее на заранее определенном пути развития, на существующие внутри самой системы структурные механизмы или «институциональные архитектуры», с одной стороны, а с другой – на обменные процессы или «функциональные цепочки» между системой и ее нишей / средой. Сделав теорию систем своей центральной концепцией и используя в качестве основной категорию «рекурсивной причинности» в формуле «положительных» и «отрицательных» обратных связей анализа, оба тесно связанных подхода также создали – без каких-либо подозрений в допущении биологического редукционизма – чрезвычайно эффективный интерфейс к биологическому анализу структур, развивающихся «вполне естественно», что и позволяет использовать системную теорию эволюции.

Таким образом, структурный анализ социальной и политической науки был, с одной стороны, частично доведен до аналитического диапазона биологической и эволюционной биологической теории, а, с другой – он выводился из-под тех телеологических или историцистских спекуляций, которые многие критики, игнорируя состояние соответствующей дискуссии, все еще связывают с теорией эволюции сегодня. Фактически, Талкотт Парсонс [Parsons, 1964] уже навел мост между биологическими и социологическими идеями в своей работе по «эволюционным универсалиям», а затем вошел и в широкую область своего более позднего исследования эволюции целых обществ [Parsons, 1977], в котором смело проследил путь от «примитивных культур» через развитые культуры Египта и Месопотамии к современным обществам. А для Никласа Лумана [Luhmann, 1981] большую роль сыграло понятие «двойная случайность» (случайность в системе и случайность в ее среде), подобие которой в системной теории эволюции представляет собой взаимодействие внутренних и внешних факторов отбора в случайных процессах развития.

#### **4. Историко-теоретический интерфейс**

С середины 1980-х годов, после длительного периода бихевиоризма, основанного на методологическом индивидуализме, в политической науке произошло «повторное открытие институтов». Они были вновь поняты не только как системы норм, но и как структуры поведенческих регуляторов, которые стабилизируют себя через символическое и эмоциональное представление своих принципов упорядочивания и претензий на действенность. Новое внимание было уделено и тому, насколько важную роль институты, стимулирующие и ограничивающие определенные действия, играют не только в политическом процессе. Они *повсеместно* действуют как нормативная база, которая изначально отделена от соответствующих (и особенно текущих) интересов отдельных лиц или социальных групп, а также от изменяющихся экономических условий. В этом смысле они мо-

гут вырабатывать самостоятельную функциональную логику и обладать *самодинамическим* развитием. «Неоинституционализм», заинтересованный именно в таких социальных структурах, затем развернулся в трех тесно связанных направлениях: как новая институциональная экономика, как социологический институционализм и как исторический институционализм.

Все три неоинституционализма были тематически связаны не только с формальными и неформальными способами действия институтов, но и с их *возникновением и изменением*. Именно интерес к изменениям создал интерфейс с теорией эволюции. Это позволяет видеть в институтах подобие «видов» или «родов» биологии, но не приравнивать их к организмам. Как социальные институты, так и биологические виды претерпевают изменения именно через смену поколений членов института или особей вида. Верно, что институты также поддерживаются исключительно их отдельными членами в течение времени их активной деятельности в качестве компетентных членов. Но как «чертежи», на основе которых новые члены социализируются с габитусом, подходящим для института, они также имеют *надьиндивидуальное* существование и независимы от судьбы каждого *отдельного* члена, который их поддерживает. Поэтому индивиды – будь то члены института или члены вида – имеют «только» свою историю жизни, в то время как институты и виды *эволюционируют*, т.е. испытывают изменения в «чертежах», на основе которых происходит формирование габитуса или онтогенез каждого индивидуума, принадлежащего к институту или виду, а также стабильное взаимодействие членов и адресатов института – или, в случае биологических видов, взаимодействие охотников и добычи. Кроме того, институты, которые стабилизируют себя как через формирование габитуса своих членов и адресатов, так и через конкретное внутреннее и внешнее осуществление власти, получают такую межпоколенческую прочность, что функционируют (в буквальном смысле) как «жесткие ядра» той социокультурной реальности, которая в противном случае менялась бы очень разнообразно и быстро. По этой причине институты, в частности, и могут показать, существуют ли закономерности в становлении не только эволюционно-биологически развивающейся естественной истории, но и на уровне социальной и культурной истории, которая демонстрирует достижения культурного строительства [Patzelt, 2007 b].

В *новой институциональной экономике, происходящей из экономики*, на которую значительно повлиял Дуглас С. Норт [Nort, 1990], институты понимаются как поведенческие системы управления правилами или как управляемые правилами системы поведения. Субъекты моделируются как *рациональные акторы*, которые хотят максимизировать свою собственную выгоду и, следовательно, также вовлечены в обмены. Таким образом, они создают *порядок и ожидаемость* в неопределенных социальных структурах. *Социологический институционализм* возник из организационных исследований. Центральный вопрос здесь заключался в том, как и после соз-

дания каких структурных и процедурных предпосылок организации могут регулярно взаимодействовать со своими системными средами (с их соответствующей «экологической нишей»). Взаимодействовать, несмотря на все взаимные изменения, так, что ресурсы, необходимые организации для продолжения существования, могут быть получены из экологической ниши. Соответствующие исследования показали, что рациональность играет лишь ограниченную роль в реальном принятии решений и действиях, которые касаются взаимодействий между системой и нишей. Скорее, это зависит от запасов знаний, структур ожиданий и интерпретационных предпочтений акторов, а также от имеющихся правил урегулирования таких конфликтов, которые являются результатом расхождений в оценках ситуации, интересов и предпочтений. Так, оказалось аналитически привлекательным искать ключ к пониманию институтов не только в «логике рациональности», но и в «логике целесообразности», а именно в адекватности ресурсосберегающего поведения перед лицом конкретных, но изменяющихся культурных и функциональных ожиданий соответствующей системной среды.

Как новая институциональная экономика, так и социологический институционализм предлагали хорошие ключи к пониманию и объяснению институциональных изменений. Примерами здесь могут быть такие концепции как (не очень удачный) «институциональный консерватизм» или «извлечение уроков из других институциональных моделей». Однако центром исследовательских усилий такие ключи понимания и объяснения стали только в *историческом институционализме*. Его центральные понятия включают «зависимость от пути» и «непредвиденные обстоятельства». *Зависимость от пути* означает, что однажды созданные структуры очень сильно формируют все то, что может возникнуть в них, вокруг них или на их месте в новых структурах или же не возникнуть. Таким образом, теории зависимости от пути, никогда не впадая в (исторический) детерминизм, направлены на ограничение степеней свободы будущего развития последствиями прошлых решений. Конечно, зависящие от пути процессы также могут привести к тупикам, в которых вы платите цену за предыдущие ошибки. Таким образом, теории зависимости от пути позволяют объяснить не только *непрерывность* институтов, но и их крах, т.е. те случаи, когда зависящему от пути развивающемуся институту больше не удастся поддерживать свое соответствие также изменяющейся системной среде или экологической нише. *Непредвиденные обстоятельства* относятся ко всему, что возможно с точки зрения событий, но не являются *обязательными*. Взгляд на такие случайные события, как убийство наследника престола Габсбургов в Сараево в 1914 г., показывает, что они также могут изменить те самоочевидные действия, которые ранее считались непоколебимыми, и что даже те структуры, которые ранее казались прочными, распадаются. Поэтому именно случайные события – в зависящих от пути процессах – неоднократно создают «критические развилки на дороге».

В них *чистая случайность* может определить, какой будущий путь развития следует выбрать и затем укреплять его в течение длительного времени. Именно эту закономерность эволюционная биология давно признала в возникновении и развитии видов и объяснила системную теорию эволюции обобщающим образом.

Рассматривая таким образом историю конкретных институтов, можно распознать *закономерности в смене* институтов. Четко обозначив их, термин «институциональная эволюция» конкретизируется таким образом, что начинает означать гораздо больше, чем просто «постепенное изменение института». Влияние на политологию в этом контексте оказали следующие термины и наблюдения, которые Кэтлин Телен [Thelen, 2002] ввела в соответствующие дебаты. Во-первых, новые структурные слои, созданные для выполнения новых целей, располагаются над старыми структурными слоями («институциональное наслоение»). Во-вторых, существующие части учреждения / института «перепрофилируются» для новых целей («институциональная конверсия»). В-третьих, институты постепенно берут на себя новые функции и соответственно меняют свои структуры, поэтому прежние структуры вряд ли можно будет увидеть уже через несколько десятилетий («институциональный дрейф»). И, в-четвертых, даже если институты еще не распались или не были ликвидированы, они неоднократно подвергались давлению институционального вытеснения другими институтами («институциональное вытеснение»). Подход такого изучения конкретной институциональной истории теоретически намного превосходит соответствующий случай обычного исследования. Он выступает важным интерфейсом между давно доступным историческим институционализмом и эволюционным институционализмом, что открывает особенно плодотворные приложения теории эволюции в политической науке (пример: тематические исследования эволюции различных парламентов в: [Patzelt, 2012]).

## 5. Морфологический интерфейс

Типичными вопросами сравнительной политологии являются: почему отдельные элементы политических систем проявляются в очень разных культурах? Почему ряд системных элементов, однажды созданных, неоднократно включается в совершенно разные политические системы? Почему некоторые конфигурации компонентов политических систем оказываются более устойчивыми, чем другие, даже в изменяющихся условиях окружающей среды? И что можно почерпнуть из ответов на эти вопросы о возможностях развития и строительства политических систем? Такие вопросы выводят сравнительный анализ политических систем в зону контакта с успешно развивающимся направлением ботаники и зоологии, рассматривающим процессы типобразования через *морфологические* соображения, что позволяет обнаружить и аналитически реконструировать эволю-

ционные нити развития [см.: Riedl, 2000; Patzelt, 2017; Патцельт, 2012; Патцельт, 2014].

Морфологический подход использует пять руководящих понятий. Понятие «гомология» относится к сходствам, которые проистекают из общей *родословной* и, следовательно, отражаются в общих *базовых структурах*, которые стали историческими. Поскольку гомология относится к сходству общих базовых или глубинных структур, ставших *историческими*, гомологичное сходство сохраняется даже в том случае, если имеющиеся очень разные экологические требования к функциям, выполняемым такими структурами, вызвали с течением времени большие различия в тех «поверхностных структурах», в которые аналогичные глубинные структуры были преобразованы во время их конкретного использования. Поверхностные структуры, созданные в течение длительного периода времени, могут скрывать глубокое структурное родство и гомологичное сходство. *Аналогия* между тем означает сходство, которое является результатом адаптации *глубоко структурно различных* структур к одним и тем же *функциональным требованиям* или условиям окружающей среды. Таким образом, аналогии представляют собой не сходства в базовом проекте соответствующего типа или учреждения, а сходства в области перехода к их поверхностной структуре, адаптированной к соответствующим экологическим требованиям, и в области самой поверхностной структуры. Поиск аналогичного сходства всегда открывает нам глаза на *взаимодействие структуры и окружающей среды*, а также на *силу запечатления (Prägekraft)* в *структурах выполняемых функций*. Но такой поиск будет протекать очень интуитивно и методически неконтролируемо, если пытаться обойтись без четкого представления о гомологичном сходстве и, следовательно, без тщательного понимания фактического исторического происхождения.

