



УДК 111; 123,1

СЛУЧАЙНОСТЬ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

О. А. Самойлова

Самойлова Ольга Александровна – аспирант кафедры философии и методологии науки, Саратовский государственный университет
E-mail: ivory_coast@list.ru



Статья представляет собой краткий обзор представлений о категории случайности в естественных науках на трех этапах научного познания – классическом, неклассическом и постнеклассическом. Контекст философского осмысления проблемы – онтология и гносеология. Автор анализирует проблему случайности в свете методологических оснований науки, характерных для каждого из этапов, уделяет внимание роли важнейших открытий естествознания за несколько веков истории и показывает, как трансформировался онтологический статус случайности в связи с появлением квантовой физики и современными исследованиями синергетики в области сложных открытых нелинейных неравновесных систем.

Ключевые слова: случайность, вероятность, детерминизм, естествознание.

Категории «случайность» и «необходимость» имеют многовековую историю познания в философской традиции, но поскольку мы обращаемся к феномену случайности в природе, для нашего исследования необходимо понять, как конституируется онтология случая на основании результатов естественных наук, ведь именно их вотчиной является поиск ответов на самые глубинные вопросы об устройстве природы. Мы проведем онтологический анализ случайности как категории естествознания и ответим на вопросы: как случайность возникает, как она существует и какими основными свойствами обладает. Отправной точкой для нас послужит возникновение экспериментально-математического естествознания: это переломный момент зарождения науки в целом, когда ученые обратились к изучению самой природы, а не текстов, описывающих природу.

Классическое естествознание отвергало существование случайности. Для пламенного рационализма молодой науки мир был упорядочен, предсказуем и предопределен. Центральной метафорой классической картины мира, становление которой приходится на XVI–XVII вв., стали великолепные механические часы Страсбургского собора, чудо средневековой техники. Предложенная Ньютоном идея мира-машины, по сути, напоминала эти часы. Огромные успехи механики укрепляли веру ученых в метафору часового механизма Вселенной, созданного и заведенного однажды всеведущим Творцом.

Так как машина ведет себя совершенно предсказуемым способом, все мировые события связывает однозначная причинно-следственная

связь. В классической механике рассматриваются только законы, которые носят *необходимый характер*. Следствия из них однозначны и достоверны. Одним из основных принципов классической (позже названной механической) картины мира становится *строгий*, или *жесткий детерминизм* – признание возможности однозначного определения будущего состояния системы из заданного начального. Этот принцип называют лапласовским благодаря предложенной французским математиком и астрономом П.-С. Лапласом знаменитой метафоре бесконечного ума: если бы такой невероятный ум существовал, он мог бы просчитать состояния всех объектов во Вселенной, не делая различия между атомами и звездами [1, с. 251–288].

Случайности не оставалось места в работе божественной машины, в которой определена каждая деталь и исключены любые возмущения и помехи. Если всё же в заведенном порядке вещей возникали случайности, ученые на заре естествознания полагали, что для их устранения необходимо божественное вмешательство. Но постепенно «Бог белых пятен» исчезал, появлялись новые теории, и случайные события перестали считаться сферой действия высших сил. Из божественного Часовщика создатель этого мира превращался в Отставного Архитектора, для которого не нашлось места в собственном творении [2, с. 18–33]. С XVIII в. в научном познании прочно устанавливаются детерминизм и строгий материализм.

В механической картине мира, оставившей Творца позади, случайность оставалась иллюзией, вызванной нашим незнанием: считалось, что это проявление неизвестного пока закона природы. Классическая картина мира статична, безвременна, в ней невозможно развитие, происходит только повторение уже заданных форм. Она абсолютизирует категорию необходимого и полностью отрицает вмешательство случая [3]. Однако нет смысла усердствовать в критике, ведь механическая картина мира Ньютона – это лишь упрощенная математическая модель, оптимально отвечающая запросам своего времени, и выдающийся ученый наверняка понимал разницу между реальностью и идеальным конструктом [4, с. 85–87]. С позиций современной эпистемо-



логии мы понимаем, что наука не претендует на открытие вечных истин, она лишь может найти теорию, лучшую для данной эпохи.

