



СОВМЕСТИМА ЛИ ЭВОЛЮЦИОННАЯ ЭПИСТЕМОЛОГИЯ НАУКИ С НАУЧНЫМ РЕАЛИЗМОМ?¹

Иван Александрович Кузин — аспирант кафедры философии и методологии науки философского факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.
E-mail: ikuzin@gmail.com

Классическая, селекционистская (адаптационистская) эволюционная эпистемология науки проводит аналогию между развитием науки и процессом естественного отбора. Однако естественный отбор непосредственно увеличивает лишь *относительную* приспособленность организмов, приспособленность к конкретным и изменяющимся условиям среды. Поэтому эволюционная эпистемология науки используется (в частности, Б. ван Фраассеном) в полемике против научного реализма, предполагающего существование *абсолютного* научного прогресса, выражающегося в приближении к истине. В современной биологии для объяснения абсолютного эволюционного прогресса выработаны неадаптационистские, неселекционистские модели, основанные на механизме пассивного тренда (случайного блуждания, ограниченного одной или несколькими стенками), в том числе храповиковая модель. В статье предлагается неадаптационистское расширение эволюционной эпистемологии науки — храповиковая модель научного прогресса, иллюстрируемая на материале истории термодинамики. Данная модель позволяет объединить реалистическую концепцию научного прогресса как приближения к истине с антиреалистической концепцией развития науки как улучшения способности решения проблем, отнеся первый аспект к глобальной динамике науки, а второй — к локальной.

Ключевые слова: адаптационизм, Б. ван Фраассен, научный реализм, научный прогресс, эволюционный прогресс, эволюционная эпистемология.

IS EVOLUTIONARY EPISTEMOLOGY OF SCIENCE COMPATIBLE WITH SCIENTIFIC REALISM?

Ivan Kuzin — Ph.D student, Department of Philosophy and Methodology of Science, Faculty of Philosophy, Lomonosov Moscow State University.

Classical, selectionist (adaptationist) evolutionary epistemology of science draws an analogy between development of science and natural selection. But natural selection immediately increases only the *relative* fitness of organisms with regard to specific and changing environment. Therefore evolutionary epistemology of science is exploited (by van Fraassen in particular) against scientific realism which presumes existence of *absolute* scientific progress as an approach to truth. In modern biology in order to explain absolute evolutionary progress nonadaptationist, nonselectionist models based on a passive trend mechanism (a random walk limited by walls) were worked out, the ratchet model in particular. This paper suggests nonadaptationist extension of evolutionary epistemology of science, namely the ratchet model of scientific progress and illustrates it by history of thermodynamics. This model enables to combine realistic concept of scientific progress as an approach to truth with antirealistic concept of scientific development as an improvement of problem-solving ability: the former is ascribed to scientific dynamics on a global scale and the latter on a local.

Key words: adaptationism, evolutionary epistemology, evolutionary progress, scientific progress, scientific realism, B. van Fraassen.



¹ Статья подготовлена при поддержке РФНФ, проект № 15-33-01041.



Эволюционная эпистемология науки в полемике между реализмом и антиреализмом

Эволюционная эпистемология основана на применении эволюционных моделей к развитию познания и состоит из двух относительно независимых программ [Князева, 2012]. Предметом первой является эволюция биологических механизмов познания, второй — эволюция научного знания. Вторую программу можно обозначить как эволюционную эпистемологию науки [Hahweg, Hooker, 1989]². В последние годы эволюционную эпистемологию науки несколько оживило возобновление спора о том, свидетельствует ли она против научного реализма [Park, 2014; Wray, 2007; Wray, 2010].

Интуитивно наиболее привлекательным доводом в пользу научного реализма является *miracle argument/no-miracles argument* [Chakravarty, 2014: 9], т.е. аргумент «чудес не бывает» [Фурсов, 2013: 88–98]. Если бы лучшие наши теории были далеки от истины, то успешность их предсказаний, ретросказаний и объяснений была бы чудом. Следовательно, наши лучшие теории истинны или приблизительно истинны. В рамках критики данного аргумента ван Фраассен провел аналогию между успешными теориями и хорошо адаптированными организмами [van Fraassen, 1980: 39–40, 219]. В процессе естественного отбора выживают те мыши, которые способны спастись от кошки, при этом мыши не обязаны осознавать кошку как врага³. Аналогично: «только успешные теории выживают — те, которые фактически улавливают действительные закономерности в природе» [Ibid.: 40], дополнительная апелляция к истинности не требуется. Реалисты возразили ван Фраассену, что селекционистское и реалистическое объяснения успешности науки совместимы: успешно предсказывающие теории отбираются потому, что они истинны или по крайней мере ближе к истине, чем конкуренты [например, Kitcher, 1993: 150–151].

Недавно вновь была предпринята попытка продемонстрировать несовместимость реалистического и селекционистского объяснений успешности науки [Wray, 2007; Wray, 2010], и она в свою очередь была подвергнута критике [Park, 2014]. В настоящее время «до конца не ясно, достаточно ли эволюционной аналогии для того, чтобы рассеять

² Предметом данной статьи является именно эволюционная эпистемология науки, хотя использование аргументов от эволюции биологических механизмов познания для критики достоверности знания [Храмов, 2013] обнаруживает сходство с использованием эволюционной эпистемологии науки против научного реализма.

³ Абсолютно приспособленные к защите от кошек мыши должны были бы обладать истинной «теорией» кошек, но для выживания мышам достаточно быть лишь более приспособленными относительно конкурентов.



интуицию, стоящую за аргументом “чудес не бывает”» [Chakravartty, 2014: 10].