Но что произойдет, если структуры, связанные с родословной, также отвечают тем же функциональным требованиям, т.е. аналогичные сходства базируются на гомологичной основе? В *сравнительной биологии такие вещи называются гомойологией (Homoilogie)*, но для того, чтобы избежать громоздких терминов, лучше назвать ее «*гомоаналогией*» или «*гомоаналогичным сходством*». В этой форме подобия давление, исходящее от одних и тех же функций, с самого начала направляется на образование аналогового сходства, поскольку *аналогичное развитие новых структур* может начинаться с *гомологично похожих спецификаций*. Однако это создает синергетический эффект обеих форм сходства. Довольно много случаев, сходства которых, как правило, оспариваются на основе таких терминов, как «ложная аналогия» или «недопустимая аналогия», могут быть правдоподобно объяснены путем сравнительного использования понятий гомоаналогичного, гомологичного и аналогичного сходства.

Два других понятия из научной морфологии хорошо служат морфологической политической науке. *Гомономии* представляют собой идентичные массовые компоненты видов, зданий или учреждений. Например,

такие как ноги у сороконожки, тип поперечного свода или единицы у административного органа. Они могут быть воссозданы снова и снова в соответствии с относительно простыми строительными планами, которые интегрированы в различные функциональные контексты как «дешевые формы порядка». А как предпосылки для сложных функциональных процессов, могут, в свою очередь, иметь удивительную структурную сохранность. Последним морфологически обязательным понятием является «гомодинамия» (*homodynamia*), которое лучше всего понимать с точки зрения его словесного значения. Оно происходит от греческого «*dýnamis*», т.е. способность, а также от «*hómos*», т.е. равный. Таким образом, речь идет об *однородных способностях*, которые затем также приводят к аналогичным, а затем и гомологичным *структурным* творениям. Таким образом, это понятие охватывает сходные процессы структурообразования, т.е. такие последовательности действий при формировании структур, которые следуют одной и той же программе и исследуются социобиологией или эволюционной психологией с учетом биологических основ социального действия. При анализе институтов понятие «гомодинамия» включает в себя такие явления, как возникновение эмпатии или отвращения в личных встречах, а также то стремление к рангу и производимый им «железный закон олигархии», характеризующий создание и непрерывную деятельность организаций всех видов.

В рамках «генетической типологии», разработанной по этим пяти понятиям, ограничение будущих степеней свободы развития системы может быть признано определением вида или учреждения по определенному базовому плану. С этой точки зрения легко понять, почему сочетание отдельных компонентов, часто созданных совершенно случайно, внезапно открывает новые степени свободы, которые расширяют структуру системы, прокладывают совершенно новые пути развития в предыдущих и новых средах и, таким образом, позволяют появляться ранее неизвестным типам систем. Таким образом, новые свойства системы могут внезапно возникнуть путем *соединения* тех систем, в которых новые свойства даже отдаленно не присутствовали. Так обстоит дело, например, с сочетанием представительных структур, сложившихся в федеративных и сословных политических системах, с принципом демократии, который в свою очередь может обойтись и без структур представительства. В аттическом полисе он в целом понимался как контрпринцип к принципу представительства. В социальных науках здесь можно было бы использовать термин «возникновение».

Поскольку такой процесс, как внезапное появление новых системных признаков, включая внешний отбор из вариации эволюционирующей системы, понимается как «проницательный» скачок в развитии, который впоследствии может обеспечить проникновение системы в новую экологическую нишу или ее адаптацию к новым изменениям окружающей среды, генетическая типология может быть использована в качестве *протокола*

*обучения систем.* Эта идея, возникшая и выработанная в рамках эволюционной эпистемологии, теперь может быть легко использована для сравнительного анализа *политических систем.* Преобразование политологической компаративистики как историко-сравнительной морфологии позволяет *выйти* далеко за рамки ее синхронно-сравнительных высказываний о функциональной логике политических систем, а также за пределы ее диахронических сравнительных описаний процессов формирования и консолидации политических структур. Оба эти направления исследований остаются незаменимыми базовыми задачами компаративистики. Но эволюцию и распространение политических структур, таких как парламенты, можно было бы также понимать и в духе сходства с эволюцией и распространением позвоночных, например.

Для этого методологически конкретно необходимо проследить в историко-межкультурном сравнении: а) как возникают определенные фундаментальные элементы системы или исходные материалы последующей «институционализации» в особых условиях окружающей среды; б) как они затем формируют функциональную логику формирующейся системы или типа института, т.е. как создаются определенные рамочные условия для будущего развития системы или как (в противном случае вполне доступные) степени свободы ограничиваются, т.е.: как возникает институционально обусловленная зависимость пути; с) каким образом в рамках одного и того же базового строительного плана в конкретных условиях окружающей среды возникают различные варианты одной и той же политической системы или учреждения; d) каким образом под воздействием определенных факторов окружающей среды эти варианты или некоторые из их компонентов либо эволюционируют, либо иным образом становятся настолько специализированными, что могут выживать только в экологических нишах, или томятся в своих эволюционных тупиках, или погибают из-за «регуляторных катастроф»; и, кроме того, f) необходимо будет изучить наличие отдельных системных или институциональных элементов, которые выдерживают системные изменения, а также их *распространение в новых системных условиях* путем экспорта учреждений или имитации, что, возможно, вновь позволит решить первую упомянутую задачу исследования.

#### **IV. Новые методологические возможности сравнительных исследований**

Во всех областях исследований, упомянутых выше, за последние 20 лет были достигнуты большие успехи в использовании теории эволюции в политической науке. Мало того, что сейчас можно лучше, чем раньше, понять, как биологические глубинные структуры социально-культурной реальности влияют на политические структуры и политические действия. В форме близкой «Общей теории эволюции» возникла

структура мышления, в которой биологическая эволюция, исследуемая со времен Чарльза Дарвина (1809–1882) и Грегора Йоганна Менделя (1822–1884), становится понятной как *частный случай* одного и того же *эволюционного алгоритма*, который функционирует в изменениях *всех* слоев действительности. Продвигая свои политико-аналитические проекты, особенно в рамках Общей теории эволюции, «Эволюционная политическая наука» уже не кажется попыткой с помощью «простых аналогий» и в конечном счете необъективно внедрять «чисто биологические» способы мысли в уже сложившуюся дисциплину с самодостаточной теоретической историей. Скорее, она делает возможным проводить связанный с политической анализ истории и современности как часть парадигмы, которая связывает все биологические, культурные и социальные науки. Ниже можно сослаться на часть соответствующей освещающей вопросы литературы, но еще без концептуального построения «Эволюционной политической науки» за пределами ее базовой структуры (здесь систематически см.: [Patzelt, 2007]; в отношении исследований парламентаризма см.: [Patzelt, 2020, S. 88–96, 223–226, 477–532]).

### 1. «Универсальный дарвинизм» и общая теория эволюции

Термин «универсальный дарвинизм», по-видимому, восходит к Ричарду Докинзу [Dawkins, 1983]. Этот способ мысли был затем широко изучен и разработан (см., например: [In Defence, 2008; Hodgson, Knudsen, 2006; Nelson, 2007]). Что подразумевается под термином «универсальный» или «обобщенный» дарвинизм? «Алгоритм эволюции» действует не только на слой реальности биотики (т.е. живые структуры, подлежащие исследованию биологией), но и на слои реальности культуры и институтов, где происходит не только биотическая эволюция, но и культурная и социальная эволюция. Орион А. Льюис и Свен Штайнмо [Lewis, Steinmo, 2012, p. 315] ясно дают это понять в своем подходе к анализу институциональной эволюции, который очень похож на эволюционный институционализм: «Мы не используем эволюцию в качестве метафоры. Вместо этого мы утверждаем, что человеческие социальные институты “эволюционируют” и что этот процесс можно понимать как пример “универсального дарвинизма”». Мы *не хотим* сказать, что биологическая эволюция и институциональная эволюция являются идентичными процессами. Вместо этого мы опираемся на растущий объем литературы, в которой утверждается, что биология – это всего лишь одна из областей, в которой происходят эволюционные процессы».

Согласно системной теории эволюции, этот эволюционный алгоритм, который работает одинаково на всех слоях реальности, состоит из: а) *вариации* чертежей для структур всех видов, включая рекомбинации в их передаче от поколения к поколению; б) двухэтапного *процесса отбора* (*внутренний* отбор: соответствует ли то или иное изменение существую-



щему плану и, следовательно, будет ли оно сохранено в настоящее время?; *внешний* отбор: соответствует ли измененная структура окружающей среде так, чтобы она могла получать ресурсы из своей «экологической ниши» или даже делать это лучше, чем раньше?; с) *сохранения* во времени таких изменений, которые «подходят» как общей структуре, так и процессу поступления ресурсов из окружающей среды; d) дифференцированного воспроизводства измененных структур таким образом, что они либо получают ресурсы из своей экологической ниши лучше, чем неизменные структуры, либо вообще открывают новые ресурсы; и e) формирования особенно часто воспроизводимых типов или штаммов типов, т.е. в *типообразовании*, включая соответствующие изменения в составе популяций.

Эти пять процессов очень хорошо изучены с точки зрения естественной истории растений и животных. Там гены содержат *химически* закодированные чертежи для воспроизведения соответствующей структуры. Многие из протекающих при этом генетических процессов теперь досконально изучены как сами по себе, так и во взаимодействии с внешним селекционным давлением. Они систематически изучаются в синтетической теории эволюции, а также в системной теории эволюции. Но такие авторы, как Рут Бенедикт [Benedict, 1937], Дональд Т. Кэмпбелл [Campbell, 1965] и Ричард Докинз [Dawkins, 2008 / 1976] и др., еще десятилетия назад указывали, что культурные образцы, *культурно* закодированные на материальной основе, также передаются из поколения в поколение (посредством подражания или в образовательных процессах). Они наполняют пласты культурной реальности (включая технологии), а также поведенческие нормы (в частности: институтов) и также выполняют функцию чертежей для воспроизводства культурных и социальных структур. Культурные паттерны стали пригодны для использования в этой роли, когда центральная нервная система стала настолько мощной, что могла распознавать, хранить и воспроизводить паттерны, а также обеспечивать их преднамеренную физическую или поведенческую репликацию мелкомоторно контролируемые частями тела. Такие культурные закономерности, которые уже эмпирически обнаруживаются у птиц и тем более у человекообразных обезьян, Докинз назвал в сознательном созвучии с генами – «мемами». Комплексы взаимоустойчивых коадаптированных мемов называются «мемплексами» со времен работы Сьюзан Блэкмор [Blackmore, 2005]. Такие мемы и мемплексы ни в коем случае не являются просто «воображаемыми» величинами, они существуют вполне реально, как (в настоящее время все еще довольно грубо измеряемая) активность мозга, а также как контролируемые ею эмпирически проверяемые действия или результаты действий. Кроме того, мемы способны стимулировать практику подключения и распространяются (как, например, появившиеся с недавних пор «интернет-мемы») благодаря своим привлекательным для окружающей среды свойствам, так же как вирусы (как уже отмечалось Броди [Brodie, 1996] и Линчем [Lynch, 1996]). В исследованиях коммуникации и сформирова-

рованном ими повседневном языке такие изображения или утверждения теперь называют «вирусными».

