

# РАЗДЕЛ I

## ФИЛОСОФИЯ

Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского  
Серия «Философия. Культурология. Политология. Социология». Том 24 (65). 2012. № 1-2. С. 3–17.

УДК 16

### К ОПРЕДЕЛИМОСТИ НЕОПРЕДЕЛЁННОГО (Об эволюции понятия “неопределённость”)

*Ратников В.С.*

*Феномен неопределённости рассматривается в онтологическом и эпистемологическом аспектах. Проводится историческая реконструкция эволюции этого феномена. Показан прогресс в отношении возможностей научной репрезентации объектов из сферы неопределённости.*

**Ключевые слова:** *неопределённость, определимость, рациональность, научная репрезентация, детерминизм.*

1. В наше время нередко можно услышать о том, что современный мир полон неопределённости. Некоторые даже говорят больше: наш мир – это сплошная неопределённость. Стоит ли доверять таким суждениям?

В последнее время можно наблюдать своеобразное “наступление” неопределённости, симптомы которого заметны как в науке, так и в философии. В науке – это, прежде всего, рост степени сложности исследуемых объектов [1; 2; 3; 4], обращение к исследованию нелинейных объектов и нелинейному стилю мышления, что сопровождается, в частности, неопределённостью долгосрочных прогнозов [5; 6]. Кроме того, наука столкнулась с неопределённостью при обсуждении критериев научности и обоснования знания [7; 8]. Среди симптомов “наступления” неопределённости в философии отметим тенденцию релятивизации в современной онтологии, эпистемологии и философии науки [9], переход от философии действительного – через “активистскую” философию – к философии возможного [10], а также заметное влияние постмодернизма [11].

Несмотря на отмеченную **актуальность**, феномен неопределённости в философско-методологической литературе освещён ещё явно недостаточно (См., однако: [12]).

**Объектом** исследования в данной статье является феномен неопределённости в его онтологическом и эпистемологическом аспектах. **Цель** статьи – рассмотреть феномен неопределённости в контексте проблемы определения и определимости через понятие научной репрезентации (научного описания), что привело автора к необходимости проанализировать эволюцию самого понятия “неопределённость”.

Эта эволюция, как будет показано далее, ведёт, среди прочего, к расширению возможностей научной репрезентации и сферы научной рациональности.

2. “Неопределённость”, так сказать, в первом приближении, можно рассматривать как отрицание “определённости”. “Определённость” – это то, что определено, что имеет определение. Определить нечто – значит дать ему определение. Как известно, в любом определении имеют место определяемое (дефиниендум) и определяющее (дефиниенс). Определить некое X – значит выразить его через нечто другое: непонятное – через более понятное, сложное – через простое, неизвестное – через более знакомое и т.д. Логически корректное определение позволяет уточнить смысл (если X – это понятие), либо – если это, например, новооткрытый объект – уяснить место X (или, точнее, описания X) в картине мира. Определённость понятий способствует успеху мыслительной деятельности. В логическом плане определение – это «процедура придания строго фиксированного смысла терминам языка» [13, с.154], и в этом плане вполне уместно говорить об определительном процессе [14, с.5-7] подобно тому, как можно говорить об описании, объяснении, предсказании, интерпретации и т.п.

Со времён Аристотеля многообразие определений значительно выросло: помимо определений через род и видовое отличие рассматривают теперь генетические, остенсивные, контекстуальные и многие другие определения [14; 15]. В определительных процессах мира выделяют различные аспекты – онтологический, гносеологический, социальный, грамматический, логический [14, с.6-7.]. Эти процессы далее мы будем рассматривать лишь в плане первых двух аспектов.

Определение с точки зрения классической логики имеет свои онтологические предпосылки. «Классическая логика, – пишет А.М. Анисов, – принимает фундаментальную онтологическую предпосылку об определенности реальности любого рода. Не потому реальность определена, что высказывания о ней всегда либо истинны, либо ложны, а, наоборот, высказывания всегда либо истинны, либо ложны потому, что реальность полностью определена. Если возникают проблемы с определённостью высказываний, то ответственность за это возлагается не на описываемую ими предметную область, а на эти высказывания» [16]. Иными словами, можно сказать, что определимо то, что имеет определённый онтологический статус (т.е. имеет статус определённости). И полноценное определение можно дать лишь тому, что имеет определённость, например, определённую онтологию. А определённость бывает:

- логическая (нормативная рациональность, или просто: логичность);
- эпистемологическая (определённость истинностной оценки; наличие достаточно чёткой процедуры верификации или фальсификации);
- онтологическая (“связность”, каузальность, детерминированность, “вписанность” в систему детерминизма).

С определимостью связано рациональное освоение действительности, в идеале – построение научной репрезентации исследуемого (определяемого) объекта или процесса в виде теоретической модели. Такими образцовыми моделями являются, например, демон Максвелла, атом Бора, Вселенная Фридмана, микроскоп Гейзенберга, модель детерминированного хаоса и др. Созданию адекватной модели, как и вообще формированию образа определённости, затрудняет сложность

репрезентируемого объекта. И потому успех теоретического моделирования реальности во многом зависит от умения, или даже искусства, упрощать (принцип Родена) [17, с.60.].

От наличия определённости зависит успех (в том числе убедительность) рассуждений, качество доказательства и адекватность оценки.

3. Увязка определённости и рациональности (в данном случае научной рациональности) здесь не случайна. Из многочисленных трактовок научной рациональности мы имеем в виду ту её интерпретацию, по которой она (научная рациональность) определяет научность деятельности её успех. И ведь действительно, определимо то, что рационально, что постижимо Разумом и соответствует его правилам и установкам. В частности, наличие определения – это одна из составляющих логичности (и научной рациональности).

