

Изменчивость явлений и законы природы¹

Л.С. Берг

Nec manet ulla sui similis res: omnia migrant,
Omnia commutat natura et vertere cogit².

Лукреций. О природе вещей, V, 817–818

1. Об изменчивости явлений³

В одном из своих произведений наш великий натуралист *Ломоносов* говорит: «Твердо помнить должно, что видимыя телесныя на земле вещи и весь мир не в таком состоянии были с начала от создания, как ныне находим, но великия происходили в нем перемены, что показывает история и древняя география, с нынешнею снесенная». Ту же идею проповедывал еще *Геркулит* (540–470 г. до Р. Хр.). Общеизвестен его афоризм: *все течет*. Нельзя погрузиться дважды в один и тот же поток, ибо и поток и погружающийся беспрерывно изменяются.

Напротив, *Ницше* высказывает мысль о периодическом повторении всех явлений мира. По мнению германского философа, время, на самом деле, не течет вперед: все, переживаемое нами, является не чем иным, как обрывком гигантского периода, и, по истечении многих веков, мир снова возродится для тех же явлений и положений, какие существовали миллионы лет тому назад. Этот взгляд можно резюмировать известными словами: нет ничего нового под луной; все бывало!

¹ Печатается по изданию: *Берг Л.С.* Изменчивость явлений и законы природы // *Природа*. – 1919. – № 7–9. – С. 291–302. (Ред.)

² *Лат.* Не остается ничто незбылемым: все преходяще, // Все претворяет природа и все заставляет меняться (пер. Ф.А. Петровского). (Ред.)

³ Под именем явлений в естествознании подразумеваются лишь *изменения* в вещах, но не самые вещи, в философии же явлениями, или феноменами, называются как *изменения*, так и *самые вещи*, иными словами – всякое феноменальное (т.е. не существующее «в себе») бытие. Под именем же *явлений природы* философия понимает все то, что может быть воспринято опытом как внешним, так и внутренним, кроме самих вещей.

К сожалению, современное естествознание не подтверждает заманчивых соображений *Ницше*. Мир неповторяем, но не благодаря его бесконечности, как полагает *С.И. Метальников*⁴, а в силу второго принципа термодинамики, который *Клаузиус* выразил в постулате: теплота не может *сама собою* перейти от более холодного тела к более теплomu. Сама собою она переходит только от теплого тела к холодному.

Отсюда следует, что *явления мира, в конечном результате, необратимы и, следовательно, неповторяемы*. Но отсюда же проистекает, что способность к изменениям не безгранична: вся энергия в мире стремится перейти в тепловую, а тепловая имеет тенденцию распределиться повсюду равномерно. В каждой системе неуклонно происходят процессы, приближающие систему к состоянию равновесия. В этом и заключается фатальный закон рассеяния энергии, который в конце концов должен положить конец всяким изменениям: когда энергия распространится равномерно, она не в силах будет дать механической работы, и изменения явлений должны будут прекратиться: в системе ничего более не будет происходить. В пространстве с постоянной температурой не совершается никаких процессов, при помощи которых можно было бы превратить тепло в работу. Сама по себе, теплота есть «мертвая» энергия. Для того чтобы что-либо произошло

⁴ О неповторяемости явлений природы (*Природа*. 1917. № 11–12). – Конечен ли или бесконечен мир, это вопрос спорный, но как бы то ни было, повторяемость или неповторяемость явлений не стоит ни в какой логической связи с конечностью или бесконечностью мира. Логически можно представить себе как конечный, так и бесконечный мир повторяемым и неповторяемым.

ло, должны, по выражению *Оствальда*⁵, существовать «неуравновешенные различия в интенсивности».

Но нужно сделать одну оговорку. Есть в мире процесс, который всеми силами препятствует рассеиванию энергии и пока выполняет свою задачу, несмотря ни на что, успешно. Процесс этот есть *жизнь*. Задерживая около одной трети энергии тех реакций, которые производятся организмом, живое вещество является аккумулятором химической и лучистой энергий, замедляющим превращение энергии в теплоту и препятствующим теплоте рассеяться в мировом пространстве. «Присутствие живых организмов на земле, – говорит проф. *В.А. Анри*⁶, – удлиняет продолжительность существования мира, как если бы не было живых организмов, деградация энергии происходила бы быстрее, земля скорее бы охлаждалась, и мир скорее бы приближался к состоянию окончательного равновесия». Следует сопоставить эту мысль с соображениями *К.А. Тумирязева* о космической роли зеленого листа.