Принципиально новая *идея развития* появляется в классическом естествознании во второй половине XIX в. вместе со знаменитой *теорией эволюции* Ч. Дарвина. Для нашего исследования теория эволюции представляет большой интерес, поскольку в ее основе заложен *механизм случайных мутаций*. Однако эта тема слишком обширна, отметим только, что и спустя полтора века проблемы эволюционной биологии по-прежнему не теряют актуальности.

Совершенно иное представление о роли случая формируется в рамках *неклассической картины мира*, становление которой приходится на рубеж XIX–XX вв. и влияние которой сохраняется до середины XX в. В это время в науке начинают применяться принципиально другие – *стохастические* (от лат. *stochastic* – предполагаемый, случайный) или *статистические* законы, – совершенно по-новому трактующие роль случая: предсказания, основанные на них, не являются определенными и однозначными, а только вероятными.

Впервые случайность как объект познания появляется в математике: для ее изучения в середине XVII в. начинает складываться отдельная дисциплина – *теория вероятностей*. Изначально методы новой теории разрабатываются на основе азартных игр, однако авторы первых работ, в том числе выдающиеся ученые Б. Паскаль, П. Ферма, Х. Гюйгенс, понимают, что за игровыми комбинациями скрываются более глубокие и интересные закономерности окружающего мира.

Мы обратимся к *статистической концепции* вероятности, где последняя определяется как отношение числа появления интересующего случайного события к числу всех испытаний при точно фиксированных условиях, когда количество испытаний достаточно велико. Важно отметить, что эта концепция применима к некоему коллективу или ансамблю случайных событий для изучения массовых однотипных или повторяющихся таких событий.

Статистические законы выявляют существование регулярностей в окружающем мире, ограничивают неопределенность, в той или иной степени детерминируют события. Поначалу эти законы не считались подлинными: предполагалось, что это временный инструмент познания, используемый для удобства, пока не будут открыты универсальные законы. Однако два значительных прорыва в физике – в структуру вещества и структуру атома – заставляют ученых задуматься о той роли, которую случай играет в нашем мире.

В середине XIX в. появляется *статистическая физика*, которая активно применяет методы теории вероятностей, чтобы получить достаточно

точное и понятное математическое описание систем, охватывающих огромное количество динамических процессов, например, в веществе в газообразном состоянии. Она дает начало новой концепции *стохастического детерминизма*, опирающегося на вероятностные законы и применимого для случайных массовых событий и сложных многоэлементных систем. Однако в мире субатомных явлений физики сталкиваются с еще более фундаментальной проблемой – невозможностью предсказать поведение даже одной, отдельно взятой субатомной частицы, например, определить траекторию электрона. В 1913 г. датский физик Н. Бор на основе квантовой теории М. Планка предлагает новую модель атома, обладающую свойством квантовой прерывистости: в соответствии с ней нельзя определить точное местонахождение электрона, меняющего орбиту, – можно строить только *вероятностные предположения*.

Опираясь на открытия Планка, Бора, Л. де Бройля, немецкий физик В. Гейзенберг в 1927 г. формулирует знаменитый *принцип неопределенности*: невозможно одновременно измерить положение и импульс электрона или другого квантового объекта. Исследования радиоактивности показали, что *распад радиоактивного ядра* происходит индивидуально и в случайный момент. В ядерной физике позже закрепилась такая единица измерения, как период полураспада, т.е. время, за которое происходит радиоактивный распад половины ядер радиоактивного образца. Ученые снова столкнулись с тем, что можно определить только статистическую тенденцию, распространяющуюся на большое количество случайных событий, но никак не предсказать время совершения единичного события.

Квантовая механика переворачивает научный мир с ног на голову: она показывает, что вероятность является существенной частью реальности. В связи с этим в 1930-е гг. вспыхивает знаменитая дискуссия А. Эйнштейна и Н. Бора: первый не признавал концепцию бытия, в основе которой лежат статистические закономерности. Для него отказ от причинных связей, переход к *индетерминизму* был подрывом не только физики, а вообще любой науки. Второй же отстаивал позицию, что полученная неопределенность отражает не устройство реальности, а лишь нашу способность познавать ее, ограниченность доступных нам методов описания [5, с. 52–79]. Таким образом, точка зрения Бора связана с *гносеологическим, а не онтологическим характером трудностей, возникших при интерпретации квантовой механики*. Заметим, что и сегодня не существует модели, которая охватывала бы явления микромира и отражала бы его нетривиальную, сложную топологию. Неясно даже, возможно ли создание такой модели в принципе [4, с. 107–109].