Мемы и мемплексы являются именно тем функциональным эквивалентом генов в тех культурных и социальных слоях реальности, которые сложились раньше и на основе реального слоя биотических структур. Этот эквивалент, в сочетании с эволюцией мощных центральных нервных систем и сложной двигательной функции, развился как «второй репликатор» в ходе наслоения культурных и социальных структур на первоначально чисто биотические структуры. С его помощью особенно сложные слои реальности культуры и общества могут создаваться и сохраняться при смене многих поколений. Оба репликатора – гены и мемы – функционируют алгоритмически одинаково, что неудивительно из-за их общего, постепенного формирования из естественной истории. Однако они оказывают влияние на очень разные «строительные материалы» реальности: *гены* действуют на *биотические* структуры и на (зависящие от пути) процессы, сформированные ими, а *мемы* влияют на *социокультурные* структуры и (зависимые от пути) процессы, сформированные ими. На протяжении многих лет были проведены обширные исследования по всей этой проблематике [см.: Patzelt, 2015 a; Patzelt, 2015 b; Патцельт, 2018].

Результаты этих многочисленных работ показывают, что совокупность эволюционных процессов в природе и культуре фактически может быть аналитически зафиксирована с использованием *единого* алгоритма процессов развития и только двух материально разных, но тесно связанных репликаторов. Задача «универсального дарвинизма» или «общей теории эволюции» состоит в том, чтобы сделать именно это и, таким образом, показать яркий пример «аналитической экономности». В немецкоязычном пространстве Герхард Шурц [Schurz, 2011] представил прекрасное монографическое введение в «обобщенную теорию эволюции», которое (в дополнение к таким важным темам, как математические основы обобщенной теории эволюции) касается взаимодействий между культурной и биологической эволюцией, а также индивидуальной историей, эволюцией морали, знаний и веры. Те же идеи и аргументы, как с подробным обсуждением, так и в кратком изложении, можно найти в разделах «Общая теория эволюции», представленных в: [Lempp, 2007; Patzelt, 2007; Patzelt, 2011]. В целом, на основе упомянутых текстов, можно получить представление о всем спектре эмпирических применений общей теории эволюции, а также о дискуссии вокруг нее.

## 2. Биологические основы политического поведения и формирования политической структуры

Хотя использование общей теории эволюции еще не является частью парадигматического стандарта в политологических дисциплинах,

при изучении биологических основ политического поведения к ней теперь относятся совсем по-другому. В конце концов, почти 40 лет назад Роджер Д. Мастерс [Masters, 1983, p. 162] прямо заявил: «Отделение биологии от социальных наук неразумно». С тех пор количество исследований на стыке биологии и политологии значительно возросло. Особенно полезны соответствующие обзорные статьи с такой систематизацией и изложением разработанных выводов, которые делают их особенно привлекательными для небиологов.

Такой подход показала уже в 1994 г. антология Альберта Сомита и Стивена А. Петерсона «Биополитика и мейнстрим», подзаголовок которой четко заявлял «вклад биологии в политологию». Он действительно содержался в главах, посвященных биологическим аспектам права и институтов, государственному управлению, международной политике, политическому насилию, лидерству и социализации. Все это было продолжено добрых 20 лет спустя в «Справочнике по биологии и политике» [Peterson, Thus, 2017]. Там существуют главы «Гены и политика» и «Мозг и политика», которые концентрируют или систематизируют соответствующие эмпирические результаты таким образом, что они могут быть связаны непосредственно с проблемами классической политической науки в отношении политических взглядов и поведения. А глава «Эволюция политики» делает то же самое в отношении появления людей как «политических животных», их сложных обществ и применения эволюционной психологии для лучшего понимания политической психологии. В последующих главах представлены имеющиеся знания о биологических основах политики в связи с соответствующими областями политологии. С эволюционно биологической точки зрения рассматриваются политическая философия и политическая этика, сравнительные системные исследования, вопросы демократической конституционной политики, а также области исследований международных отношений. Дальнейшие главы касаются рассмотрения с биологической точки зрения массового политического поведения, отношений между лидером и последователями, а также биологическо-эволюционных основ государственного управления и практической политики в отдельных областях политики. Эти работы также позволяют понять, чего лишается политическая наука в плане знаний и объяснений, если в своих познавательных интересах, теории и методологии она будет игнорировать эмпирические исследования эволюционно-биологических основ политики.

### **3. Эволюционный институционализм**

Эволюционный институционализм является на сегодняшний день наиболее систематически продвинутым направлением, которое стремится адаптировать теорию эволюции в политической науке и построить «эволюционную политическую науку». Во-первых, он берет за основу все то,

что только что обсуждалось в отношении анализа биологических основ политического поведения и политической структуры. Во-вторых, он сочетает это с социально-конструктивистским подходом к анализу процессов производства и воспроизводства институциональной стабильности. В-третьих, он подробно фиксирует процессы смены институтов всех видов, с одной стороны, используя рассмотренные выше концепции исторического институционализма, а с другой – выводя все свои историко-аналитические концепции из упоминавшейся системной теории эволюции. В-четвертых, как объяснялось выше, он интегрирует результаты своего институционального анализа в морфологические исследования, основанные на генетической типологии институциональных конфигураций. Кроме того, в-пятых, он имеет, интерфейс (хотя все еще слишком мало используемый) для коммуникационных исследований в форме меметики. Это открывает путь к эмпирическому анализу подобного гену «второго репликатора», который используется при построении и сохранении социокультурной реальности. Материал об источниках и появлении эволюционного институционализма, который был в значительной степени разработан между концом 1990-х и началом 2010-х годов в Дрезденском центре специальных исследований в рамках проекта № 537 «Институциональность и историчность», можно найти во вступительной главе антологии «Парламенты и их эволюция» [Patzelt, 2012]. Систематически представленные и связанные с соответствующей литературой части эволюционного институционализма можно найти и в одноименной антологии от 2007 г. [Patzelt, 2007]. Представленные там исследования охватывают, среди прочего, процессы институциональных реформ в Федеральном министерстве иностранных дел Федеративной Республики Германия, институциональное обучение немецкого Бундестага, генезис глобально активных компаний и «эволюционное управление». Дальнейшие тематические исследования (немецкого Бундестага, Народной палаты ГДР, Европейского парламента и Совета Европейского союза), которые руководствуются теорией эволюционного институционализма, можно найти в вышеупомянутой антологии «Парламенты и их эволюция» [Patzelt, 2012]. Также имеются и книжные монографии, использующие эволюционный институционализм в качестве рамочной теории. В дополнение к книгам [Demuth, 2009] об институциональном обучении в Бундестаге и [Lempp, 2009] об институциональной эволюции Совета Европейского союза, следует отметить исследование по изменениям обязательного пенсионного страхования в ходе нескольких реформ в период с 2001 по 2007 г. [Gräßler, 2012], анализ причин и хода реформы избирательной системы Новой Зеландии 1993 г. [Heer, 2014], анализ развития парламентских структур контроля Имперского рейхстага Германии [Heer, 2015], а также исследованию процессов распада государства [Bochmann, 2018].

В соответствии с теоретико-методологической моделью этой литературы можно проводить эволюционно-аналитические исследования по

большому числу и других институтов. В идеале они должны быть основаны на разделении труда, а также осуществляться в гораздо более широком масштабе и с амбициозной морфологической целью, которая ориентировалась бы на успешно созданную Карлом фон Линнеем (1707–1778) «*systema naturae*», открывшую историю видов. Можно предположить создание параллельной «*systema institutionum politicarum*», если бы кто-то занялся всесторонним эволюционным сравнительным исследованием как современных, так и прошлых политических институтов. Основываясь на международной совместной работе и настойчивости, такие эмпирические исследования политологии получили бы самоочевидную историческую глубину, и политическая наука была бы освобождена от широко в ней распространенной фиксации интересов на настоящем и на только непосредственных причинах событий. Если бы полученные таким образом результаты были прослежены от глубинных биологических структур, то совокупность конечных причин политических событий также оказалась бы в центре внимания политической науки. Это полностью соответствовало бы подходу классиков нашей дисциплины, таких как Аристотель и Томас Гоббс, и в то же время использовало бы все возможности, открываемые сегодняшними достижениями в эволюционных исследованиях. Поэтому целесообразно развивать «эволюционную политическую науку» во всех отношениях.

### Список литературы

- Гёте И.В.* Фауст. Лирика. – Москва : Художественная литература, 1986. – 768 с.
- Патцельт В.* Эволюция институтов, морфология и уроки истории. Можно ли извлекать уроки из истории? // Политическая наука. – 2012. – № 3. – С. 50–70.
- Патцельт В.* Прочтение истории: очерк эволюционной морфологии // МЕТОД: Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин : сб. науч. тр. / РАН. ИНИОН. – Москва, 2014. – Вып. 4. – С. 228–260.
- Патцельт В.* Гены, мемы, знаки // МЕТОД : Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин : сб. науч. тр. / РАН. ИНИОН. – Москва, 2018. – Вып. 8. – С. 185–211.
- Патцельт В.* Проблематичный интерфейс: биология и сравнительная политология // МЕТОД : Московский ежегодник трудов из обществоведческих дисциплин : сб. науч. тр. / РАН. ИНИОН. – Москва, 2016. – Вып. 6. – С. 13–32.
- Benedict R.* Patterns of culture. – London : Routledge, 1937. – xii, 291 p.
- Blackmore S.* Die Macht der Meme – oder: Die Evolution von Kultur und Geist. – München : Elsevier. 2005. – 414 S.
- Bochmann, Cathleen,* 2018: Staaten in der evolutionären Sackgasse? Neue Perspektiven der Staatszerfallsforschung. – Baden-Baden : Nomos, 2018. – 287 S.
- Brodie R.* Virus of the mind. The new science of the meme. – Seattle : Integral Press, 1996. – 256 p.
- Campbell D.T.* Variation and selective retention in socio-cultural evolution // Social change in developing Areas. A reinterpretation of evolutionary theory / H.R. Barringer [et al.] (Eds.). – Cambridge, Mass. : Schenkman, 1965. – P. 19–49.
- Cloak F.T.* Is a cultural ethology possible? // *Human Ecology*. – 1975. – Vol. 3, № 3. – P. 161–182.
- Dawkins R.* Universal Darwinism // Evolution from molecules to man / ed. D.S. Bendall. – Cambridge : Cambridge University Press, 1983. – P. 403–425.