Среди критериев научности видное место отводится предметной определённости знания и деятельности по его получению. К слову сказать, современная эпистемология и философия науки фиксирует своеобразный феномен “размывания” указанной предметной определённости [18, с.77, 80; 19, с.145]. Подобное “размывания” наблюдается и в современном искусстве [20, с.95].

4. Рассматривая рациональность (научную в том числе), можно выделить в ней, как и ранее мы делали в определении, онтологический аспект. В этом случае рациональность трактуется как особое свойство *мира*, его объектов, способов их существования, строения, организации, динамики. Например, вполне естественным следует считать рациональной ту систему, которая обладает соответствующими признаками рациональности (т.е. определённой структурой, закономерностью поведения, динамики и т.п.). “Система” здесь может обозначать также и систему знания. В данный контекст вполне уместно вписывается концепция детерминизма, если её трактовать как ориентацию (в понимании мироустройства) на приоритет порядка, закономерности над хаосом, приоритет причинной обусловленности явлений над необъяснимыми чудесами.

В методологической культуре традиционный образ научности и рациональности знания складывался, прежде всего, по мере становления норм и идеалов классической науки. В период господства лапласовского детерминизма с ним ассоциировались также и соответствующие критерии рациональности, ставшие затем традиционными, даже каноническими. Рациональностью считалась линейная упорядоченность, закономерность (как выражение необходимости), системность строения мира (рассматриваемого как механизм типа часов, а не как организм) и знания о нём.

Тем самым, критерии и идеалы научной рациональности формировались в процессе утверждения лапласовского детерминизма. Картина мира, “рисуемая” классической наукой, утверждает определённую в мире и приоритет объяснений на основе законов механики. К традиции классической рациональности относится также и положение об однозначной и неограниченной предсказуемости поведения любого объекта.

Классическое описание основывается, так сказать, на двух “китах”: а) на знании основных законов (уравнений) движения и б) на задании определённых начальных условий. Если известно состояние некоторой изолированной системы в определённый момент времени, т.е. даны значения величин, характеризующих это

состояние, то можно вычислить однозначно состояние системы в любой последующий момент времени. Для реального осуществления такого вычисления физика использует аппарат дифференциальных уравнений, благодаря которому любой физический вопрос сводится к вопросу математическому. При этом предполагается – и это весьма существенно для раскрытия классических представлений о мире, – что знание основных законов движения некоторой материальной системы и строгое (точное) задание её начальных и граничных условий в определённый момент времени позволяет полностью (исчерпывающе) описать (теоретически воспроизвести) все изменения этой системы, включая её прошлое и будущее. Это и составляет основное содержание той версии детерминизма, которую стали связывать с именем П.Лапласа. «Ум, – писал Лаплас, – которому были бы известны для какого-либо данного момента все силы, одушевляющие природу, и относительное положение всех её составных частей, если бы вдобавок он оказался достаточно обширным, чтобы подчинить эти данные анализу, обнял бы в одной формуле движения величайших тел вселенной наравне с движением легчайших атомов: не осталось бы ничего, что было бы для него недостоверно, и будущее, как прошедшее предстало бы перед его взором. Ум человека... даёт нам представление о слабом наброске того разума» [21, с.9].

Неопределённость же была чужда лапласовскому детерминизму, в котором доминировали жёстко-детерминированные способы описания. Неопределённость тогда соотносили со случайностью и хаосом, трактовавшимся в негативном плане; они ассоциировались со сложностью и неполнотой научного описания. Так, в структуре классической механики как первой относительно целостной научной теории не было места для случайности. Все связи и отношения между телами здесь описывались как имеющие строго однозначный характер. Неоднозначность и неопределённость в связях и отношениях долгое время рассматривались как неполное выражение знаний об исследуемых объектах, лишь как подход к истине или же как результат некорректной постановки задачи. Соответственно этому, конструктивную роль в познании играла лишь необходимость, к тому же понимаемая наподобие той, которая определяется законами механики Ньютона.

На раскрытие таких необходимых связей и ориентировалось развитие познания. За случайностью объективной основы практически не признавалось. Например, И.Пригожин так писал о мироощущении физиков середины XIX века: они говорили, что «вероятности характеризуют состояние ума, а не состояние мира» [1, с.12]. И потому неопределённость была нежелательна в тогдашней научной картине мира, где царила устойчивость связей (либо их – устойчивая же – регулярность), однозначная предсказуемость. Регулярность далее будет трансформироваться – по мере прогресса в научной репрезентации случайности – в вероятностно-статистические способы описания [6].

5. Прогресс механики породил различные трактовки её фундаментальных концепций, а бурное развитие в XIX в. теории теплоты, электричества и магнетизма обнаружили трудности, встающие перед механицизмом, ограничили область его применения. Во второй половине XIX в. интерес классической физики сместился от исследования отдельных частиц к исследованию их ансамблей, т.е. систем из большого числа частиц, обладающих в совокупности очень большим числом степеней свободы, в результате чего выяснилось, что ньютоновская динамика не

справляется с их описанием. Необходимость исследования подобных систем привела к созданию статистической физики.

Кинетическая теория газов, построенная Р. Клаузиусом, Д. Максвеллом и Л. Больцманом, стала одним из первых достижений этой новой отрасли физики.

Она поколебала позиции лапласовского детерминизма, потребовала введения представлений о статистической закономерности, обоснования непредсказуемости некоторых видов классических движений.

Тем самым, в кинетической теории газов стали разрабатывать вероятностно-статистические способы описания. Их становление и развитие происходило в русле тенденции трактовать случайность как объективный закономерный феномен. Здесь большую роль сыграла гипотеза молекулярного хаоса, согласно которой любые сталкивающиеся молекулы рассматриваются до столкновения как нескоррелированные.

