УДК 519.2+600.1

И.И. ГОРБАНЬ

ГИПОТЕЗА ГИПЕРСЛУЧАЙНОГО УСТРОЙСТВА МИРА И ВОЗМОЖНОСТИ ПОЗНАНИЯ

Abstract: *Materials of physico-mathematical theory of hyper-random phenomena oriented to description of statistically unstable physical phenomena are presented in the generalized article. Study questions of the world are discussed. Different measurement models are researched. Hypothesis of statistical unpredictability and hypothesis of hyper-random set up of the world are analyzed. From these hypotheses follow that cognition horizon is restricted by boundaries of unpredictable changes of researched physical phenomena and of statistical conditions of their watches.*
Key words: *hyper-random phenomena, hypothesis of hyper-random set up of the world, measurement models, cognition.*

Анотація: *Узагальнююча стаття присвячена огляду матеріалів фізико-математичної теорії гіпервипадкових явищ, що орієнтована на опис статистично нестабільних фізичних явищ. Розглянуто загальні питання пізнання навколишнього світу. Досліджено різноманітні моделі вимірювання. Проаналізовані гіпотези статистичної непередбачуваності та гіпервипадкового устрою світу, з яких випливає, що горизонт пізнання визначається межами непередбачуваних змін фізичних явищ, що вивчаються, та статистичних умов їх спостереження.*
Ключові слова: *гіпервипадкове явище, гіпотеза гіпервипадкового устрою світу, моделі вимірювання, пізнання світу.*

Аннотация: *Обобщающая статья посвящена обзору материалов физико-математической теории гиперслучайных явлений, ориентированной на описание статистически неустойчивых физических явлений. Рассмотрены общие вопросы познания окружающего мира. Исследованы различные модели измерений. Проанализированы гипотезы статистической непредсказуемости и гиперслучайного устройства мира, из которых следует, что горизонт познания определяется диапазонами непредсказуемого изменения изучаемых физических явлений и статистических условий их наблюдения.*
Ключевые слова: *гиперслучайное явление, гипотеза гиперслучайного устройства мира, модели измерения, познание мира.*

1. Введение

Вопросы о том, как устроен наш мир, как человек познает его, что представляет собой процесс познания, волновали человечество издавна. Найти исчерпывающие ответы на эти вопросы, скорее всего, никогда не удастся. Здесь мы сталкиваемся с известной в философии проблемой принципиальной недоказуемости справедливости любой теории естествознания.

В основе всех естественных наук лежат некие положения, которые, хотя и хорошо согласуются с множеством опытных данных, однако не поддаются строгому логическому доказательству. Эти положения принимаются на веру и используются как абсолютно достоверные до тех пор, пока не произойдет их переоценка. По терминологии, принятой в философии науки, они носят название фундаментальных абстрактных объектов [1]. Пример таких положений – законы классической механики Ньютона, долгое время считавшиеся незыблемыми. Однако обнаруженные на рубеже XIX – XX веков несоответствия результатов ряда опытов классическим законам физики поколебали существующие представления о неограниченных возможностях адекватного описания мира с помощью этих законов и привели к формированию новых законов, составивших основу квантовой механики и теории относительности Эйнштейна.

Заметим, что не только естественные науки, но даже математика, претендующая на абсолютную строгость построения, содержит недоказуемые элементы – аксиомы и постулаты.

Как ни странно кажется на первый взгляд, основой познания мира служат хорошо согласующиеся с опытными данными, но недоказуемые и принимаемые на веру положения-гипотезы, играющие роль аксиом. Они образуют базис любой теории.

К системе любых базисных гипотез предъявляются те же требования, что и к системам аксиом, используемым в математике, – непротиворечивость и взаимная независимость. Для гипотез, касающихся естествознания, кроме того, требуется еще согласованность с опытными данными. Гипотезы естествознания могут быть общего характера, например, что в основе устройства мироздания лежат случайные принципы и поэтому мир хорошо описывается случайными моделями (в настоящее время эта гипотеза широко распространена), или более конкретными, например, что мир описывается законами Ньютона.

Замена реальных объектов, отношений и операций определенными гипотезами (аксиомами) существенно упрощает процесс познания и обеспечивает стабильную платформу для всестороннего изучения мира, но вместе с тем создает непреодолимые (в рамках принятой системы гипотез) препятствия для проникновения в суть физических явлений. Складывается парадоксальная ситуация: без систем гипотез невозможно познание, но наличие таких систем сдерживает понимание основ мироздания.

Множество результатов исследований любого реального явления на базе независимых систем аксиом можно рассматривать как совокупность его проекций на разные абстрактные плоскости. Чем больше систем гипотез и построенных на их основе непротиворечивых теорий, тем больше проекций, тем глубже возможно познание мира. Поэтому появление новых непротиворечивых теорий, позволяющих взглянуть на известные факты под новым углом зрения, обеспечивает развитие науки.

В рамках фиксированного набора гипотез наука развивается экстенсивно. Для интенсивного ее развития необходима разработка новых альтернативных гипотез и теорий. Без них прогресс человечества не мыслим.

Целенаправленный поиск эффективных способов адекватного описания реального мира породил в последнее время целый ряд новых теорий. Как правило, они носят междисциплинарный характер и имеют отношение к широкому кругу вопросов, касающихся математики, информатики, физики, философии и других дисциплин.

К ним относятся, в частности, теории, построенные на парадигмах теории вероятностей [2], fuzzy-технологии [3 – 5], нейронных сетей [6], динамического хаоса [7 – 11], интервальных данных [12 – 17] и многие другие. В этом ряду находится и недавно предложенная физико-математическая теория гиперслучайных явлений [18].

Целью настоящей обобщающей статьи является обсуждение возможности познания действительности в свете выдвигаемой в теории гиперслучайных явлений гипотезы гиперслучайного устройства мира.

