

Теория эволюции и философия науки

Г. С. Левит, У. Хоссфельд

Йенский университет им. Фридриха Шиллера,
Федеративная Республика Германия, D-07743, Йена, Ам Штайгер, 3

Для цитирования: Левит Г. С., Хоссфельд У. Теория эволюции и философия науки // Вестник Санкт-Петербургского университета. Философия и конфликтология. 2021. Т. 37. Вып. 2. С. 229–246. <https://doi.org/10.21638/spbu17.2021.204>

Философские теории научного прогресса, разработанные на основе истории физико-математических наук, трудноприменимы для анализа биологических наук и, в частности, эволюционной теории. В статье схематично обрисовывается история эволюционной теории от ее истоков до актуальных концепций. Нашей целью является описание динамики дарвинизма и антидарвинизма в перспективе философско-научных проблем. Мы подробно разбираем аргументы Э. Майра о неприменимости теории научных революций к истории биологии. Выдающийся эволюционист XX в. Майр оставил обширное наследие по вопросам истории и философии науки. Он подчеркивал, что подлинная научная революция в биологии произошла благодаря Дарвину, опубликованному в 1859 г. «Происхождение видов путем естественного отбора». Но дарвиновская революция не вписывается в куновскую схему. Дарвин предложил целую теоретическую систему, в которой можно выделить пять наиболее важных теорий: собственно эволюционную теорию (факт эволюции), теорию общего происхождения организмов (включая и человека), теорию градуализма (эволюция идет путем возникновения малых различий), теорию умножения числа видов и теорию естественного отбора. Выявление этих составляющих имеет огромное значение для историков науки, поскольку их судьбы существенно различались. Принятие большинством научного сообщества одной теории не означало автоматического принятия другой. Еще один аргумент Майра заключался в том, что Дарвин произвел не одну, а две научные революции, которые Майр обозначил как первую и вторую дарвиновские революции, причем вторая случилась уже в XX в. при активном участии самого Майра, хотя в ее основе лежала все та же дарвиновская идея естественного отбора. Происходившее между двумя этими революциями нельзя назвать «нормальной наукой» в терминологии Куна. Наша историческая реконструкция эволюционной теории подтверждает антикуновскую аргументацию Майра. Мы отстаиваем тезис о том, что для описания «эволюции теории эволюции», начиная с Дарвина, применима модифицированная теория исследовательских программ И. Лакатоса, но не в «чистом» виде, а с элементами марксистско-гегелевской диалектики.

Ключевые слова: биологическая эволюция, эволюционная теория, дарвинизм, ламаркизм, исследовательские программы, диалектика.

Введение

Когда американский физик и философ Т. Кун опубликовал в 1962 г. свою теорию структуры научных революций, это привело, по словам И. Хакинга, к кризису рациональности [1, р. 1]. Кун утверждал, что ученые определенной дисциплины разделяют некий набор базовых принципов, названный им «парадигмой» (или

«дисциплинарной матрицей») и позволяющий им заниматься так называемой «нормальной наукой». Накапливаясь, экспериментальные аномалии приводят к революционным изменениям. Старая парадигма сменяется новой, причем новая оказывается «несоизмерима» со старой, поскольку основана на принципиально отличных базовых установках. Так, концепция массы в теории относительности и концепция массы в классической механике «несоизмеримы», поскольку фундаментально отличны. Итак, долгие периоды «нормальной науки» разделяются кратковременными научными революциями.

Огромное влияние теории научных революций объясняется тем, что Кун, в отличие от, например, логических позитивистов, обратился к реальной истории науки, а не к идеализированному образу научного познания, созданному философами. Именно поэтому история науки после Куна должна была отреагировать на спровоцированный им «кризис рациональности».

Несмотря на значимость философии науки Куна в истории науки, ее применимость к истории биологии вызывала гораздо больше вопросов, чем ее объяснительная сила в истории физики. При этом дарвиновская революция является одним из немногих примеров научных революций, полностью поменявших научное мировоззрение, подобно ньютоновской или эйнштейновской революции. Казалось бы, Дарвин воплощает концепцию «парадигмального сдвига» даже ярче, чем Эйнштейн, поскольку биологическая наука после него приобрела качественно новое измерение. Но против этого взгляда выступил один из основоположников синтетической теории эволюции (СТЭ) — Э. Майр [2] (рис. 1). Он за-



Рис. 1. Эрнст Майр (1904–2005) — один из основателей СТЭ

Источники: Музей естествознания, Университет Гумбольда, Берлин; опубликовано в: [5].

явил о неприменимости куновской теории революций к истории эволюционной биологии [3]. Майр описал ситуацию так. В конце XVII в. библейская картина мира начала терять правдоподобность. В XVIII в., с открытием «глубокого времени» в геологии, этот процесс ускорился и стали появляться альтернативные теологические теории, такие как теория множественного творения. Естественно-научный эволюционизм начал зарождаться тогда же благодаря Бюффону, повлиявшему на Дидро, Блюменбаха, Гердера и, наконец, Ламарка, который и предложил первую цельную теорию градуальной (постепенной) эволюции. Ламарк, однако же, научной революции не произвел, последователей у него было мало, и «парадигмального сдвига» не случилось.

Подлинная научная революция в биологии произошла благодаря Дарвину, опубликовавшему в 1859 г. «Происхождение видов путем естественного отбора». Но дарвиновская революция не вписывается в куновскую схему. Дарвин предложил целую теоретическую систему, в которой можно выделить пять важнейших теорий: собственно эволюционную теорию (факт эволюции), теорию общего происхождения организмов (включая и человека), теорию градуализма (эволюция идет путем возникновения малых различий), теорию умножения числа видов и теорию естественного отбора [4, p. 757]. Выявление этих компонентов важно не только для уточнения терминологии, но и с науковедческой точки зрения, поскольку судьбы этих теорий существенно различались.

Вторая сложность заключается в том, что Дарвин произвел не одну, а две научные революции, которые Майр обозначил как первую и вторую дарвиновские революции, причем вторая случилась уже в XX в. при участии самого Майра, хотя в ее основе лежала дарвиновская идея естественного отбора [5, с. 141–175]. Происходившее между двумя этими революциями нельзя назвать «нормальной наукой»: в это время возникло множество революционных теорий, часть из которых позже вошла в СТЭ. Более того, сопротивление дарвиновским идеям никогда не прекращалось и было в том числе мотивировано идеологически. При этом сама СТЭ постоянно подвергалась изменениям, вызванным, например, возникновением молекулярной биологии. Итак, по Майру, эволюция эволюционной биологии не вписывается в куновскую схему: мы не можем выделить в ней четко обозначенных во времени революций и долгих периодов «нормальной науки». Старые парадигмы не меняются в биологии одновременно и могут мирно сосуществовать с новыми десятки лет, ведь концептуальная эволюция превалирует в биологии над «открытиями», которые автоматически не приводят к концептуальному сдвигу. Изменчивостью и отбором новых концепций развитие биологии скорее напоминает саму органическую эволюцию [3].

