
Преформизм и эпигенез: философский аспект вопроса о плане строения живых организмов

© 2020 г. Ю.В. Хен

*Институт философии РАН,
Москва, 109240, ул. Гончарная, д. 12, стр. 1.*

E-mail: hen@iph.ras.ru

Поступила 05.12.2019

В статье рассматривается противостояние двух концепций индивидуального развития – эпигенеза и преформизма, которые по-разному отвечают на вопрос о том, как записан «план строения» живых организмов. Преформисты (Лейбниц, Сваммердам, Мальпиги и др.) считали, что внутри эмбриона заключен полностью сформированный организм, только очень маленького размера. Сторонники эпигенеза (Дидро, Мопертюи и т.д.) полагали, что «план строения» приходит извне как формообразующая сила нематериальной природы или эмбриональное морфогенетическое поле (А.Г. Гурвич). Философский смысл разногласий сводился к вопросу о том, возможно ли образование новых качеств в ходе индивидуального развития либо онтогенез – это только рост предсуществующих форм. С развитием биологии, выразившимся не только в расширении и углублении знания о жизни, но и в существенном усложнении инструментальной базы науки (прежде всего это касается достижений молекулярной биологии), многие проблемы были сняты, но многие лишь перешли на новый уровень сложности. Сохранилась и оппозиция преформизма и эпигенеза, хотя и в новой формулировке. Сегодня в роли преформизма выступает генетика, согласно которой вся информация о будущем организме уже присутствует внутри яйца (в хромосомах). А позицию эпигенеза представляет относительно новая концепция индивидуального развития, получившая название эпигенетика. При этом, хотя теоретическое наполнение этих концепций существенно изменилось, не говоря уже о возросшем багаже фактических данных, в них четко прослеживается преемственность с исходными теориями преформизма и эпигенеза, что позволяет рассматривать современное видение морфогенеза как прямое развитие проблемного поля прошлого, как проявление глубинных, философских, по существу, оснований естественнонаучного мышления.

Ключевые слова: философия биологии, эпигенез, эпигенетика, преформизм, генетика, морфогенез, эволюция, дарвинизм, ламаркизм, коэволюция, центральная догма молекулярной биологии.

DOI: 10.21146/0042–8744–2020–10-78-88

Цитирование: Хен Ю.В. Преформизм и эпигенез: философский аспект вопроса о плане строения живых организмов // Вопросы философии. 2020. № 10. С. 78–88.

Preformism and Epigenesis: Philosophical Problems of the Ontogenesis

© 2020 Julia V. Khen

*Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences,
12/1, Goncharnaya str., Moscow, 109240, Russian Federation.*

E-mail: hen@iph.ras.ru

Received 05.12.2019

The article examines the opposition of two concepts of individual development – epigenesis and preformism – which respond differently to the question of how the “plan of structure” of living organisms is written. Preformists (Leibniz, Swammerdam, Malpigi, etc.) believed that it was laid inside the embryo. Proponents of epigenesis believed that the plan of the structure comes from the outside as divine fishing, forming the power of intangible nature or embryonic field (Gurwich). With the development of biology, which is associated not only with the expansion of knowledge about life on earth, but also with the significant complexity of the instrumental base (primarily the achievements of molecular biology), many problems have been removed, but many have only moved on to a new one, higher level. Today, representatives of this binary opposition are genetics (in the role of new preformism) and epigenetics (in the role of epigenesis), and there is a certain continuity with the theories of the past, which allows us to consider the modern situation as a direct development of the problem field of the past, as a manifestation of the deep, philosophical, essentially, foundations of natural-scientific thinking.

Keywords: philosophy of biology epigenesis, epigenetics, preformism, genetics, morphogenesis, evolution, darwinism, coevolution.

DOI: 10.21146/0042–8744–2020–10-78-88

Citation: Khen, Julia V. (2020) “Preformism and Epigenesis: the Philosophical Problems of the Ontogenesis”, *Voprosy Filosofii*, Vol. 10 (2020), pp. 78–88.

Противостояние эпигенеза и преформизма – давнишняя история. Поэтому имеет смысл напомнить, в чем состоит суть проблемы. Выражаясь современным языком, эти две концепции по-разному представляли себе процесс формообразования в онтогенезе. Согласно преформизму индивидуальное развитие – это механический рост («разворачивание») форм, изначально заложенных («преформированных») в яйце. Тогда как эпигенез придерживался идеи подлинного развития, то есть *новообразования* органов из неструктурированного материала оплодотворенной яйцеклетки. Как пишет Г. Фельзенфельд, «долгое время среди эмбриологов шли горячие споры о природе и локализации компонентов, ответственных за реализацию плана развития организма. В своих попытках осмыслить большое число остроумных, но, в конечном счете, противоречивых экспериментов по манипулированию с клетками и зародышами эмбриологи разделились на две школы: на тех, кто думал, что каждая клетка содержит преформированные элементы, которые в ходе развития лишь увеличиваются в размерах, и тех, кто полагал, что этот процесс включает химические реакции между растворимыми компонентами, которые и реализуют сложный план развития. Эти воззрения сфокусировались на относительном значении ядра и цитоплазмы в процессе развития» [Фельзенфельд 2010, 26].