Статус качественно новых вероятностно-статистические способы описания получили после введения Д. Максвеллом и Л. Больцманом нового математического средства – функции распределения молекул газа по скоростям, функции, репрезентирующей состояние рассматриваемых статистических систем. К тому же Максвелл и Больцман широко использовали математическую статистику, однако применяли её для описания возможных состояний и вероятности достижения соответствующих параметров (например, координаты или скорости).

Несмотря на провозглашаемую лапласовской версией детерминизма жёсткую однозначность связей, примерно в то же время (и к тому же самим П. Лапласом) разрабатывалась иная концепция связей, математическое выражение которой продемонстрировала затем теория вероятностей. Специфику идеи вероятности стали соотносить с представлениями о случайности, а теорию вероятности зачастую определяли как науку о случайном. Своего относительно завершённого оформления эта теория достигает в XIX в., когда математика стала привлекаться для описания статистических систем. При этом случайность перестаёт отождествляться с неопределённостью, а идея случайности в теории вероятности получает математически точное выражение путём экспликации понятий случайного события и случайной величины.

Статистическая физика изучает свойства макроскопических систем, состоящих из очень большого числа одинаковых частиц (атомов, молекул, электронов, мельчайших объёмов жидкостей и т.д.), исходя из свойств этих частиц и взаимодействий между ними. На первый взгляд кажется, что с увеличением числа частиц должны невообразимо возрастать сложность и запутанность свойств механической системы и что в поведении макроскопического тела мы не можем найти и следов какой-либо закономерности. Однако, именно большое число частиц в макроскопических телах приводит к появлению новых статистических закономерностей, которые ни в какой степени не могут быть сведены к механическим. Специфичность первых и проявляется именно в том, что они теряют всякое содержание при переходе к механическим системам с небольшим числом степеней свободы. Таким образом, хотя движение систем с огромным числом степеней свободы, в принципе, подчиняется тем же законам механики, наличие большого числа степеней свободы приводит к качественно новым закономерностям и принципиально новому способу описания.

В основе статистической физики лежит тот факт, что физические величины, характеризующие макроскопические тела в равновесных условиях с большой точностью равны своим средним значениям. Равенство физических величин их средним значениям всё же является приближённым, поскольку в действительности все величины испытывают малые беспорядочные отклонения от средних значений – флуктуации.

Существование флуктуаций имеет принципиальное значение, потому что именно оно ограничивает определённую и возможность предсказания будущего состояния. Флуктуации связаны с неравновесными состояниями и процессами, причём в общем случае существует связь между флуктуациями физических величин в равновесном состоянии и неравновесными свойствами системы при внешнем возмущении.

Статистическая физика стала доктриной, в определённом смысле, промежуточной между классической и неклассической физическими парадигмами. Оставляя за частицами классическое свойство двигаться по определённым траекториям, она ввела вероятностное описание систем с большим числом степеней свободы, заложив тем самым предпосылки для будущего вероятностного описания квантово-механических объектов.

В процессе фундаментальных исследований статистических систем, проведённых Р. Клаузиусом, Д. Максвеллом, Л. Больцманом и др. в науку вводятся новые понятия (такие, как: “средняя величина”, “функция распределения” и др.) и формируются новые, вероятностно-статистические способы описания, которые, – в отличие от жёстко-детерминированных способов описания, прежде доминировавших в физике, – отображают (и выражают) неоднозначную, вероятностную детерминацию [22; 23; 24; 6].

Таким образом, создание кинетической теории газов и формирование статистической физики стало серьёзным вызовом лапласовскому детерминизму и вело к существенному обновлению научной картины мира. Последнее связано с возможностью научного (математически точного) описания случайных (ранее неопределённых) объектов.

6. Вторым вызовом лапласовскому детерминизму была квантовая механика, и прежде всего её знаменитое соотношение неопределённостей Гейзенберга, согласно которому «нельзя одновременно и в точности знать местоположение и скорость той или иной частицы» [25, с.58]. Это означало, что микрочастицу невозможно однозначно локализовать в пространстве и времени, её местоположение могло быть представлено лишь вероятностно. Здесь, как ни парадоксально, мы сталкиваемся с новым шагом на пути рационального освоения феномена неопределённости.

Как мы уже отмечали, в статистической физике при описании газа предполагается, что его молекулы имеют траекторию, и их движение подчиняется законам Ньютона. При этом не существует принципиальных ограничений для одновременного измерения их координаты и скорости. В случае же микрообъектов типа электронов или фотонов ситуация резко меняется, и здесь уже вступает в действие упомянутое соотношение, ограничивающее возможность одновременного измерения так называемых канонически сопряжённых величин, к которым, в частности, относятся координата и скорость. Заметим, что налагаемые ограничения носят принципиальный характер; они не являются следствием недостатков

современной измерительной техники, а глубоко связаны с вероятностной, случайностной природой микрообъектов. Тем не менее, квантовая механика позволяет (имеет математические средства расчёта) отслеживать указанную неопределённость, “управлять” ею.

Вероятностно-статистические способы описания квантовой механики, а также соответствующие ей объективистские интерпретации, вместе с принципом неопределённости Гейзенберга, позволяют обосновать новую трансформацию (так сказать, новый шаг-отход) от лапласовского детерминизма таким образом, что о траектории микрообъекта говорить бессмысленно, а о случайности (вероятности) можно теперь говорить не только по отношению к многоэлементным совокупностям (ансамблям), но и по отношению к отдельной, единичной микрочастице. На это указывает, например, цикл исследований последних лет известного российского физика-теоретика академика Б.Б.Кадамцева [26]. Заметим, что примерно тремя десятилетиями ранее аналогичные идеи (правда, на иных основаниях) развивал советский физик-теоретик Ю.М.Ломсадзе [27; 28; 29].