В нашей статье мы кратко опишем «эволюцию эволюционной теории», как она видится сегодня, более четверти века спустя после процитированной майровской публикации. Мы полностью разделяем его тезис о неприложимости философии Куна к эволюционной биологии и подчеркиваем ее значение как мировоззрения. Именно поэтому эволюционная биология непосредственно вовлечена в идеологические дебаты, что существенно усложняет ее развитие. Кроме того, мы дадим ответ на вопрос, какие науковедческие концепции более всего подходят для описания прогресса в теориях эволюции, если исходить из майровского тезиса о том, что научный прогресс в биологии напоминает механизмы самой биологической

эволюции. Для этого мы разобьем историю эволюционных теорий на четыре этапа: первая дарвиновская революция, период расцвета антидарвинизма, вторая дарвиновская революция и расширенный синтез.

Первая дарвиновская революция

Начнем с того, что определить дарвинизм с точки зрения истории эволюционной теории непросто. В том виде, в каком он знаком большинству современных биологов, дарвинизм достиг своей концептуальной зрелости более чем полвека спустя после смерти автора «Происхождения видов...». Именно поэтому ссылка на самого Дарвина вовсе не является гарантом совместимости некоей точки зрения с дарвинизмом. Более того, значительная часть гипотез, высказанных самим Дарвином, несовместима с современным дарвинизмом: он — основатель, но не автор дарвинизма, представляющего собой беспрецедентно сложную теоретическую систему. Можно провести аналогию с физическими науками [6] и попытаться представить, что Эйнштейн не создал бы теорию относительности в законченном виде, а стал бы основателем «эйнштейнианства», оставив обширное и отчасти противоречивое описание методологических оснований, на которых стройная и непротиворечивая теория могла бы быть создана в будущем [7].

Современные историки биологии в большинстве своем принимают трехчастную классификацию этапов формирования дарвинизма (см., напр.: [8]). Первый может быть назван этапом «классического дарвинизма» и совпадает с тем, что Майр называет «первой дарвиновской революцией» [5, с. 90–117]. В этот период утвердился сам принцип эволюционизма и монофилетическая объяснительная схема, были сформулированы принцип естественного отбора и гипотеза пангенезиса, допускавшая неолamarкистскую интерпретацию. Для Дарвина прямое воздействие окружающей среды на механизмы наследования и наследование приобретенных признаков были очевидными эволюционными механизмами, и их роль в его трудах возрастала от первого к шестому (последнему отредактированному им самим) изданию. В период «второй дарвиновской революции» ламаркизм впал в немилость, и эти идеи Дарвина были объявлены антидарвинистскими.

Дарвиновская концепция градуализма, т. е. идея о том, что естественный отбор действует на небольшие изменения (мутации), объяснила действие отбора как продуцента инноваций. У Дарвина можно найти и рудименты представления о том, что стохастическая природа изменчивости ограничивается не только возникающими иногда неолamarкистскими механизмами, но и эволюционными «ограничителями» (constraints), т. е. некоей третьей силой, попытки абсолютизации которой привели к концепции ортогенеза [9]. Дарвинизм в том виде, в котором он существует в произведениях самого Дарвина, предложил строго научную идею эволюции (эволюция как исторический факт) и описал ряд гипотетических эволюционных механизмов, этот факт объясняющих (выдающуюся роль играл естественный отбор), но стройной теории механизмов эволюции не разработал. В 1895 г. Дж. Романес предложил термин «неодарвинизм» для описания «чистой теории естественного отбора, исключаяющей любые дополнительные теории» [10, p. 12]. Таким образом, он обозначил вторую фазу в эволюции дарвинизма, которая, однако же, не означала окончания первой фазы. Скорее, по терминологии Л. Платэ, произошел раскол

дарвинизма на стародарвинизм (Altdarwinismus) и неodarвинизм [11]. Самые известные неodarвинисты — А. Вейсман и соавтор принципа естественного отбора А. Уоллес. Неodarвинизм пошел по пути создания новой теории наследственности, призванной заменить дарвиновскую (пангенез). Важнейшим представителем стародарвинизма был Э. Геккель. Оба дарвинизма противостояли альтернативным теориям эволюции (неоламаркизму, мутационизму, ортогенезу, идеалистической морфологии и др.), поскольку выдвигали в качестве основного механизма эволюции естественный отбор. При этом важно отметить, что в конце XIX — начале XX в. не существовало строгой границы между дарвинизмом и его альтернативами, ведь эволюционисты (в том числе и антидарвинисты), полностью отрицавшие естественный отбор, были в меньшинстве. Вопрос был скорее не в принятии идей естественного отбора, а в определении его роли в ряду предложенных эволюционных механизмов.

Стародарвинисты (Э. Геккель, позже Л. Платэ) также впоследствии отказались от пангенеза, предложив каждый собственную теорию наследственности, но не отказались от самой идеи наследования приобретенных признаков. Ни нео-, ни стародарвинистам не удалось создать целостной теоретической системы, которая объясняла бы наблюдаемые данные. Стародарвинисты не смогли объединить в рамках одной теории неоламаркизм, ортогенез и селекционизм, а неodarвинисты создали крайне рестриктивную и спекулятивную объяснительную схему. В отсутствие общепринятого набора эволюционных механизмов в начале XX в. многие исследователи де-факто принимали «плюралистическую» модель эволюции, т. е. не исключали, что естественный отбор — это только один из нескольких эволюционных механизмов и, возможно, играет лишь вспомогательную роль. Вот почему этот период был назван П. Боулером «затмением дарвинизма» (см.: [12; 13]).

«Затмение дарвинизма» и синтетическая теория эволюции

Первые возражения против дарвиновской теории эволюции стали звучать сразу же после ее появления. Противники теории ставили под сомнение, например, адаптивный характер эволюции, постепенность эволюционных изменений и случайный характер вариаций. Споры вокруг этих и смежных тем дали начало объяснительным схемам, полностью противоположным дарвиновским принципам. Смерть Дарвина в 1882 г. лишь усилила многочисленные дебаты вокруг поддержки и критики его эволюционной теории. Между 1859 г. и концом века эволюционные биологи сосредоточили свои усилия в основном на доказательствах эволюции как таковой и на филогенетических реконструкциях [14]. В последующие годы, до установления СТЭ в 1930–1940-е гг., существующие каузальные взаимосвязи эволюционных явлений (проблема прямого и непрямого наследования, роль мутаций, изоляции, отбора и географической изоляции или вопросы прогресса в эволюции) стали центральным предметом дискуссий между различными научными школами. К началу XX в. отождествление дарвинизма с теорией отбора стало широко распространенным как в Британии, так и в Америке [15]. В то же самое время из-за неполных и иногда даже противоречивых данных палеонтологии, анатомии/морфологии, биогеографии, систематики и генетики реконструкция эволюционной истории оставалась все еще условной и даже спекулятивной областью.

Таким образом, к началу XX в. дарвиновская теория естественного отбора стала одной из более или менее правдоподобных гипотез того, как идут эволюционные процессы [8]. Каждая страна и каждая отдельная ветвь биологии имели в этой связи свои особенности, которые, мешая или помогая, влияли на развитие национальной науки в области эволюционной биологии [13; 16; 17]. Полемика среди дарвинистов придавала уверенности альтернативным теориям эволюции (АТЭ), которые расцвели в первой трети XX столетия и особенно бурно развивались в Германии, где появились на научном небосклоне во всей полноте и концептуальной зрелости и оставались влиятельными и после Второй мировой войны. Шведский историк биологии Э. Норденшельд (1872–1933) писал о закате дарвинизма к концу XIX в. и даже замечал: «Может быть, история биологии реально может закончиться исчезновением дарвинизма» [18, р. 574].