Обе концепции (эпигенез и преформизм) опирались на приличную доказательную базу из области естествознания. У обеих имелись проблемные зоны, причем не только биологического, но и философского характера. Так, например, Я. Сваммердам вскрыв куколку бабочки, обнаружил внутри нее вполне сформированное насекомое, и посчитал это очевидным (в прямом значении этого слова) доказательством того, что имаго (взрослая стадия насекомого) уже присутствует внутри личинки в преформированном виде. Этот факт свидетельствовал в пользу преформизма. Затем другой преформист, Ш. Бонне, открыл партеногенез (размножение без оплодотворения) у тлей, что также было воспринято преформистами как довод в их пользу. Кстати, здесь будет уместно упомянуть, что, как было установлено позже, тля представляет собой совершенно нетипичное насекомое. Внутри ее яйца действительно содержится особь, внутри которой уже заложены яйца с полностью сформированными насекомыми, внутри которых... Короче, все устроено так, что практически одновременно на свет появляются три поколения насекомых, ибо лето в средней полосе коротко и надо как можно быстрее освоить максимум кормовой базы. И хотя такое устройство организма выглядит как неопровержимое доказательство в пользу преформизма, но в действительности таковым не является. Описанное течение онтогенеза в мире насекомых – это скорее исключение из правил, чем норма. Впрочем, история биологии знает немало случаев, когда «удачно» выбранный объект позволял сделать открытие, впоследствии получившее иное, не основанное на открытой закономерности, объяснение (горох Менделя, гены дрозофилы и т.д.)

С другой стороны, биологической наукой уже в то время были изучены случаи, которые никак не укладывались в преформистскую схему. Например, регенерация, когда ящерица восстанавливала потерянную конечность, а пресноводная гидра, будучи порезанной на кусочки, из каждого фрагмента была способна восстановить целостный организм. С точки зрения преформизма объяснить такое явление можно было, лишь предположив, что животное целиком состоит из яйцеклеток, содержащих внутри себя преформированные органы. Но проще и разумнее было допустить существование некой формообразующей силы, «канала развития», наподобие опалубки, которую живая материя лишь заполняет, формируя органы по мере необходимости.

С изобретением микроскопа (Роберт Гук, 1665 г.) возможности эмбриологии расширились (в частности, было установлено, что клетки организма подразделяются на половые и соматические), но вопреки ожиданиям ответ на вопрос, как оно все устроено в природе, не прояснился, а еще больше запутался. Углубление знания о подробностях эмбриогенеза привело к расколу прежде единого фронта преформистов. Они разделились на «овистов» (Сваммердам, М. Мальпиги и др.) и «анималькулистов» (А. Левенгук) в соответствии с тем, как понимали роль спермиев и яйцеклеток в процессе размножения. Овисты, как видно из названия, отводили ведущую роль в размножении яйцеклетке (от латинского *ovum* – яйцо). Резоном служило то, что она была и крупнее, чем сперматозоид, и очевидным образом содержала питательные вещества, необходимые новому организму для роста и развития. Согласно этим представлениям преформированный (то есть полностью сформированный) зародыш располагался в яйце и ожидал лишь инициации для начала роста. Роль активатора, сообщавшего зародышу витальную силу, отводилась сперматозоидам.

Оппоненты овистов звались анималькульристами, от латинского *animalculum*, то есть «микроскопическое животное», сперматозоид. В соответствии с этой концепцией (в известной степени являющейся отражением того факта, что наука в XVII–XVIII вв. была мужским занятием) главенствующую роль в размножении играет сперматозоид. В нем содержится зародыш (уменьшенная копия) будущего живого существа, в то время как яйцеклетка – это лишь питательный субстрат, в котором происходит разворачивание преформированных в сперматозоидах органов. Сами сперматозоиды на страницах научных трактатов изображались в виде маленьких скрюченных человечков обоих полов.