Известно, что классическая причинно-следственная связь, характеризующаяся линейностью, однозначностью и аддитивностью, в квантовом микромире нарушается. При этом оказывается бессмысленным говорить о траектории движения микрообъекта так, как это было принято в классической математической физике, предполагавшей взаимно-однозначное соответствие решения дифференциального уравнения динамике и траектории описываемого объекта. По отношению же к квантовому миру в качестве объекта динамического описания физики вынуждены были теперь рассматривать не отдельную микрочастицу с определёнными координатами и скоростями, а волновую функцию, репрезентирующую её состояние (либо состояние системы микрочастиц). При этом состояние микрообъекта описывается детерминистично (уравнение Шредингера), а его положение и скорость (точнее, возможность их измерения) – вероятностно. Причём подчеркнём, что вероятностность здесь – принципиальна по отношению к отдельному микрообъекту для экспериментальной ситуации измерения в определённом интервале значений координаты и импульса. Заметим, что это послужило аргументом в пользу того, чтобы альтернативой жёстко-детерминистским способам описания считать не просто статистические способы описания либо вероятностные способы описания, а именно вероятностно-статистические способы описания. Ибо вероятностность, как мы уже отмечали, бывает присуща не только большим системам, ансамблям, но и отдельным объектам.

7. В середине XX века феномен неопределённости заявил о себе как проблема в кибернетике и теории информации. В работах Н. Виннера, К. Шеннона, У. Эшби и др. сама информация стала пониматься как то, что измеряется “количеством неопределённости” и устраняет её [30; 31; 32]. Н. Виннер исследовал явления, связанные со случайными процессами, и заметил, что уже в ньютоновой механике содержалась оговорка, касающаяся статистических отношений. Дело в том, что физические измерения не являются точными, и функциональная часть физики не может избежать рассмотрения неопределённости и случайности события, поскольку исходные положения и моменты не даны с абсолютной точностью [30, с.24]. Иными словами, ньютоновский мир с необходимостью должен был быть заменён миром, в

котором временные ряды не сводились бы к набору детерминированных нитей развития, а следовательно, возможны состояния, при которых прошлое индивидуальной системы не создаёт никакого абсолютно определённого будущего этой системы, но лишь даёт распределение её возможных будущих состояний.

Заслугой К. Шеннона стало то, что он распространил понимание формулы энтропии на статистические объекты техники и связи. Неопределённость в теории информации К. Шеннона характеризовалась невозможностью однозначно предсказать, какой сигнал будет выбран источником сообщений, или, в более общем смысле, невозможностью однозначного предсказания последовательности состояний источника статистической информации.

Известный французский физик Леон Бриллюэн пришёл к выводу, что принцип неопределённости Гейзенберга и негэнтропийный принцип информации делают лапласовский детерминизм совершенно нереалистичным [33]. Этот негэнтропийный принцип предполагает называть “информацией” не только содержательный и статистический аспекты сообщений, но и нечто, противоположное физической энтропии, – так называемую негэнтропию. В отличие от энтропии, рассматриваемой в качестве меры неупорядоченности той или иной системы, негэнтропией обычно называют меру упорядоченности окружающих нас систем, связывая с ней различного рода антиэнтропийные процессы, протекающие в физическом мире.

Л. Бриллюэн доказывал, что не только в квантовой механике нельзя избавиться от неопределённости. Примеры, демонстрирующие неопределённость в классической механике, можно найти сплошь и рядом, просто ими принято пренебрегать. Неизбежные погрешности при определении начальных условий и начального импульса и возрастание этих погрешностей в конечном состоянии — вот те фундаментальные причины, обуславливающие неопределённость. По сути дела, система не задаётся, а измеряется с ограниченной точностью в прошедшие периоды времени. Теория о такой системе утрачивает свою предсказательную силу. Даже в ситуации наблюдения учёный вторгается в мир. Сверхупрощённо думать, считает Л. Бриллюэн, что его присутствие не изменяет событий. Он не невидимка и не святой дух, а значит, непременно оставит свой след. Взаимодействие, пусть даже на тончайшем уровне, есть возмущение, которое влияет на ход события. И здесь вряд ли можно говорить о полной определённости [33, с.142].

8. Помимо неопределённостей, описываемых статистической физикой, квантовой механикой, кибернетикой и теорией информации, последнее время всё больший интерес вызывают неопределённости, репрезентируемые нелинейной динамикой и теорией систем [34; 35], и в частности, в исследованиях хаоса [6; 36; 37].

Обыденное представление о хаосе обычно ассоциируется с некой неразберихой, утратой связей, с непоследовательностью, непонятностью, неопределённостью. Математики трактуют хаос не так, как, скажем, физики или социологи; да и философ будет толковать хаос “по-своему”, в сетке своего категориального аппарата. Так, в математике хаос могут трактовать, например, как нерегулярную числовую последовательность, т.е. такую, в которой каждый последующий член не связан с предыдущим членом какой-либо функциональной зависимостью. Хаос в математике можно также рассматривать и на языке отображений (например, так, как это описано И. Пригожиным [38, с.100-115] для так называемых отображений



пекаря и сдвига Бернулли). В этом контексте математическое понятие “отображение” обозначает системы, в которых изменения происходят через дискретные шаги.

Последнее время математиками хаос изучается весьма активно. Бурно развивается, например, такая область, как топологическая динамика, в которой динамические системы исследуются средствами топологии. Современный украинский математик С.Ф. Коляда, приводящий в своей статье [39] обзор математических теорий хаоса, в частности, пишет: «Существует много определений хаоса, причём так много, что слово “хаос” у математиков вызывает ироническую улыбку» [39, с.1043] из-за отсутствия должной определённости и строгости определений.