Во втором разделе кратко изложены математические и физические основы теории гиперслучайных явлений. Третий раздел посвящен описанию неформализованных, физических и математических моделей, а также процессов формирования знаний, мышления и познания. Четвертый раздел касается вопросов измерения физических величин. Рассмотрены математические основы физических измерений, обсуждена проблема формирования адекватных оценок и моделей, описаны современные подходы к оценке точности измерений и различные модели измерений. Здесь же обсуждены гипотезы статистической непредсказуемости и гипотеза гиперслучайного устройства мира, являющиеся краеугольными камнями в теории гиперслучайных явлений, а также следующее из этой теории положение о существенно нелинейном характере зависимости точности измерения от объема усредняемых данных, что объясняет ограниченные возможности повышения точности измерений и познания действительности.

2. Теория гиперслучайных явлений

2.1. Общая характеристика теории

Теория гиперслучайных явлений имеет две составляющие: математическую и физическую. Математическая часть является развитием классической теории вероятностей и математической статистики. Физическая часть базируется на гипотезе статистической непредсказуемости – наличия в мире непредсказуемых явлений, которые происходят вне связи с событиями, происходившими ранее, и гипотезе гиперслучайности, предполагающей возможность адекватного описания действительности с помощью гиперслучайных моделей.

Система основополагающих гипотез, принимаемая в теории гиперслучайных явлений, включает колмогоровскую систему аксиом теории вероятностей и гипотезу гиперслучайного устройства мира.

2.2. Исходные понятия

Понятие случайного явления (случайного события, величины, процесса, поля) понимается разными людьми по-разному.

Уместно отметить, что все исходные понятия, используемые в науке, в том числе понятие случайности, принимаются по соглашению. Об этом много писалось и говорилось, в частности, в работах [19 – 22].

В теории вероятностей утвердилось колмогоровское (теоретико-множественное) определение понятия случайного события [2]. Строго математически случайные события описываются с помощью вероятностного пространства, задаваемого триадой ($\Omega, \Im, P$), где Ω – пространство элементарных событий $\omega \in \Omega$, $\Im$ – борелевское поле (σ – алгебра подмножеств событий) и P – вероятностная мера подмножеств событий. Именно таким путем формализовано это понятие в новом международном стандарте ИСО [23].

При менее строгом, но более наглядном статистическом определении (по Р. фон Мизесу [24, 25]) вероятность $P(A)$ случайного события A представляется как предел частоты $p_N(A)$ его наблюдения при проведении опытов в одинаковых статистических условиях и устремлении количества опытов N к бесконечности: $P(A) = \lim_{N \to \infty} p_N(A)$. В диапазоне небольших значений N частота $p_N(A)$ может сильно меняться, однако по мере увеличения N постепенно стабилизируется и при $N \to \infty$ стремится к определенному пределу $P(A)$.

Известен алгоритмический подход к определению понятия случайности, предложенный в 60-х годах прошлого столетия А.Н. Колмогоровым, основанный на анализе алгоритмической сложности программы перевода известной последовательности в исследуемую [26].

Существуют и другие подходы. На практике в качестве критерия случайности физиками нередко используются различные эмпирические, полуэмпирические, полуформализованные или даже неформализованные критерии: спадающей корреляции, сплошного спектра, невоспроизводимости, неповторяемости, неконтролируемости, непредсказуемости и др. [21].

В дальнейшем будем придерживаться колмогоровского теоретико-множественного подхода к определению понятия случайного события.

Под случайной величиной будем понимать функцию, определенную на пространстве Ω элементарных событий ω, а под случайной функцией – функцию независимого аргумента, значение которой при фиксированном значении аргумента представляет собой случайную величину.

Под гиперслучайным явлением как математическим объектом подразумевается множество условных случайных явлений (событий, величин или функций), зависящих от условия $g \in G$.

Гиперслучайное событие можно описать с помощью тетрады ($\Omega, \Im, G, P_g$) [18, 27], где Ω – пространство элементарных событий $\omega \in \Omega$, $\Im$ – борелевское поле, G – множество условий $g \in G$, P_g – вероятностная мера подмножеств событий, зависящая от условия g. Таким образом, вероятностная мера задается для всех подмножеств событий и всех возможных условий $g \in G$. Мера же для условий $g \in G$ остается неопределенной.

Используя менее строгий статистический подход, условия g можно рассматривать как статистические условия, ассоциируемые с определенными законами распределения, а гиперслучайное событие A трактовать как событие, частота появления которого $p_N(A)$ при увеличении числа опытов N не стабилизируется и при $N \to \infty$ не имеет предела.

2.3. Математический аспект теории

Случайные явления (объекты) наиболее полно характеризуются вероятностными распределениями, а гиперслучайные – условными вероятностными распределениями. Случайная величина X, например, полностью описывается функцией распределения $F(x)$ (рис. 1а), а гиперслучайная величина $X = \{X / g \in G\}$ – множеством функций распределения $F(x/g)$, где G – множество условий g (статистических условий).

Менее полно характеризуют случайную величину ее моменты – математическое ожидание, дисперсия и др. Если известны (заданы) один или несколько моментов случайной величины, то подразумевается, что, кроме этих моментов, существует еще определенный (возможно, неизвестный, но единственный) закон распределения, описывающий рассматриваемую случайную величину.

Менее полное описание гиперслучайной величины дают верхняя $F_S(x) = \sup\limits_{g \in G} F(x/g)$ и нижняя $F_I(x) = \inf\limits_{g \in G} F(x/g)$ границы функции распределения (рис. 1б), центральные и нецентральные моменты этих границ (математические ожидания границ m_{Sx}, m_{Ix}, дисперсии границ D_{Sx}, D_{Ix} и др.), границы моментов (границы математического ожидания $m_{ix}=\inf_{g\in G} m_{x/g}$, $m_{sx}=\sup_{g\in G} m_{x/g}$, границы дисперсии $D_{ix}=\inf_{g\in G} D_{x/g}$, $D_{sx}=\sup_{g\in G} D_{x/g}$ и др., где $m_{x/g}$ и $D_{x/g}$ – соответственно математическое ожидание и дисперсия условной случайной величины X/g) и пр.