Научное определение «альтернативных теорий» требует четкого разграничения альтернативных идей и противостоящих им объяснительных моделей. Такое различие стало возможно лишь после появления СТЭ, которая предложила логически стройную модель эволюции, базирующуюся на избранных аспектах первоначальной теории Дарвина. Предлагаемая модель основывалась на трех ключевых предположениях: (1) естественный отбор — основной (или даже единственный) направляющий фактор эволюции; (2) случайные мутации и рекомбинации являются причиной изменчивости, и, следовательно, подразумевается включение в теорию генетики; (3) географическая изоляция становится универсальным разделяющим механизмом [19]. Собственный дарвиновский дарвинизм оказался для СТЭ моделью построения аргументации и парадигматической рамкой, но не был равен только этой вновь появившейся теоретической системе. Таким образом, именно «архитекторы» СТЭ первыми провели черту между «дарвинизмом» и его явными или скрытыми альтернативами. Наиболее краткое определение дарвинизму дал Эрнст Майр: «Это теория того, что отбор является единственным направляющим фактором в эволюции» [20, р. 3]. В союзе с генетикой СТЭ не только обогатилась, но и умалила достижения иных, даже потенциально приемлемых, подходов к проблеме: так, идея наследования приобретенных признаков провозглашалась несовместимой с дарвинизмом, хотя сам Дарвин недвусмысленно ссылался на «ограниченное наличие» этого ламаркистского механизма [21, р. 160].

Поскольку классификация альтернативных концептов зависит от самосознания и исторического момента развития дарвинизма, понятие АЭТ используется нами, чтобы описать все теории, которые (1) недвусмысленно понимали себя как альтернативы одной из исторических форм дарвинизма; (2) в ретроспективном взгляде на СТЭ выглядят несовместимыми с дарвинистской точкой зрения на эволюцию и (3) трактуются сторонниками современного господствующего дарвинизма как конкурирующие воззрения.

Можно выделить несколько аргументативных модулей, которые представляют собой последовательные и сравнительно независимые системы доказательств, притом что некоторые из них могут сочетаться и, действительно, в большинстве случаев сочетались друг с другом в истории биологии (рис. 2). Например, Л. Платэ совмещал в своей системе теорию естественного отбора, прямое действие окружающей среды, мутационизм и ортогенез.

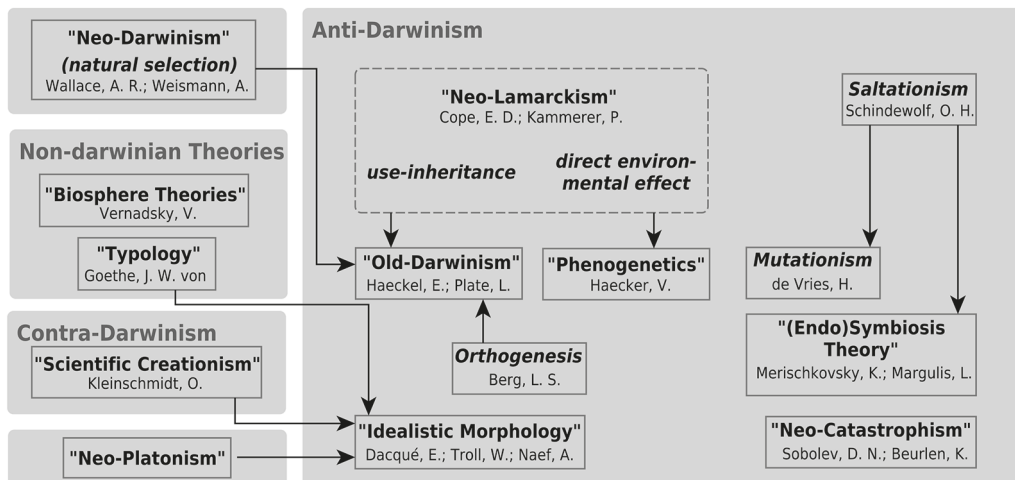


Рис. 2. Пространство логических возможностей¹

Источники: [23].

В соответствии с природой своего конфликта с дарвинизмом вышеописанные теории попадают в три категории (ср. [24]).

Теории, подрывающие основы дарвинизма, т.е. посягающие на самые основы дарвиновского эволюционизма, поскольку исключают непрерывную причинную связь в эволюции, эволюционные механизмы. К этой категории принадлежат так называемый научный креационизм и идеалистическая морфология. Научный креационизм включает концепт творения в структуру научных теорий как вспомогательный, но неизбежный элемент объяснения. Идеалистическая морфология декларирует примат структуры над функцией и утверждает, что организмы являются структурными феноменами, включенными в определенном порядке в логические схемы, так называемые типы. Поскольку идеалистическо-морфологическая концепция типа представляет собой вариант неоплатонизма («идеальная структура» характеризует определенный класс феноменов), она выходит далеко за пределы естественных наук.

Научный антидарвинизм — это группа теорий, которые исходят из предположения, что эволюция является причинно обусловленным, естественным процессом, и в этом отношении они стоят на том же методологическом основании, что и дарвинизм. Следовательно, хотя антидарвиновские теории предлагают альтернативные эволюционные механизмы, их концептуальный аппарат сравним с дарвинизмом и его можно проанализировать в тех же терминах. Например, если дарвинисты настаивают на случайной изменчивости, сторонники ортогенеза постулируют, что изменчивость ограничена за счет различных причин. Однако и те и другие обсуждают сравнимое явление в сопоставимых терминах. Сюда относятся такие примеры научных антидарвиновских теорий, как теории ортогенеза (теории направленной эволюции), сальтационизм (теория сверхмощных мутационных

¹ Термин Г. А. Заварзина (см.: [22]): примерно в первой половине XX в. были исчерпаны все возможные варианты объяснения биологической эволюции и были сформулированы все теоретически возможные комбинации гипотез.

скачков, мегамутаций надвидового уровня), мутационизм (возникновение новых видов путем макромутаций) и неоламаркизм (наследование приобретенных признаков).

Недарвиновские теории предлагают дополнительные эволюционные механизмы, которые могут действовать параллельно с дарвиновскими. Они могут войти в конфликт с СТЭ, только если будут настаивать на своем исключительном статусе в объяснении направления эволюции. К ним относятся теории, рассматривающие биосферу как саморегулирующуюся систему, которая эволюционирует по собственным законам (в том числе и теория симбиогенеза).

Каждая АТЭ включает хотя бы часть дарвиновских идей. В большинстве случаев вопрос состоит не в том, влияет ли отбор, изменчивость или изоляция на эволюцию, а в том, насколько эти факторы определяют эволюционные события и на каком системном уровне они действуют. Помимо прочего, остается вопрос о существовании эволюционных областей, недоступных для дарвинистских объяснительных моделей.

АТЭ сыграли важную роль в истории эволюционной биологии, и их критические нападки на дарвинизм содействовали обострению споров и самоидентификации в современном дарвинизме. Триумфальное шествие СТЭ в 1960–1970-х годах в большинстве стран с развитой наукой загнало альтернативные теории в тень доминирующей парадигмы.

Однако с недавних пор (примерно с 1980-х годов) идеи, связанные с АТЭ, стали возвращаться. Новые эмпирические данные привели к их частичной реабилитации и появлению новейшей формы дарвинизма, которую принято обозначать как «расширенный синтез».