- Dawkins R.* Meme, die neuen Replikatoren // Das egoistische Gen, Heidelberg : Spektrum, 2008 (1976). – S. 316–334.
- Demuth Ch.* Der Bundestag als lernende Institution. Eine evolutionstheoretische Analyse der Lern- und Anpassungsprozesse des Bundestages, insbesondere an die Europäische Integration. – Baden-Baden : Nomos 2009. – 435 S.
- Fioretos O., Falletti T.G., Sheingate A.* Historical Institutionalism in Political Science // The Oxford Handbook of Historical Institutionalism / Fioretos O., Falletti T.G., Sheingate A. (Ed.). – Oxford : Oxford University Press, 2016. – P. 3–30.
- Gräßler F.* Die Restabilisierung der gesetzlichen Rentenversicherung. Eine evolutionstheoretische Analyse der Reformen zwischen 2001 und 2007. – Wiesbaden : Springer VS, 2012. – 100 S.
- Heer S.* Institutionenwandel durch evolutorisches Lernen. Ursachen- und Prozessanalyse der Wahlsystemreform in Neuseeland von 1993. – Baden-Baden : Nomos, 2014. – 277 S.
- Heer S.* Parlamentsmanagement. Herausbildungs- und Funktionsmuster parlamentarischer Steuerungsstrukturen in Deutschland vom Reichstag bis zum Bundestag. – Düsseldorf : Droste, 2015. – 374 S.
- Hodgson G.M., Knudsen Th.* Why we need a generalized Darwinism, and why generalized Darwinism is not enough // Journal of Economic Behavior and Organization. – 2006. – № 61. – S. 1–19.
- In defence of generalized Darwinism / Aldrich H.E., Hodgson G.M., Hull D.L., Knudsen T., Mokyř J., Vanberg V.J. // Journal of Evolutionary Economics. – 2008, № 18. – P. 577–596.
- Lempp J.* (unter Mitarbeit von Werner J. Patzelt) Evolutionäre Institutionentheorie // Evolutorischer Institutionalismus. Theorie und exemplarische Studien zu Evolution, Institutionalität und Geschichtlichkeit / Patzelt W. (Hrg.), – Würzburg : Ergon, 2007. – S. 375–413.
- Lempp J.* Die Evolution des Rats der Europäischen Union. Institutionenevolution zwischen Inter-gouvernementalismus und Supranationalismus. – Baden-Baden : Nomos, 2009. – 560 S.
- Lewis O.A., Steinmo S.* How institutions evolve: Evolutionary theory and institutional change // Polity. – 2012. – Vol. 44, № 3. – S. 314–339.
- Losco J.* From outrage to orthodoxy? Sociobiology and political science at 35 // Politics and the Life Sciences. – 2011. – Vol. 30, № 1. – S. 80–84.
- Luhmann N.* Geschichte als Prozeß und die Theorie sozio-kultureller Evolution / Soziologische Aufklärung. – 1981. – Bd. 3 : Soziales System, Gesellschaft, Organisation / Opladen (Westdeutscher Verlag). – S. 178–197.
- Lynch A.* Thought contagion. How belief spreads through society. The new science of memes. – New York : Basic Books, 1996. – 256 p.
- Masters R.D.* The biological nature of the state // World Politics. – 1983. – Vol. 35, № 2. – P. 161–193.
- Mayr E.* Das ist Evolution. – München : Bertelsmann, 2003. – 320 S.
- Meißelbach Ch.* Die Evolution der Kohäsion. Sozialkapital und die Natur des Menschen. – Wiesbaden : Springer VS, 2019. – 630 S.
- Nelson R.R.* Universal Darwinism and evolutionary social science // Biology and Philosophy. – Springer Netherlands, 2007. – Vol. 22, № 1. – P. 73–94. – DOI:10.1007/s10539-005-9005-7. ISSN 1572-8404. S2 CID 143551363.
- North D.* Institutions, Institutional Change and Economic Performance. – Cambridge : Cambridge University Press, 1990. – 159 p.
- Parsons T.* Evolutionary Universals in Society // American Sociological Review. – 1964. – N 29. – P. 339–357.
- Parsons T.* The Evolution of Societies. Edited and with an introduction by Jackson Toby. – Englewood Cliffs, N.J., 1977. – 269 p.
- Patzelt W.J.* (Hrg.) Evolutorischer Institutionalismus. Theorie und exemplarische Studien zu Evolution, Institutionalität und Geschichtlichkeit. – Würzburg : Ergon, 2007. – 739 S.

- Patzelt W.J.* Perspektiven einer evolutionstheoretisch inspirierten Politikwissenschaft // Evolutorischer Institutionalismus. Theorie und exemplarische Studien zu Evolution, Institutionalität und Geschichtlichkeit / Patzelt W. (Hrsg.). – Würzburg : Ergon, 2007 a. – S. 183–235.
- Patzelt W.J.* Kulturwissenschaftliche Evolutionstheorie und Evolutorischer Institutionalismus // Evolutorischer Institutionalismus. Theorie und exemplarische Studien zu Evolution, Institutionalität und Geschichtlichkeit / Patzelt W. (Hrsg.). – Würzburg : Ergon, 2007 b. – S. 121–182.
- Patzelt W.J.* Die Allgemeine Evolutionstheorie und ihr Nutzen für die Sozialwissenschaften // Faktum Evolution. Gesellschaftliche Bedeutung und Wahrnehmung / Markus Knoflacher (Hrsg.). – Frankfurt u.a. : Peter Lang, 2011. – S. 217–246.
- Patzelt W.J.* (Hrsg.) Parlamente und ihre Evolution. Forschungskontext und Fallstudien. – Baden-Baden : Nomos, 2012. – 357 S.
- Patzelt W.J.* Der Schichtenbau der Wirklichkeit im Licht der Memetik // Die menschliche Psyche zwischen Natur und Kultur / Benjamin Lange, Sascha Schwarz (Hrsg.). – Lengerich, 2015 a. – S. 170–181.
- Patzelt W.J.* Was ist Memetik? // Die menschliche Psyche zwischen Natur und Kultur / Benjamin Lange, Sascha Schwarz (Hrsg.). – Lengerich, 2015 b. – S. 52–61.
- Patzelt W.J.* Comparative politics and biology // Handbook of Biology and Politics / Peterson Steven A., Somit Albert (Hrsg.). – Cheltenham ; Northampton : Elgar, 2017. – P. 181–205.
- Patzelt W.J.* Parlamentarismusforschung. Einführung. – Baden-Baden : Nomos, 2020. – 597 S.
- Patzelt W.J.* Evolutionsforschung in der Politikwissenschaft // Evolutorische Ökonomik. Konzepte, Wegbereiter und Anwendungsfelder / Lehmann-Waffenschmidt Marco, Peneder Michael (Hrsg.). – Wiesbaden : Springer Gabler, 2022. – S. 395–433.
- Peterson Steve A., Somit Albert* (Hrsg.) Biology and Politics: The Cutting Edge. – Bingley : Emerald, 2011. – 264 p.
- Peterson Steve A., Somit Albert* (Hrsg.) Handbook of Biology and Politics. – Cheltenham / Northampton : Elgar, 2017. – 560 p.
- Riedl R.* Die Ordnung des Lebendigen. Systembedingungen der Evolution. – München, 1990 [1975]. – 467 S.
- Riedl R.* Strukturen der Komplexität. Eine Morphologie des Erkennens und Erklärens. – Berlin et al. : Springer, 2000. – 380 S.
- Riedl R.* Riedls Kulturgeschichte der Evolution. Die Helden, ihre Irrungen und Einsichten. – Berlin u.a. : Springer, 2003. – 236 S.
- Schurz G.* Evolution in Natur und Kultur. Eine Einführung in die verallgemeinerte Evolutionstheorie. – Heidelberg : Spektrum, 2011. – 453 S.
- Somit A., Peterson S.A.* (Hrsg.) Biopolitics and the Mainstream: Contributions of Biology to Political Science. – Greenwich, Conn., 1994. – 310 p.
- Thayer B.A.* Evolution and the American Social Sciences. An Evolutionary Social Scientist's View // Politics and the Life Sciences. – 2004. – Vol. 23, N 1. – P. 2–11.
- Thelen, Kathleen.* How Institutions Evolve // Comparative Historical Analysis in the Social Sciences / Mahoney James, Rueschemeyer Dietrich (Hrsg.). – New York, 2002. – P. 208–239.

Werner Patzelt<sup>1</sup>

**New analytic and methodological opportunities:  
Political science and theories of evolution**

*Abstract.* The article is devoted to the analysis of the problems faced by the interaction of political science with the theory of evolution, as well as the opportunities that open up for political science with the success of such interaction. The author considers the most characteristic interfaces of political science convergence with evolutionary theory: anthropological, system-theoretical, historical-theoretical and morphological, noting the specifics and problems inherent in each of them. At the same time, special attention is paid to the last two, within the framework of which a promising development of historical institutionalism familiar to political science in the direction of evolutionary institutionalism is proposed. The application of the conceptual apparatus of evolutionary theory and morphology to the study of political institutions and processes opens up great cognitive opportunities for political science. The author assumes that persistent and comprehensive work in this direction would make it possible to create a so-called political science. «systema institutionum politicarum», similar to the «systema naturae» created in biology by Carl Linnaeus, which opened the history of species. The heuristic possibilities of applying the evolutionary theory in other areas of political science, in particular, in the study of political behavior and in the study of the mechanisms of political and cultural transmissions, are considered.

*Keywords:* evolution; evolutionary theory; political science; interdisciplinary interfaces; evolutionary institutionalism; evolutionary political science.