Поэтому-то жизнь представляет самую большую ценность, какая есть в мире. Жизнь есть борьба не только со смертью организованной материи, но и со «смертью» всего мира. Но следует иметь в виду, что это борьба очень тяжелая и неравная, которая, по-видимому, не может остановить общего хода эволюции. Бергсон картинно выражает это таким сравнением: «жизнь можно сравнить с усилием для поднятия падающей тяжести. Правда, ей удастся только замедлить падение. Но она, по крайней мере, дает нам понятие о подъеме тяжести»⁷.

Каким путем живая материя достигает этого?

Мне представляется, что объяснения следует искать в молекулярном строении белков. Молекула белковых веществ отличается, как известно, очень крупной величиной, так что в мелких клетках число молекул выражается, возможно,

⁵ *В. Оствальд*. Naturphilosophie. С. 194.

⁶ *В. Анри*. Энергетика жизни (Природа. 1917. С. 455).

⁷ *А. Бергсон*. Творческая эволюция. СПб., с. 218; М., 1914, с. 220–221.

Жизнь идет, таким образом, как бы наперекор законам природы. Она вовсе не направляется «в сторону наименьшего сопротивления». Поэтому мне представляются не совсем правильными соображения покойного *Н.А. Умова* (впрочем, глубокого мыслителя, идеи которого я высоко ставлю): «Жизнь, как все процессы природы, развивается в сторону наиболее вероятных форм, наиболее способных к борьбе за жизнь» (Сочинения. III. М., 1916. С. 417).

не более, чем тысячами. А при этих условиях второй принцип термодинамики не может уже иметь строгого приложения: закон этот – статистический, и он оправдывается только при громадном количестве молекул. Если же молекул мало, то правило это терпит многочисленные исключения. Возможно, что, пользуясь броуновским движением, клетка в состоянии непосредственно переводить теплоту в работу, не затрачивая при этом никакой энергии⁸.

Таким образом, в живой материи заложена возможность обратимых процессов, а следовательно, и повторяемости,

Мир мертвой материи подлежит закону рассеяния энергии и потому в конечном результате неповторяем, мир живой – ведет постоянную борьбу с растратой энергии и потенциально повторяем⁹.

Но повторяемость мира, допускаемая хотя бы и в очень узких границах, все же не исключает его непрерывной изменчивости. Изменчивость стоит в обратном отношении к повторяемости. Живая материя во много раз изменчивее мертвой, неповторяемой. И так как это ясно и без доказательств, то приведем несколько примеров лишь для мертвой природы.

Нет двух совершенно подобных дней не только потому, как говорит *С.И. Метальников*, что каждый день характеризуется своей погодой, но и по тому, что скорость вращения земли вокруг оси, вследствие замедляющего действия приливной волны, непрерывно, хотя и весьма медленно, сокращается, благодаря чему величина суток – основная мера времени – увеличивается, как полагают, на 6 секунд в столетие.

По остроумной гипотезе *Лоренца*, все тела, увлекаемые поступательным движением, испытывают сжатие (укорочение) в направлении перемещения, тогда как в направлении, перпендикулярном перемещению, они остаются без изменения. Вычисляют, что при скорости, равной скорости земли, метр, ориентированный в направлении движения земли, испытывает умень-

⁸ До сих пор, однако, в физиологических процессах не обнаружено ничего такого, что противоречило бы закону сохранения энергии. См.: *Reach*. Der tierische Organismus als Kraftmaschine (Fortschritte der Naturwissensch. X. 1914).

⁹ Это еще один принципиальный довод в пользу обратимости эволюции организмов. Его можно привести в дополнение к тем, которые развивает проф. *П.П. Сушкин* в своей статье «Обратим ли процесс эволюции?» (Новые идеи в биологии. № 8. Пгд, 1915).

шение на одну двухсоттысячную миллиметра. При всяком передвижении тел на поверхности земли, длина их, а следовательно, и форма изменяются¹⁰. Это, конечно, гипотеза, но вполне приемлемая для многих из самых авторитетных физиков и, во всяком случае, единственно приемлемая для противников теории относительности.