Предельной формой преформизма (наиболее «чистой» с точки зрения теории, либо по-другому – идея преформации, доведенная до абсурда) стала так называемая

«теория вложений», согласно которой яйцо содержит не просто полноценный организм в уменьшенном виде, но внутри него уже заложен зародыш следующего поколения, а внутри него – следующего и т.д., как в матрешке. Интересным следствием такого представления (о *предсуществовании* грядущих поколений) стало умозаключение о теоретической возможности вычислить точную дату конца света. По мнению сторонников концепции, лишь несовершенство оптики препятствует визуальному подсчету поколений, предусмотренных божественным замыслом и упакованных внутри современных организмов.

Оппоненты преформистов, эпигенетики, среди которых были П. Мопертюи, Д. Дидро, К.Ф. Вольф и др., утверждали, что в процессе эмбрионального развития происходит не просто рост некоторой структуры, изначально заложенной в яйце, но подлинное развитие. При этом образование новых форм из неструктурированного вещества протекает под воздействием неких сил, внешних по отношению к яйцу (допускался нематериальный характер), представлявших для естествоиспытателей определенную проблему. Само слово «эпигенез» (от греческих «epi» – над, сверх, после и «genesis» – происхождение, возникновение) указывает на действие *внешних* факторов или сил, по определению находящихся за пределами развивающегося организма. Отсылка к «энтелехии», к нематериальным силам, направляющим морфогенез, впоследствии сообщила эпигенезу оттенок идеализма, что затруднило продвижение концепции морфогенетического поля для биолога А.Г. Гурвича, работа которого пришлось на советский период.

Противостояние эпигенеза и преформизма было снято (до известной степени) теорией К.М. Бэра (1792–1876), сформулировавшего пять основных законов онтогенеза, которые сегодня трансформировались в основной биогенетический закон, говорящий о том, что в эмбриональном развитии воспроизводятся основные этапы филогенеза. Усовершенствованная оптика позволила Бэру увидеть, что преформизма в примитивной форме нет (в яйце отсутствуют микроскопические человечки). Но и новообразований нигде в зародыше он не наблюдал, только преобразования. Таким образом, истина оказалась где-то посередине: преобразование К.М. Бэр понимал как подлинное развитие, с глубокими качественными изменениями от более простого и недифференцированного к более сложному и дифференцированному.

Последующее открытие хромосом (В. Флеминг 1879 г.), а также многочисленные опыты, проделанные с целью установления их роли, надежно доказали, что программа развития зародыша находится в хроматине, хотя непосредственно механизм в то время еще не был описан. Однозначно установлена была только «локализация». «В конечном счете, Томас Гент Морган (Morgan, 1911) привел наиболее убедительные доказательства этой идеи, продемонстрировав генетическое сцепление нескольких генов *Drosophila* с X-хромосомой» [Фельзенфельдт 2010, 26].

Впоследствии было общепризнано, что ДНК является главной макромолекулой, хранящей генетическую информацию, и она передает эту закодированную информацию следующему поколению через зародышевый путь. На базе этого и других открытий в 1958 г. Фр. Криком была сформулирована «центральная догма» молекулярной биологии. Эта догма в краткой форме выражает процессы, связанные с поддержанием и транслированием генетической матрицы, и утверждает, что информация передается от нуклеиновых кислот к белку, но не в обратном направлении. Это очень существенный момент в нашем анализе, и он имеет прямое отношение к тому, что из всего множества эволюционных теорий предпочтением было отдано дарвинизму, тогда как градуализм Ламарка (интуитивно более ясная концепция) был отнесен в группу ненаучных идей.

Таково краткое изложение основных подходов к проблеме индивидуального развития. Бросается в глаза, что инструментальные возможности науки того времени никак не соответствовали масштабности поставленной задачи. А проблема была не просто научная, но мировоззренческая, поэтому решение ее нередко искалось в области философии. Иными словами, проблема морфогенеза на заре развития биологии была

не столько научной, сколько философской. Фактических данных всегда оказывается недостаточно, теорию процесса приходится домысливать, изобретать натурфилософское объяснение, способное сию минуту ответить на все вопросы об устройстве мира. Без такого ответа, без *картины мира*, пусть даже она выполняет только роль фона, «задника», исследователь не может двигаться дальше и формулировать новые *конкретные* задачи.

История эпигенеза и преформизма прекрасно иллюстрирует описанную ситуацию. Естествоиспытатели довольно свободно интерпретируют фактический материал, сочетая «в одном предложении» экспериментальные данные и теософские постулаты. Например, одним из доводов против преформизма считалось наличие врожденных уродств, ведь форма, предусмотренная Богом, не может содержать изъянов. Казалось бы, преформизм можно считать «поверженным». Но нет, анималькультизм объяснял наличие уродств тем, что очевидный избыток сперматозоидов должен приводить к ожесточенной борьбе между ними, результатом этой борьбы и становятся механические повреждения, «травмы», у «маленьких человечков», заключенных в сперматозоидах.