*For citation:* Patzelt W. (2022) New analytic and methodological opportunities: Political science and theories of evolution. METHOD: Moscow Quarterly of Social Studies, 2 (3), 190–218. DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.08

## References

- Aldrich H.E., Hodgson G.M., Hull D.L., Knudsen T, Mokyr J, Vanberg V.J. (2008). In defence of generalized Darwinism. *Journal of Evolutionary Economics*, 18, 577–596.
- Benedict R. (1937). *Patterns of culture*. London: Routledge.
- Blackmore S. (2005). *Die Macht der Meme – oder: Die Evolution von Kultur und Geist*. München: Elsevier. (In German.)
- Bochmann C. (2018). *Staaten in der evolutionären Sackgasse? Neue Perspektiven der Staatszerfallsforschung*. Baden-Baden, Nomos. (In German.)
- Brodie R. (1996). *Virus of the mind. The new science of the meme*. Seattle: Integral Press.
- Campbell D.T. (1965). Variation and selective retention in socio-cultural evolution. In: *Social change in developing Areas. A reinterpretation of evolutionary theory*. H.R. Barringer et al. (Eds.). Cambridge, Mass.: Schenkman.
- Cloak F.T. (1975). Is a cultural ethology possible? *Human Ecology*, 3(3), 161–182.
- Dawkins R. (1983). Universal Darwinism. In: *Evolution from molecules to man*. D.S. Bendall (Ed.). Cambridge University Press.
- Dawkins R. (2008 [1976]). Meme, die neuen Replikatoren. In: *Das egoistische Gen (pp. 316–334)*. Heidelberg: Spektrum. (In German.)

---

<sup>1</sup> **Patzelt Werner**, Professor at the Technical University, Dresden, Germany, e-mail: werner.patzelt@tu-dresden.de



- Demuth C. (2009). *Der Bundestag als lernende Institution. Eine evolutionstheoretische Analyse der Lern- und Anpassungsprozesse des Bundestages, insbesondere an die Europäische Integration*. Baden-Baden: Nomos. (In German.)
- Fioretos O., Falleti T.G., & Sheingate, A. (2016). Historical Institutionalism in Political Science. In: *The Oxford Handbook of Historical Institutionalism* (pp. 3–30). Fioretos, O., Falleti, T.G., & Sheingate, A (Hrsg.). Oxford University Press.
- Goethe J.W. (1986). Urworte. Orphisch. In: *Faust. Lirika* (p. 733). Moscow: Hudozhestvennaja literatura. (In Russ.)
- Gräßler F. (2012). *Die Restabilisierung der gesetzlichen Rentenversicherung. Eine evolutionstheoretische Analyse der Reformen zwischen 2001 und 2007*. Wiesbaden: Springer VS. (In German.)
- Heer S. (2014). *Institutionenwandel durch evolutorisches Lernen. Ursachen- und Prozessanalyse der Wahlsystemreform in Neuseeland von 1993*. Baden-Baden: Nomos. (In German.)
- Heer S. (2015) *Parlamentarismmanagement. Herausbildungs- und Funktionsmuster parlamentarischer Steuerungsstrukturen in Deutschland vom Reichstag bis zum Bundestag*. Düsseldorf: Droste. (In German.)
- Hodgson G.M., Knudsen T. (2006). Why we need a generalized Darwinism, and why generalized Darwinism is not enough. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 61, 1–19.
- Lempp J. (2009). *Die Evolution des Rats der Europäischen Union. Institutionenevolution zwischen Intergouvernementalismus und Supranationalismus*. Baden-Baden: Nomos. (In German.)
- Lempp J., Patzelt W.J. (2007). Evolutionäre Institutionentheorie. *Patzelt 2007*, 375–413. (In German.)
- Lewis O.A., Steinmo S. (2012). How institutions evolve: Evolutionary theory and institutional change. *Polity*, 44(3), 314–339.
- Losco J. (2011). From outrage to orthodoxy? Sociobiology and political science at 35. *Politics and the Life Sciences*, 30(1), 80–84.
- Luhmann N. (1981). Geschichte als Prozeß und die Theorie sozio-kultureller Evolution. In: *Soziologische Aufklärung, Bd. 3: Soziales System, Gesellschaft, Organisation* (SS. 178–197). Opladen (Westdeutscher Verlag). (In German.)
- Lynch A. (1996). *Thought contagion. How belief spreads through society. The new science of memes*. New York: Basic Books.
- Masters R.D. (1983). The biological nature of the state. *World Politics*, 35(2), 161–193.
- Mayr E. (2003). *Das ist Evolution*. München: Bertelsmann. (In German.)
- Meißelbach C. (2019). *Die Evolution der Kohäsion. Sozialkapital und die Natur des Menschen*. Wiesbaden: Springer VS. (In German.)
- Nelson R.R. (2007). Universal Darwinism and evolutionary social science. *Biology and Philosophy*, 22(1), 73–94. DOI:10.1007/s10539-005-9005-7. ISSN 1572-8404. S2 CID 143551363.
- North D. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Parsons T. (1964). Evolutionary Universals in Society. *American Sociological Review*, 29, 339–357.
- Parsons T. (1977). *The Evolution of Societies*. Jackson Toby (Ed.). Englewood Cliffs, N.J.
- Patzelt W.J. (2007). *Evolutorischer Institutionalismus. Theorie und exemplarische Studien zu Evolution, Institutionalität und Geschichtlichkeit*. Würzburg: Ergon. (In German.)
- Patzelt W.J. (2012). Institutional evolution, morphology and lessons from history. *Politicheskaja nauka*, 3, 50–70. (In Russ.)
- Patzelt W.J. (2014). Reading History: An Outline of Evolutionary Morphology. *METHOD: Moscow Yearbook of Social Studies*, 4, 228–260. (In Russ.)
- Patzelt W.J. (2016). Problematic interface: Biology and comparative politics. *METHOD: Moscow Yearbook of Social Studies*, 6, 13–32. (In Russ.)
- Patzelt W.J. (2018). Genes, memes, signs. *METHOD: Moscow Yearbook of Social Studies*, 8, 185–211. (In Russ.)

- Patzelt W.J., (2007 a). Perspektiven einer evolutionstheoretisch inspirierten Politikwissenschaft. *Patzelt 2007*, 183–235. (In German.)
- Patzelt, W.J. (2007 b). Kulturwissenschaftliche Evolutionstheorie und Evolutorischer Institutionalismus. *Patzelt 2007*, 121–182.
- Patzelt, W.J. (2011). Die Allgemeine Evolutionstheorie und ihr Nutzen für die Sozialwissenschaften. In: *Faktum Evolution. Gesellschaftliche Bedeutung und Wahrnehmung* (SS. 217–246). Markus Knoflacher (Hrsg.). Frankfurt u.a. (Peter Lang). (In German.)
- Patzelt, W.J. (2012). *Parlamente und ihre Evolution. Forschungskontext und Fallstudien*. Baden-Baden, Nomos. (In German.)
- Patzelt, W.J. (2015) Der Schichtenbau der Wirklichkeit im Licht der Memetik. In: *Die menschliche Psyche zwischen Natur und Kultur* (SS. 170–181). B.P. Lange, S. Schwarz (Hrsg.). Lengerich. (In German.)
- Patzelt, W.J. (2015 a). Was ist Memetik? In: *Die menschliche Psyche zwischen Natur und Kultur* (SS. 52–61). B.P. Lange, S. Schwarz (Hrsg.). Lengerich.
- Patzelt, W.J. (2017). Comparative politics and biology. In: *Handbook of Biology and Politics* (SS. 181–205). Peterson S.A., Somit A. (Hrsg.). Cheltenham / Northampton: Elgar.
- Patzelt, W.J. (2020) *Parlamentarismusforschung*. Einführung, Nomos: Baden-Baden. (In German.)
- Patzelt, W.J. (2022). Evolutionsforschung in der Politikwissenschaft. In: *Evolutionäre Ökonomik. Konzepte, Wegbereiter und Anwendungsfelder* (SS. 395–433). Lehmann-Waffenschmidt M., Peneder M. (Hrsg.). Wiesbaden: Springer Gabler. (In German.)
- Peterson S.A., Somit A. (2011). *Biology and Politics: The Cutting Edge*. Bingley: Emerald.
- Peterson S.A., Somit A. (2017). *Handbook of Biology and Politics*. Cheltenham / Northampton: Elgar.
- Riedl R. (1990 [1975]). *Die Ordnung des Lebendigen. Systembedingungen der Evolution*. München. (In German.)
- Riedl R. (2000). *Strukturen der Komplexität. Eine Morphologie des Erkennens und Erklärens*. Berlin et al.: Springer. (In German.)
- Riedl R. (2003). *Riedls Kulturgeschichte der Evolution. Die Helden, ihre Irrungen und Einsichten*. Berlin u.a. (In German.)
- Schurz G. (2011). *Evolution in Natur und Kultur. Eine Einführung in die verallgemeinerte Evolutionstheorie*. Heidelberg: Spektrum. (In German.)
- Somit A., Peterson S.A. (1994). *Biopolitics and the Mainstream: Contributions of Biology to Political Science*. Greenwich, Conn.
- Thayer B.A. (2004). Evolution and the American Social Sciences. An Evolutionary Social Scientist's View. *Politics and the Life Sciences*, 23(1), 2–11.
- Thelen K. (2002). How Institutions Evolve. In: *Comparative Historical Analysis in the Social Sciences* (pp. 208–239). Mahoney J., Rueschemeyer D. (Hrsg.). New York.

---

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛОЦИЯ

DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.09

**В.С. Авдонин<sup>1</sup>**

**Эволюционная экономика: концепты,  
исследовательское поле, вехи развития**

Реферат книги: *Evolutorische Ökonomik. Konzepte, Wegbereiter und Anwendungsfelder* / M. Lehmann-Waffenschmidt, M. Peneder (Hrsg.). Springer Nature, Wiesbaden GmbH, 2022. 256 S.

*Ключевые слова:* эволюционная экономика; теория эволюции; макроэкономика; микроэкономика; самоорганизация; методы эволюционного анализа; прикладные области эволюционной экономики; социальные науки; австрийская экономическая школа.

*Для цитирования:* Авдонин В.С. Эволюционная экономика: концепты, исследовательское поле, вехи развития. Реферат книги: *Evolutorische Ökonomik. Konzepte, Wegbereiter und Anwendungsfelder* / M. Lehmann-Waffenschmidt, M. Peneder (Hrsg.). Wiesbaden : Springer Nature (GmbH), 2022. 256 S. // МЕТОД : московский ежеквартальник трудов из общественных дисциплин: ежеквартал. науч. изд. / под ред. М.В. Ильина ; ИНИОН РАН, центр перспект. методологий соц.-гуманит. исследований. – М., 2022. – Вып. 12. – Т. 2, № 3. – С. 219–231.– DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.09

Во введении к этой книге ее издатели Марко Леман – Ваффеншмидт из Технического университета Дрездена и Михаэль Пенедер из Австрийского института экономических исследований (Вена) отмечают, что, «несмотря на впечатляющее развитие эволюционная экономика пока не принадлежит к ядру экономической науки», «можно видеть, что учебники по эволюционной экономике до сих пор не входят в круг принятых в экономической науке учебных пособий» (S. IV). Задачу своего тома они видят в том, чтобы внести вклад в преодоление отрыва эволюционной экономики от исследований и учебной практики современной экономической науки и смежных с ней дисциплин, представив ряд обзорных работ по различным аспектам эволюционной экономики. При этом основная цель состоит в том, чтобы показать единство эволюционного мышления в рассмотрении различных тем, сюжетов и направлений. Это важно и для самой эволюци-

---

<sup>1</sup> **Авдонин Владимир Сергеевич**, д-р полит. наук, вед. н. сотр. ИНИОН РАН, e-mail: avdoninvla@mail.ru

онной экономики как сравнительно молодой дисциплины, которая нуждается в дальнейшем развитии. Также подчеркивается, что это развитие должно состоять не в обострении споров между различными догматическими утверждениями, а в том, чтобы идеи и положения эволюционной экономики в полной мере вошли в основной канон экономической науки, стали для нее привычными и само собой разумеющимися.