В физике хаос связан с процессуальностью и причинностью в рассматриваемых явлениях (точнее, с возможными нарушениями однозначности причинно-следственных связей). Заметим, что аналогичные различия в трактовках математика, физика и философа имеются и по отношению к понятию “детерминизм”. Так, Т. Лейбер математический детерминизм увязывает с основами математической физики, и прежде всего с основными теоремами теории дифференциальных уравнений (например, теоремой о существовании и единственности их решений), а эпистемологический детерминизм он связывает с «разработкой законосообразных (законоподобных, lawlike) процессов, с эвристической, теоретической и эмпирической плодотворностью законоподобных научных методов» [40].

Вместе с тем, у физиков и математиков по поводу адекватности трактовки хаоса нередко возникают споры. И касаются они, в частности, содержания понятия вероятности. «Любой физик, – пишут Ю.И. Алимов и Ю.А. Кравцов, – видит в вероятности как физическую, так и математическую величины. Однако если математическая концепция вероятности представляется ему солидной и непререкаемой, то с вероятностью как с физической величиной часто ощущаются какие-то неудобства и недоговоренности.... Почему же так сложно договориться о физическом смысле вероятности и о точности её измерения? Может быть, этому препятствует нечто существенное, но трудноуловимое, постоянно остающееся за кадром?» [41, с.149-150].

Ещё не так давно хаос многими рассматривался как нечто непонятное, неудобное, загадочное или даже непознаваемое. При этом точное, рациональное описание (например, репрезентация посредством математических моделей) хаотических объектов и/или хаотических движений долгое время считалось весьма затруднительным, трудно определимым, если вообще возможным для научной репрезентации. И, если математическое описание динамики простых устойчивых детерминированных систем (т.е. репрезентируемых жёстко-детерминированными способами описания) предполагает достаточно широкие предсказательные возможности, то в отношении хаотических объектов и хаотических движений, как оказалось, этого сказать уже нельзя. И тогда, вследствие такой неопределённости, хаос вообще выпадал из предметного поля науки, из сферы рационального вообще.

До сих пор довольно широко распространена традиция, согласно которой детерминированные уравнения движения классической динамики, однозначно определяющие траектории по начальным условиям, с необходимостью приводят к

регулярным движениям – простым и привычным. Конкретными примерами здесь являются простые движения маятника, гироскопа, движение планет и т.п.; их движение описывается простыми, непрерывными функциями типа синусоиды или эллипса. Такая ситуация приводит к тому, что детерминизм зачастую отождествляется с регулярным (периодическим) движением. И потому может создаться иллюзия, что детерминистическое описание несовместимо со случайным поведением.

Однако, это не так, и связано это с неинтегрируемостью сложных динамических систем (сложностью их динамики). Здесь важно то, что неинтегрируемость (т.е. невозможность получить решения уравнения в виде регулярной функции типа синуса) таких систем является не только технической, математической трудностью. Она отражает их фундаментальное свойство локальной неустойчивости движения [37; 40; 42]. Смысл этого свойства состоит в том, что любые две сколь угодно близкие в начальный момент траектории могут со временем разойтись сколь угодно далеко.

“Разбегание” траекторий вместе с ограниченностью области движения (или, как принято говорить в нелинейной динамике, – финитностью движения) приводит к так называемому “процессу перемешивания” траекторий. На другом языке можно сказать, что возникает ситуация неопределённости, хотя и контролируемой, “управляемой”. В таком “процессе перемешивания” каждая отдельная траектория всюду плотно заполняет всю доступную область движения. Под областью движения понимается область фазового пространства (т.е. пространства, образованного совокупностью координат и импульсов рассматриваемой динамической системы), в которой происходит движение системы. Понятие “всюду плотного заполнения” означает, что с течением времени траектория пройдёт сколь угодно близко к любой точке области движения. Поведение такой траектории полностью нерегулярно, хаотично.

Таким образом, для неинтегрируемых динамических систем – а такими являются, вообще говоря, подавляющее большинство систем классической механики – их траектории будут хаотическими. В такой ситуации налицо неопределённость – «мы никаким способом, – писали Г.М. Заславский и Р.З. Сагдеев, – не можем отличить динамический процесс, реализуемый траекторией системы, от некоторого случайного процесса» [35, с.96].

О возможности сложного, хаотического поведения простой системы (и, как следствие, – трудности с предсказанием её траектории на достаточно длительное время) свидетельствует также и такой фундаментальный результат нелинейной динамики, как теорема Колмогорова – Арнольда – Мозера [35, с.77-8-; 43, с.90-179; 42, с.17,164]. Рассматривая вопрос об устойчивости фазовых траекторий, эта теорема утверждает возможность (при определённых условиях) “перемешивания”, “запутывания” траекторий простой динамической системы (о чём мы уже упоминали ранее), чего в традиционной ньютоновской механике не может быть в принципе. Кроме того, эта теорема подтверждает отказ от резкого противопоставления жёстко-детерминированных и вероятностно-статистических способов описания динамических систем, ибо, согласно этой теореме, в классической механике допустимы ситуации, когда движение в фазовом пространстве нельзя отнести ни к полностью регулярному, ни к полностью

нерегулярному (хаотическому), а тип траектории зависит от выбора начальных условий. Об этой неопределённости мы также упоминали, цитируя Г.М. Заславского и Р.З. Сагдеева. Такая трактовка не вписывается в линейную картину классического (лапласовского) детерминизма, а простые объекты, но со сложным поведением, действительно требуют для своей теоретической репрезентации нелинейных способов описания, чуждых лапласовскому детерминизму. Устойчивое же регулярное движение в классической механике (в современной её трактовке) – скорее, исключение, чем правило. Эта и подобные ей ситуации как раз и входят в предметную область модели детерминированного (динамического) хаоса.