Становление *постнеклассической картины мира* приходится на последнюю треть XX в. Облик современного научного познания определяют открытые неравновесные системы, изучением которых занимается новая междисциплинарная наука – *синергетика*, или *теория самоорганизации*. Отец-основатель синергетики, немецкий ученый Г. Хакен, обратил внимание на похожие процессы, происходящие в сложных природных и социальных системах. В них самопроизвольно возникали пространственно-временные или функциональные структуры, ответственные за возникновение новых качеств системы в целом.

Все сложные природные системы являются открытыми и диссипативными, т.е. они обмениваются веществом и энергией с окружающей средой и в них происходит рассеяние энергии. Подобные системы существуют вдали от термодинамического равновесия – самого простого, хаотического состояния системы, когда связи между элементами разрушены и в ней не остается островков упорядоченности. Все сложные структуры – галактики, звезды, планеты – являются крайне неравновесными системами [6]. Неравновесность является одним из онтологических оснований жизни.

Еще одно свойство сложных природных систем то, что практически все они – нелинейные. *Нелинейность* – неотъемлемая черта окружающей нас мира, но объектом исследования она стала только в постнеклассическом естествознании. *Нелинейные системы* – чаще всего это волновые (колебательные) системы, изучение которых затруднено из-за отсутствия общих методов решения нелинейных уравнений. Их поведение иррегулярно, почти иррационально, противоречит интуиции, опыту и логике работы с линейными системами, а часто – и здравому смыслу в целом. Нелинейные функции могут вообще не реагировать на изменение одних переменных, но обладать необыкновенной чувствительностью к изменению других. Нелинейность также означает, что математические уравнения, описывающие систему, обладают несколькими различными решениями: каждому из них соответствует свой собственный путь эволюции системы. Таким образом, развитие нелинейных систем многоальтернативно.

Итак, объектом исследования постнеклассического естествознания становятся открытые неравновесные нелинейные системы. Но какая роль в новой методологии отводится случайности? *Случайность в синергетике* – одна из ключевых категорий. В ходе своего развития неравновесная система подходит к переломному моменту, когда ее дальнейшая эволюция предполагает не единственный путь развития, а наличие нескольких: это так называемая *точка бифуркации*, схематически ее можно представить как точку ветвления. В ней малейшая флуктуация может направить эволюцию по совершенно новому пути: в этом и

проявляется нелинейность – совсем незначительные причины могут повлечь за собой несоотносимые по масштабу следствия. Можно сказать, что *в точке бифуркации возникает «царство случайности»* [3]. Широко известный не только в науке, но и в поп-культуре «эффект бабочки» является хорошей иллюстрацией бифуркационной модели.

Через случайность осмысляются категории *хаоса* и *порядка*. С одной стороны, хаос представляет собой идеальное воплощение случайности, однако нельзя рассматривать категорию случайности исключительно в свете обоснования хаоса. У нее есть и конструктивная роль – она отвечает за появление новых качеств, включена в ход созидательных, эволюционных процессов [3].

Таким образом, синергетика кардинально меняет стратегию научного поиска. Интересы ученых, прежде сосредоточенные на стабильности, регулярности, закономерности, обращаются к случайности. Случайность признается существенной характеристикой нелинейного мира. Обобщив неклассические и постнеклассические представления, можно уверенно сказать, что *XX век – это век случайности*.

Итак, перейдем к итогам: вопрос о том, *может ли случайность существовать*, для естествознания оказался очень важным, и за несколько веков истории ответ на него кардинально поменялся. Это как раз тот случай в науке, когда ученые под натиском фактов отказались от связанной, но ошибочной модели мироустройства и пришли к полному отрицанию системы прежних идей.

В *классической* картине мира случайность не обладает онтологическим статусом: в мире царствует единая, великая закономерность, а случайность может быть лишь действием неизвестного пока закона природы, и ей предстоит неизбежно исчезнуть с развитием науки.