Том открывается отдельной главой, посвященной общему обзору подходов в исследованиях эволюционной экономики. Ее автор **Ульрих Витт** дает широкую панораму этих подходов, отмечая, что они сосредоточены не столько на том, как и почему функционирует экономическая система, сколько на том, как эта система и ее основные составные части возникают в силу определенных исторических условий и последовательности причинных взаимодействий. Отличия подходов эволюционной экономики касаются, прежде всего, исследований экономического поведения, познавательных процедур и социальной координации. В то же время подчеркивается, что общим моментом с канонической экономической наукой является интерес к изучению предметов в контексте влияния на них происходящих экономических изменений.

Далее в книге выделяются четыре основные части, в которых представлены соответственно: основные концепции эволюционной экономики (ч. 1), основные области ее применения в экономической науке (ч. 2) и в смежных дисциплинах (ч. 3), а также основные вехи (и персоналии) ее исторического становления (ч. 4).

Первая, концептуальная часть начинается с главы **Курта Допфера** «*Координация как системный принцип и исторический процесс. Элементы реконструкции эволюционной экономики*», в которой автор анализирует концепт координации как один из ключевых концептов эволюционной экономики. Он связывает процесс появления структур (*Emergenz von Strukturen*) в эволюционирующей экономике с процессом координации знаний. Далее он противопоставляет идущий от Адама Смита принцип разделения труда как «нисходящий» процесс дифференциации существующих структур принципу эндогенных инноваций Йозефа Шумпетера как «восходящему» процессу, производящему новые комбинации и структуры. Автор представляет свою концепцию появления структур из координации знаний как трехфазовый процесс, протекающий в экономике на микро-, мезо- и макроуровнях, и связывает его с эволюционными представлениями о действии мутаций, отбора и воспроизводства. На микроуровне креативные акторы вводят инновации, которые через подражание и диффузию новых видов активности появляются на мезоуровне. И наконец, происходят структурные изменения на макроуровне, которые меняют свойства экономической системы в целом.

Вторая статья этой части «*Эволюция и случайность: от сравнительных эволюционных исследований к анализу причинности*» представлена одним из издателей всего тома **Марко Леманом-Ваффеншмидтом**. Автор

предлагает новый эволюционный сравнительный подход к исследованию экономических изменений, строящийся на аналогии со сравнительно-статистическим или сравнительно-динамическим анализом. Он призван ответить на вопрос, как может изменяться постепенно протекающий и результативный экономический процесс, будь он историческим (историко-фактическим) или будущим, если в его критических точках возможны альтернативные, но вполне определенные и обоснованные, варианты протекания. Применительно к будущему (процесса) этот подход оперирует различными сценариями («если..., то»), а в отношении историко-фактического процесса он рассматривает альтернативно возможные события и системные состояния («что было бы, если...»). Автор отмечает, что этот эволюционно-сравнительный подход основывается на классическом понимании случайности («нечто возможно, но не необходимо»), что непосредственно подводит к вопросу об интенсивности причинных отношений между событиями и состояниями системы в разные моменты времени. Представленный подход к сравнительному анализу случайного позволяет расширить метод градуального (интертемпорального) измерения отношений причинности, обходясь без явных вероятностей, но интегрируя возможность включения некоторой вероятностной информации.

Две следующих статьи этой части книги посвящены самоорганизации. В первой из них, так и названной – «*Самоорганизация*», **Петер Вайзе** рассматривает общие принципы упорядочивающих структур, которые посредством обратной связи стабилизируют свои собственные основания. Он обосновывает связь между самоорганизацией и эволюцией и взаимодействие микро- и макроуровней. Подробный анализ самоорганизации на примере морали и институтов этот автор представляет в специальных статьях, включенных во вторую часть книги (см. ниже).

Анализ самоорганизации в этой части книги продолжает глава «*Эволюционная спонтанно упорядоченная экономика (Ordnungsökonomik)*», написанная **Дитером Шмидтхеном и Рональдом Кирштейном**. В центре их анализа феномен «спонтанного порядка» как ключевой момент комплексно адаптивных общественных систем. На примере исследования процесса возникновения соглашений / конвенций авторы обнаруживают связь между концепциями спонтанного порядка, транзакционных издержек и координационной инстанции. В силу этого креативные предприятия обнаруживают пробелы в координации, которые закрывают с помощью арбитражной инстанции, посредством чего и устанавливают порядок.

Еще две статьи этой части посвящены вопросам связи микро- и макроуровней в экономике. **Адольф Вагнер** в главе «*Эволюционная макроэкономика*» обращает внимание на желательность использования в ее изучении тенденций современного макроэкономического анализа, которые направлены на исключительное использование переменных и методов обработки, поддающихся количественной оценке и вычислениям. Он отмечает, что инновационные модификации в экономике и краткосрочные

эффекты латентных инноваций могут исследоваться с учетом ретроспективных (ex-post) баз данных в динамических моделях, а при прогнозировании – с учетом последовательности шагов в экономическом «пошаговом цикле» (Step-Cycles), при этом базовым исходным пунктом могут служить данные о ВВП. Следует также учитывать, что как чисто феноменологический анализ, так и чисто вычислительный могут быть проблематичны и нуждаются в координации, чему, в частности, может способствовать преобразование ряда целевых определений в макроэкономике, которые бы усиливали представления о гибкости, устойчивости и, в то же время, уязвимости системы.

В следующей статье «*Микрофундамент макроэкономики*» **Райнер Фоскамп** предлагает анализ, исходящий из некоторой теоретической модели. Автор основывается на утверждении, что присущее традиционным экономическим моделям представление о репрезентативных агентах (и эмпирической реальности гетерогенных индивидов) вызывает некое противопоставление способов поведения и технологий, что, в свою очередь, оказывается предпосылкой для возникновения структур. Он также отмечает, что эволюционная экономика не так часто обращается к макроэкономическим феноменам и предлагает набор подходов для синтеза микро- и макроэкономического рассмотрения. Автор утверждает, что они должны базироваться на основополагающих работах Ричарда Нельсона и Сиднея Винтера, а также на ранних работах Гунара Элиассона и современном агентном моделировании (agent-based model – АВМ).

В следующей статье «*Имитационные модели Нельсона – Винтера*» тот же автор рассматривает появление в 1982 г. этих моделей как своего рода начало формирования эволюционной экономики в качестве самостоятельной научной дисциплины. Первоначально они применялись в области исследований индустриального роста в русле теории экономического развития Шумпетера, но затем получили распространение и в других областях экономической науки. Авторы этих моделей смогли интерпретировать и формализовать поведение предпринимателей и фирм на рынке в условиях появления инноваций как процесс их постепенного обучения и освоения ими этих инноваций и включения их в набор своих прежних рутинных практик. Динамические уравнения модели также позволили показать, что они способны отражать точки оптимума на новом уровне, т.е. фиксировать процесс экономического роста в условиях конкурентного равновесия. В дальнейшем принципы построения этих моделей были развиты в направлении так называемых «ориентированных на историю» моделей («history-friendly models»), а также легли в основу агентного моделирования, которое образует сегодня целый комплекс моделей.

Этому моделированию посвящена следующая статья книги «*Агентные имитации как методы эволюционного анализа*», представленная **Сильвией Гизендорф**. Автор рассматривает этот вид моделей как способ моделирования макроэкономических феноменов на основе поведения и

интеракций индивидуальных акторов на микроуровне. Они позволяют исследовать, как интеракции гетерогенных и часто ограниченно рациональных акторов между собой и с внешней средой воздействуют на всю макро-систему. В эволюционной экономике они применяются для моделирования возникновения инноваций и экономического роста, движения рынков акций, кооперации и формирования сетевого взаимодействия, конфликтов землепользователей, ресурсных проблем и климатических изменений и т.д., а также для моделирования процессов обучения и приспособления акторов. Эти модели делают процесс изменений более наглядным и детальным, позволяя лучше обнаруживать и понимать такие феномены как самоорганизация, зависимость от пути развития, процессы обучения и адаптации, а также лучше представлять прозрачность системы в целом. Они не всегда могут дать точные прогнозы, но могут указать релевантные процессы и реалистические пространства возможностей, которыми располагает и к которым тяготеет система.

Еще одна статья в первой части *«Бионика, кибернетика и эволюционные алгоритмы»*, написанная **Хансом-Паулем Швейфелем**, освещает вопрос о возможности применения в эволюционной экономике эволюционных алгоритмов. Автор описывает их как метод, позволяющий концептуализировать, строить и управлять различными системами. Он подчеркивает, что идея этих алгоритмов, связанная с теорией биологической эволюции, получила первоначальную разработку в таких почти забытых областях, как бионика и кибернетика, которые сегодня активно возрождаются. Автор также предупреждает об осторожности прямого переноса эволюционных алгоритмов на модели экономического поведения, так как с их помощью можно описывать поведение относительно простых организмов. А при исследовании сложных комплексных решений сознательно действующих людей они должны применяться с известными ограничениями.

Заключает концептуальную часть статья одного из издателей тома **Михаэля Пенедера** *«Системная динамика и эволюционные изменения»*. В ней он сосредоточивает внимание на рассмотрении трех базовых функций систем – изменчивости, сохранении / кумуляции и отборе. Акцент на их одновременное взаимодействие отличает описание эволюционных изменений от альтернативных описаний систем, таких как стационарное равновесие, случайный дрейф, монотонные / однообразные изменения («steady change»). Проследившая дальнейшую дифференциацию функциональной структуры на микро-, мезо- и макроуровнях, автор приходит к типологии соответствующих интервенций и классификации эволюционной экономической политики в корпоративной, структурной и локационной областях.