На наш взгляд, полезно расширить контекст рассмотрения причин успешности теорий до проблемы научного прогресса и провести аналогию между научным и эволюционным прогрессом. В таком случае можно согласиться с тезисом о несовместимости реалистического и селекционистского объяснений успешности теорий⁴, из чего, однако, не следует, что эволюционная эпистемология науки в целом не совместима с реализмом. Мы предполагаем, что в ее рамках возможна непротиворечивая модель научного прогресса как приближения к истине, но при условии введения в этот раздел эволюционной эпистемологии неселекционистских, неадаптационистских гипотез о механизме прогресса, выработанных в современной эволюционной биологии [Gould, 2011; Maynard Smith, Szathmáry, 1995].

Неадаптационистские модели эволюционного прогресса: концепция пассивного тренда

Адаптационизм — тезис об исключительной роли адаптаций и естественного отбора в эволюции — часто рассматривается как один из главных компонентов дарвинизма (включая синтетическую теорию эволюции). Несколько последних десятилетий адаптационизм подвергается влиятельной критике, не отрицающей участие естественного отбора, но одновременно подчеркивающей конструктивную роль в эволюции случайности и ограничений (constraints) [Гулд, Левонтин, 2014; Rosenberg, McShea, 2007: 65–95; см. также: Кузин, 2015]. В настоящей статье термины «адаптационистский» и «селекционистский» употребляются как синонимы⁵.

Для современной эволюционной теории важным является различение активных и пассивных эволюционных трендов [Rosenberg, McShea, 2007: 147–151]. *Тренд* — это направленное изменение некоторой статистики рассматриваемой системы (максимума, минимума, среднего, моды и т.д.). Таким образом, тренд — это глобальная характеристика динамики системы. Активный эволюционный тренд обусловлен соответствующей локальной *тенденцией*. Как правило, предполагается, что локальная тенденция возникает за счет естественного отбора.

⁴ Мнения создателей эволюционной эпистемологии науки о совместимости эволюционной эпистемологии науки с интерпретацией научного прогресса как приближения к истине расходятся: Поппер защищает совместимость, Тулмин и Кун отстаивают несовместимость, Халл склоняется к совместимости [Тулмин, 1984; Hull, 1988; Поппер, 2002]. С нашей точки зрения веским доводом в пользу несовместимости является распространение среди биологов в последние десятилетия мнения о недостаточности естественного отбора для абсолютного эволюционного прогресса.

⁵ В англоязычных источниках первый термин чаще встречается в литературе по эволюционной биологии и по философии биологии, второй — при обсуждении проблемы научного реализма.



В случае пассивного тренда локальная тенденция отсутствует, а тренд обусловлен наличием некоторого ограничения, препятствующего движению в одну сторону, но оставляющего открытой возможность движения в другую. С математической точки зрения данная модель соответствует одномерному случайному блужданию с одной отражающей стенкой и часто описывается метафорой пьяного, выгнанного из бара (пьяный с одинаковой вероятностью делает шаги в сторону бара и в сторону от бара, но обратно в бар его не пускают, поэтому вероятность обнаружить его вдали от бара со временем увеличивается). Например, увеличение максимальной сложности организмов в ходе эволюции можно объяснить наличием единственной «левой»⁶ стенки [Gould, 2011]. Данная модель предполагает, что в ходе приспособления к локальным условиям среды сложность организмов может с равной вероятностью уменьшаться⁷ или увеличиваться (случайное блуждание), но представители новых видов не могут оказаться проще самых первых живых организмов (стенка). Из данной модели следует асимметричное распределение видов по степени сложности, соответствующее наблюдаемой картине: на современной Земле, как и миллиарды лет назад, преобладают простейшие организмы. Сложность С.Дж. Гулд практически отождествляет с прогрессивностью, и очевидно, что данная модель может работать и в случае других критериев прогресса.

Механизм прогресса, представленный в известной работе «Главные эволюционные переходы» [Maynard Smith, Szathmáry, 2001], также можно интерпретировать как пассивный тренд, но обусловленный не одной, а несколькими последовательно возникающими стенками [Knoll, Vambach, 2000]. Добавление нового уровня иерархии в биологическую систему (типичный главный эволюционный переход) делает практически невозможным отказ от этого уровня иерархии, так как объединившиеся компоненты через некоторое время уже не могут существовать друг без друга. Например, эукариотические клетки когда-то возникли в результате симбиоза двух прокариотических, одна из которых дала начало митохондриям, однако в настоящее время митохондрии не могут существовать независимо от эукариот [Maynard Smith, Szathmáry, 2001: 9]. Ввиду сходства с механизмом работы храповика⁸ модель прогресса по Дж. Мейнарду Смит и Э. Сатмари образно называют «храповико-

⁶ Увеличение сложности (или иных показателей, связанных с прогрессом) принято представлять в виде движения вправо вдоль оси прогрессивности. Соответственно регресс представляют в виде движения влево вдоль этой оси.

⁷ Классический пример уменьшения сложности в результате адаптации к локальным условиям среды — переход к паразитизму [Gould, 2011: 135–146].

⁸ Под храповиком, или храповым механизмом, здесь и далее понимается механизм, не препятствующий движению в одном направлении, но допускающий движение в обратном направлении лишь в ограниченных пределах, в результате чего возвратно-поступательное движение преобразуется в прерывистое движение в одном направлении.



вая» (ratchet). В настоящее время она применяется для неадаптационистского объяснения эволюционного усложнения различных клеточных структур и процессов [Gray et al., 2010].