Расширенный синтез, или «третья дарвиновская революция»

Итак, выходом «из тени», вызванной расцветом альтернативных теорий, дарвинизм обязан «второй дарвиновской революции» [25], в процессе которой была создана СТЭ. Мы не согласны с А. Б. Георгиевским, утверждающим, что термином СТЭ «характеризуют весь объем знаний об истории органического мира, накопленных совместно в самой теории эволюции и в сопряженных с ней науках, начиная с 1920-х годов по настоящее время» [26, с. 52]. Согласно Майру, синтез, начавшийся в 1930-х годах, по крайней мере, в англоязычном мире завершился к 1947 г. События после 1947 г. Майр обозначил как *постсинтез* [27]. СТЭ представляла собой логически безупречную объяснительную схему, в которую с той или иной степенью легкости могли вписаться старые и новые биологические дисциплины: классическая, популяционная и молекулярная генетика, систематика, эволюционная морфология, биология развития, палеонтология и т. д. Благодаря Бернхарду Реншу и ряду других «архитекторов синтеза» СТЭ включила в себя теорию макроэволюции, свободную от главного «врага» — ортогенеза.

Итак, к 1947 г. завершилось формирование исследовательской программы, уходившей корнями в классический дарвинизм, но несводимой к нему. Дж. Г. Симпсон писал о синтезе: «Будучи до конца развитой (full-blown), эта теория вполне отличалась от дарвиновской и опиралась на материал различных источников, отчасти не дарвинистских, отчасти антидарвинистских. Даже естественный отбор в новой

теории получил смысл, существенно отличающийся от дарвиновской концепции естественного отбора, хотя и происходил из нее» [28, р.277—278]. СТЭ не только унаследовала от неodarвинизма отрицание наследования приобретенных признаков и ортогенеза, но усилила роль стохастических факторов в эволюции, таких как географическая изоляция (аллопатрическое видообразование). Отбор оказался важнейшим направляющим, но не единственным фактором эволюции [6].

Еще раз уточним, что различия между Дарвином и СТЭ не могут быть объяснены закономерным в истории мысли ветвлением «-измов». Дарвинизм фактически «стал собой», т. е. логически непротиворечивой системой, тем, что мы сегодня под ним понимаем, лишь спустя более полувека после смерти Дарвина, вследствие синтеза селекционизма и популяционной генетики. Именно поэтому современная история биологии по умолчанию исходит из принципа приоритета ретроспективной классификации теорий эволюционных механизмов, из понимания дарвинизма как логически стройной теоретической системы, каковой он в реальной истории не был. Однако по мере накопления данных и, главное, возникновения новых биологических дисциплин СТЭ стала тесна для теоретической биологии. Молекулярная генетика, теория сериального эндосимбиоза, эволюционная биология развития (evo-devo), социобиология, биоинформатика, экспериментальная микробиология существенно изменили теоретический ландшафт.

Ультрасовременный этап становления эволюционной теории называют расширенным или интегративным синтезом. Расширенный синтез вторгся в области, которыми классическая СТЭ пренебрегала. СТЭ не только объединила селекционизм и генетику и предложила объединительную программу для подавляющего большинства биологических дисциплин, но и выступила в качестве рестриктивной парадигмы, отбирающей ретроспективно и потенциально приемлемые объяснения [6]. Так, наследование приобретенных признаков, сальтационизм, мутационизм и ортогенез были объявлены несовместимыми с дарвинизмом. СТЭ не объяснила всех эволюционных явлений (часть из них была вынесена за скобки), но создала теоретический плацдарм, с которого можно было вести наступление на антинаучные представления и на котором ее методология была необходима и достаточна [6].

Одной из проблем, вынесенных за скобки, были описанные в палеонтологии «филогенетические взрывы», т. е. резкое ускорение филогенетического развития на определенных этапах. Другим примером расширения теории эволюции может служить комплекс наук, образовавшийся в Новейшее время вокруг биологии развития (ранее называвшейся эмбриологией) [6]. Поскольку биология развития — это наука с долгой историей, по словам С. Гилберта, потребовались десятки лет после завершения формирования СТЭ для того, чтобы осознать, что «эволюция — это больше, чем изменение частоты аллелей в пределах вида» [29, р. 318]. Ультрасовременное направление эволюционной биологии — экологическая эволюционная биология развития (EcoEvoDevo) — включает целый ряд положений, вытесненных СТЭ с теоретического плацдарма. Так, утверждается, что вариация аллелей в структурных генах не является единственным источником изменчивости, так как существуют два других источника, попадающие под действие естественного отбора, а именно: аллельная изменчивость регуляторных регионов генов и «пластическая изменчивость процессов развития» (developmentally plastic variation) [29, р. 318ff.]. Последние два типа изменчивости крайне важны для макроэволюционных процессов,

поскольку «продуцируют вариации, которые мы ассоциируем с филой и классом». «Расширяясь», синтез занимает территории конкурирующих теорий. Так, идея неадаптивных эволюционных трендов, некогда узурпированная ортогенезом, была переосмыслена в концепции эволюционных ограничений (constraints) (ср.: [30; 31]). Неоламаркизм также испытал второе рождение. Дискуссии вокруг адаптивных мутаций [32] и эпигенетических феноменов освободили неоламаркизм от ореола антинаучности [33]. К примеру, непреодолимость «вейсмановского барьера», запрещающего перенос информации от соматических клеток к половым и таким образом исключаящего наследование приобретенных признаков, не является догмой в современной биологии.

Наша цель здесь — не реконструкция всех направлений расширения синтеза, скорее мы стремимся проиллюстрировать то, каким образом он расширяется. Не происходит замены старой парадигмы на новую, не наблюдается «несовместимости» (*incommensurability*) старой и новой парадигм. «Несовместимость» не наблюдается оттого, что вместо замещения одной парадигмы другой происходит расширение в области, запрещенные классической СТЭ по причине их «недарвиновской» сущности. Детальное описание эволюционных процессов позволяет точно отграничить место каждого механизма в общей картине [6]. Скажем, нет необходимости отмечать макромутации как таковые, можно точно определить роль гомеостатических мутаций в эволюции [34]. При этом бывшие «анти-/недарвиновские» гипотезы оказываются совместимы с селекционизмом именно благодаря точным указаниям, ограничивающим область их применения. Постепенная экспансия синтеза в области, прежде занятые недарвинистскими методологиями, не означает, что «все позволено». Особое место теории естественного отбора в расширенном синтезе, гарантирующее ее генетическую связь с теорией Дарвина, обеспечивается как незаменимым местом отбора в ядре теоретической системы, так и дополнительными гипотезами, ответственными за взаимоотношения между различными теориями в этой грандиозной схеме. Таким образом, формирующийся на наших глазах расширенный синтез (*extended synthesis*, иногда *expanded synthesis*), описанный, например, Мюллером [35], а также Кучерой и Никласом [36], шаг за шагом оккупирует пространство логических возможностей, ранее занятое «альтернативными теориями эволюции» (ортогенезом, сальтационизмом, неоламаркизмом и т.д.), и конвертирует это пространство в единую эволюционную теорию. Расширение синтеза ведет ко все более точной и детальной реконструкции эволюционных событий, что и делает расширенный синтез руководством к действию в лаборатории и наделяет его большой объяснительной силой.