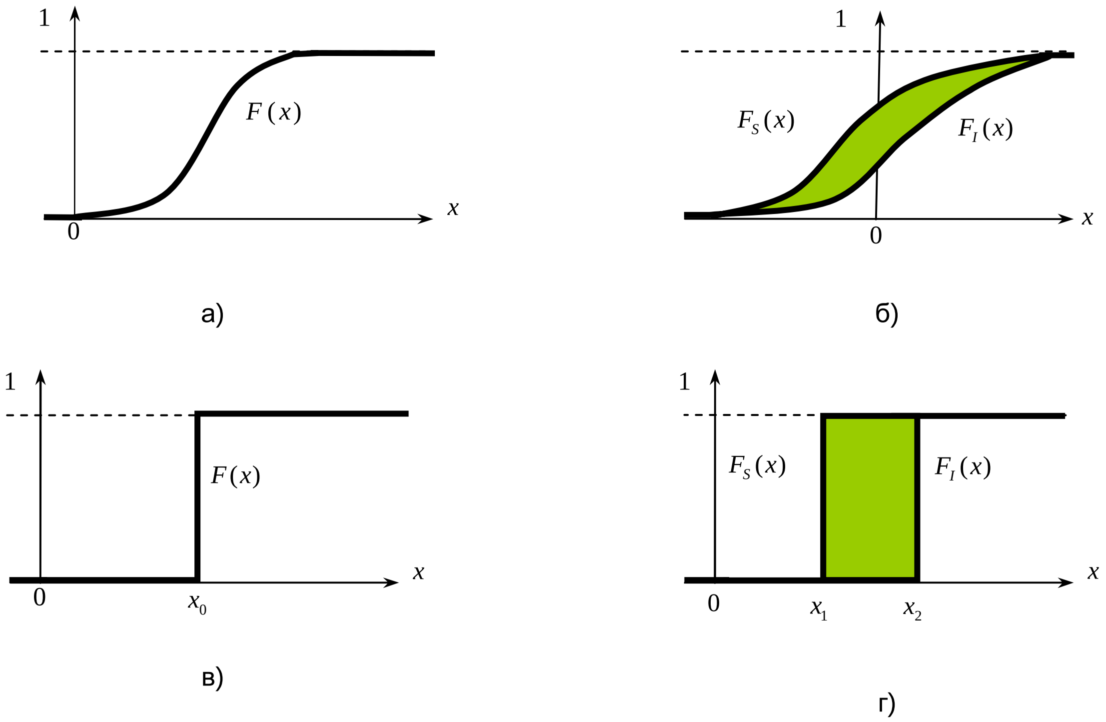

Рис. 1. Представление различных величин с помощью функций распределения

При рассмотрении различных характеристик гиперслучайной величины подразумевается, что существует, возможно, неизвестное, но единственное множество условных функций распределений, полностью описывающее эту гиперслучайную величину.

Заметим, что случайная величина является частным случаем гиперслучайной величины, у которой границы функции распределения совпадают: $F_S(x)=F_I(x)=F(x)$.

Детерминированную величину x_0 приближенно можно рассматривать как частный случай случайной (или гиперслучайной) величины с функцией распределения $F(x)$, имеющей единичный скачок в точке x_0 (рис. 1в).

Интервальная величина [12, 13, 28], характеризуемая границами интервала x_1, x_2, может быть представлена бесконечным множеством гиперслучайных величин, у которых границы функции распределения $F_S(x)$, $F_I(x)$ имеют единичные скачки соответственно в точках x_1 и x_2 (рис. 1г).

Предельным случаем интервальной величины $[x_1, x_2]$, когда точка x_1 стремится к минус бесконечности, а x_2 – к плюс бесконечности, является полностью неопределенная величина, которую можно рассматривать как «хаотическую» величину, не поддающуюся какому-либо описанию.

Таким образом, гиперслучайная величина является обобщением понятий детерминированной и случайной величин, а все многообразие гиперслучайных величин с определенными границами распределения – обобщением понятий интервальной и неопределенной величин.

Все рассмотренные выше величины можно трактовать как однотипные математические объекты с разным уровнем детерминизма. Детерминированная величина имеет наивысший уровень детерминизма. В случайной величине детерминизм проявляется на уровне конкретного закона распределения, в гиперслучайной величине – на уровне множества конкретных условных законов распределения, в интервальной величине – на уровне детерминированных границ интервала. Неопределенная величина лишена каких-либо элементов детерминизма.

Первая статья по теории гиперслучайных явлений была опубликована в 2005 г. [27]. За прошедшие годы теория разработана уже по многим направлениям [18, 29 – 34]. В ее основу положены классические положения теории вероятностей и математической статистики [2, 25, 35 – 37].

Теория гиперслучайных явлений охватывает гиперслучайные события, гиперслучайные величины и гиперслучайные функции. Результаты, полученные первоначально для одномерного случая, обобщены на многомерный. Введен ряд определений и понятий, в частности, понятия сходимости, непрерывности, дифференцируемости и интегрируемости гиперслучайных величин и функций, а также стационарных, эргодических и марковских гиперслучайных процессов. Исследованы свойства разных гиперслучайных величин и функций. Введено понятие гиперслучайной выборки, исследованы свойства гиперслучайных оценок гиперслучайных величин и гиперслучайных процессов, в частности, их сходимость.

Доказано [18], что гиперслучайные оценки в общем случае не являются состоятельными, т.е. при увеличении объема выборки их погрешность не стремится к нулю. Это обстоятельство является чрезвычайно важным и существенно отличает гиперслучайные оценки от аналогичных случайных оценок.

2.4. Физический аспект теории

Разберем классический статистический пример, с которого, как правило, начинается изучение теории вероятностей, – пример игры в орла и решку. Эта игра детально и многократно изучалась многими математиками. В работе [35] приводятся сведения, что К. Пирсон, например, провел опыт из 24000 бросаний монеты. Герб выпал 12012 раз. Имеются данные, что подобные опыты проводили Я. Бернулли, П. Лаплас и другие математики. Задача представлялась им совершенно не тривиальной.

Обычно полагают, что исходы опытов случайны и имеют конкретные вероятности: вероятность того, что выпадет орел, – $P_{\hat{\imath}}$ и вероятность того, что выпадет решка, – $P_{\text{р}}$. При этом считают, что $P_{\hat{\imath}} = P_{\text{р}} = 0,5$.