Можно еще упомянуть, что сторонники теории относительности принимают, что в движущейся системе время идет другим темпом, чем в неподвижной, а масса тела, сохраняя приблизительно постоянную величину для скоростей до 1000 километров в секунду, при больших скоростях увеличивается и становится бесконечно большой при скорости света¹¹.

Правильна ли или неправильна теория относительности¹², во всяком случае, можно установить принцип: никогда не может быть налицо таких условий, которые были бы тождественны с уже ранее бывшими.

2. Изменчивость и достоверность

Можно было бы сказать: раз в мире восприятий все изменчиво, то каким же образом мыслима проверка принципа причинности, гласящего: «когда в два различных момента времени, в двух различных пунктах пространства имеются налицо одни и те же условия, то происходят одни и те же явления, отличающиеся друг от

Вообще говоря, в мире восприятий и не может быть тождества¹³. Все восприятие есть беспрерывное изменение. Чем глубже мы вникаем в какое-нибудь явление, тем больше мы замечаем таких признаков, которые свойственны ему одному, и тем меньше мы находим сходств. В этом то и заключается секрет науки: находить сходное в различном и различное в сходном. Где профан не подмечает никаких различий, там специалист не затрудняясь укажет таковые. «В темноте все кошки серы», в свете же знания оказывается иное: нет ни одной кошки похожей на другую.

В мире восприятий возможно только тождество относительное, то есть столь ничтожная разница в явлениях, что мы практически можем ею пренебречь. Абсолютное тождество мыслимо только в сфере понятий, например в математике; здесь все может быть, по нашему желанию, установлено неизменным.

друга только пространством и временем»¹⁴. Раз одних и тех же условий, вообще говоря, не может быть, то нельзя с достоверностью предсказать каких-либо следствий. Имеет ли в таком случае наука какую-либо достоверность?

Нужно сказать, что наука вовсе не претендует на абсолютную достоверность и не обольщает себя мыслью, что предсказания ее выполняются с абсолютной точностью. Зная, что раз бывшие условия никогда полностью не повторятся, ученый удовлетворен, если при *аналогичных* условиях произойдут *аналогичные* явления. Поэтому, говорит *Пуанкаре*¹⁵, чтобы предвидеть, надо, во всяком случае, проводить *аналогию*, то есть обобщать.

Абсолютно достоверным знанием можно назвать такое, которое способно предсказывать события с вероятностью, равной 100%. Ни одна из наук о природе не обладает таким знанием – даже астрономия. Астрономия предсказывает многие явления, например солнечные затмения, с удивительной точностью. И тем не менее между

¹⁰ Подметить это изменение, пользуясь обычными способами измерений, конечно, нельзя, ибо наши меры тоже соответственным образом изменяются. Иное получится, если измерять расстояние временем, какое нужно свету, чтобы пробежать это расстояние.

¹¹ Что масса тела есть величина изменчивая, это следует и из других данных, независимых от теории относительности. Так, из уравнений электромагнетизма вытекает, что масса заряженного тела меняется во время его движения. Далее, масса тела зависит от температуры (*Планк*).

¹² Пока еще окончательной опытной проверки этой теории не имеется. Некоторые доказательства в пользу ее привел *Бухерер* (1910). Недавно проф. *Кастерин* (Изв. Акад. наук. 1918. С. 89–98) сделал из данных Вухерера выводы, неблагоприятные для теории относительности; однако, правильность соображений Кастерина оспаривается авторитетными в этом вопросе лицами.

¹³ Под *восприятием* в психологии понимается соединение ощущений, испытываемых в данный момент, с результатами старого опыта, сохранившимися в памяти.

¹⁴ Эта формулировка принадлежит *Пенлеве* (сборник «Метод в науке»). Иначе принцип причинности формулирован тем же ученым так: «возможно принять раз навсегда для всех явлений такую меру времени, что принцип причинности окажется верным всегда и везде».

¹⁵ *А. Пуанкаре*. Наука и гипотеза. М., 1904. С. 157.