Вторая часть тома посвящена прикладным областям исследований эволюционной экономики. Ее предваряет статья **Эдуарда Брандштедтера и Антона Кюбергера** *«Когнитивная наука»*, в которой авторы сосредоточивают внимание на исследовании вопросов взаимодействия физического

и ментального миров. Они отмечают, что когнитивная наука охватывает исследование методов и подходов таких дисциплин как психология, искусственный интеллект, лингвистика, нейробиология и философия, направленных на изучение изменений ментальных репрезентаций в ходе переработки информации. Ее главная цель состоит в объяснении и обосновании возможностей науки о ментальном / психическом познании (когниции). При этом основное внимание приковано к вопросам о природе когнитивных репрезентаций (символические и субсимволические) и об архитектуре когнитивных систем (общие и модульные).

Следующая статья **Тильмана Слембека** «*Эволюция и обусловленное обучение*» направлена на исследование процессов обучения. По мнению автора, для эволюции экономики они имеют первостепенное значение, хотя в стандартных экономических моделях им обычно уделяется мало внимания. Он выступает за более широкое и значимое включение в экономическое моделирование процессов обучения на основе хорошо объяснимых и эмпирически проверяемых предположений об условиях этих процессов. В качестве концептуальной основы эмпирически операционализируемой теории он предлагает подход обусловленного обучения с дифференцированным рассмотрением условий процессов обучения.

В продолжение темы самоорганизации, рассмотренной в первой части, в этой части **Петер Вайзе** представляет главу «*Мораль*» и две главы, посвященные институтам – «*Институты и нормы*» (в соавторстве с **Томасом Эгером**) и «*Возникновение и изменение институтов*».

В главе о морали автор отмечает, что она возникает в обществе как способ координации действий, которые приносят пользу другим, но не дают одновременно ценностно эквивалентной компенсации (как при обмене) и не вызваны угрозой применения санкций (в смысле принуждения к нормам). Мораль может закрепляться в популяции, если моральные действия приносят эмоциональное внутреннее удовлетворение / вознаграждение или если их носители в среднем и в долгосрочной перспективе также извлекают выгоду из взаимных моральных действий других.

В главах об институтах авторы анализируют их возникновение как процесс формирования предпочтений к одним видам действий по сравнению с другими, из этого возникает регулярное поведение, что через стабилизацию ожиданий создает конформное давление, ведущее к состоянию порядка. Далее объясняется, что индивиды в дополнение к своим предпочтениям усваивают и определенные ограничения на действия. При возрастающей иерархизации и юридизации правил поведения это приводит к тому, что санкционируемые нормы в значительной мере заменяют мораль как способ координации и самоорганизации.

В следующей статье «*Предпринимательство и предприниматели*» **Александр Эбнер** подчеркивает, что внимание к этой теме является неотъемлемой частью эволюционно-экономического анализа. В теории экономического развития Шумпетера инновационные предприниматели



выступают главными агентами изменений. В концепциях австрийской экономической школы они составляют важнейший фактор координации знаний в рамках рыночной конкуренции. В современных эволюционно-экономических подходах подчеркивается роль ментальных процессов с их социокультурной обусловленностью в контексте институциональных стимулов и санкций. В качестве примера автор рассматривает концепцию «когнитивного лидерства», которая делает упор на мотивацию и координацию в новых бизнес-моделях посредством создания некоторой «общей когнитивной структуры» внутри компаний.

В статье «*Трансфер технологий через производственную интеграцию*» **Герман Шнабль** анализирует процесс диффузии инноваций как передачу технологических новшеств пользователям. При этом он особенно внимательно рассматривает процессы, которые называет «неявной формой трансфера исследований». Они представляют собой использование и освоение компаниями инновационных предварительных продуктов и инновационных капитальных товаров, поступающих из других компаний и секторов экономики.

**Беттина Кизельбах** в статье «*Цифровизация и эволюционный анализ технологических систем, режимов и таксономий*» анализирует состояние исследований эволюционной экономики в области инноваций и технологических изменений, связанных с цифровизацией. Она отмечает, что наиболее важные работы по технологическим инновациям и таксономии появились в эволюционно-экономической литературе в 80–90-е годы прошлого века (Павитт, 1984; Малерба и Орсениго, 1995; 1997). Они в основном предполагали текущие инновации, но почти не учитывали сдвиги, связанные с цифровизацией. В связи с этим в литературе по эволюционной экономике наблюдается пробел по тематике цифровой трансформации. Автор указывает на необходимость критически пересмотреть существующие таксономии технологических изменений, связанных с инновациями, на предмет их применимости к анализу процессов цифровизации и определить современные требования к дальнейшему развитию этой отрасли науки.

В статье «*Эмпирическая эволюционистика как многоплановый вызов науке*» **Адольф Вагнер** предлагает критический взгляд на познавательные инструменты эволюционных экономических исследований, отмечая ограниченность получаемых знаний. Тем не менее общество ожидает от национальной экономики более эффективных и гуманных условий для экономической сферы, что требует опоры на научно-теоретические, эконометрические и статистические знания. Автор подробно рассматривает проблемы и ограничения, которые возникают во всех этих видах знания, указывая проблемы «неуверенной статистики», «неопределенной эконометрии» и «не очень сведущей теории», используя в качестве примера эмпирическое определение безработицы.

В следующей статье «*Создание денег и экономический рост: необходимая коэволюция*» **Матиас Бинсвангер** подчеркивает взаимную зави-

симось реальной переменной «экономический рост» от номинальной переменной «объем кредита» в растущих экономиках. Он объясняет, как можно использовать способность банков создавать деньги «из воздуха» в зависимости от различных целей: а) за счет продуктивных инвестиций для реального роста; б) за счет дополнительных потребительских расходов или непроизводительных инвестиций потребителей и производителей; в) за счет покупки ценных бумаг, что ведет к инфляции и возможному образованию ценовых пузырей на финансовом рынке. Соответственно, требуется, чтобы эволюционная экономика учитывала в своих экономических теориях взаимодействие создания денег, экономического роста, инфляции и спекулятивных пузырей на финансовых рынках.

В следующей статье «Термодинамика» **Матиас Рут** исходит из того, что экономические законы подчиняются естественным законам, в том числе и законам термодинамики. Он ставит двойную задачу: описать основные принципы термодинамического анализа и выяснить их важность для эволюционной экономики. При этом он не ограничивается простыми аналогиями, а исследует возможности непосредственного применения термодинамических принципов к социально-экономической и, в особенности, эволюционно-экономической области анализа. В частности, он подчеркивает, что особую роль здесь играют количественная измеримость и градиентные свойства процессов в порождающих системах.

Завершают вторую часть тома две статьи **Томаса Геллингера** о релевантности эволюционного подхода для ответа на современные экологические вызовы. В первой из них «Дискуссия об устойчивом развитии в эволюционной перспективе» автор обсуждает идею коэволюции биосферы и антропосферы. Принцип устойчивого развития означает согласование потребностей людей в использовании природных ресурсов с тем, что будет доступно следующим поколениям. Традиционные подходы исходят из взаимозаменяемости природных ресурсов и физического капитала (включая новые технологии) и, следовательно, имеют тенденцию к стимулированию через систему цен. В отличие от них эволюционный подход направлен на дифференциацию и согласование: а) эффективности (расход ресурсов на единицу потребления); б) согласованности / консистентности (уменьшение загрязнения окружающей среды на использование ресурсов) и в) достаточности (ограничение потребления).

Во втором материале «Эволюционная энергетическая экономика и энергетический переход» тот же автор анализирует исторически сложившееся «качественное несоответствие» между потребностью в полезной энергии и расточительным использованием первичной энергии высокой плотности. Причинами этого «эволюционно нерационального распределения» являются легкая доступность и конвертируемость энергии, а также низкие затраты на выработку. Далее автор рассматривает политэкономия энергетического перехода к возобновляемым источникам энергии, отмечая влияние на этот процесс зависимости от пути развития, долгосрочно-

сти инвестиций, высоких затрат на переучивание и проблем, связанных с принятием политических решений.

В третьей части рассматривается взаимодействие эволюционной экономики с другими, прежде всего смежными, научными дисциплинами. Ее предваряет статья **Ламберта Коха, Вальтера Этча и Силии Граупе** «*Основы теории науки*». В ней авторы рассматривают процесс возникновения и развития науки, обращаясь к базовым основаниям теории познания и теории науки. В частности, анализируются критический рационализм Поппера, подходы эволюционной биологии, а также радикальные конструктивистские теории. Их главный тезис состоит в том, что, хотя в повседневном познании и поведении поляризация между эпистемологическим реализмом и релятивизмом в значительной мере скрыта и большинство людей можно рассматривать как «гипотетических реалистов», но, когда перед ними возникают проблемные ситуации, в которых требуется поиск решений, этот поиск оказывается сходным с эволюционным процессом отбора вариантов и выдвижения / опровержения гипотез.

В статье «*Психология и экономика. Амбивалентная роль психологии в экономическом анализе*» **Гизела Кубон-Гликке** исследует особенности психологических предположений, распространенных в экономической науке. Она показывает, что принятые школами внутренней психологии принципы различения между действующим субъектом («Я»), его предпочтениями («ОНО») и данными ограничениями («Сверх-Я») в значительной степени совместимы с принципами оптимизации выгод в неоклассической экономике. В то же время применение в экономике других, гетерогенных психологических подходов указывает, скорее, на расхождение с неоклассикой. Это заметно в теориях предприятия, в институциональной экономике, в экономике инноваций, в теории принятия решений в условиях неопределенности, а также в социобиологических, нейробиологических, социокультурных концепциях формирования предпочтений. По мере отказа от представлений о полной рациональности субъектов и усиления интервенционистских тенденций для экономики особое значение приобретают нормативные вопросы.

В следующей статье «*Экспериментальные поведенческие исследования*» **Вернер Гют и Рейнхард Титц** противопоставляют представлениям о полной рациональности поведения, а также эволюционным подходам, основанным исключительно на выборе и взаимодействии правил поведения, концепции ограниченной рациональности. При этом когнитивные ограничения учитываются, прежде всего, при принятии решений в сложных и комплексных ситуациях, но одновременно признается, что индивиды при помощи предварительных соображений пытаются приспособиться к ситуациям принятия решений и реагируют на их комплексность. Авторы также предлагают методические разработки, позволяющие экспериментально показать, что индивиды, например, адекватно схватывают контекст, устанавливают причинно-следственные связи между решением и

его последствиями или способны учитывать и оценивать альтернативные варианты действий.

В статье «*Социология*» **Дирк Бэкер** обсуждает соотношение между социологией и экономикой с акцентом на сходства и различия между хозяйством и обществом. Он отмечает, что именно «социальные структуры понимаются как предпосылки для действия рынков, предпринимательства, форм труда и потребительского поведения». И эти феномены посредством эволюционных механизмов, нарушающих и восстанавливающих равновесие, дифференцируются в обществе, отвечая за воспроизводство его хозяйственной жизни.