Интерпретация научного прогресса как пассивного тренда: храповиковая модель

В настоящее время актуальными считаются несколько критериев прогрессивности биологической эволюции [McShea, 1998]. Среди профессионалов наиболее популярным является уже упомянутый критерий увеличения сложности организмов [Maynard Smith, Szathmáry, 1995], среди непрофессионалов распространено представление об эволюционном прогрессе как об увеличении приспособленности организмов за счет естественного отбора. Однако приспособленность организмов, которую увеличивает естественный отбор, как известно, зависит от среды. На практике биологами часто используется трактовка приспособленности как способности решать экологические проблемы, которые перед организмом ставят конкретные условия среды [Кузин, 2015; Rosenberg, McShea, 2007: 53–62]. Таким образом, естественный отбор сам по себе приводит лишь к относительному, а не абсолютному прогрессу [Ruse, 2009]. Чтобы осмысленно говорить об увеличении приспособленности в ходе абсолютного эволюционного прогресса, необходима концепция *межсредовой* приспособленности и универсальных адаптаций, общепринятых вариантов которой нет [McShea, 1998: 304–306]. Аналогичной трудностью (с точки зрения Тулмина, непреодолимой) в эволюционной эпистемологии является выработка единой концепции истины в условиях роста числа научных специальностей, исторической и межкультурной изменчивости научной рациональности. Теоретики-эволюционисты зачастую предлагают использовать вместо межсредовой приспособленности какой-либо ее коррелят, например размер тела или количество энергии, которым организм располагает для роста или размножения [McShea, 1998]. Аналогичным образом коррелятом приближения к истине оказывается, по версии Поппера, способность решать проблемы [Поппер, 2002]. Однако антиреалисты разводят эти два критерия прогресса и рассматривают научный прогресс лишь как увеличение способности решения проблем [Кун, 2003; Laudan, 1977].

Мы предлагаем аналогию между такими характеристиками развития науки, как возрастание способности теорий решать проблемы и приближение к истине, и такими характеристиками биологической эволюции, как приобретение частных (локальных) и универсальных (глобальных) адаптаций. При принятии данной аналогии возражение против «реалистической» концепции научного прогресса, состоящее



в том, что возрастание способности решения проблем само по себе не приближает к истине, оказывается аналогичным аргументу, что естественный отбор сам по себе не достаточен для абсолютного эволюционного прогресса. В биологии было предложено неадапционистское объяснение абсолютного эволюционного прогресса, и стоит попробовать использовать его для решения аналогичной эпистемологической проблемы. Для этого нужно показать, что в науке выполняются предпосылки моделей прогресса как пассивного тренда, применяемых в биологии. На наш взгляд, минимальный набор этих предпосылок выглядит следующим образом.

(0) Наличие объектов, обладающих способностью к размножению, наследственностью и изменчивостью. Данная предпосылка является общей для неадапционистских и адапционистских моделей, поэтому ее применимость в эволюционной эпистемологии теорий многократно обсуждалась [Поппер, 2002; Тулмин, 1984; Hull, 1988] и в настоящей работе не проблематизируется.

(1) Ограничение развития науки, налагаемое одной или несколькими *стенками*. Стенки соответствуют фундаментальным⁹, явно или неявно выраженным запретам, накапливаемым в ходе развития науки. Под это требование подходят, например, «принципы запрета» в интерпретации М. Борна, рассматривавшего их как конденсированное выражение нашего отрицательного опыта [Готт, 1972: 296]. При этом, на наш взгляд, научный прогресс на больших масштабах времени вряд ли можно объяснить при помощи модели пассивного тренда с одной стенкой. В этом случае наблюдались бы в среднем очень низкое правдоподобие научных теорий (скапливающихся у единственной стенки) и низкая скорость научного прогресса. Поэтому в дальнейшем рассматривается только модель пассивного тренда с несколькими последовательно возникающими стенками — храповиковая модель.

(2) Как подтверждение наличия «случайного блуждания» вдоль оси прогрессивности будем рассматривать такие феномены, как устойчивая воспроизводимость некоторых научных *ошибок* и локальный научный *регресс*. Научную ошибку будем понимать как удаление от истины или уменьшение правдоподобия, регресс — как ряд взаимосвязанных ошибок¹⁰. Подтверждением модели мы считаем не-

⁹ Является запрет фундаментальным (истинным) или нет, можно определить лишь ретроспективно. По этой причине (а также по причине того, что по предсказанию модели приближение к истине происходит медленно) храповиковая модель может быть проиллюстрирована лишь на материале достаточно удаленной от нас истории науки (см. последний раздел).

¹⁰ Поиск описаний научных ошибок и тем более научного регресса затруднен тем обстоятельством, что современные историки науки часто боятся изучать эти явления из-за возможных обвинений в презентизме — тенденции рассматривать прошлое с точки зрения настоящего.



однократное появление в ходе развития науки менее истинных теорий, пытающихся преодолеть какой-либо фундаментальный запрет. Понятие «теория» будем понимать широко и нестрого, в духе Лаудана: если проблемы — вопросы науки, то теории — ответы на эти вопросы [Laudan, 1977: 13].

(3) Для нас представляют интерес случаи, когда ошибки и регресс оказываются связаны с научным успехом, т.е. когда они должны быть объяснены в рамках интерналистских, а не экстерналистских моделей науки. К *успешности* теории будем предъявлять слабые требования: она должна решать какие-либо эмпирические или концептуальные проблемы [Ibid.: 15–29].

Разрабатываемую нами храповиковую модель можно рассматривать в рамках относительно нового направления — неадапционистской эволюционной эпистемологии [Evolutionary epistemology..., 2006]. Однако представители данного проекта относятся к немецкоязычной традиции и развивают представление о конструктивной роли эволюционных *ограничений*, пытаясь заменить концепцию адаптации концепцией саморегуляции и реалистическую концепцию соответствия — антиреалистической концепцией когерентности [Gontier, 2013: 15–16]. Предлагаемая нами храповиковая модель основана как на важной роли ограничений, так и на конструктивной роли *случайности* в эволюции — втором «ките» критики адапционизма, причем храповиковая модель интерпретируется нами реалистически.