теорией и действительностью всегда оказывается некоторая, хотя и ничтожная, разница во времени. Вероятность того, что завтра взойдет солнце, как это случилось сегодня и вчера, весьма велика, но не равна 100%. И это легко обнаружить с помощью теории вероятностей. Как показал *Лаллас*, вероятность, что явление, которое повторялось p раз без исключения, повторится еще раз, равна $(p + 1) : (p + 2)$. Если солнце всходило до сих пор сто миллиардов раз, то вероятность, что оно взойдет и завтра, равна $100\,000\,000\,001 : 100\,000\,000\,002$, то есть шанс повторения равен $100\,000\,000\,001$ против одного. Вероятность, стало быть, весьма велика, но возможность неповторения не исключается.

Все естествознание, говорит *Пуанкаре*, есть только бессознательное приложение исчисления вероятностей.

Физический закон не имеет характера абсолютной незыблемости. Он представляет из себя средний, статистический вывод, тем более справедливый, чем с большим количеством молекул мы имеем дело и чем продолжительнее время, для которого устанавливается закон.

Приведем следующий пример. Теплота, как известно, есть движение молекул материи. Но молекулы движутся с самой разнообразной быстротой; одни со скоростью почти равной нулю, другие – в несколько сот метров в секунду. Температура есть выражение некоего среднего статистического состояния движения молекул за сравнительно большой промежуток времени (несколько секунд) и в сравнительно большом объеме материи. Если же исследовать температуру ничтожно малого пространства, скажем одной стотысячной миллиметра, и в ничтожно малое время, например в одну стотысячную секунды, то здесь оказалось бы, что температура колеблется в чрезвычайно широких пределах. Понятно, что законы, выведенные на основании статистических данных, не могут претендовать на безусловную точность.

Физических законов в смысле математически точных истин не существует, говорит проф. *О.Д. Хвольсон*¹⁶. Такого же взгляда держится известный французский физик *П. Дюгем*: физический закон есть символическая формула и в сущности не может быть ни правильным, ни неправильным, а только приближительным и временным. Точность какого-нибудь закона, удов-

летворяющая физика сегодня, может завтра, с прогрессом методики, оказаться недостаточной¹⁷.

Что касается математики, то выводы ее, конечно, обладают непреложностью, но, как это ни парадоксальным может показаться на первый взгляд, они вовсе не обязательны для природы. Математика есть продукт творчества человеческого. «Здесь наш ум может утверждать, так как он здесь предписывает; но его предписания налагаются на нашу науку, которая без них была бы невозможна; они не налагаются на природу» (*Пуанкаре*). С замечательной убедительностью великий французский математик доказывает, что основные положения геометрии, например постулат Евклида, есть не что иное, как *соглашение*, то есть условность, и было бы столь же неразумно доискиваться, истинны ли эти положения или ложны, как задавать вопрос, верна ли или нет метрическая система. И, действительно, мы знаем, что кроме геометрии *Евклида*, есть геометрии *Лобачевского* и *Римана*. Возможно даже построить геометрию на постулате: «прямая линия может быть перпендикулярна сама к себе», и такая геометрия будет совершенно научна, то есть свободна от внутренних противоречий. Единственно, что можно сказать в пользу евклидовой геометрии – это то, что она наиболее удобна для объяснения явлений внешнего мира; это наилучшая из всех возможных геометрий, говорит *Таннери*. И для повседневной практики выводы ее навсегда останутся обязательными. Но если бы мы для познания мира вздумали применять геометрию Лобачевского или Римана, то практические выводы получились бы те же, что и при пользовании геометрией Евклида.

Мысль о невозможности абсолютного знания в науках о природе и о возможности его в математике известный английский математик и биолог *Пирсон* выражает таким образом: *я знаю*, что вписанный угол, опирающийся на диаметр, есть прямой, но *я верю*, что завтра взойдет солнце. С этой точки зрения мы должны были бы применять слово «знать» только к понятиям, сохраняя слово «верить» для восприятий¹⁸.

Поэтому мы считаем неправильным нередко приводимое определение науки, гласящее, что «наука есть только там, где имеется знание опо-

¹⁷ *Пьер Дюгем*. Физическая теория. Ее цель и строение. Пер. с франц. Г.А. Котляра. СПб., 1910. Глава V (с. 197–214).