Насколько корректна описанная модель? На первый взгляд, кажется, что нет оснований сомневаться в ее адекватности. Опыт К. Пирсона подтверждает это.

Но это только на первый взгляд. Разве вероятности $P_{\hat{\imath}}$, $P_{\text{р}}$ не могут быть другими? Нетрудно убедиться, что после некоторой тренировки, контролируя начальное положение монеты, можно научиться так ее бросать, что частота выпадения одной из ее сторон будет колебаться в районе определенного фиксированного значения, большего $0,5$, а частота выпадения второй стороны – в районе значения, меньшего $0,5$. При изменении условий бросания характеристики могут меняться как в одну, так и другую сторону.

Исходы опытов в этом случае можно рассматривать как гиперслучайное событие. Гиперслучайная модель, не отдающая предпочтение какой-то конкретной комбинации вероятностей выпадения орла и решки и учитывающая неопределенность статистических условий наблюдения, в данном случае более адекватно описывает реальную ситуацию, чем случайная модель, предполагающая фиксированные значения этих вероятностей.

Имея некоторые исходные понятия о теории гиперслучайных явлений, рассмотрим общие вопросы формирования представления об окружающем мире [18].

3. Познание мира

3.1. Неформализованные модели

Окружающий мир представляет собой сложную систему, содержащую бесчисленное множество взаимосвязанных элементов – объектов. Каждый объект характеризуется бесконечным числом свойств, определяющих его особенности. Отдельные свойства разных объектов могут совпадать или быть близкими по определенному критерию. Объекты с одинаковыми или близкими свойствами группируются в нашем сознании в классы подобных объектов.

Каждый объект может входить в состав нескольких классов. Классы могут входить в состав других классов. Свойства, присущие подобным объектам класса, рассматриваются как закономерности.

Закономерности тоже являются объектами. Как и другие объекты, они могут образовывать классы. Закономерности определяют специфические особенности связей объектов, входящих в класс, с объектами этого же класса и с объектами других классов.

Классами, например, является множество всех физических объектов, подчиняющихся законам классической механики, все законы механики, предметы, размер которых меньше или больше определенной величины, растения или животные определенного вида, люди определенной национальности, веры, расы или возрастной категории, жители одной страны и т.д.

Систематизация (формирование системы взаимосвязанных классов объектов) и классификация (распределение объектов по классам) – краеугольные камни познания мира. Они включают выявление новых объектов, исследование и описание их свойств, пополнение известных классов новыми объектами, образование новых классов и изъятие из системы устаревших классов.

В результате систематизации и классификации в сознании человека формируются неформализованные модели, дающие интегральное представление о классах подобных объектов.

Неформализованные модели не идентичны рассматриваемым объектам, т.к. несут информацию о множестве подобных объектов, входящих в классы, и являются их осредненными образами.

Каждый новый объект человек пытается отнести, как правило, подсознательно к разным неформализованным моделям. Модели, к которым этот объект наиболее подходит, ассоциируются с объектом, и, наоборот, объект ассоциируется с этими моделями. В результате формируется множество неформализованных моделей, совокупность которых воспринимается человеком как некий интегральный образ объекта. Множество таких образов разных объектов создает субъективное представление человека о мире.

Окружающий мир постоянно меняется, меняются объекты и их модели. Изменение моделей обусловлено не только изменением самих объектов, но и изменением критериев классификации. Существенную роль при выборе критерия играют приобретенный ранее опыт, окружающая среда и многие другие факторы.

Люди отличаются между собой и отличаются условия их жизни. Поэтому для разных людей разными оказываются неформализованные модели одних и тех же объектов, образы и представления о мире.

Реальные объекты воспринимаются человеком с помощью органов чувств в форме оценок, которые тоже можно рассматривать как объекты.

Оценка зависит от множества субъективных и объективных факторов (условий). Отличие оценки от реального объекта вызвано, во-первых, несовершенством наших органов чувств и средств наблюдения, а, во-вторых, наличием различных помех. При изменении условий (например, ухудшении зрения, использовании более или менее совершенных средств наблюдения, изменении характеристик помехи и др.) оценка меняется.

Модель и оценка – разные понятия. Если модель объекта – обобщенное представление о совокупности подобных объектов, то оценка – более или менее искаженное представление об одном объекте.

По совокупности оценок строится усредненная оценка и модель оценки.

Множество разных оценок, соответствующих одному и тому же объекту или различным объектам определенного класса, порождает в сознании человека неформализованную модель оценки. Эта модель, как и модель объекта, постоянно меняется. Изменения вызваны изменением объектов, оценок и критериев классификации объектов и оценок. Неформализованные модели оценок являются базой для формирования неформализованных моделей объектов.

Неформализованные модели объектов и неформализованные модели оценок – разные категории. Однако в сознании людей они обычно отождествляются.

3.2. Физические и математические модели

Неформализованные модели объектов и оценок можно формализовать с помощью физических моделей, учитывающих наиболее существенные их особенности, и описать математическими моделями.

Для каждой совокупности реальных объектов и совокупности оценок можно построить множество разных физических моделей. Каждая физическая модель может быть описана по-разному множеством разных математических моделей.

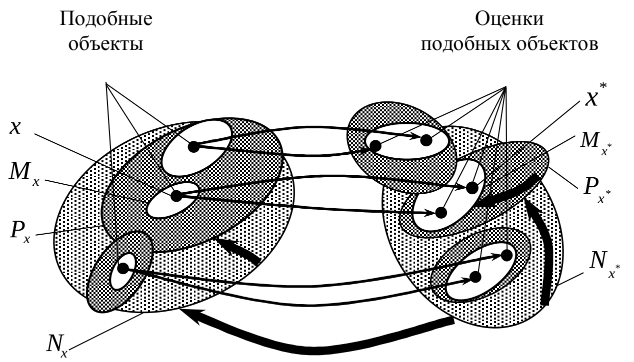

Рис. 2. Схема формирования моделей и оценок

На этапе формализации часть объектов, входящих в рассматриваемый класс объектов, может не описываться физической моделью. Вместе с тем в нее могут быть включены объекты, не входящие в рассматриваемый класс. При построении математической модели, как правило, все объекты рассматриваемого класса, попавшие в физическую модель, описываются математической моделью.