«Исследовательские программы» Имре Лакатоса

В отличие от теории Куна, концепция Лакатоса никаких фатальных последствий для исторической реконструкции эволюционной биологии не несет, так как позволяет обойти проблему иррациональности научного знания, на которую Лакатос указывал, говоря, что у Куна изменения в науке приравниваются к изменениям в религиозных верованиях [37]. Более того, исследовательские программы ведут себя так же, как и дарвиновские организмы, т.е. конкурируют за ресурс, в роли которого оказывается место в эпистемологической иерархии: более успешная про-

грамма оказывается «ближе к истине» в сравнении с программами второго и третьего рядов. Можно продолжить аналогию и указать на то, что программа-победитель в реальной жизни получает доступ и к материальным ресурсам в виде грантов на научные исследования, что делает сравнение с естественным отбором еще более полным.

В современной литературе уже указывалось на применимость «неолакатовского» подхода для описания эволюции эволюционной биологии и особенно перехода от синтетической теории эволюции к расширенному синтезу [38]. Пивани рассматривает переход к расширенному синтезу как «прогрессивный сдвиг» дарвиновской исследовательской программы в направлении к более объемному (инклюзивному) и разнообразному «ядру» и «защитному поясу». В этом случае эволюционная биология развития, эпигенетика, теория ограничений (constraints) оказываются элементами прогрессивного сдвига исследовательской программы, существующей со времен Дарвина. Подход Пивани имеет, с нашей точки зрения, несколько недостатков. Оказывается затруднительным рассматривать эволюционную биологию с самого начала как одну исследовательскую программу. Элементы расширенного синтеза, которые в настоящее время и служат его расширению, вначале развивались в абсолютном противопоставлении классическому дарвинизму и СТЭ. Мутационизм, теория ортогенеза (из которой вышла идея ограничителей эволюции, неоламаркизм) развивались в противопоставлении теории естественного отбора и не могут рассматриваться как ее части. Поэтому для исторической реконструкции удобно и исторически точнее рассматривать эволюционную биологию не как одну расширяющуюся исследовательскую программу, а как ряд конкурирующих исследовательских программ. Неолакатовская динамика этих исследовательских программ будет тогда выглядеть следующим образом. Во времена классического дарвинизма эти программы конкурировали, и в начале XX в. казалось, что дарвинизм, как чистый селекционизм, обречен проиграть конкурентам, что его объяснительная сила невелика и перспективы расширения исчерпаны. Слияние селекционизма и генетики в конце 1930-х годов нанесло неожиданный нокаут конкурирующим программам, и они были почти полностью вытеснены из теоретического поля. Однако в конце XX и особенно в XXI в. дарвинизм оказывается в состоянии поглотить бывших конкурентов и обеспечить себе за счет этого небывалую позитивную эвристику.

Заключение

Эволюционная теория — это развивающаяся, динамическая теоретическая система [5]. Как и указывал Э. Майр, ее история не вписывается в теорию научных революций Т. Куна, более того, полностью ей противоречит, но ее можно описать в терминах И. Лакатоса (рис. 3), модифицировав его теорию. Хотя эволюционная идея в биологии была сформулирована до Дарвина, именно он предложил строго каузальную теоретическую систему, обосновывающую все ключевые аспекты эволюции и способную объяснить развитие живого в его целостности. Открытие Дарвина привело к теоретическому взрыву и появлению в том числе альтернативных теорий эволюции. Эти теории заполнили все пространство теоретических возможностей и начали конкурировать между собой и с дарвиновской теорией отбора.

Исследовательская программа



Рис. 3. Понятие «Исследовательская программа» Имре Лакатоса

По сути, это были лакатосовские исследовательские программы, включавшие в себя отдельные теоретические модули (мутационизм, ортогенез, селекционизм и т. д.) в различных комбинациях. К середине XX в. победу в этой борьбе за существование одержал дарвинизм в виде СТЭ, где в ядре исследовательской программы были монофилетическая теория эволюции и естественный отбор [5]. СТЭ оказалась в состоянии охватить большинство биологических дисциплин, объединив, например, зоологическую систематику [39] и популяционную генетику [40]. С точки зрения науковедения трудность здесь заключается в том, что «ядро» этой исследовательской программы исторически медленно, но расширяется, обогащаясь новыми модулями, бывшими некогда «вспомогательными гипотезами» или даже соперничающими теориями. К примеру, в классическом дарвинизме (дарвинизме самого Дарвина) теория наследования приобретенных признаков была дополняющей теорию отбора вспомогательной гипотезой. СТЭ исключило эту теорию из своей теоретической системы, но на новом этапе расширенный эволюционный синтез включил ее подобие в ядро программы в виде теории эпигенеза [6].

Вторая трудность — интерпретация динамики расширения дарвинизма. Схема Тейеды и Вергары-Сильвы описывает теорию эволюции с точки зрения новых дисциплин и областей исследования и показывает, что теория эволюции развивается по расширяющейся спирали (рис. 4). При этом в неолакатосовской картине наблюдаются черты классической диалектики: программы, отвергнутые чистым селекционизмом, в период СТЭ возрождаются на новом уровне, в период расширенного синтеза, т. е. отрицания чистого селекционизма.

Схема, предложенная Ноблем [43] и описывающая этапы становления дарвинизма с точки зрения механизмов эволюции, очерчивает несовместимые элементы между «интегративным синтезом» (аналог термина «расширенный синтез») и СТЭ. Например, СТЭ настаивает на отборе на уровне гена, в то время как в «интегративном» синтезе он может действовать на разных уровнях, включая в себя, на-

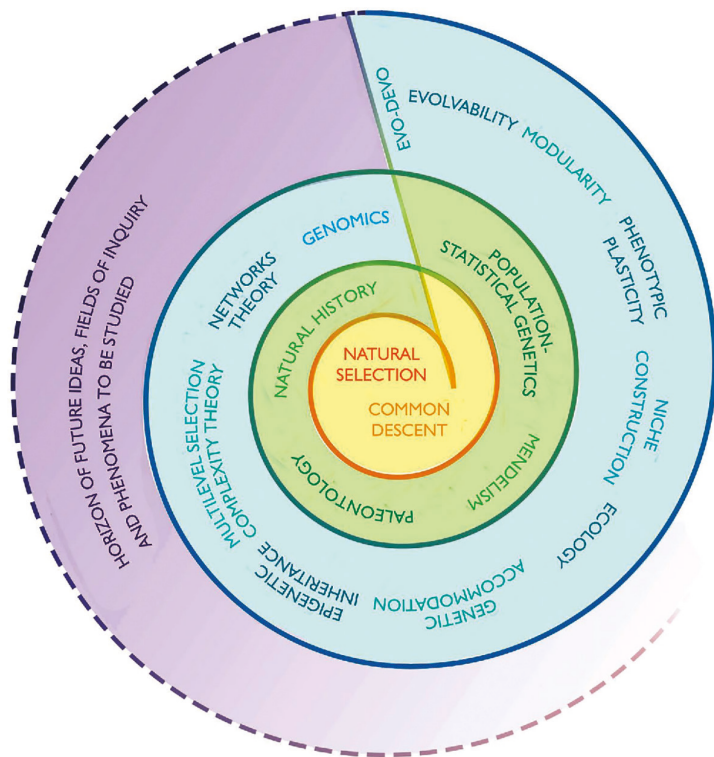


Рис. 4. Динамическая картина развития эволюционной теории, схематично представленная А. Фабрегас-Тейедой и Ф. Вергара-Сильвой, основываясь на [41]²

Источники: [42] (публикуется с разрешения автора).