¹⁸ *К. Пирсон*. Грамматика пауки. Пер. с англ. издания 1900 г. СПб. С. 184.

¹⁶ *О.Д. Хвольсон*. Основные положения термодинамики (Новые идеи в физике. Сб. № 6. СПб., 1913. С. 7–8).

средствованное, то есть оправданное доказательствами»¹⁹. Доказательство, то есть математически доказуемая достоверность, возможно только в области понятий, именно в математике, но не в естествознании, а тем более в науках гуманитарных. Доказательством в науках о природе называют обнаружение весьма большой вероятности. Наукой, по моему мнению, следует называть всякое знание, приведенное в порядок, или систему, в отличие от обыденного знания, которое есть средство узнавать сходство и последовательность явлений.

Из сказанного выше о физических законах следует, что неизблемых законов природы нет и не может быть. Под именем законов природы понимают две вещи. Во-первых, законом природы обычно называют *последовательность* или *связь* явлений природы, состоящую в том, что при повторении одних и тех же обстоятельств наблюдаются те же самые явления (одним из частных случаев законосообразной последовательности является причинная связь). Статистический характер физических законов не позволяет видеть в законах природы, рассматриваемых с

сейчас изложенной точки зрения, нечто, совершенно не терпящее исключений.

То, что в прошлом имела место некоторая последовательность явлений, говорит *Пирсон* (с. 141), это факт опыта, который мы выражаем в понятии *причинности*; то, что эта последовательность и в будущем повторится, это предмет веры, который мы выражаем в понятии *вероятности*.

Во-вторых, под именем законов природы разумеют также те краткие формулы или *общие суждения*, которые в немногих словах резюмируют законы природы. Закон есть продукт человеческого разума, ибо вне нашего духа, понятно, суждений не имеется. С этой точки зрения *Пирсон*²⁰ совершенно правильно говорит: «имеет больше смысла утверждать, что человек дает законы природе, чем наоборот, что природа дает законы человеку». Относясь к области восприятий и понятий, закон природы вне связи с восприятиями и понятиями, вообще, не имеет смысла. Так как суждения человека изменчивы, то, естественно, и законы природы, понимаемые во втором смысле, изменчивы.

3. Обобщение в науке

Бергсон ставит науке в упрек то, что она занимается обобщением: «как и обиходное познание, говорит он, наука удерживает из вещей только одну сторону – *повторение*. Если целое оригинально, то наука приспосабливается таким образом, чтобы анализировать такие его элементы или стороны, которые почти воспроизводят прошлое. Она оперирует только тем, что считается повторяющимся. От нее ускользает все, что не может быть упрощено и что не возвратимо в последовательных моментах истории»²¹.

Мнение это глубоко ошибочно.

Только тогда можно заметить и понять непостоянное, оригинальное, индивидуальное, когда сделано обобщение, то есть когда установлены законы и обобщены явления. Единственно путем обобщения человек в состоянии бороться с невероятным многообразием природы. Как только обобщение сделано, те явления, которые укладываются в рамки закона, теряют для ученого актуальный интерес, и он переходит к изуче-

нию того, что осталось вне действия установленного закона или правила. Так поступает зоолог или ботаник при классифицировании: имея пред собой установленный род, он переходит к изучению того, *что не подходит к понятию рода*, того, что является в отношении рода индивидуальным, – он устанавливает вид; покончив с видом, он точно таким же путем переходит к рассмотрению более низших таксономических единиц. Делается это для экономии работы. Экономия мысли и работы, что по взгляду *Маха* составляет задачу науки, здесь осуществляется самым очевидным образом.

«От науки ускользает все, что не может быть упрощено», так думает *Бергсон*. Напротив того! Всякий добросовестный натуралист, установив какое-нибудь правило или закон, прежде всего обязан исследовать именно те случаи, где новый закон имеет больше всего шансов оказаться ложным. Эти случаи всегда и привлекают наибольшее внимание естествоиспытателя. Никто не интересуется теми случаями, когда Ньютонов закон тяготения оказывается верным, но масса труда и энергии потрачена на изучение тех явлений, которые не укладываются в схему творца небесной механики, являясь исключениями из закона тяго-

¹⁹ *А.И. Введенский*. Логика как часть теории познания. 3-е изд. Пгд, 1917. С. 106.