**Вернер Патцельт** в статье «*Политическая наука*» показывает, что последняя еще далеко не в полной мере восприняла эволюционную теорию. Отчасти это связано с влиянием исторических исследований, отчасти – с социокультурными обстоятельствами, которые могут быть раскрыты социологическим анализом. Условия для связей и интерфейсов между социальной наукой и эволюционной теорией автор видит в таких областях, как антропология, системная теория, теория истории и морфология. А, говоря конкретнее, в области «биологических оснований политических действий и образования политических структур», а также в развитии эволюционного исследования институтов (эволюционного институционализма).

В статье «*Зависимость от пути развития в экономической истории*» **Дуглас Пуфферт** исходит из тезиса о том, что экономический порядок размещения (Allokationsverfahren) зависит от пути развития, если его история оказывает длительное воздействие на характер и свойства последующих размещений, и указывает, что релевантность метода анализа зависимости от пути развития во многом базируется на исследовании исторических процессов. В то время как неоклассическая экономика рассматривает историю в лучшем случае в качестве экзогенного параметра, подобного институтам, технологиям, предпочтениям, информации, экономическая история в ходе анализа зависимости от пути развития выступает наиболее адекватным базовым фактором. Автор разбирает это на наиболее часто приводимом примере формирования клавиатуры QWERTY, где складывавшиеся условия ее совершенствования хорошо показывают зависимость размещения от пути развития, а также на ряде других исторических примеров.

В последней статье этой части «*Эволюционная экономика и история*» **Андреас Реш** сосредоточивает внимание на общности онтологических и эвристических основ исследовательских полей обеих дисциплин. Примерами этого являются изменения в информационных потоках, появление инноваций, неоднородность акторов, концентрация внимания на многоуровневых формах социальной организации и др. Обе дисциплины также сталкиваются с проблемой осмысления логики конкретных процессов, а также конкретных действий отдельных акторов и их структурной обусловленности специфическими факторами окружающей среды. Для развития междисциплинарного диалога автор призывает обращать больше вни-

мания на изучение тех событий, которые считаются само собой разумеющимися для историков или часто не очень ценными для экономистов. Он видит особую ценность в подробных тематических исследованиях, способных приводить к более общим концептуальным соображениям.

Последняя, четвертая, часть книги посвящена историко-теоретическому развитию эволюционной экономики и основным вехам ее становления. Она открывается статьей **Хельги Пойкерт** «Историзм». В ней автор обращается к охватившему немецкоязычное пространство в конце XVIII в. идейному течению исторического мышления, которое «выдвинуло в центр конкретных людей как временных и конечных существ, а также исторические индивидуальности и направления их развития». В этом своем качестве историзм как принципиальная историзация всякого мышления о человеке, его культуре и ценностях противостоял механистическому натурализму с его антиметафизическим пониманием природы, математическими моделями, абстрактно-всеобщими количественными законами и эмпирическими верификациями.

Но историю становления эволюционной экономики авторы тома начинают с очерка об английском экономисте Альфреде Маршалле. В главе «Маршалл» **Фриц Рамейер** указывает, что в своем главном произведении «Принципы экономики» этот экономист впервые наиболее рельефно показал напряжение между статической теорией стоимости и динамической и эволюционной теорией производства. В связи с этим автор старается прояснить вопрос о том, в какой мере для Маршалла существовала общность между экономической и биологической эволюцией.

Следующий очерк «Веблен» **Хельга Пойкерт** посвящает Торстену Веблену. Автор раскрывает вклад Веблена как одного из основателей эволюционно-экономического мышления, подчеркивая при этом социально-экономическую направленность его работ. Особо отмечаются его разработки в области теории мотивации, в которых заметно влияние на него философии Канта и Пирса, а также методология его провидческих работ по социальной и технологической политике. Традиции школы Веблена сохраняются и в современной науке, в частности в рамках Ассоциации эволюционной экономики (*Association for Evolutionary Economics*, AFEE) и Журнала экономических проблем (*Journal of Economic Issues*, JEI).

Обширная статья **Ульриха Феля и Карстена Шрайтера** «Австрийская экономическая школа» сфокусирована на особых отношениях этой школы с эволюционной экономикой. Внимание к самоорганизации, к постоянным изменениям, к предпринимательству как к движущей силе рыночных процессов, к внедрению инноваций как признанию роли знаний в новых рыночных возможностях, а также и другие черты роднили эту школу с эволюционной экономикой. Уже основатель школы Карл Менгер в своих объяснениях рыночных процессов ставил во главу угла постоянную обработку меняющейся информации и эволюцию денег в качестве основы экономических процессов самоорганизации. В дальнейшем последовательный субъективизм этой школы приводит к формированию концепции

«человека агентного» («*homo agens*») Людвиг фон Мизеса. Она подчеркивает роль действий рыночных субъектов, основывающихся на их субъективных ожиданиях и ограниченных знаниях, которые, подобно гипотезам, проверяются в рыночном процессе, постепенно приспособляясь к обстоятельствам места и времени. Постоянная гетерогенность и изменчивость ожидающихся конфигураций равновесия не допускает складывания некоего конечного состояния на фоне постоянно идущих процессов приспособления.

Но подлинный поворот от процессуально ориентированных воззрений австрийской школы к эволюционной экономике был обеспечен такими генетически связанными с ней фигурами как Йозеф Шумпетер и Фридрих фон Хайек. Первому из них посвящена статья «*Йозеф А. Шумпетер*», написанная **Хорстом Ханушем и Андреасом Пикой**. Подробно исследуя жизненный путь и произведения Шумпетера, авторы приходят к выводу, что созданная им теория экономического развития является сердцевинной его мышления и во многом формирует канон для исследования эволюционной экономики. Яркими примерами здесь выступают эндогенное объяснение постоянных диспропорций, которые иницируются творческими предпринимателями, вызывая разрушительные изменения, инновационная и динамичная качественная конкуренция за рынок вместо статичной ценовой конкуренции на рынке, а также институциональная зависимость и необратимость исторических процессов развития.

В очерке «*Фридрих Август фон Хайек*» **Вольфганг Кребер** основное внимание уделяет принципиальным сторонам воззрений Хайека на характер формирования общества. Автор отмечает, что они привели его к различению и координации в экономическом анализе индивидуальных экономических планов, получаемых на основе субъективного знания, роли конкуренции как способа получения знаний и системы цен как способа коммуникации между децентрализованными акторами. Принцип проб и ошибок также играет важную роль в его теории культурной эволюции, в которой правила поведения создаются заново и изучаются как гипотезы решения проблем во взаимодействии вариации и отбора в эксперименте и, в случае успеха, имитируются другими людьми или передаются следующим поколениям. И хотя существование и выживание установленных правил и традиций, кажется, подтверждает их превосходство, автор отмечает, что, по Хайеку, из этого нельзя сделать никаких нормативных выводов об их желательности.

Последний очерк этой части посвящен британскому экономисту Джорджу Шэклу – «*George Lennox Sharman Shackle*» и представлен **Михаэлем Шефчиком и Герхардом Вегнером**. Этот экономист не принадлежал к австрийской школе, а был близок, скорее, к сторонникам Кейнса. Но в дальнейшем он пересматривает ряд положений кейнсианства и формулирует свой посткейнсианский подход. В частности, он выступает против идей теории экономического равновесия, а также подчеркивает роль

воображения в экономической деятельности. За радикальный субъективизм, как отмечают авторы, Шэкла ценили представители австрийской школы. Он образует исходный пункт в его объяснении инноваций как ментальных конструкций альтернативного нового «состояния мира». Отмечается также вклад Шэкла в историю экономической мысли XX в. в написанной им работе «Время высокой теории» («The Years of High Theory»), в которой представлены дебаты ведущих экономистов-теоретиков в 30–40-е годы XX в.

В реферируемой книге нет развернутого заключения, как такового. Издатели лишь отмечают, что опубликованный том представляет достаточно широкую панораму современных исследований эволюционной экономики и выражают надежду, что знакомство читателей с этими материалами будет способствовать включению подходов эволюционной экономики в канон современной экономической науки.

**Vladimir Avdonin<sup>1</sup>**  
**Evolutionary economics:  
concepts, research field, development milestones**

Summary of:  
Evolutorische Ökonomik.  
Konzepte, Wegbereiter und Anwendungsfelder /  
M. Lehmann-Wafenschmidt, M. Peneder (Hrsg.).  
Springer Nature, Wiesbaden GMBH, 2022

*Keywords:* evolutionary economics; theory of evolution; macroeconomics; microeconomics; self-organization; methods of evolutionary analysis; applied fields of evolutionary economics; social sciences; Austrian school of economics.

*For citation:* Avdonin V.S. (2022) Evolutionary economics: concepts, research field, development milestones. [Summary of: Evolutorische Ökonomik. Konzepte, Wegbereiter und Anwendungsfelder / M. Lehmann-Wafenschmidt, M. Peneder (Hrsg.). Springer Nature Wiesbaden GMBH, 2022]. METHOD: Moscow Quarterly of Social Studies, 2 (3), 219–231. DOI: 10.31249/metodquarterly/02.03.09

---

<sup>1</sup> **Avdonin Vladimir**, Institute of Scientific Information for Social Sciences RAS (Moscow, Russia), e-mail: avdoninvla@mail.ru

**МЕТОД:  
МОСКОВСКИЙ ЕЖЕКВАРТАЛЬНИК ТРУДОВ  
ИЗ ОБЩЕСТВОВЕДЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

**Ежеквартальное научное издание**

**ТОМ 2  
(ПРОДОЛЖЕНИЕ СЕРИИ ЕЖЕГОДНИКОВ МЕТОД, ВЫПУСК 12)**

**НОМЕР 3**

Дизайнер (художник) И.А. Михеев  
Корректор О.П. Дормидонтова  
Компьютерная верстка К.Л. Синякова

Гигиеническое заключение  
№ 77.99.6.953.П.5008.8.99 от 23.08.1999  
Подписано к печати 25/ VIII – 2022 г.  
Формат 70×100/16 Бум. офсетная № 1 Печать офсетная  
Усл. печ. л. 13,3 Уч.-изд. л. 15,5  
Тираж 500 экз. (1 – 100 экз. – 1-й завод) Заказ № 148

**Институт научной информации  
по общественным наукам  
Российской академии наук**  
Нахимовский проспект, д. 51/21, Москва, 117418  
<http://inion.ru>

Отдел маркетинга и распространения  
информационных изданий  
Тел.: +7 (925) 517-36-91  
e-mail: [inion-print@mail.ru](mailto:inion-print@mail.ru)

Отпечатано по гранкам ИНИОН РАН  
ООО «Амирит»  
410004, Саратовская обл., г. Саратов,  
ул. Чернышевского, д. 88, литера У

---