В рамках неадапционистской эволюционной эпистемологии уже предлагались модели, получившие название храповиковых. Согласно М. Томазелло, культурные традиции человека отличаются от культурных традиций приматов в первую очередь уникальной точностью передачи культурных новшеств, обусловленной специфической способностью человека понимать намерения других людей. Точность передачи делает возможным накопление новшеств и приводит к возникновению сложной культуры [Tomasello, 1999: 40]. На наш взгляд, описанная Томазелло модель не может называться храповиковой, так как вполне укладывается в селекционистскую модель, для которой точность копирования (репликации) имеет важное значение. Томазелло приводит пример «храповиковой» модели из истории науки: введение декартовой системы координат необратимо преобразило математику. При этом наука интересует Томазелло лишь как часть культуры, данный пример он не интерпретирует реалистически, поэтому в рамках нашей работы он в любом случае не представляет большого интереса.

А. Риглер рассматривает в качестве храповикового механизм, основанный на том, что в процессе эволюционной адаптации организованным системам гораздо легче присоединять новые компоненты, чем терять какие-либо старые (при этом не важно, в каких именно



условиях происходит адаптация) [Riegler, 2001: 422]. Аналогичным образом человеческое познание осуществляется по механизму храповика, «зубьями» которого являются когнитивное инкапсулирование, безоговорочное принятие некоторых понятий, идей и теорий (здесь Риглер ссылается на латуровскую концепцию научного факта как «черного ящика»), «собачкой» — ограниченные познавательные способности человека. Отсюда, по Риглеру, наша склонность к мышлению в рамках парадигм и к избирательному восприятию [Riegler, 2001: 425]. Данная модель также не относится напрямую к теме настоящей статьи, так как разработана на основе данных психологии и относится в первую очередь к изучению эволюции когнитивных механизмов, а не к эволюционной эпистемологии науки. Кроме того, Риглером она интерпретируется антиреалистически.

Эпистемологические доводы в пользу храповиковой модели научного прогресса

Универсальность механизма естественного отбора [Степин, 2003: 644] часто обосновывают его простотой. Например, Дэниел Деннетт рассматривает естественный отбор как алгоритм, независимый от субстрата, сопоставимый с алгоритмами сложения, вычитания, умножения и деления в арифметике [Dennett, 1995]. Однако модели пассивного тренда выглядят не менее простыми, чем модели активного тренда, поддерживаемого отбором: и в том, и в другом случае модель состоит из объектов, обладающих способностью к размножению, наследственностью и изменчивостью, и внешнего ограничения (в случае активных трендов это критерий отбора, в случае пассивного тренда — одна или несколько отражающих стенок). Таким образом, можно предположить, что область применения моделей пассивного тренда также должна быть широкой. Мы согласны с Дэвидом Халлом в том, что одной из причин неприятия эволюционной эпистемологии является распространенность упрощенного представления о биологической эволюции [Hull, 1988: 430]. Разнообразие механизмов эволюции требует обобщенного описания, и такое описание может оказаться применимым к развитию науки [Ibid.: 403].

Для философии науки традиционным является негативное и пренебрежительное отношение к научным ошибкам. Однако пресловутое «обучение на ошибках» не является тривиальным, ошибки в науке повторяются. Поэтому в последние десятилетия появились специальные исследования, посвященные данной теме. Показано, что в каждой науке накапливаются «неформальные репертуары ошибок» [Allchin, 2001]. Их мы рассматриваем как имплицитные запреты, потенциально способные выполнять функции стенок. Помимо них на



роль стенок в храповиковой модели могут претендовать явно сформулированные фундаментальные запреты [Готт, 1972: 296–324].

Ось, вдоль которой происходит случайное блуждание, соответствует правдоподобию теорий или их приблизительной истинности. Мы не пытаемся формализовать понятие правдоподобия, полагая вслед за Псиллосом [Psillos, 1999: 268], что в научном дискурсе можно ограничиться его интуитивным пониманием. В отношении понятий приблизительной истинности и правдоподобия не возникают парадоксы, аналогичные парадоксу лжеца, сделавшие необходимой формализацию понятия истины по Тарскому.

Одно из главных затруднений научного реализма связано с *пессимистической метаиндукцией* [Laudan, 1981], направленной против аргумента «чудес не бывает»: из истории науки известны примеры успешных, но не референциальных теорий и референциальных, но неуспешных теорий. При этом аргумент «чудес не бывает» нельзя спасти предположением, что теории со временем все же приближаются к истине, потому что сплошь и рядом старая теория не может быть рассмотрена как предельный случай новой. Таким образом, приходится предполагать, что и современные научные теории могут оказаться неререференциальными и далекими от истины, несмотря на свою успешность.

Пессимистическую метаиндукцию можно пытаться нейтрализовать при помощи ослабления научного реализма: например, структурный реализм предлагает замену онтологии объектов и свойств на онтологию структур и отношений [Фурсов, 2013: 162–196], а стратегия «разделяй и властвуй» Псиллоса и Китчера предполагает отказ от представления о целостности научных теорий — лишь истинные и референциальные компоненты теорий ответственны за их успех [Kitcher, 1993; Psillos, 1999]. Храповиковую модель также можно рассматривать как ослабленную версию научного реализма. Она отказывается от предположения о непосредственной преемственности между научными теориями: в локальной динамике науки новые успешные теории могут быть менее истинными, чем старые, но в глобальной динамике тем не менее имеет место приближение к истине. Таким образом, храповиковая модель претендует на снятие противоречия между кумулятивными моделями развития науки, характерными для реализма, и антикумулятивными моделями, характерными для антиреализма.