Как уже говорилось, противостояние эпигенеза и преформизма не сводилось к разночтениям в биологических вопросах. Оно скрывало мощный мировоззренческий подтекст. Поэтому и решение проблемы индивидуального развития нередко получало чисто философскую трактовку. Это хорошо показывают труды Лейбница. Для него основным доводом в пользу преформизма был чисто теологический вопрос о том, продолжается ли творение в современном мире. (Замечу, что этот вопрос до сих пор стоит на повестке богословских дискуссий. Современная формулировка звучит так: «что делает Бог в мире сегодня».) Философский смысл противостояния эпигенеза и преформизма сводился к решению вопроса, возможно ли возникновение чего-либо нового, не произведенного в момент сотворения мира, а значит, не несущего на себе отпечаток божественной творческой силы.

Таким образом, тот или иной тип понимания процессов биологического развития одновременно являлся и ответом на вопрос: что происходит в онтогенезе – новообразование (эпигенез) или разворачивание предсуществующих форм. Для Лейбница ответ был очевиден и отражал его философскую позицию. Свидетельства из области биологии тоже использовались в процессе обоснования позиции, но не были решающими. Так, например, в «Монадологии» Лейбниц пишет, что прежде философы испытывали известные затруднения, определяя происхождение энтелехий и образование форм. «Но теперь, когда замечено путем точных исследований, произведенных над растениями, насекомыми и животными, что органические тела в природе никогда не происходят из хаоса или из гниения, но всегда из семян, в которых без сомнения имела место некоторая преформация, то отсюда было сделано заключение, что не только органическое тело существовало еще до зачатия, но и душа в этом теле, и, одним словом, само животное и что посредством зачатия это животное было лишь побуждено к большому превращению, чтобы стать животным другого рода. Нечто подобное замечаем мы и там, где нет собственно рождения, например, когда черви становятся мухами, а гусеницы – бабочками» [Лейбниц 1982⁶, 426]. Очевидно, что ни одного современного исследователя доводы подобного рода не удовлетворили бы. Из факта, что органическая жизнь произрастает из семян, совершенно не следует, что внутри семени уже содержится полноценное растение, а не аморфное вещество, из которого оно позже развивается путем череды новообразований. И при чем здесь энтелехия? О ее присутствии (или отсутствии) в семени вообще ничего не говорит.

Как видно из рассуждений Лейбница, важнейшим доводом в пользу преформизма (вплоть до весьма абсурдной идеи вложения) служила невозможность подлинного творения без участия Бога, а именно это вынуждала предположить эпигенетическая доктрина. В работе «Размышления о жизненных началах и о пластических натурах» Лейбниц исходит из аксиомы, что в момент творения вся история мира уже была рассчитана и предусмотрена могуществом божественной прозорливости. Он пишет: «Существует столько оболочек и тел органических, заключенных друг в друге, что

никогда невозможно было бы привести ни одного совершенно нового органического тела без всякой преформации, и что точно так же нельзя разрушить вполне ни одного животного, уже существующего... Так как животные никогда не образуются естественным путем из неорганической массы, то механизм, неспособный произвести вновь все эти бесконечно разнообразные органы, может, однако же, легко извлечь их посредством развития и посредством преобразования предсуществующего органического тела» [Лейбниц 1982^a, 375–376].

Общие («идейные») соображения нередко оказываются решающими в научных спорах, в том числе и тогда, когда речь идет о естественных науках. Это относится не только к «старым» историям, но и к относительно недавним. О роли факта в науке написано немало прекрасных работ, показывающих, что факта вне теории не существует, потому и истина в значительной степени определяется тем, из каких теоретических посылок мы исходим. Выше упоминалась центральная догма молекулярной биологии, запрещающая движение информации в клетке от белка к нуклеотидам. Одним из следствий этой теоретической схемы на макроуровне стал запрет наследования «благоприобретенных признаков», что привело к победе дарвинизма над ламаркизмом и другими эволюционными теориями. Теория получила широкое распространение и практически повсеместно была включена в школьный курс биологии. В результате мы получили общество, в котором всякий образованный человек знает, что движущей силой эволюции является естественный отбор. Тогда как градуализм Ламарка обзавелся ярлыком антинаучной креационистской концепции. При этом при ближайшем рассмотрении становится понятно, что Дарвин, выпускник богословского факультета, создал теорию, лишенную ядра, движущей силы, так как «естественный отбор» на эту роль явно не подходит. Отбор *отбирает* наиболее приспособленных особей из числа уже имеющихся, тогда как движущая сила эволюции должна создавать новые виды. Если бы Дарвин оставался в рамках привычного ему «естественного богословия», то с задачей творения новых эволюционно значимых признаков легко бы справился Бог. Но поскольку Создатель был изъят из центра схемы, а в природе замены ему не нашлось, дарвинизм оказался ущербным образованием. Биологи сразу обратили на это внимание, и критика Дарвина началась практически сразу после того, как «Происхождение видов» покинуло типографию.