На рис. 2 схематично изображены подобные объекты одного класса, их оценки, рассматриваемый объект x, его оценка x^*, модели объекта (неформализованная N_x, физическая P_x и математическая M_x), а также модели оценки (неформализованная N_{x^*}, физическая P_{x^*} и математическая M_{x^*}).

3.3. Формирование знаний

Знание – совокупность сведений в какой-нибудь области [38].

За прошедшие тысячелетия развития цивилизации человечеством накоплен колоссальный объем знаний об окружающем мире. Темп поступления новой информации постоянно возрастает. Ориентироваться в ее потоке становится все более и более трудно. На помощь приходит отработанный природой механизм систематизации, классификации и обобщения данных о подобных объектах.

Знания человека – не просто совокупность разрозненных сведений, а система взаимосвязанных систематизированных, классифицированных и обобщенных данных – моделей.

Возможности человека по восприятию и переработке информации ограничены. Механизм познания мира с помощью моделей защищает человеческий организм от информационной перегрузки.

Знания человечества формируются на основе знаний отдельных личностей путем коллективной систематизации, классификации и обобщения знаний отдельных индивидуумов.

Знания личности и человечества состоят из формализованных и неформализованных моделей. Модели в области точных наук в основном формализованы, а касающиеся гуманитарной области – неформализованные.

3.4. Мировоззрение и мышление

Представления человека об окружающем мире, его мировоззрение – не что иное, как совокупность моделей, образующих знания, и личная (субъективная) оценка этих моделей по множеству критериев (опасности, достоверности, важности, новизны, соответствия определенным нормам и пр.).

Заметим, что оценки моделей и модели оценок – совершенно разные категории. Если критерии зависимы, то оценки по разным критериям взаимосвязаны. Знания и субъективные оценки разных людей в определенной предметной области, несмотря на индивидуальность личности, могут быть схожими. Люди с одинаковыми взглядами на жизнь, общими интересами, одной религии, принадлежащие одному этносу, получившие одинаковое образование – все это люди с подобными моделями и схожими субъективными оценками моделей по множеству разных критериев. Оценки моделей отдельных субъектов служат основой формирования коллективных оценок.

Модели и оценки (субъективные и коллективные) – относительно устойчивые формирования, медленно меняющиеся во времени под воздействием внешних факторов. Поэтому мировоззрение можно рассматривать как систему устойчивых моделей с устойчивыми оценками.

Модели имеют разный уровень обобщения. На основе имеющихся моделей низкого уровня возможно создание производных моделей более высокого уровня.

Модели можно разделить на два класса: модели структурных элементов и связи между ними. Последние представляют модели реальных закономерностей природы.

Синтез новых моделей структурных элементов, установление новых связей, формирование новых оценок и их пересмотр составляют суть мышления.

Как ни парадоксально кажется на первый взгляд, именно благодаря устойчивости моделей структурных элементов, связей между этими моделями и их оценок оказывается возможным создание производных моделей структурных элементов, установление новых связей, формирование новых оценок и их пересмотр.

Процесс мышления зависит от степени устойчивости исходных знаний: чем она выше, тем большее количество уровней производных моделей структурных элементов, связей и оценок может быть сформировано.

Судя по результатам целого ряда биологических исследований, человек существенно уступает многим животным по способности восприятия, переработки информации и оперативного запоминания (т.е. по способности формировать исходные модели), однако благодаря определенному «консерватизму» (инерционности мышления) существенно превосходит их по способности устанавливать связи между моделями структурных элементов и синтезировать производные модели.

Со временем под воздействием различных факторов модели структурных элементов, связи между ними и оценки меняются: происходит образование новых моделей структурных элементов, новых связей и новых критериев их оценки, происходит уточнение и исключение устаревших и невостребованных элементов, замена старых элементов на новые, формирование оценок и их пересмотр.

3.5. Познание

Познание мира – процесс приобретения знаний и постижения закономерностей объективного мира [38]. Познание мира (личностью и человечеством) можно разделить на два этапа: 1) формирование исходных знаний (исходной совокупности моделей) и оценок; 2) актуализация (обновление, уточнение) имеющихся знаний и оценок.

На первоначальном этапе особую роль играют неформализованные модели, в дальнейшем – как неформализованные, так и формализованные. По мере развития личности и человечества все более и более значимую роль, по всей видимости, приобретают формализованные модели.

Оба этапа познания мира представляют собой обучение. Обучение личности может проходить без посторонней или с посторонней помощью. Способы передачи знаний от субъекта к субъекту разные: путем прямого общения субъектов или опосредственным путем с использованием вспомогательных средств (книг, видео, компьютерной техники и пр.), обеспечивающих запись, хранение, иногда переработку и воспроизведение информации. Описанная модель формирования знаний схематично представлена на рис. 3.

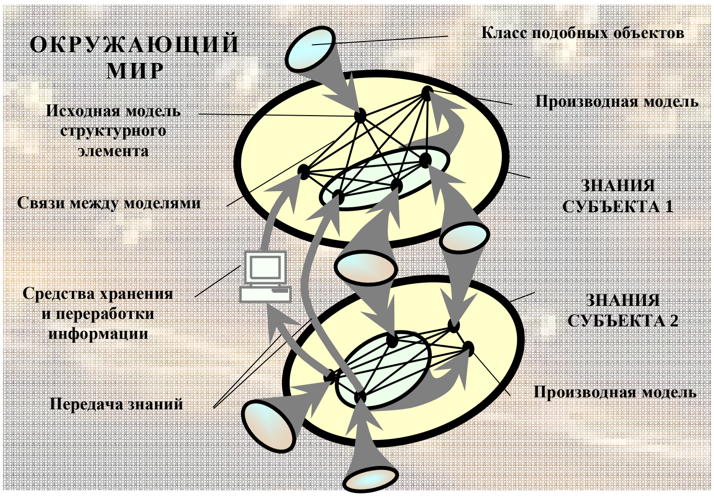

Рис. 3. Схема формирования знаний

Познание – сложный многоплановый процесс, требующий формирования оценок, построения моделей, сравнения, сопоставления, систематизации, классификации, обнаружения и целого ряда других действий, в основе которых лежит процедура измерения. Возможности познания мира определяются точностью измерений. Остановимся на этом вопросе более подробно.