пример, теории группового и родственного отбора [28]. Парадоксальным образом расширенный синтез согласен с классическим дарвинизмом в части предположения о множественности механизмов эволюции и несовместим со СТЭ с ее акцентом на исключительности отбора на уровне генов (рис. 5).

Если провести мысленный эксперимент и объединить обе схемы, можно увидеть, что классическая марксистско-гегелевская схема диалектического развития с ее «отрицанием отрицания» может ограниченно применяться для реконструкции этого эпизода истории биологии. Историю дарвинизма можно рассматривать и в терминах модифицированной философии науки Лакатоса и описывать как медленно расширяющееся «твердое ядро» (оно оказывается условно твердым), окруженное (исторически) быстро конструируемыми вспомогательными гипотезами,

² Схема иллюстрирует постоянное расширение эволюционной теории за счет новых областей исследования, научных дисциплин и охвата изучаемых феноменов. Эволюционная теория развивается по бесконечной спирали: точкой отсчета является открытие естественного отбора и общего происхождения видов (монофилетическая концепция эволюции). Далее, проходя через фазы открытия менделевской и популяционной генетики (основы СТЭ), спираль выходит на уровень «расширенного синтеза» с характерными для него темами («экология», «модулярность» или «фенотипическая пластичность»). Фиолетовое поле слева символизирует область будущих областей исследования (см.: [42]).

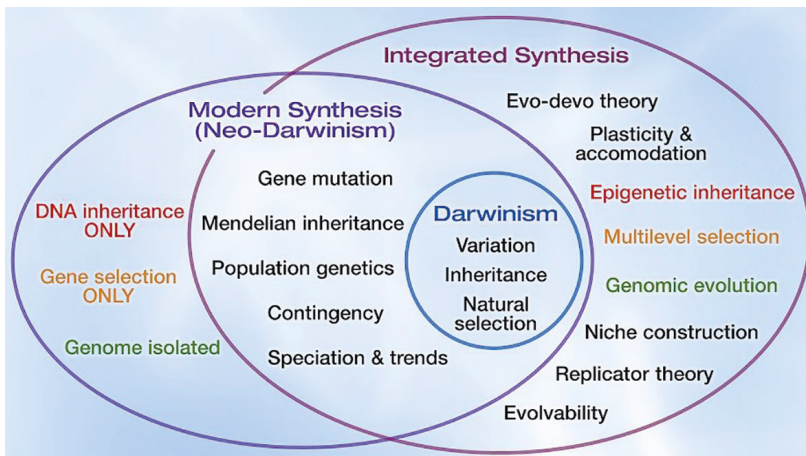


Рис. 5. Схема истории теорий эволюционных механизмов в представлении Д. Нобля³

Источники: [43] (публикуется с разрешения автора).

которые это ядро может вытеснять, а может и поглощать. Именно на уровне описания процессов поглощения–вытеснения можно прибегнуть к классической теории диалектического развития, описывая их таким образом, что вспомогательная гипотеза сначала объявляется несовместимой с расширяющимся условно твердым ядром (отрицается), а потом поглощается (отрицание снимается).

Литература

1. Hacking, I. (1983), *Representing and Intervening*, Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.
2. Колчинский, Э. И. (2006), *Эрнст Майр и современный эволюционный синтез*, М.: Российская академия наук, Зоологический ин-т, С.-Петербург. фил. Ин-та истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова.
3. Mayr, E. (1994), The advance of science and scientific revolution, *Journal of the history of behavioral sciences*, vol. 30, pp. 328–334.
4. Mayr, E. (1985), *The Growth of Biological Thought*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
5. Юнкер, Т. и Хоссфельд, У. (2007), *Открытие эволюции: Революционная теория и ее история*, пер. Попов, И. Ю., СПб.: Изд-во СПбГУ.
6. Левит, Г. С. и Хоссфельд, У. (2020), Теории эволюции и их история в перспективе философии науки, в Осипов, И. Д. и Погодин, С. Н. (ред.), *Философия науки: История и современность*, СПб.: Политех-Пресс, с. 294–328.
7. Левит, Г. С. и Кучера, У. (2010), «Расширенный Синтез» против «генерализованного дарвинизма», в Колчинский, Э. И. и Федотова, А. А. (ред.), *Чарльз Дарвин и современная биология*, СПб.: Нестор-История, с. 674–683.
8. Reif, W.E. (2000), Darwinism, Gradualism and Uniformitarianism, *Neues Jahrbuch fur Geologie und Paläontologie*, vol. 11, pp. 669–680.
9. Levit, G.S. and Olsson, L. (2006), “Evolution on Rails”: Mechanisms and Levels of Orthogenesis, *Annals of the History and Philosophy of Biology*, vol. 11, pp. 97–136.

³ В ядре теории — классический дарвинизм (изменчивость, наследственность, естественный отбор). СТЭ расширила теорию, включив в нее генетические мутации и видообразование. Термин «расширенный синтез» заменен на схеме понятием «интегративный синтез», что подчеркивает несовместимость ряда положений «расширенного синтеза» со СТЭ (несовместимые положения выделены цветом). В частности, положение об эпигенетической наследственности противоречит положению об исключительно генетической наследственности (только ДНК) [43, р. 7–13].