Проблемы дарвинизма до сих пор активно дискутируются. Было предпринято несколько попыток адаптировать теорию к современным биологическим данным, самой масштабной среди которых явилось создание СТЭ синтетической теории эволюции, которая, по мнению многих историков науки, не справилась с поставленной задачей (см., например, [Чайковский 2003]). «Ядро» концепции по-прежнему пусто, ответа на вопрос о возникновении новых признаков нет. При этом дарвинизм неплохо сочетался с «центральной догмой» молекулярной биологии, но лишь до тех пор, пока не были предприняты попытки создать действующую модель эволюционного процесса. Построенные модели показали, что для естественной эволюции, управляемой естественным отбором и спонтанно возникающими мутациями, на земле элементарно не хватает времени. Если исходить из невозможности наследования приобретенных признаков (а именно об этом, как мы помним, говорит «центральная догма» молекулярной биологии), то единственным источником изменений становятся случайные мутации, которые настолько редко бывают одновременно и полезными, и нелетальными, что, кажется, современной науке ни одна такая не известна.

Сегодня приобрел популярность *мем* об обезьянах с пишущими машинками, иллюстрирующий суть проблемы темпов биологической эволюции. Этот довод был предъявлен дарвинизму в числе первых и сводился к тому, что вероятность получить современное видовое разнообразие путем наследования случайных *положительных* мутаций не выше, чем вероятность того, что стадо обезьян, случайным образом ударяя по клавишам, напечатает полный текст «Войны и мира», со всеми знаками препинания. Теоретически это возможно, но практически потребует столько времени, что не хватит времени жизни Солнца. Это очевидное препятствие легко преодолевается

признанием правоты Ламарка, который утверждал, что эволюционные изменения не случайны, а *целесообразны* и обуславливаются влиянием внешней среды и «упражнения органов». Очевидно же, что шея жирафа удлинилась не просто так, а для того, чтобы он мог дотянуться до сочных листьев в кроне дерева. Приобретаемые признаки возникают не случайным образом (иначе у жирафа могла удлиниться не шея, а, например, хвост, а ему это совсем не нужно), а путем тренировки конкретного органа.

То, что теория Ламарка оказалась в группе ненаучных заблуждений, явилось одним из следствий поголовного увлечения генетикой и той картины передачи наследственной информации, которую она репрезентовала. Ибо на заре генетики считалось твердо установленным, что передача информации возможна лишь в одном направлении: из ядра в цитоплазму, а значит, никакое воздействие на генотип извне невозможно. Другими словами, как бы жираф ни тянулся вверх, его потомки не смогут наследовать результат его «упражнений». Шея у потомства останется той длины, которая предписана геномом. Разве что вмешается *положительная* мутация (то есть дающая требуемый результат, при этом, не убивая носителя и не снижая его шансов на выживание в борьбе за существование), степень вероятности которой, как уже говорилось, крайне мала.

Попыткой обойти это затруднение стала идея коэволюции, выдвинутая академиком Н.Н. Моисеевым и описывающая ситуации совместного развития в биологии, например, бабочки и цветка. Н.Н. Моисеев понимал под коэволюцией совместное развитие элементов одной системы, сохраняющей свою целостность и естественный (эволюционный) канал развития. Она, отчасти, помогает преодолеть дефицит эволюционного времени, но только на первый взгляд. Во-первых, она ничем принципиально не отличается от градуализма с его наследованием приобретенных признаков. А во-вторых, она фактически подразумевает, что полезная мутация должна одновременно возникнуть у двух видов (причем случайно), что на несколько порядков снижает вероятность наступления этого события. Тем не менее идея коэволюции не была воспринята как противоречие «центральному догмату» генетики. Мысль о взаимном приспособлении видов в ходе биологической эволюции вошла в употребление и одно время была очень популярна. Эта идея даже вышла за рамки биологии и стала основой концепции «коэволюционного развития природы и общества» (Р.С. Карпинская), что, учитывая разность в скорости течения эволюционного и исторического времени, вызвало немало критики и потребовало от своих сторонников многочисленных оправданий и разъяснений.