4. Измерения

4.1. Метрические пространства

Все неформализованные, физические и математические модели объектов и оценок представляют собой объекты. Для количественной характеристики близости объектов необходимо введение метрического пространства – множества S, для произвольных элементов x, y которого определена вещественная функция $\mu(x, y)$ (метрика или расстояние), удовлетворяющая постулатам Линденбаума: $\mu(x, y)=0$ тогда и только тогда, когда $x = y$; $\mu(x, y) \le \mu(z, x)+\mu(z, y)$ (неравенство треугольника), где x, y, z – произвольные элементы множества S. Метрика – неотрицательная величина и $\mu(x, y)=\mu(y, x)$.

Известно, что не для любого множества можно построить метрическое пространство. Например, для множества действительных функций, определенных на конечном интервале, построение метрического пространства невозможно. Поэтому нельзя построить метрическое пространство, включающее модель реального объекта и модели всех потенциально возможных его оценок. Сузив класс рассматриваемых функций, например, до непрерывных действительных функций, можно построить метрическое пространство. В этом случае для всех математических объектов, описываемых такими функциями, можно определить расстояние.

На одном и том же множестве S разные метрики порождают разные метрические пространства. Вариационный ряд расстояний между конкретными элементами $x, y, z, \ldots$ зависит от метрики. Поэтому в двух разных метрических пространствах, построенных на одном и том же множестве, включающем модель реального объекта и модели его оценок, к модели реального объекта наиболее близко расположенными могут оказаться разные модели оценок.

Возможно существование целого класса метрических пространств, заданных на одном и том же множестве, для которых наиболее близкой оказывается одна и та же модель оценки. Введением метрики устанавливается эталонная величина (некая условная единица), с которой сравнивается расстояние. Обычно в метрологии используется евклидова метрика.

4.2. Расстояние

Близость моделей M'_x, M'_{x^*} к соответствующим объектам ($\mu(x, M'_x) \sim 0$, $\mu(x^*, M'_{x^*}) \sim 0$) так же, как и близость модели оценки M''_{x^*} к модели реального объекта M''_x ($\mu(M''_x, M''_{x^*}) \sim 0$), не гарантирует, что оценка и ее модель близки к реальному объекту (рис. 4а).

Оценка x^*, модель оценки M_{x^*} и модель объекта M_x могут находиться близко друг к другу, однако вдали от самого объекта x (рис. 4б).

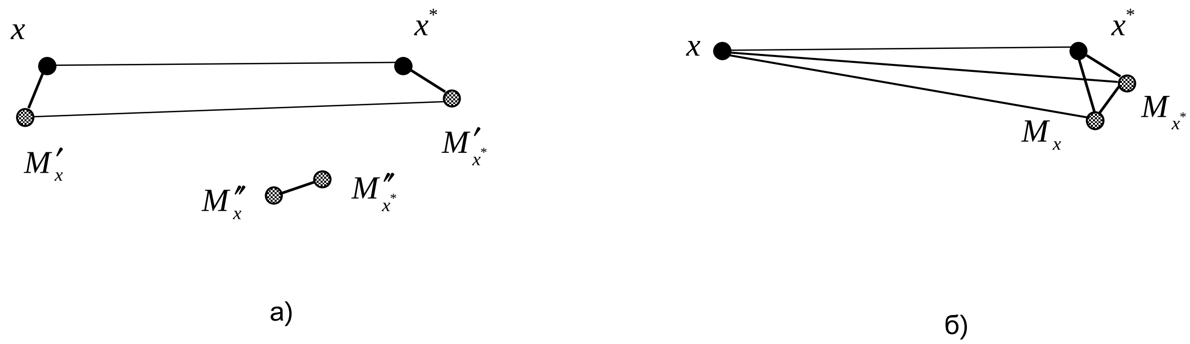

Рис. 4. Взаимное расположение объекта, оценки и их моделей

На практике для подтверждения адекватности теории часто прибегают к проверке близости теоретических результатов к экспериментальным данным. Следует обратить внимание на то, что малое отличие результатов, обычно рассматриваемое как неоспоримый довод верности теории, в действительности не является таковым. Экспериментальный результат представляет собой оценку, а теоретический результат – модель другой оценки. Близость этих результатов свидетельствует лишь о том, что они мало отличаются друг от друга, но не о близости их к реальному объекту. Вопрос об адекватности модели остается открытым до тех пор, пока не установлен факт близости экспериментального результата к исследуемому объекту.

4.3. Проблема построения адекватных оценок и моделей

Истинная (неискаженная) информация о реальном объекте x не доступна. Поэтому невозможно установить степень близости к объекту ни оценки x^*, ни модели оценки M_{x^*}, ни модели объекта M_x.

Вследствие этого, задача построения адекватных оценок и моделей не имеет точного решения. В дальнейшем под адекватными подразумеваются оценки и модели, находящиеся в окрестности рассматриваемого объекта.

Совпадение оценки, модели оценки или модели объекта с соответствующим реальным объектом практически невозможно. Причин тому много. Среди наиболее существенных можно отметить следующие:

– учет при формировании физических моделей не всех факторов, определяющих состояние реального объекта и оценки;

– формирование модели объекта на основе модели оценки;

– несогласованное изменение состояния реального объекта и оценки;

– «отставание» физических моделей от текущего состояния объекта и оценки;

– «отставание» математических моделей от физических моделей;

– статистическая непредсказуемость поведения объекта и оценки;

– воздействие различных мешающих факторов (помех), приводящее к искажению оценки, модели оценки и модели реального объекта;

– статистическая непредсказуемость характеристик помех;

– несовершенство физических и математических моделей и др.

4.4. Погрешность измерения

Расстояние между оценкой и физическим объектом (физической величиной, процессом, полем) представляет собой погрешность измерения. Погрешность обусловлена неадекватным восприятием исследуемого объекта и воздействием помех. Неадекватное восприятие может быть вызвано объективными и субъективными причинами. Помехи, как правило, связаны с объективными факторами.