10. Romanes, G. J. (1895), *Darwin and after Darwin*, vol. 2, Chicago: Open Court.
11. Levit, G. S. and Hossfeld, U. (2006), The Forgotten “Old Darwinian” Synthesis: The Evolutionary Theory of Ludwig H. Plate (1862–1937), *NTM International Journal of History and Ethics of Natural Sciences, Technology and Medicine*, vol. 14, pp. 9–25.
12. Bowler, P. J. (1983), *The Eclipse of Darwinism*, Baltimore & London: The Johns Hopkins University Press.
13. Bowler, P. J. (1992), *The Non-Darwinian Revolution*, Baltimore & London: The Johns Hopkins University Press.
14. Levit, G. S., Meister, K. and Hossfeld, U. (2008), Alternative Evolutionary Theories from the Historical Perspective, *Journal of Bioeconomics*, vol. 10, no. 1, pp. 71–96.
15. Bowler, P. J. (2004), The specter of Darwinism: The Popular Image of Darwinism in Early Twentieth-Century Britain, in Lustig, A., Richards, R. J. and Ruse, M. (eds), *Darwinian Heresies*, New York: Cambridge University Press, pp. 48–68.
16. Mayr, E. (1982), *The Growth of Biological Thought*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
17. Levit, G. S. and Hossfeld, U. (2017), Major Research Traditions in Twentieth-Century Evolutionary Biology: The Relations of Germany’s Darwinism with Them, in Delisle, R. (ed.), *The Darwinian Tradition in Context*, Cham: Springer Nature, pp. 169–193.
18. Nordenskiöld, E. (1928), *The History of Biology*, New York: Tudor Publishing.
19. Junker, T. (2004), *Die zweite darwinsche Revolution: Geschichte des synthetischen Darwinismus in Deutschland, 1924–1950*, Marburg: Basiliken-Presse.
20. Mayr, E. (1980), Prologue: Some Thoughts on the History of the Evolutionary Synthesis, in Mayr, E. and Provine, W. B. (eds), *The Evolutionary Synthesis*, Cambridge & London: Harvard University Press.
21. Bowler, P. J. (2003), *Evolution: The history of Idea*, Berkeley: University of California Press.
22. Заварзин, Г. А. (1974), *Фенотипическая систематика бактерий: Пространство логических возможностей*, М.: Наука.
23. Levit, G. S. and Hossfeld, U. (2011), Darwin without borders? Looking at “generalised Darwinism” through the prism of the “hourglass model”, *Theory in Biosciences*, vol. 130, pp. 299–312.
24. Любичев, А. А. (1973), Дарвинизм и недарвинизм, *Природа*, № 10, с. 44–47.
25. Mayr, E. (1991), *One Long Argument: Charles Darwin and the Genesis of Modern Evolutionary Thought*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
26. Георгиевский, А. Б. (2009), *Эволюционная антропология*, СПб.: Нестор-История.
27. Mayr, E. (1999), Thoughts on the Evolutionary Synthesis in Germany, in Junker, T. and Engels, E.-M. (eds), *Die Entstehung der Synthetischen Theorie: Beiträge zur Geschichte der Evolutionsbiologie in Deutschland*, Berlin: Verlag für Wissenschaft und Bildung, S. 19–30.
28. Simpson, G. G. (1949), *The Meaning of Evolution. A Study of the History of Life and of Its Significance for Man*, New Haven: Yale University Press.
29. Gilbert, S. F. and Epel, D. (2009), *Ecological Developmental Biology*, Sunderland: Sinauer Associates.
30. Wimsatt, W. C. and Schank, J. C. (1988), Two Constraints on the Evolution of Complex Adaptations and the Means for Their Avoidance, in Nitecki, M. (ed.), *Progress in Evolution*, Chicago: The University of Chicago Press, pp. 213–273.
31. McShea, D. (2005), The Evolution of Complexity Without Natural Selection, a Possible Large-Scale Trend of the Fourth Kind, *Paleobiology*, vol. 3, no. 2, pp. 146–156.
32. Cairns, J., Overbaugh, J. and Miller, S. (1988), The origin of Mutants, *Nature*, vol. 335, pp. 142–145.
33. Jablonka, E. and Lamb, M. (2005), *Evolution in Four Dimensions*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
34. Theissen, G. (2006), The Proper Place of Hopeful Monsters in Evolutionary Biology, *Theory in Biosciences*, vol. 3–4, pp. 349–369.
35. Müller, G. B. (2017), Why an Extended Evolutionary Synthesis Is Necessary, *Interface Focus*, vol. 7, no. 5. URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsfs.2017.0015> (дата обращения: 10.12.2020).
36. Kutschera, U. and Niklas, K. J. (2004), The Modern Theory of Biological Evolution: An Expanded Synthesis, *Naturwissenschaften*, vol. 91, pp. 255–276.
37. Lakatos, I. (1970), Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes, in Lakatos, I. and Musgrave, F. (eds), *Criticism and the Growth of Knowledge: Proceedings of the International Colloquium in the Philosophy of Science, London, 1965*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 91–196.
38. Pievani, T. (2012), An Evolving Research Programme: The Structure of Evolutionary Theory from a Lakatosian Perspective, in Fasolo, A. (ed.), *The Theory of Evolution and Its Impact*, Milano: Springer.
39. Mayr, E. (1942), *Systematics and the Origin of Species*, New York: Columbia University Press.
40. Dobzhansky, Th. (1937), *Genetics and the Origin of Species*, New York: Columbia University Press.

41. Pigliucci, M. (2009), An Extended Synthesis for Evolutionary Biology, *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1168, pp. 218–228.
42. Fabregas-Tejeda, A. and Vergara-Silva, F. (2018), The Emerging Structure of the Extended Evolutionary Synthesis: Where Does Evo-Devo Fit In? *Theory in Biosciences*, vol. 137, pp. 169–184.
43. Noble, D. (2015), Evolution Beyond Neo-Darwinism, *Journal of Experimental Biology*, vol. 218, pp. 7–13.

Статья поступила в редакцию 28 января 2021 г.;
рекомендована в печать 10 марта 2021 г.

Контактная информация:

Левит Георгий Семенович — д-р биол. наук, приват-доцент; georgelevit@gmx.net
Хоссфельд Уве — д-р естеств. наук, д-р филос. наук, проф.; uwe.hossfeld@uni-jena.de

Evolutionary theories and the philosophy of science

G. S. Levit, U. Hossfeld

Friedrich-Schiller-Universität Jena,
3, Am Steiger, Jena, D-07743, Federal Republic of Germany

For citation: Levit G. S., Hossfeld U. Evolutionary theories and the philosophy of science. *Vestnik of Saint Petersburg University. Philosophy and Conflict Studies*, 2021, vol. 37, issue 2, pp. 229–246.
<https://doi.org/10.21638/spbu17.2021.204> (In Russian)

Philosophical theories proceeding from the history of physical-mathematical sciences are hardly applicable to the analysis of biosciences and evolutionary theory, in particular. This article briefly reconstructs the history of evolutionary theory beginning with its roots in the 19th century and up to the ultracontemporary concepts. Our objective is to outline the dynamics of Darwinism and anti-Darwinism from the perspective of the philosophy of science. We begin with the arguments of E. Mayr against the applicability of T. Kuhn's theory of scientific revolutions to the history of biology. Mayr emphasized that Darwin's publication of the *Origin of Species* in 1859 caused a genuine scientific revolution in biology, but it was not a Kuhnian revolution. Darwin coined several theories comprising a complex theoretical system. Mayr defined five most crucial of these theories: evolution as such, common descent of all organisms including man, gradualism, the multiplication of species explaining organic diversity, and, finally, the theory of natural selection. Distinguishing these theories is of great significance because their destiny in the history of biology substantially differed. The acceptance of one theory by the majority of the scientific community does not necessarily mean the acceptance of others. Another argument by Mayr proved that Darwin caused two scientific revolutions in biology, which Mayr referred to as the First and Second Darwinian Revolutions. The Second Darwinian Revolution happened already in the 20th century and Mayr himself was its active participant. Both revolutions followed Darwin's concept of natural selection. The period between these two revolutions can be in no way described as "normal science" in Kuhnian terms. Our reconstruction of the history of evolutionary theory support Mayr's anti-Kuhnian arguments. Furthermore, we claim that the "evolution of evolutionary theory" can be interpreted in terms of the modified research programmes theory by Imre Lakatos, though not in their "purity", but rather modified and combined with certain aspects of Marxian-Hegelian dialectics.

Keywords: biological evolution, evolutionary theory, Darwinism, Lamarckism, research programmes, dialectics.