Впервые случайность как объект познания появляется в математике. Однако настоящий прорыв в понимании природы случайности происходит в физике, на *неклассическом* этапе научного познания. До этого случайность воспринималась только как пробел в наших знаниях о мире, но после открытий в квантовой механике эта категория приобретает *статус существенной части бытия, неотъемлемого атрибута физической реальности*. Этот статус подтверждается открытиями синергетики в рамках *постнеклассической* парадигмы.

Обратимся к *существенным свойствам*, которыми обладает категория случайности в естествознании:

случайность непосредственно влияет на прогностическую функцию науки и возможности познания в целом; без детерминизма наука невозможна, теряет всякий смысл;

случайность проявляет себя по-разному и зависит от выбранного уровня описания; еди-



ничные случайные события непредсказуемы, но для массовых случайных явлений можно выявить статистические закономерности;

случайность в микромире обладает качественно иными характеристиками, не представленными в макромире; свойства случайности меняются в зависимости от пространственных масштабов (микро- и макро-), в которых они изучаются; случайность является имманентным свойством квантового пространства, с ней неразрывно связано пространственное положение и перемещение квантовых объектов;

случайность отражает неоднозначность и многофакторность развития, отвечает за появление новых свойств в эволюционных процессах, связана с особой ролью хаоса в процессах самоорганизации.

Randomness in Natural Science

O. A. Samoilova

Saratov State University,
83, Astrakhanskaya str., 410012, Saratov, Russia
E-mail: ivory_coast@list.ru

The article gives brief review of concepts of category of randomness, represented in natural science on three stages of scientific cognition – classical, non-classical and post-non-classical. Ontology and epistemology provide the context of philosophical comprehension of the problem. Author analyzes the problem of randomness in view of methodological bases of science on every stage, adverts to the greatest scientific discoveries in natural science of past centuries and shows the transformation of ontological status of randomness with the advent of quantum physics and synergetic research in the area of complex open nonlinear non-equilibrium systems.

Key words: randomness, probability, determinism, natural science.

References

1. Carnap R. *Philosophical foundations of Physics*. N.Y., 1966. 462 p. (Russ. ed.: Carnap R. *Filosofskie osnovaniya fiziki*. Moscow, 2008. 360 p.).
2. Barbour I. *Religion and Science: Historical and Contemporary Issues*. Cambridge, 1998. 368 p. (Russ. ed.: Barbur I. *Religiya i nauka: istoriya i sovremennost*. Moscow, 2001. 430 p.).
3. Sachkov U.V. *Sluchaynost formoobrazuyushhaya* (Form-creating randomness), available at: <http://dyyfs.info/yu-v-sachkov-sluchajnost-formoobrazuyushhaya.html>
4. Afanaseva V.V., Kochelaevskaya K.V., Lazerson A.G. *Prostranstvo: novejshaya ontologiya* (Space: the newest ontology). Saratov, 2013. 223 p.
5. Goswami A. *The self-aware Universe*. N.Y., 1993. 520 p. (Russ. ed.: Goswami A. *Samosoznayushhaya vseennaya*. Moscow, 2008. 448 p.).
6. Rovinskiy R. E. Samoorganizatsiya kak faktor napravlenogo razvitiya (Self-organization as a factor of directed development). *Voprosy filosofii* (Questions of philosophy), 2002, no. 5, pp. 67–77.

Список литературы

1. Карнап Р. *Философские основания физики*. М., 2008. 360 с.
2. Барбур И. *Религия и наука : история и современность*. М., 2001. 430 с.
3. Сачков Ю. В. Случайность формообразующая. URL: <http://dyyfs.info/yu-v-sachkov-sluchajnost-formoobrazuyushhaya.html> (дата обращения: 22.05.2013).
4. Афанасьева В. В., Кочелаевская К. В., Лазерсон А. Г. *Пространство : новейшая онтология*. Саратов, 2013. 223 с.
5. Госвами А. *Самосознающая вселенная*. М., 2008. 448 с.
6. Ровинский Р. Е. Самоорганизация как фактор направленного развития // *Вопр. философии*. 2002. № 5. С. 67–77.