Разный характер причин, вызывающих отличие оценки от реального объекта, требует разных подходов к учету и компенсации связанных с ними составляющих погрешности. Однако стратегия обычно применяется одна и та же: накопление данных и последующее их усреднение.

Компенсация неадекватного восприятия объекта, вызванного объективными причинами, базируется на формировании ряда оценок, полученных разными способами. Компенсация неадекватного восприятия, обусловленного субъективными причинами, – на многократной оценке объекта разными субъектами, а компенсация воздействия помех в статистически постоянных условиях – на множестве оценок, полученных в одних и тех же статистических условиях.

Результаты многократной оценки объекта разными способами и разными субъектами используются для построения усредненной оценки. Получаемая таким образом усредненная оценка, хотя и оказывается ближе к реальному объекту, чем большая часть исходных оценок, но все же не совпадает с реальным объектом. Обусловлено это не только тем, что объем данных всегда ограничен и способ усреднения, как правило, не оптимален. Главная причина в том, что не удается отследить изменение характеристик исследуемого объекта и действующих помех.

4.5. Современные подходы к оценке точности измерений

Точность измерения – качественная категория, характеризуемая количественно погрешностью или неопределенностью измерения.

В метрологии для характеристики точности измерения в настоящее время применяются два подхода. Один из них основан на концепции погрешности измерения, другой, считающийся более прогрессивным, – на концепции неопределенности измерения.

В рамках концепции погрешности рассматриваются систематическая и случайная погрешности измерения. Под систематической понимают погрешность, которая при многократном измерении остается постоянной или меняется по определенному закону, а под случайной – погрешность, которая при повторных измерениях меняется случайным образом [39].

Возникновение случайной погрешности обычно связывают со случайными временными и (или) пространственными изменениями влияющих величин, а систематическую погрешность – с отклонениями параметров или условий измерения от идеальных.

Случайную погрешность можно уменьшить путем статистической обработки результатов ряда измерений, систематическую ошибку, как правило, – путем учета тех или иных известных зависимостей результата измерений от параметров, влияющих на результат.

Если систематическая погрешность не меняется от измерения к измерению (этот факт, как правило, принимается по умолчанию, если не оговорено противное), то систематическая погрешность совпадает с математическим ожиданием суммарной погрешности. При этом математическое ожидание случайной погрешности оказывается равным нулю.

Погрешность оценки Θ^* измеряемой величины θ обычно характеризуют либо систематической погрешностью ε_0 (математическим ожиданием погрешности) и среднеквадратическим отклонением σ_{θ^*} оценки Θ^*, либо доверительным интервалом $I_\gamma(p) = [\Theta^* - \varepsilon_0 - \varepsilon, \Theta^* - \varepsilon_0 + \varepsilon\ ]$, соответствующим определенной доверительной вероятности $\gamma = P(\left|\theta^* - \varepsilon_0 - \theta\right| \leq \varepsilon)$ того, что абсолютное отклонение случайной величины $\Theta^* - \varepsilon_0$ от измеряемой величины θ не больше некоторой заданной величины ε.

В ряде случаев систематическая погрешность частично может быть компенсирована путем применения особых способов измерения, которые дают возможность без определения величины уменьшить ее влияние на конечный результат. Известен целый ряд таких способов: замещения, компенсации погрешности по знаку, противопоставления, симметричных наблюдений и др. [39].

Идея компенсации систематической погрешности способом противопоставления может быть проиллюстрирована на примере взвешивания груза на равноплечих весах. Этот способ был предложен еще К.Ф. Гауссом.

Реальная длина плеч весов несколько отличается. Поэтому результат взвешивания P_1 не равен истинному весу груза P. Систематическую погрешность, вызванную разной длиной плеч, можно компенсировать путем повторного взвешивания груза, поменяв местами груз и гири. Нетрудно показать, что вес груза равен среднегеометрическому результатов двух взвешиваний: $P = \sqrt{P_1 P_2}$, где P_2 – результат повторного взвешивания.

Случайная погрешность может быть уменьшена путем многократного измерения и усреднения полученных данных.

В рамках концепции неопределенности рассматриваются два типа неопределенностей измерения: по типу A и по типу B.

Под неопределенностью по типу A подразумевают все составляющие неопределенности, оцениваемые путем применения статистических методов, а под неопределенностью по типу B – все составляющие, оцениваемые другими способами [40].

Неопределенность измерения измеряемой величины θ характеризуется неопределенностью $u_{\mathrm{A}\theta}$ по типу A, неопределенностью $u_{\mathrm{B}\theta}$ по типу B, суммарной стандартной неопределенностью $u_\theta = \sqrt{u_{\mathrm{A}\theta}^2 + u_{\mathrm{B}\theta}^2}$ и расширенной неопределенностью $U_\theta = k u_\theta$ (где k – коэффициент охвата), которая в случае отсутствия компоненты $u_{\mathrm{B}\theta}$ трактуется как неопределенность, соответствующая доверительной вероятности γ [40].

Деление погрешностей на случайные и систематические обусловлено природой их возникновения и проявления в ходе измерений, а деление неопределенностей по типам A и B – методами их расчета.

Следует особо подчеркнуть, что, несмотря на различие подходов, обе концепции опираются на представление о том, что погрешности измерения могут вызываться лишь детерминированными и случайными факторами. Другие типы факторов (в частности, гиперслучайного характера) во внимание не принимаются.

Эта достаточно ортодоксальная позиция нуждается, по всей видимости, в пересмотре. Разберем конкретный пример.

4.6. Проблема измерений

Рассмотрим пример из области метрологии – прецизионное измерение диаметра цилиндрической детали круглого сечения [18].

Совершенно тривиальная задача при углубленном анализе оказывается очень непростой. Изготовить деталь абсолютно круглого сечения невозможно. Ее сечение всегда отличается от идеального круга: во-первых, из-за эллипсоидального или иного отклонения от идеальной круговой формы, а, во-вторых, из-за шероховатости поверхности. Следует также иметь в виду, что разные сечения по оси цилиндра отличаются. Поэтому истинный размер детали, даже без учета влияния температуры и целого ряда других факторов, оказывается разным в разных замерах.