Но вернемся к биологии развития. Чем глубже становилось понимание процесса передачи наследственной информации, тем более очевидным делался тот факт, что для выдерживания «сроков эволюции» необходим механизм, позволяющий переносить в геном полезные «навыки», приобретаемые в течение жизни. Первые подвижки в эту сторону относятся к 40-м гг. XX в., и наиболее знаменательной работой в этой области (хотя тогда никто не мог предположить, что она знаменует собой начало целого направления в биологии) стала книга К.Х. Уоддингтона «Морфогенез и генетика», в которой впервые появляется термин «эпигенетика». Как пишет К. Малабу, профессор философии Кингстонского университета (Англия), «современная “эпигенетика” наследует что-то от “эпигенеза”, коль скоро она является наукой, имеющей своим предметом определенный тип развития. Сам термин “эпигенетика” впервые использован Коэнрадом Уоддингтоном в 1941 г. для обозначения раздела биологии, занимающегося отношениями между генами и фенотипом...» [Малабу 2019, 53]. Или, выражаясь прямо, влиянием окружающей среды на особенности развития организма, записанные в генотипе.

Кстати, как остроумно подметил наш коллега И.Н. Белоногов, когда речь идет о человеке, то, «коль скоро культурная ситуация является неотъемлемым компонентом окружающей среды, эпистемология буквально должна быть включена в состав эпигенетики» [Белоногов 2017, 69] в числе прочих средовых факторов. От себя добавлю, что, скорее всего, когнитивные способности действительно оказывают влияние

на биологическую эволюцию человека (см., например, Петрова Е.В. «Человек в информационной среде: социокультурный аспект») и, чем успешнее продвижение человечества по пути цивилизационного развития, тем ощутимее должно становиться это влияние. Но я даже представить не берусь, какими экспериментами можно подтвердить это предположение.

Таким образом, современная ситуация в биологии индивидуального развития может быть в очередной раз охарактеризована как некоторый синтез преформистского и эпигенетического подходов. Только на новом уровне, на котором обе теории настолько далеко ушли от своей исходной формы, что узнать их с первого взгляда нелегко. В новом раскладе сил генетика представляется преемницей преформизма. И хотя она не утверждает, что зародыш в яйце – это полностью сформированный организм, но, по меньшей мере, считается, что там содержится вся информация о будущем организме, представленная в виде ДНК-кода, который реализуется («разворачивается») по мере развития особи. В свою очередь эпигенетика – очевидная наследница эпигенеза, и не только в плане общего исследовательского поля, но и в том смысле, что полагает причину развития за пределами организма.

Успехи генетики, особенно впечатляющие в последние десятилетия, сегодня у всех на слуху. Уже отошел в прошлое масштабный проект «Геном человека», а термины «клонирование» и «стволовые клетки» прочно утвердились в сознании масс и все чаще становятся объектом этической экспертизы или судебных коллизий. Это ли не подлинное свидетельство, что все эти высоконучные вещи прочно внедрились в нашу повседневную жизнь! Однако эпигенетика, хотя по большому счету и является ровесницей генетики, до сих пор мало известна широкой публике и лишь недавно попала в поле зрения философии науки. Причина того, что эпигенетика пребывает в тени достижений генетики, мне видится в том, что эта относительно молодая дисциплина переживает стадию «нормальной науки», то есть занимается накоплением фактического, конкретно-научного материала, что для публики не представляет интереса. К тому же генетика начинала свой путь в тесной связи с евгеникой, откровенно популистским направлением, которое с самого начала было нацелено на такие большие цели, как усовершенствование человека и полная социальная перестройка (вплоть до революции в области морали). Конечно, с такими связями генетика, до известной степени перенявшая амбиции евгеники, неизбежно оказалась в центре внимания «широкой общественности», политиков и духовенства. Иное дело эпигенетика. Ее выхода на научную арену никто не заметил (кроме биологов, естественно). И она до сих пор работает, главным образом, с дрожжами и нематодами. А пока с этой стороны человечеству не грозит ни всеобщая гибель, ни вечная молодость, эпигенетика останется уделом профессионалов.

Член-корреспондент РАН Б.Ф. Ванюшин определяет эпигенетику как область знаний о совокупности свойств организма, которые не прямо, а опосредованно закодированы в геноме и, по определению, должны передаваться по наследству. По сути дела, в первую очередь эта наука имеет дело с механизмами, контролирующими экспрессию генов и клеточную дифференцировку. Ее задачей является изучение митотически и (или) мейотически наследуемых изменений в генной функции, которые нельзя объяснить изменениями в нуклеотидной последовательности ДНК. Акцентируя значимость этой сферы биологии развития, автор говорит, что даже самая превосходная наследственность может не реализоваться, если этому не будут благоприятствовать эпигенетические факторы [Ванюшин 2010, 12]. По образному выражению нобелевского лауреата П. Медавара, «генетика полагает, а эпигенетика располагает».