References

1. Hacking, I. (1983), *Representing and Intervening*, Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.
2. Kolchinsky, E. I. (2006), *Ernst Mayr and the Modern Evolutionary Synthesis*, Moscow, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg Branch of the S. I. Vavilov-Institute for the history of natural science and technology. (In Russian)
3. Mayr, E. (1994), The advance of science and scientific revolution, *Journal of the history of behavioral sciences*, vol. 30, pp. 328–334.
4. Mayr, E. (1985), *The Growth of Biological Thought*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
5. Junker, T. and Hossfeld, U. (2007), *The Discovery of Evolution: A Revolutionary Theory and its History*, transl. by Popov I. Yu., St. Petersburg: St. Petersburg University Press. (In Russian)
6. Levit, G. S. and Hossfeld, U. (2020), Theories of evolution and their history from the philosophy of science perspective, in Osipov, I. D. and Pogodin, S. N. (eds), *Philosophy of Science in the Modern World*, St. Petersburg: Politekh-Press Publ., pp. 294–328. (In Russian)
7. Levit, G. S. and Kutschera, U. (2010), “Extended Synthesis” vs. “Generalized Darwinism”, in Kolchinsky, E. I. and Fedotova, A. A. (eds), *Charles Darwin and Modern Biology*, St. Petersburg: Nestor-Istoriia Publ., pp. 674–683. (In Russian)
8. Reif, W. E. (2000), Darwinism, Gradualism and Uniformitarianism, *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, vol. 11, pp. 669–680.
9. Levit, G. S. and Olsson, L. (2006), “Evolution on Rails”: Mechanisms and Levels of Orthogenesis, *Annals of the History and Philosophy of Biology*, vol. 11, pp. 97–136.
10. Romanes, G. J. (1895), *Darwin and after Darwin*, vol. 2, Chicago: Open Court.
11. Levit, G. S. and Hossfeld, U. (2006), The Forgotten “Old Darwinian” Synthesis: The Evolutionary Theory of Ludwig H. Plate (1862–1937), *NTM International Journal of History and Ethics of Natural Sciences, Technology and Medicine*, vol. 14, pp. 9–25.
12. Bowler, P. J. (1983), *The Eclipse of Darwinism*, Baltimore & London: The Johns Hopkins University Press.
13. Bowler, P. J. (1992), *The Non-Darwinian Revolution*, Baltimore & London: The Johns Hopkins University Press.
14. Levit, G. S., Meister, K. and Hossfeld, U. (2008), Alternative Evolutionary Theories from the Historical Perspective, *Journal of Bioeconomics*, vol. 10, no. 1, pp. 71–96.
15. Bowler, P. J. (2004), The specter of Darwinism: The Popular Image of Darwinism in Early Twentieth-Century Britain, in Lustig, A., Richards, R. J. and Ruse, M. (eds), *Darwinian Heresies*, New York: Cambridge University Press, pp. 48–68.
16. Mayr, E. (1982), *The Growth of Biological Thought*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
17. Levit, G. S. and Hossfeld, U. (2017), Major Research Traditions in Twentieth-Century Evolutionary Biology: The Relations of Germany’s Darwinism with Them, in Delisle, R. (ed.), *The Darwinian Tradition in Context*, Cham: Springer Nature, pp. 169–193.
18. Nordenskiöld, E. (1928), *The History of Biology*, New York: Tudor Publishing.
19. Junker, T. (2004), *Die zweite darwinsche Revolution: Geschichte des synthetischen Darwinismus in Deutschland, 1924–1950*, Marburg: Basiliken-Press.
20. Mayr, E. (1980), Prologue: Some Thoughts on the History of the Evolutionary Synthesis, in Mayr, E. and Provine, W. B. (eds), *The Evolutionary Synthesis*, Cambridge & London: Harvard University Press.
21. Bowler, P. J. (2003), *Evolution: The history of Idea*, Berkeley: University of California Press.
22. Zavarzin, G. A. (1974), *Phenotypic Systematics of Bacteria: The space of logical possibilities*, Moscow: Nauka Publ. (In Russian)
23. Levit, G. S. and Hossfeld, U. (2011), Darwin without borders? Looking at “generalised Darwinism” through the prism of the “hourglass model”, *Theory in Biosciences*, vol. 130, pp. 299–312.
24. Liubishchev, A. A. (1973), Darwinism and Non-Darwinism, *Priroda*, vol. 10, pp. 44–47. (In Russian)
25. Mayr, E. (1991), *One Long Argument: Charles Darwin and the Genesis of Modern Evolutionary Thought*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
26. Georgievskij, A. B. (2009), *Evolutionary Anthropology*, St. Petersburg: Nestor-Istoriia Publ. (In Russian)
27. Mayr, E. (1999), Thoughts on the Evolutionary Synthesis in Germany, in Junker, T. and Engels, E.-M. (eds), *Die Entstehung der Synthetischen Theorie: Beiträge zur Geschichte der Evolutionsbiologie in Deutschland*, Berlin: Verlag für Wissenschaft und Bildung, S. 19–30.
28. Simpson, G. G. (1949), *The Meaning of Evolution. A Study of the History of Life and of Its Significance for Man*, New Haven: Yale University Press.

29. Gilbert, S. F. and Epel, D. (2009), *Ecological Developmental Biology*, Sunderland: Sinauer Associates.
30. Wimsatt, W. C. and Schank, J. C. (1988), Two Constraints on the Evolution of Complex Adaptations and the Means for Their Avoidance, in Nitecki, M. (ed.), *Progress in Evolution*, Chicago: The University of Chicago Press, pp. 213–273.
31. McShea, D. (2005), The Evolution of Complexity Without Natural Selection, a Possible Large-Scale Trend of the Fourth Kind, *Paleobiology*, vol. 3, no. 2, pp. 146–156.
32. Cairns, J., Overbaugh, J. and Miller, S. (1988), The origin of Mutants, *Nature*, vol. 335, pp. 142–145.
33. Jablonka, E. and Lamb, M. (2005), *Evolution in Four Dimensions*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
34. Theissen, G. (2006), The Proper Place of Hopeful Monsters in Evolutionary Biology, *Theory in Biosciences*, vol. 3–4, pp. 349–369.
35. Müller, G. B. (2017), Why an Extended Evolutionary Synthesis Is Necessary, *Interface Focus*, vol. 7, no. 5. Available at: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsfs.2017.0015> (accessed: 10.12.2020).
36. Kutschera, U. and Niklas, K. J. (2004), The Modern Theory of Biological Evolution: An Expanded Synthesis, *Naturwissenschaften*, vol. 91, pp. 255–276.
37. Lakatos, I. (1970), Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes, in Lakatos, I. and Musgrave, F. (eds), *Criticism and the Growth of Knowledge: Proceedings of the International Colloquium in the Philosophy of Science, London, 1965*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 91–196.
38. Pievani, T. (2012), An Evolving Research Programme: The Structure of Evolutionary Theory from a Lakatosian Perspective, in Fasolo, A. (ed.), *The Theory of Evolution and Its Impact*, Milano: Springer.
39. Mayr, E. (1942), *Systematics and the Origin of Species*, New York: Columbia University Press.
40. Dobzhansky, Th. (1937), *Genetics and the Origin of Species*, New York: Columbia University Press.
41. Pigliucci, M. (2009), An Extended Synthesis for Evolutionary Biology, *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1168, pp. 218–228.
42. Fabregas-Tejeda, A. and Vergara-Silva, F. (2018), The Emerging Structure of the Extended Evolutionary Synthesis: Where Does Evo-Devo Fit In? *Theory in Biosciences*, vol. 137, pp. 169–184.
43. Noble, D. (2015), Evolution Beyond Neo-Darwinism, *Journal of Experimental Biology*, vol. 218, pp. 7–13.

Received: January 28, 2021

Accepted: March 10, 2021

Authors' information:

Georgy S. Levit — Dr. Sci. in the History of Biology, Associate Professor (Privatdozent);
georgelevit@gmx.net

Uwe Hossfeld — Dr. Sci. in the History of Natural Science, Dr. Sci. in Philosophy, Professor;
uwe.hossfeld@uni-jena.de