Тем самым, исследования в области нелинейной динамики показали, что движение в классической механике описывается регулярными функциями только в простейших случаях. Реальность мира механических движений оказывается значительно сложнее, хотя и описывается с виду (и в первом приближении) простыми уравнениями. При общем рассмотрении оказывается, что, как правило, уравнения движения для большинства динамических систем невозможно решить аналитически (т.е. в виде упоминавшихся выше функций типа синусоид или эллипсов). В этом случае и говорят, что такие уравнения неинтегрируемы.

Феномен неопределённости порождается, помимо неинтегрированности уравнений классической механики, также проблемой предсказуемости, истоки которой связаны с работами Анри Пуанкаре по небесной механике. На рубеже XIX – XX вв. он подверг тщательному математическому анализу качественно различные типы поведения систем, описываемых взаимосвязанными нелинейными дифференциальными уравнениями. В этом плане классическая механика, как наука о простых объектах, обнаруживает в своей предметной области и в способах её описания новые уровни, которые простыми назвать уже нельзя и которые, как оказалось, способны повлиять и на предсказательные возможности новых способов динамического описания.

В классической механике детерминистический закон однозначно определяет траекторию частицы (или системы частиц) по её начальным условиям. Эволюция динамической системы однозначно детерминируется начальным состоянием системы. И тогда может показаться, что ни о какой случайности и неопределённости в поведении макроскопической динамической системы не может быть и речи. Однако, на самом деле это не так.

Открытие явления детерминированного хаоса показало, что состояния макроскопической динамической системы, достаточно удалённые по времени, во многих случаях – в неравновесном состоянии – оказываются нескоррелированными, что можно рассматривать как эквивалентное существованию независимых причинных цепей. Это означает, что возможно возникновение случайности в макросистеме в процессе “самопроизвольных изменений”, что, естественно, повлияет и на возможности предсказания динамики системы [34].

Действительно, в классической механике возможны ситуации, когда траектории в фазовом пространстве во многом зависят от выбора начальных условий и когда мельчайшие отклонения в исходных данных приводят к совершенно различным траекториям последующего движения (так называемый “эффект бабочки” – когда “малые” причины приводят к “очень большим” следствиям). Поэтому оказывается

невозможным заранее точно и однозначно вычислить будущие направления движения в хаотической системе, несмотря на то, что математически они полностью определены и детерминированы.

Тем самым, в механике мы вновь сталкиваемся с неопределённостью. Однако, здесь эта неопределённость предсказаний всё же рационально определима – путём введения достаточно эксплицитного понятия – “горизонт предсказуемости” [5; 44].

Здесь вновь (как и в случае квантовой механики) приходится пересматривать концепцию детерминизма и традиционную парадигму математической физики, согласно которой движение однозначно репрезентируется непрерывной кривой (изображающей траекторию движения) без каких бы то ни было разрывов и изломов. Пересмотр здесь идет по *двум* направлениям.

Во-первых, решения уравнений нелинейной динамики допускают ветвление (например, раздвоение), или бифуркацию, кривой-траектории, что, в частности, ведёт и к пересмотру положения о неограниченной предсказуемости динамической траектории. В зоне бифуркации предсказуемость оказывается невозможной; иными словами, мы здесь имеем дело с локальной непредсказуемостью. Термин “локальный” мы вводим для того, чтобы как-то “смягчить” радикальность оценок этой новой области и приблизить к реальности те часто поспешные истолкования такой нетрадиционной ситуации в научном познании, которые (истолкования) – несмотря на успехи нелинейной динамики и неравновесной термодинамики открытых систем – нередко ведут даже к отрицанию за наукой в качестве необходимой предсказательной функции. Эти истолкования во многом коррелируют с современными версиями антисциентизма (например, постмодернизма).

Второе же направление пересмотра традиционной парадигмы математической физики (а вместе с этой парадигмой – и традиционно трактуемого детерминизма) как раз и связано с феноменом детерминированного хаоса. Случайное поведение в этом случае не обязательно возникает в результате действия внешних случайных сил, оно может появиться в изолированных строго детерминированных системах. Непредсказуемость здесь надо отличать от локальной непредсказуемости в зоне бифуркаций.

В предметное поле нелинейной динамики (в том числе хаосодинамики), помимо отмеченной нетрадиционной ситуации, входят и так называемые переходные процессы типа “порядок  $\longleftrightarrow$  хаос”. Примерами здесь, помимо уже описанных ситуаций, также могут быть и такие процессы, как переход к турбулентности, смена соответствующего режима работы лазера и др. [35; 6, с.49-58]. Современные исследования установили отсутствие ранее традиционной резкой грани между порядком и хаосом и даже (при изучении условий самоорганизации хаоса), так сказать, “подвижность” этой границы.

Такую “подвижность” ярко демонстрирует так называемая концепция частичной детерминированности, которая обосновывает количественные критерии относительной степени упорядоченности (или, напротив, – хаотичности). Эта концепция (с ней можно ознакомиться, например, по работам известного российского физика Ю.А.Кравцова [45; 46]) базируется на соглашении, по которому детерминированность некоего процесса связывается с его полной (с вероятностью, равной единице) предсказуемостью, а случайность – с непредсказуемостью. «При

таким подходе – пишет Ю.А. Кравцов – случайность и детерминированность не противопоставляются друг другу, а рассматриваются как полюса единого свойства — «частичной детерминированности» [45, с.101]. При этом степень предсказуемости, согласно Кравцову, коррелирует со степенью хаотичности. Заметим, что эту ситуацию уместно соотнести с известной моделью К.Поппера «облака – часы» [47], в которой «часы» символизируют жёсткую детерминированность, а «облака» – случайность.