Долгое время эпигенетику не признавали совсем, а часто стыдливо или даже намеренно умалчивали о ней. В основном это происходило потому, что знания о природе эпигенетических сигналов и путях их реализации в организме были очень скудными и расплывчатыми. Сегодня стало ясно, что одним из таких эпигенетических сигналов в клетке является энзиматическая модификация (метилирование) самой генетической матрицы, метилирование ДНК.

Готшлинг Д. определяет эпигенетические явления как такие изменения в фенотипе, которые не связаны с мутацией ДНК, но при этом могут наследоваться. С точки зрения традиционной генетики такое определение звучит абсурдно, ибо принято считать твердо установленным, что носителем наследственной информации являются именно гены. Однако уже накоплен достаточный багаж фактических данных, показывающий, что устойчивая передача информации, не записанной в геноме, из поколения в поколение существует (см. [Кэри 2012]). Для описания работы эпигенетического механизма Д. Готшлинг прибегает к метафоре «включено» или «выключено», поясняя, что изменение в фенотипе должно быть похожим на переключение, а не на градуальную реакцию. Более того, «оно должно наследоваться, даже если первоначальные условия, вызвавшие это переключение, исчезают» [Готшлинг 2010, 13]. Одним из действующих факторов эпигенетического «ландшафта» помимо уже упомянутого метилирования ДНК могут выступать прионы. «В простейшем молекулярном смысле прионы – это белки, которые могут вызывать наследуемые фенотипические изменения, действуя на родственный этим белкам генный продукт и изменяя его. Никаких изменений нуклеотидной последовательности ДНК не происходит; скорее, прион, в общем случае, навязывает своему субстрату некое структурное изменение» [Там же, 21]. Механизм работы прионов лучше всего иллюстрирует пример широко известной патологии. Я имею в виду губчатый энцефалит крупного рогатого скота («коровье бешенство»), возбудителем которого являются именно прионы (отсюда и название «протеиновая инфекция»). Прионы – это белки с нестандартной третичной структурой, выступающие в роли своеобразных «центров кристаллизации» при контакте с обычными белками. Они словно запускают процесс «переупаковки», вынуждая нормальные протеины менять свою третичную структуру. Процесс небывстро (молекула за молекулой), поэтому симптомы заболевания проявляются не скоро. В этом и состоит основная опасность прионной инфекции для человека: уже будучи зараженным, скот выглядит совершенно здоровым. Стандартные процедуры ветеринарного контроля, обязательные перед забоем, не способны выявить болезнь. Инфицированный продукт попадает к потребителю. Ситуация усугубляется тем, что термическая обработка практически не действует на прионы.

Возвращаясь к вопросам теории, отметим, что эпигенетика, постулировав, что наследственная информация может передаваться не только генетическим путем, фактически совершила революционный переворот в понимании индивидуального развития. Механизм этого процесса пока только изучается, но, как отмечает ряд исследователей, он *может* работать следующим образом: «В некоторых случаях паттерны эпигенетического индексирования оказываются наследующимися в ходе клеточных делений, обеспечивая тем самым клеточную “память”, которая может расширять потенциал наследуемой информации, заключенной в генетическом (ДНК) коде. Таким образом, в узком смысле слова эпигенетику можно определять как изменения в транскрипции генов, обусловленные модуляциями хроматина, которые не являются результатом изменений в нуклеотидной последовательности ДНК» [Рейнберг... 2010, 33].

Как видим, в свете наработок эпигенетики, «центральная догма» молекулярной биологии, сформулированная Ф. Криком, со временем расширила свое содержание. Сначала она стала охватывать процессы, обеспечивающие обратную связь от РНК к ДНК, осуществляющуюся посредством обратной транскриптазы, в результате чего происходит интеграция нового генетического материала в базовую ДНК (что демонстрируется ретровирусами и ретротранспозонами). Но все еще не признавала возможности передачи информации от белка к нуклеиновым кислотам (а именно это могло бы обеспечить наследование приобретенных признаков). Однако «новым поворотом в судьбе генетической догмы явился тот факт, что редкие белки, известные как прионы, могут наследоваться в отсутствие матриц ДНК или РНК. Таким образом, эти специализированные самоагрегирующиеся белки обладают свойствами самой ДНК, в том числе механизмом репликации и хранения информации» [Там же, 34].

В заключение следует сказать, что, как мы видели, представления о закономерностях индивидуального развития организма претерпели существенные изменения по мере углубления естественнонаучного понимания процесса. Из многочисленных теорий, описывавших эту область в XVII–XVIII вв., ни одна не осталась неизменной, но все они сделали ценный вклад (пусть даже «микроскопический») в теоретическую копилку биологической науки. Даже «центральная догма» молекулярной биологии, не особенно архаический конструкт, уже изменилась, и, кажется, все идет к тому, что со временем от нее придется совсем отказаться. Это доказывает, что в науке ни один догмат не является достаточно неизменным, чтобы по нему можно было провести демаркацию между научным и антинаучным (эзотерика не в счет).