²⁰ *L. c.*, с. 111.

²¹ *Творческая эволюция*. М., 1914, с. 27; СПб., с. 31.

тения. В качестве примера можно привести неправильности в движениях Меркурия и Луны. Для того, чтобы объяснить поведение Меркурия, готовы были даже изменить закон всемирного тяготения, принимая, что сила притяжения обратно пропорциональна не квадрату расстояния, а степени два и шестнадцать стомиллионных (теперь, впрочем, признают, вместе с Зелигером, что отклонения Меркурия обязаны влиянию скопления космической пыли, производящей так называемый зодиакальный свет)²². Отклонения в движении Луны, не объясняемые законом тяготения, занимали умы самых выдающихся астрономов; и в конце концов пришли к выводу, что здесь, кроме силы тяготения, принимает участие еще какая-то другая сила.

Отсюда видно, насколько неправ Бергсон, утверждая, что от науки ускользает все неповторяющееся и неспособное к упрощению. Пример движения Луны показывает, что как раз это-то и приковывает к себе наибольшее внимание.

Помимо всего вышесказанного, упрекать науку за то, что она «удерживает из вещей только одну сторону – повторение», неправильно еще вот почему. Повторение – конечно, как мы выяснили, относительное – есть существенное основание мышления. Из бесконечно изменчивых данных восприятия ум строит мир понятий, в котором совершенно особенное место предоставляется всему тому, что может быть с большим или меньшим приближением названо повторяющимся. Только таким путем можно установить причинность явлений и координировать свои поступки. Знание есть средство открывать признаки, то есть сходство и несходство, и описывать последовательность. Чтобы достичь знания, нужно наблюдать повторяющиеся явления, ибо иначе нельзя придти к установлению причинности явлений. Если бы не было никакого порядка и последовательности в восприятиях, если бы за восприятием *a* не следовало восприятие *b*, а столь же часто, например, *r* или *s*, то никакое знание не было бы мыслимо. Как справедливо указывает Пирсон, познание, а вместе с тем и

²² Прим. во время корректуры. В самое последнее время Эйнштейн (1916) сводит неправильности в движении Меркурия до минимума, пользуясь новыми формулами тяготения, основанными на его принципе относительности.

наука, есть «стенографическое» описание в понятиях *рядов повторяющихся последовательностей* нашего чувственного опыта. Без выделения последовательностей, без установления повторяющихся восприятий не может быть ни знания, ни, конечно, науки. Напомним еще положение Джемсона: «наука возникает путем обнаружения тождества в разнообразии». Объяснить новое явление – значит найти ему место в системе (порядке, последовательности) уже известных явлений.

Еще вот почему наука *должна* изучать преимущественно повторяющиеся явления. Все, что повторяется, представляет из себя движение упорядоченное. Повторение есть порядок. А повинующееся известному порядку движение есть самое ценное в мире, ибо, как мы знаем из второго принципа термодинамики, все движения в природе стремятся перейти в тепловое, которое представляет собою *беспорядочное* движение молекул.

Переход от порядка к беспорядку происходит очень легко и сам собою, наоборот, переход от беспорядка к порядку очень труден и сам собою никогда не делается. Например, переход от движения вращательного к тепловому или от жизни к смерти очень легок и совершается без затруднений, сам собою. Обратный же процесс *сам собою* никогда не имеет места. Поэтому для науки чрезвычайно важно выяснить условия возникновения и вообще природу порядка, то есть изучать явления законосообразно повторяющиеся.

Окружающих нас явлений такое бесконечное множество, что исследовать их можно только с выбором. Выбирать же неповторяющееся было бы в высокой степени неэкономно. Пуанкаре («Наука и метод») остроумно говорит по этому поводу следующее: «необходимо, чтобы кто-нибудь думал за тех, кто не любит думать; а так как последних чрезвычайно много, то необходимо, чтобы каждая из наших мыслей приносила пользу столь часто, сколь это возможно, и именно поэтому всякий закон будет тем более ценным, чем более он *будет общим*. Это нам показывает, как мы должны производить выбор. Наиболее интересными являются те факты, которые могут служить свою службу многократно, которые имеют шансы на возобновление»²³.

²³ Пуанкаре. Наука и метод. Одесса, 1910. С. 4–5.