Пример из истории науки: термодинамика и вечные двигатели

И первый закон термодинамики (закон сохранения энергии), и второй (обозначим его как закон неубывания энтропии) можно



сформулировать в виде запретов. В соответствии с работами В. Оствальда и других авторов принято, что первый закон эквивалентен запрету на существование вечных двигателей (perpetuum mobile) первого рода (далее обозначаемых РМ1), второй — запрету на существование вечных двигателей второго рода (далее обозначаемых РМ2) [Бродянский, 1989: 114; Čápek, Sheehan, 2005: 2–4]. Более того, явный или неявный запрет вечного двигателя второго рода является «золотым стандартом» для более чем двух десятков различных формулировок второго начала термодинамики [Ibid.: 12–13].

Хотя первый и второй законы термодинамики были сформулированы почти одновременно в середине XIX в., частные случаи либо неточные формулировки первого закона были известны гораздо раньше. Отсчет можно начинать, например, с введения в 1515 г. Леонардо да Винчи понятия статического момента силы в механику [Бродянский, 1989: 27–29]. В то же время второй закон термодинамики неявно появляется лишь в теории тепловых машин С. Карно в 1824 г. [Там же: 74; Čápek, Sheehan, 2005: 5]. Аналогичное запаздывание имело место в истории изобретения вечных двигателей. Попытки изобретения РМ1, зародившись в Индии в XII в., в XIII в. распространились на исламский мир и оттуда — в средневековую Европу [Gabbey, 1984: 53]. В последней четверти XIX в. попытки изобрести РМ1 были окончательно дискредитированы в глазах серьезных ученых и число новых попыток стало уменьшаться (к концу XX в. их поток практически иссяк). Однако в это же время появляются первые варианты РМ2 [Бродянский, 1989] и дискуссии по поводу возможных исключений из второго закона термодинамики. В настоящее время второй закон термодинамики в отличие от первого рассматривается как потенциально нарушимый [Čápek, Sheehan, 2005: 29] и продолжают попытки создания РМ2 [Бродянский, 1989]. Существенно также, что и первый, и второй законы термодинамики не могут быть в общем случае обоснованы теоретически, не являются следствиями каких-либо других законов [Čápek, Sheehan, 2005: 42]. Таким образом, можно попробовать интерпретировать запреты на существование РМ1 и РМ2 как стенки, последовательно возникающие в ходе развития науки и обеспечивающие прогресс термодинамики по механизму храповиковой модели.

На наш взгляд, можно выделить две волны «атак» на первую стенку, два направления попыток изобретения РМ1. Они соответствуют двум основным типам РМ1: механическому и физико-механическому [Gabbey, 1984: 42–43]. Механические РМ1 — «полностью искусственные», основаны на действии веса или инерции, к ним относятся и гидравлические вечные двигатели. Физико-механические РМ1 включают искусственный («механический») компонент, но их работа связана в первую очередь с действием природных («физических») агентов: магнетизма, химических реакций и т.д. Данное под-



разделение согласуется с классификацией вечных двигателей, предложенной в 1684–1692 гг. Ф. де Лана Терци. Его *primum genus* — это механический РМ1, а *secundum genus* и *tertium genus* соответствуют двум разновидностям физико-механического двигателя — лишь частично контролируемому изобретателем (например, из-за использования атмосферных или небесных явлений) и полностью контролируемому.

Первые проекты физико-механических РМ1 появились не намного позднее механических [Бродянский, 1989: 19–22]. Однако механические РМ1 были довольно рано скомпрометированы работами Леонардо да Винчи, С. Стевина (1586), Дж. Уилкинса (1648) и других авторов. Леонардо да Винчи и Стевин были первыми учеными, считавшими невозможность создания механического РМ1 аксиомой [Там же: 32–35]. В то же время до формулировки законов термодинамики *никто* полностью не отвергал возможность физико-механического РМ1 [Gabbey, 1984: 45–47]. Варианты истинного физико-механического РМ1 (*tertium genus* по классификации де Лана Терци) предлагали даже крупнейшие ученые, такие, как Р. Декарт, И. Ньютон и И. Бернулли [Ibid.; Schaffer, 1995: 180]. В 1775 г. Парижская академия приняла знаменитое решение не рассматривать более проекты вечных двигателей, однако исходя из их описания в этом решении шла речь лишь о механических вечных двигателях [Бродянский, 1989: 73].

В принципах «классических»¹¹ РМ2 нет такого разнообразия, как в принципах РМ1 [Бродянский, 1989: 114]. Поэтому мы будем рассматривать попытки изобретения РМ2 [Čápek, Sheehan, 2005: 35–52] как единое направление, одну «атаку». Важное место в этих попытках занимают вариации на тему демона Максвелла (1867) [Ibid.: 35–37].

Какие действительные — эмпирические и концептуальные — проблемы стояли за попытками создания вечных двигателей и какие успехи были достигнуты в их решении? В письме Ньютону (август 1721 г.) В.Я. Гравезанд упоминает один из самых известных РМ1 — машину Орфиреуса — как «нечто весьма удивительное, но заслуживающее дальнейшего исследования» [Бродянский, 1989: 59], и замечает, что, хотя большинство «математиков» отрицает возможность РМ1, «я имею честь сообщить Вам, что около семи лет назад я нашел, как я полагал, ошибку в этих доказательствах, так как они применимы не ко всем возможным машинам» [Schaffer, 1995: 177]. Ошибка была связана, по подозрению Гравезанда, с законами столкновения тел. Осенью 1721 г. Гравезанд провел эксперимент по падению шаров разного размера — предположительно таких же, что функционировали

¹¹ Мы не будем учитывать современные, берущие начало в 1980-х гг., аргументы против второго начала термодинамики и связанные с ними предложения по созданию РМ2 [Čápek, Sheehan, 2005: 53–265].