9. Прогресс современной теоретической физики, и прежде всего успехи нелинейной динамики и синергетического подхода, ведут к признанию правомерности и оправданности во многих гносеологических ситуациях более «мягкой» методологии научного познания (нежели методология классической науки, базировавшаяся на приоритете жёстко-детерминированных способов описания) в процессе принятия теоретических построений в качестве научных. Эту новую методологию можно (до некоторой степени условно) представить в виде своеобразной процедуры либерализации, по крайней мере в виде «трёх отказов» от прежних более жёстких традиций [48].

Рассматривая определмость как условие рационального освоения действительности, как возможность научной репрезентации (научного описания) исследуемых объектов, можно заключить в итоге, что «неопределённость» в истории науки (согласно проведенной нами реконструкции) эволюционировала по пути обретения всё больших возможностей научной репрезентации (прежде всего, в процессе освоения нелинейных способов описания), всё большего расширения сферы рационально постижимого. Однако, всё более активное вхождение современной науки в сферу сложного, возможного, неопределённого порождает у некоторых радикально («линейно») и категорично мыслящих авторов рост недоверия к науке и даже антисциентистские настроения. Тем не менее, сложность современного мира, сложность его репрезентации и освоения убеждают нас в оправданности тех слов, которые как-то были сказаны по отношению к феномену неопределённости: «Выражения типа «устранение неопределённости», «преодоление неопределённости», «борьба со случаем» – не более как метафоры, весьма льстящие всемогуществу человека. Они наполняются содержанием лишь в узко-гносеологической смысловой нише, когда случайность понимается как невыясненная закономерность, а неопределённость проистекает исключительно из-за недостаточности нашего знания. Такое толкование имеет место, но оно во многом ограничено и фрагментарно. Пытаться напрочь расквитаться с неопределённостью, устранить и исчерпать её – значит, подобно демону Лапласа, обитать в сферах выдуманного мира, где безраздельно властвует строго однозначная детерминация» [12, с.8].

#### **Список литературы**

1. Пригожин И. Конец определённости. Время, хаос и новые законы природы / Пригожин И. – Ижевск : НИЦ „Регулярная и хаотическая динамика”, 2000. – 208 с.
2. Морен Э. Метод. Природа Природы / Морен Э. – М. : Прогресс-Традиция, 2005. – 464 с.
3. Майнцер К. Сложносистемное мышление: Материя, разум, человечество. Новый синтез / Майнцер К. – М. : ЛИБРОКОМ, 2009. – 464 с.
4. Ратников В.С. Феномен сложности в контексте современной философии науки / Ратников В.С. // Учёные записки Таврического нац. ун.-та. – Симферополь, 2008. – Т.20. – № 1. – С. 35–51.

5. Малинецкий Г.Г. Нелинейная динамика и проблемы прогноза / Малинецкий Г.Г., Курдюмов С.П. // Вестник РАН. – 2001. – № 3. – С.210-232.
6. Ратников В.С. Научная рациональность, стохастичность и пределы предсказуемости / Ратников В.С., Макаров З.Ю. // Практична філософія. – 2005. – № 1-2. – С.39-60.
7. Клайн М. Математика. Утрата определённости / Клайн М. – М. : Мир, 1984. – 434 с.
8. Кезин А.А. Идеалы научности и паранаука. – Режим доступа: <http://filosof.historic.ru/books/item/f00/s00/z0000056/index.shtml>
9. Релятивизм как эпистемологическая проблема. Панельная дискуссия // Эпистемология и философия науки. – Т.1. – № 1. – С.53-83.
10. Эпштейн М.Н. Философия возможного / Эпштейн М.Н. – СПб. : Алетей, 2001. – 334 с.
11. Постмодерн: переоцінка цінностей. [Текст] : зб. наук. пр. / Ред. В.С.Лук'янець, В.С.Ратніков. – Вінниця : Універсум, 2001. – 301 с.
12. Лешкевич Т.Г. Неопределенность в мире и мир неопределенности / Лешкевич Т.Г. – Ростов н/Д: РГУ, 1994. – 232 с.
13. Бочаров В.А. Определение // Новая философская энциклопедия в 4-х тт. / Бочаров В.А. – М. : Мысль, 2010. – Т.3. – С.154-156.
14. Николко В.Н. Теория определений / Николко В.Н. – Симферополь : НТУ, 2002. – 81 с.
15. Горский Д.П. Определение / Горский Д.П. – М. : Мысль, 1974. – 307 с.
16. Анисов А.М. Логика неопределенности и неопределенности во времени. – Режим доступа : [www.barnascha.narod.ru/books/anisov03.htm](http://www.barnascha.narod.ru/books/anisov03.htm)
17. Ратников В.С. Физико-теоретическое моделирование: основания, развитие, рациональность / Ратников В.С. – Киев : Наукова думка, 1995. – 292 с.
18. Ратников В.С. Понятие постмодернистской ситуации и её эпистемологические особенности // Постмодерн: переоцінка цінностей. [Текст] : зб. наук. пр. / Ратников В.С. – Вінниця : Універсум, 2001. – С.67-87.
19. Ратніков В.С. Епістемологічний образ сучасної теоретичної фізики / Ратніков В.С. // Актуальні філософські та культурологічні проблеми сучасності. – Вип. 11. – Київ, 2003. – С.143-149.
20. Ратников В.С. Модернизм и неклассическая физика: сопоставление стилей мышления и способов репрезентации реальности / Ратников В.С. // Sententiae. – 2001. – № 2. – С.85-98.
21. Лаплас П. Опыты философии теории вероятности / Лаплас П. – М. : Книжный дом ЛИБРОКОМ, 2011. – 208 с.
22. Гельфер Я.М. История и методология термодинамики и статистической физики / Гельфер Я.М. – М. : Высшая школа, 1981. – 536 с.
23. Сачков Ю.В. Ведение в вероятностный мир / Сачков Ю.В. — М. : Наука, 1971. – 207 с.
24. Пятницын Б.Н. Философские проблемы вероятностных и статистических методов / Пятницын Б.Н. – М. : Наука, 1976. – 335 с.
25. Гейзенберг В. Шаги за горизонт / Гейзенберг В. – М. : Прогресс, 1987. – 368 с.
26. Кадомцев Б.Б. Динамика и информация / Кадомцев Б.Б. – М. : Редакция журнала УФН, 1999. – 396 с.
27. Ковальчук А.Е. Сущность измерения в квантовой механике / Ковальчук А.Е., Ломсадзе Ю.М. // Вопросы философии. – 1969. – № 7. – С.77-87.
28. Ломсадзе Ю.М. Сущность доказательного истолкования квантовой теории / Ломсадзе Ю.М. // Проблемы диалектико-материалистического истолкования квантовой теории. 1. – К., 1972. – С.22-68.
29. Lomsadze Yu.M. Logic of conclusive explication of the quantum theory. Preprint ИТФ-70-61Е / Lomsadze Yu.M. – Kiev, 1970. – 28 p.
30. Виннер Н. Кибернетика и общество / Виннер Н. – М. : Издательство иностранной литературы, 1958. – 200 с.
31. Эшби У.Р. Введение в кибернетику / Эшби У.Р. – М. : Иностранная литература, 1959. – 432 с.
32. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике / Шеннон К. – М. : Издательство иностранной литературы, 1963. – 832 с.
33. Бриллюэн Л. Научная неопределенность и информация / Бриллюэн Л. – М. : Мир, 1966. – 271 с.
34. Малинецкий Г.Г. Современные проблемы нелинейной динамики / Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. – М. : Эдиториал УРСС, 2000. – 336 с.
35. Заславский Г. М. Введение в нелинейную физику. От маятника до турбулентности и хаоса / Заславский Г. М., Сагдеев Р.З. – М. : Наука, 1988. – 368 с.