Но, отдавая должное колоссальному прогрессу науки, нельзя не заметить, что главный вопрос, вынесенный в название статьи, остался без ответа. Ни одна из современных теорий не дает удовлетворительного ответа на вопрос, как записан «план строения» живых организмов. Это остается загадкой. Чем глубже мы проникаем в детали онтогенеза, тем яснее понимаем, где этого плана нет. В ДНК закодированы белки, из которых будет построено тело организма. Образно говоря, это смета расходов, в которой указано, какие материалы потребуются при строительстве (кирпич, цемент, доски и т.д.). Гистоны, прионы и прочие элементы «эпигенетического ландшафта» управляют экспрессией генов (продолжая строительную аналогию, определяют, когда какой стройматериал подвозить на стройплощадку). Но как записан сам «архитектурный» план, как понять, что должен получиться человек, а не сыроежка (у нас с грибами 70% генетического сходства, а белки вообще одинаковые для всего живого)? Ответа на этот вопрос по-прежнему нет.

Источники – Primary Sources in Russian Translations

Лейбниц 1982^a – *Лейбниц Г.Ф.* Размышления о жизненных началах и о пластических натурах // Соч. В 4 т. Т. 1. М.: Мысль, 1982. С. 370–377 (Leibniz, Gottfried W. *Consideratio sur les principes de vie*, Russian translation).

Лейбниц 1982^b – *Лейбниц Г.Ф.* Монадология // Соч. В 4 т. Т. 1. М.: Мысль, 1982 (Leibniz, Gottfried W. *La Monadologie*, Russian translation).

Ссылки – References in Russian

Белоногов 2017 – *Белоногов И.Н.* Эпигенетика в эпистемологии // *Философия науки и техники*. Т. 22. № 2. С. 60–74.

Ванюшин 2010 – *Ванюшин Б.Ф.* Введение // *Эпигенетика*. М.: Техносфера, 2010. С. 11–12.

Готшлинг 2010 – *Готшлинг Д.* Эпигенетика: от явления к области науки // *Эпигенетика*. М.: Техносфера, 2010. С. 12–25.

Кэри 2012 – *Кэри Н.* Эпигенетика: как современная биология переписывает наши представления о генетике, заболеваниях и наследственности. Ростов-на-Дону: Феникс, 2012.

Малабу 2019 – *Малабу К.* Жизнь одна: сопротивление биологическое, сопротивление политическое // *Синий диван*. Философско-теоретический журнал. Вып. 23. М.: Три квадрата, 2019. С. 47–59.

Рейнберг... 2010 – *Рейнберг Д., Эллис Ч.Д., Дженювейн Т.* Общий обзор и основные понятия // *Эпигенетика*. М.: Техносфера, 2010. С. 33–64.

Фельзенфельд 2010 – *Фельзенфельд Г.* Краткая история эпигенетики // *Эпигенетика*. М.: Техносфера, 2010. С. 26–32.

Чайковский (2003) – *Чайковский Ю.В.* Эволюция. М.: Центр системных исследований, 2003.

References

Belonogov, Ivan (2017) “Epigenetics in Epistemology”, *Philosophy of science and technology*, Vol. 22, No. 2, pp. 60–74 (in Russian).

Gotshling, Daniel (2007) “Epigenetics: From Phenomenon to Science”, *Epigenetics*, Prometheus Books, New York, pp. 12–25 (Russian translation).

Carey, Nessa (2007) “Epigenetics: how modern biology rewrites our ideas about genetics, diseases and heredity”, *Epigenetics*, Prometheus Books, New York (Russian translation).

Malabu Katrine (2019). “Life is one: biological resistance, political resistance”, *Sinij divan*, No. 23, pp. 47–59 (in Russian).

Allis, David, Jenuwein, Thomas, Reinberg, Danny (2007) “Overview and basic concepts”, *Epigenetics*, Prometheus Books, New York, pp. 33–64 (Russian translation).

Felsenfeld, Gary (2007) “A Brief History of Epigenetics”, *Epigenetics*, Prometheus Books, New York, pp. 26–32 (Russian translation).

Vanuyshin, Boris F. (2010) “Introduction”, *Epigenetics*, Technosphere, Moscow, pp. 11–12 (in Russian).

Сведения об авторе

ХЕН Юлия Вонховна –
доктор философских наук,
ведущий научный сотрудник,
Институт философии РАН.

Author's Information

KHEN Julia Wonkhovna –
DSc in Philosophy, senior researcher,
the Institute of Philosophy
of Russian Academy of Sciences.