в машине Орфиреуса, — в воск. В результате он обнаружил, что для шара данного размера размер вмятин (а значит, «живая сила») пропорционален высоте падения (а значит, квадрату скорости в момент столкновения). С современной точки зрения Гравезанд первым экспериментально продемонстрировал, что кинетическая энергия пропорциональна квадрату скорости, а не самой скорости. В 1722 г. Гравезанд опубликовал две статьи: в одной он описывал сам эксперимент, а во второй спекулировал на тему о том, что продемонстрированная им зависимость может объяснить, каким образом в вечных двигателях (и живых организмах) компенсируются потери, связанные с трением [Ibid.: 177–179]. С. Шаффер рассматривает данный эпизод как иллюстрацию взаимосвязи между разными способами оценки ценности, существовавшими в раннее Новое время: связанными с публичными демонстрациями научных опытов, со сравнением эффективности машин и с игрой на бирже [Ibid.: 160–161]. На наш взгляд, хотя попытка Гравезанда доказать возможность механического РМ1 была связана с фундаментальным заблуждением (отдалением от истины в ходе «случайного блуждания»), она тем не менее являлась элементом рационального развития науки, так как не только утвердила своей конечной неудачей первый закон термодинамики («стенку»), но и была локально успешна, внося вклад в решение важной эмпирической научной проблемы — выяснения законов столкновения тел.

Если бы механический РМ1 был создан, то он решил бы и одну важную *концептуальную* проблему науки XVII–XVIII вв. Для механистической философии было характерно положение, которое можно выразить словами М. Мерсенна: «Мы знаем действительную причину только тех вещей, которые мы можем создать при помощи своих рук или разума» [Gabbey, 1984: 11–12]. В то же время Декарт, Бойль, Ньютон, Лейбниц и другие сторонники механицизма верили (правда, на разных основаниях), что Вселенная с момента сотворения представляет собой что-то вроде вечного двигателя [Ibid.: 41–42]. Так как к концу XVII в. большинство ученых (за редкими исключениями, вроде Гравезанда) уже считали механический РМ1 невозможным, возникло противоречие. Однако механический РМ1 так и не был создан и внутреннее противоречие механицизма осталось неразрешенным [Ibid.: 58].

С точки зрения развития техники можно выделить три исторически сменявших друг друга типа проблем, которые более или менее сознательно пытались решить создатели РМ: (1) создание универсального двигателя для привода различных машин в любом месте без использования силы людей, животных, воды и ветра (проблема была особенно актуальна до появления тепловых машин), (2) экономия топлива, главным образом в связи с задачами дальнего плавания морских судов (до конца XIX — начала XX в.), (3) проблема истощения



энергетических ресурсов и экологического загрязнения. Первые две фазы соответствуют разработкам РМ1, третья — РМ2 [Бродянский, 1989: 240–241]. В качестве примера успеха в области техники можно рассматривать создание псевдоРМ, соответствующих *secundum genus* по классификации де Лана Терци — неопределенно долго работающих двигателей, извлекающих энергию из окружающей среды за счет колебаний температуры или давления во времени [Там же: 221–239]. Первым известным псевдоРМ были «вечные часы» Корнелиуса Дреббеля (1607). Привод часов был соединен с поплавком жидкостного «термоскопа», уровень жидкости в котором поднимался или опускался при изменении атмосферных температуры и давления.

После 1867 г. было предложено множество вариаций на тему демона Максвелла, являющихся РМ2. В качестве примера успешного побочного результата мысленных экспериментов с РМ2 можно привести двигатель Л. Сциларда (1929) [Čápek, Sheehan, 2005: 40]. Предположив, что второй закон термодинамики не нарушается, Сцилард показал, что для измерения (с современной точки зрения соответствующего получению одного бита информации) предложенный им вариант демона Максвелла должен повышать энтропию системы на значение, равное $k \ln 2$ (где k — постоянная Больцмана). Данный мысленный эксперимент впервые позволил установить связь между термодинамикой и теорией информации, позднее развитую в работах К. Шеннона и других авторов.

* * *

Попытки преодолеть последовательно возникавшие в ходе развития термодинамики и энергетики запреты на создание вечных двигателей сначала первого, а затем второго рода, с одной стороны, привели к укреплению этих запретов (особенно в случае более раннего), с другой стороны, некоторые из этих попыток были успешны в том смысле, что позволили решить определенные эмпирические (как научные, так и технические) и концептуальные проблемы. Таким образом, храповиковая модель отчасти легитимирует случаи научного регресса и научных ошибок, расширяя область рационально реконструируемой внутренней истории науки.

Даже если согласиться с ван Фраассеном и его последователями в том, что селекционистские модели развития науки несовместимы с научным реализмом, неадапционистский подход в виде концепции пассивного тренда и, конкретнее, храповиковая модель научного прогресса все же, на наш взгляд, позволяют совместить эволюционную эпистемологию науки и научный реализм. При этом храповиковая модель заменяет реалистический аргумент «чудес не бывает» на



более слабый — успешность науки объясняется приближением к истине, но лишь в долгосрочной перспективе, и тем самым делает его менее уязвимым для аргумента пессимистической метаиндукции.

Библиографический список

Бродянский, 1989 — *Бродянский В.М.* Вечный двигатель — прежде и теперь. От утопии — к науке, от науки — к утопии. М., 1989.

Готт, 1972 — *Готт В.С.* Философские вопросы современной физики М., 1972.

Гулд, Левонтин, 2014 — *Гулд С.Дж., Левонтин Р.Ч.* Пазухи свода собора Святого Марка и парадигма Панглосса: критика адапционистской программы ; пер. с англ. И.А. Кузина // *Философия. Наука. Гуманитарное знание.* М., 2014. С. 160–191.

Князева, 2012 — *Князева Е.Н.* Эволюционная эпистемология в ретроспективе и перспективе. Вступительная статья // *Эволюционная эпистемология : антология.* М., 2012. С. 7–38.