36. Малинецкий Г.Г. Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент: Введение в нелинейную динамику / Малинецкий Г.Г. – М. : Наука, 1997. – 255 с.
37. Глейк Дж. Хаос. Создание новой науки / Глейк Дж. – СПб. : Амфора, 2001. – 398 с.
38. Пригожин И. Время, хаос, квант / Пригожин И., Стенгерс И. - М. : Прогресс, 1994. – 272 с.
39. Коляда С.Ф. Чутливість Лі – Йорка та інші концепції хаосу / Коляда С.Ф. // Український математичний журнал. – 2004. – Т. 56. – № 8. – С. 1043-1060.
40. Leiber T. On the impact of deterministic chaos on modern science and philosophy of science: implications for the philosophy of technology? / Leiber T. // Journal of the Society for Philosophy and Technology. – 1998. – Vol. 4. – № 2.
41. Алимов Ю.И. Является ли вероятность „нормальной” физической величиной? / Алимов Ю.И., Кравцов Ю.А. // Успехи физических наук. – 1992. – Т. 162. – № 7. – С. 149-182.
42. Шустер Г. Детерминированный хаос / Шустер Г. – М. : Мир, 1988. – 325 с.
43. Лоскутов А.Ю. Введение в синергетику / Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. – М. : Наука, 1990. – 272 с.
44. Ратников В.С. Рациональность и хаос / Ратников В.С. // Учёные записки Таврического нац. ун.-та. – Симферополь, 2010. – Т.23 (62). – № 1. – С. 22-30.
45. Кравцов Ю.А. Случайность, детерминированность, предсказуемость / Кравцов Ю.А. // Успехи физических наук. – 1989. – Т.158. – № 1. – С. 93-122.
46. Кравцов Ю.А. Фундаментальные и практические пределы предсказуемости // Пределы предсказуемости / Кравцов Ю.А. – М. : ЦентрКом, 1997. – С. 170-200.
47. Поппер К. Об облаках и часах. Подход к проблеме рациональности и человеческой свободы // Объективное знание / Поппер К. – М. : Эдиториал УРСС, 2002. – С. 200-247.
48. Ратников В.С. Методологическое сознание современной науки: на пути к “мягкой” методологии / Ратников В.С. // Культура народов Причерноморья. Научный журнал. – Симферополь : КНЦ НАН Украины, 2007. – № 106. – С. 96-99.

**Ратніков В.С. Визначність невизначеного (Про еволюцію поняття "невизначеність")** // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія: Філософія. Культурологія. Політологія. Соціологія. – 2012. – Т. 24 (65). – № 1-2. – С. 3-17.

Феномен невизначеності розглядається в онтологічному та епістемологічному аспектах. Проводиться історична реконструкція еволюції цього феномена. Показано прогрес у відношенні можливостей наукової репрезентації об'єктів зі сфери невизначеності.

**Ключові слова:** невизначеність, визначність, раціональність, наукова репрезентація, детермінізм.

**Ratnikov V.S. Definability of uncertain (About evolution of concept "uncertainty")** // Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Philosophy. Culturology. Political sciences. Sociology. – 2012. – Vol. 24 (65). – № 1-2. – P. 3-17.

The uncertainty phenomenon is considered in ontological and epistemological aspects. Historical reconstruction of evolution of this phenomenon is realized. Progress concerning possibilities scientific representation of objects from uncertainty sphere is shown.

**Key words:** uncertainty, definability, rationality, scientific representation, determinism.

Статья поступила в редакцию 10.09.2011.