Кузин, 2015 — *Кузин И.А.* «Spandrels...» Гулда и Левонтина и критика адапционизма // *Вестник Московского университета. Сер. 7. Философия.* 2015. № 3. С. 3–18.

Кун, 2003 — *Кун Т.* Структура научных революций М., 2003.

Поппер, 2002 — *Поппер К.Р.* Объективное знание. Эволюционный подход. М., 2002.

Степин, 2003 — *Степин В.С.* Теоретическое знание. М., 2003.

Тулмин, 1984 — *Тулмин Ст.* Человеческое понимание. М., 1984.

Фурсов, 2013 — *Фурсов А.А.* Проблема статуса теоретического знания науки в полемике между реализмом и антиреализмом. М., 2013.

Храмов, 2013 — *Храмов А.В.* Совместимы ли натурализованная эпистемология и эволюционизм? // *Эпистемология и философия науки.* 2013. Т. XXXVI, № 2. С. 161–177.

Allchin, 2001 — *Allchin D.* Error types // *Perspectives on Science.* 2001. Vol. 9, № 1. С. 38–58.

Chakravartty, 2014 — *Chakravartty A.* Scientific Realism // *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2014 Edition)* ; E.N. Zalta (ed.). URL: <http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/scientific-realism/>

Čápek, Sheehan, 2005 — *Čápek V., Sheehan D.P.* Challenges to the Second Law of Thermodynamics. Dordrecht, 2005.

Dennett, 1995 — *Dennett D.C.* Darwin's Dangerous Idea. N.Y., 1995.

Evolutionary Epistemology..., 2006 — *Evolutionary Epistemology, Language and Culture. A Non-adaptationist, Systems Theoretical Approach* ; N. Gontier, J.P. Van Bendegem, D. Aerts (eds.). Dordrecht, 2006.

Gabbey, 1985 — *Gabbey A.* The Mechanical Philosophy and its Problems // *Change and Progress in Modern Science.* Dordrecht, 1985. P. 9–84.

Gontier, 2013 — *Gontier N.* Introduction to Evolutionary Epistemology, Language and Culture // *Evolutionary Epistemology, Language and Culture. A Non-Adaptationist, Systems Theoretical Approach.* Dordrecht, 2006. P. 1–29.

Gould, 2011 — *Gould S.J.* Full House: the Spread of Excellence from Plato to Darwin. Cambridge ; L., 2011.

Gray et al., 2010 — *Gray M.W., Lukeš J., Archibald J.M., Keeling P.J., Doolittle W.F.* Irremediable Complexity? // *Science.* 2010. Vol. 330, № 920. P. 920–921.



- Hahlweg, Hooker, 1989 — *Hahlweg K., Hooker C.A.* Evolutionary Epistemology and Philosophy of Science // *New Issues in Evolutionary Epistemology*. N.Y., 1989. P. 21–150.
- Hull, 1988 — *Hull D.L.* Science as a Process: An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science. Chicago, 1988.
- Kitcher, 1993 — *Kitcher P.* The Advancement of Science: Science without Legend, Objectivity without Illusions. N.Y., Oxford, 1993.
- Knoll, Bambach, 2000 — *Knoll A.H., Bambach R.K.* Directionality in the History of Life: Diffusion from the Left Wall or Repeated Scaling of the Right? // *Paleobiology*. 2000. Vol. 26, No. 4, supplement. P. 1–14.
- Laudan, 1977 — *Laudan L.* Progress and its Problems: Toward a Theory of Scientific Growth. L., 1977.
- Laudan, 1981 — *Laudan L.* A Confutation of Convergent Realism // *Philosophy of Science*. 1981. Vol. 48. P. 19–49.
- Maynard Smith, Szathmáry, 1995 — *Maynard Smith J., Szathmáry E.* The Major Transitions in Evolution. Oxford ; N. Y. ; Heidelberg, 1995.
- McShea, 1998 — *McShea D.W.* Possible Largest-Scale Trends in Organismal Evolution: Eight «Live Hypotheses» // *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1998. Vol. 29. P. 293–318.
- Park, 2014 — *Park S.* On the Evolutionary Defense of Scientific Antirealism // *Axiomathes*. 2014. Vol. 24, No. 2. P. 263–273.
- Psillos, 1999 — *Psillos S.* Scientific Realism: How Science Tracks Truth. L., N.Y., 1999.
- Riegler, 2001 — *Riegler A.* The Cognitive Ratchet — the Ratchet Effect as a Fundamental Principle in Evolution and Cognition // *Cybernetics & Systems*. 2001. Vol. 32, No. 3–4. P. 411–427.
- Rosenberg, McShea, 2007 — *Rosenberg A., McShea D.W.* Philosophy of Biology: a Contemporary Introduction. N. Y., 2007.
- Ruse, 2009 — *Ruse M.* Monad to Man: the Concept of Progress in Evolutionary Biology. Cambridge ; L., 2009.
- Schaffer, 1995 — *Schaffer S.* The Show that Never Ends: Perpetual Motion in the Early Eighteenth Century // *The British Journal for the History of Science*. 1995. Vol. 28, No. 2. P. 157–189.
- Tomasello, 1999 — *Tomasello M.* The Cultural Origins of Human Cognition. Cambridge ; L., 1999.
- van Fraassen, 1980 — *van Fraassen B.C.* The Scientific Image. N.Y., 1980.
- Wray, 2007 — *Wray K.B.* A Selectionist Explanation for the Success and Failures of Science // *Erkenntnis*. 2007. Vol. 67, № 1. P. 81–89.
- Wray, 2010 — *Wray K.B.* Selection and Predictive Success // *Erkenntnis*. 2010. Vol. 72, No. 3. P. 365–377.

References

- Allchin D. Error types. *Perspectives on Science*. 2001. Vol. 9, no. 1. P. 38–58.
- Brodyanskiy V.M. Vechnyy dvigatel' — prezhd e i teper'. Ot utopii — k nauke, ot nauki — k utopii (Perpetual motion then and now. From utopia to science, from science to utopia). Moscow, 1989.
- Chakravarty A. Scientific realism. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 edition) / E.N. Zalta (ed.). URL: <http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/scientific-realism/>



- Čápek V., Sheehan D.P. Challenges to the second law of thermodynamics. Dordrecht, 2005.
- Dennett D.C. Darwin's dangerous idea. New York, 1995.
- Evolutionary epistemology, language and culture. A non-adaptationist, systems theoretical approach / Gontier N., Van Bendegem J.P., Aerts D. (eds.). Dordrecht, 2006.
- Fursov A.A. Problema statusa teoreticheskogo znaniya nauki v polemike mezhdru realizmom i antirealizmom (The problem of status of theoretical knowledge in polemics between realism and antirealism). Moscow, 2013.
- Gabbey A. The mechanical philosophy and its problems. Change and progress in modern science. Dordrecht, 1985. P. 9–84.
- Gontier N. Introduction to evolutionary epistemology, language and culture. Evolutionary epistemology, language and culture. A non-adaptationist, systems theoretical approach. Dordrecht, 2006. P. 1–29.
- Gott V.S. Filosofskie voprosy sovremennoy fiziki (Philosophical questions of modern physics). Moscow, 1972.
- Gould S.J. Full house: the spread of excellence from Plato to Darwin. Cambridge, London, 2011.
- Gray M.W., Lukeš J., Archibald J.M., Keeling P.J., Doolittle W.F. Irremediabale Complexity? Science, 2010. Vol. 330, no. 920. P. 920–921.
- Guld S.Dzh., Levontin R.Ch. Pazukhi svoda sobora Svyatogo Marka i paradigma Panglossa: kritika adaptatsionistskoy programmy (Gould S.J., Lewontin R.C. “The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme”). *Filosofiya. Nauka. Gumanitarnoe znanie* (Philosophy. Science. Humanitarian knowledge). Moscow, 2014. P. 160–191.
- Hahlweg K., Hooker C.A. Evolutionary epistemology and philosophy of science. New issues in evolutionary epistemology. New York, 1989. P. 21–150.
- Hull D.L. Science as a process: An evolutionary account of the social and conceptual development of science. Chicago, 1988.
- Kitcher P. The advancement of science: science without legend, objectivity without illusions. New York, Oxford, 1993.
- Khramov A.V. Are naturalized epistemology and evolutionism compatible? (Sovmestimy li naturalizovannaya epistemologiya i evolyutsionizm?) // *Epistemologiya i filosofiya nauki — Epistemology and Philosophy of Science*, 2013. vol. 36. no. 2, P. 161–177.
- Knoll A.H., Bambach R.K. Directionality in the history of life: diffusion from the left wall or repeated scaling of the right? *Paleobiology*. 2000. Vol. 26, No. 4, supplement. P. 1–14.
- Knyazeva E.N. Evolyutsionnaya epistemologiya v retrospektive i perspektive. Vstupitel'naya stat'ya (Evolutionary epistemology in retrospect and perspective. An introductory article). *Evolutsionnaya epistemologiya. Antologiya*. Moscow, 2012. P. 7–38.
- Kun T. Struktura nauchnykh revolyutsiy (Kuhn T.S. The structure of scientific revolutions). Moscow, 2003.
- Kuzin I.A. “Spandrels” by Gould and Lewontin and a critique of adaptationism (“Spandrels...” Gulda i Levontina i kritika adaptatsionizma) // *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Ser. 7. Filosofiya* (Moscow University Bulletin. Ser. 7. Philosophy), 2015. No 3. P. 3–18.
- Laudan L. Progress and its problems: Toward a theory of scientific growth. London, 1977.
- Laudan L. A confutation of convergent realism. *Philosophy of science*, 1981. Vol. 48. P. 19–49.



Maynard Smith J., Szathmáry E. The major transitions in evolution. Oxford, New York, Heidelberg, 1995.

McShea D.W. Possible largest-scale trends in organismal evolution: Eight «live hypotheses» // *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1998. Vol. 29. P. 293–318.

Park S. On the evolutionary defense of scientific antirealism. *Axiomathes*. 2014. Vol. 24, No. 2. P. 263–273.

Popper K.R. Ob"ektivnoe znanie. Evolyutsionnyy podkhod (Popper K.R. Objective knowledge: an evolutionary approach). Moscow, 2002.

Psillos S. Scientific realism: how science tracks truth. London, New York, 1999.

Riegler A. The cognitive ratchet — the ratchet effect as a fundamental principle in evolution and cognition // *Cybernetics & Systems*, 2001. Vol. 32, no. 3-4. P. 411–427.

Rosenberg A., McShea D.W. Philosophy of biology: a contemporary introduction. New York, 2007.

Ruse M. *Monad to man: the concept of progress in evolutionary biology*. Cambridge, London, 2009.

Schaffer S. The show that never ends: perpetual motion in the early eighteenth century // *The British journal for the history of science*, 1995. Vol. 28, no. 2. P. 157–189.

Stepin V.S. *Teoreticheskoe znanie (Theoretical knowledge)*. Moscow, 2003.

Tomasello M. *The cultural origins of human cognition*. Cambridge, London, 1999.

Tulmin St. *Chelovecheskoe ponimanie (Toulmin S.E. Human understanding)*. Moscow, 1984.

van Fraassen B.C. *The scientific image*. New York, 1980.

Wray K.B. A selectionist explanation for the success and failures of science // *Erkenntnis*. 2007. Vol. 67, no. 1. P. 81–89.

Wray K.B. Selection and predictive success // *Erkenntnis*, 2010. Vol. 72, no. 3. P. 365–377.