Из-за сложной формы сечения понятие диаметра детали не имеет смысла. Но, конечно, можно измерять не диаметр, а какой-то другой параметр, например, усредненное сечение детали. Какой бы параметр ни оценивать, в любом случае необходимо четко формализовать задачу.

Физическая модель измеряемой величины должна учитывать и отклонение от идеальной круговой формы сечения детали, и шероховатость поверхности, и различие сечений по оси. Для математического описания физической модели, в принципе, можно использовать как общепринятую случайную, так и другие модели, в частности, гиперслучайную.

Случайная модель базируется на предположении, что статистические характеристики размера детали неизменны. В действительности же это не так. В пределах небольших локальных областей они могут быть приблизительно постоянными, однако в целом существенно зависят от направления, вдоль которого проводится измерение, и рассматриваемого сечения.

Гиперслучайная модель измеряемой величины, учитывающая вариабельность функций распределения, лучше, чем случайная модель, описывает все нюансы, связанные с объективно существующей статистической нестабильностью. Поэтому она представляется более предпочтительной.

Любые измерения проводятся в условиях воздействия различных мешающих факторов (помех). В рассматриваемой задаче в качестве такого фактора можно рассматривать загрязнение поверхности детали. Пыль и грязь на поверхности собираются неравномерно. В пределах небольших локальных областей толщину загрязненного слоя приближенно можно описать случайной величиной. Но корректно представить ее в разных сечениях одной случайной моделью оказывается невозможным. Адекватное описание дает гиперслучайная модель.

Идеальных, абсолютно точных, средств измерения в мире не существует. Ни штангенциркуль, ни микрометр, ни какой-либо другой измерительный инструмент не может с бесконечно высокой точностью измерить размер сечения. Причины оказываются разными. Для микрометра, например, это – конечные размеры поверхностей, соприкасающиеся с деталью, люфт микрометрических винтов, перекосы и др.

Объединяющим свойством факторов, ограничивающих точность, является статистически нестабильный их характер. Поэтому при построении математических моделей средств измерения имеет смысл отдавать предпочтение моделям, учитывающим это обстоятельство, в частности, гиперслучайным моделям.

Таким образом, физические модели, учитывающие в реальных, не полностью определенных и меняющихся статистических условиях особенности измеряемых величин, помех и средств измерения, более адекватно описываются гиперслучайными моделями, чем случайными.

Следует отметить, что задача измерения физических величин при отсутствии статистической стабильности (статистической однородности или статистического ансамбля) по своей постановке не нова [20, 35]. Многие известные математики и физики активно обсуждали эту проблему. Еще в середине прошлого века был разработан ряд методов (критерии Колмогорова, Пирсона, омега-квадрат и др. [36, 41]) проверки непараметрических статистических гипотез, позволяющих оценивать статистическую однородность выборки.

Рассмотрим классическую модель измерения, принятую в метрологии, и другие, альтернативные, модели [18, 31, 34].

4.7. Модели измерений

В рамках традиционных классических представлений полагается, что за время измерения измеряемая величина θ не меняется, а результат измерения (оценка Θ^*) меняется от одного измерения к другому по определенному случайному закону, т.е. имеет место статистическая устойчивость оценки. Учитывая, что измеряемая величина считается детерминированной, а результат измерения – случайной величиной (рис. 5а), эту модель измерения можно назвать детерминированно-случайной.

Измеряемая величина, так же, как и оценка, может носить случайный характер. Соответствующую модель измерения (рис. 5б) естественно назвать случайно-случайной.

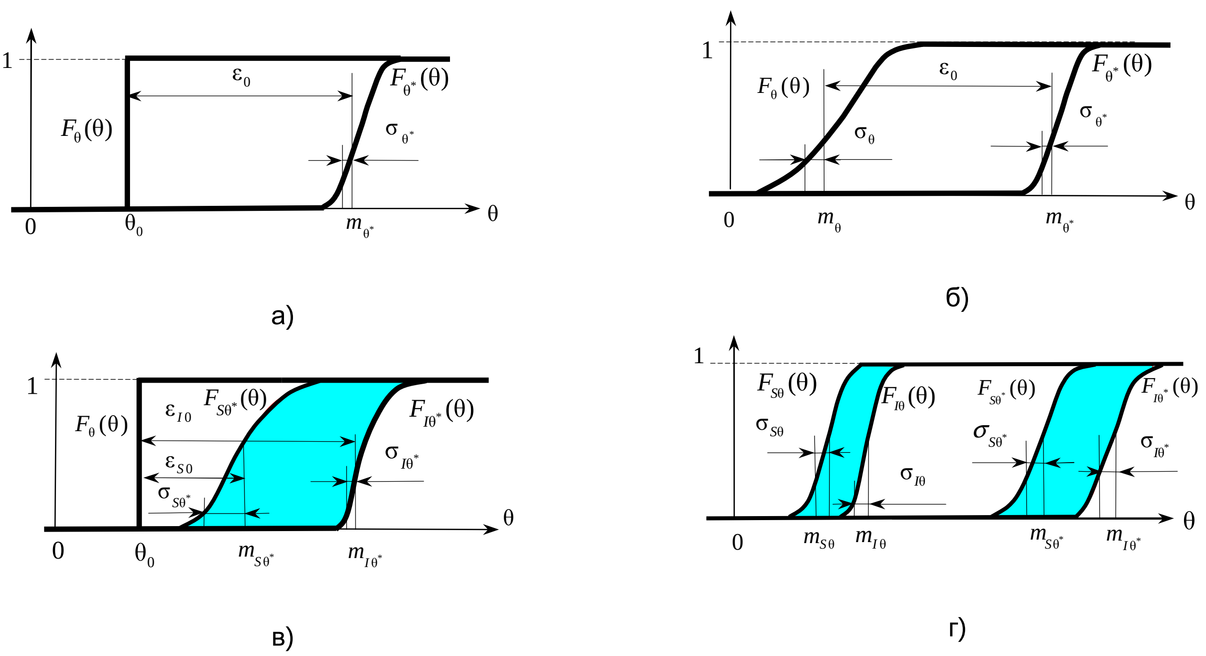

Рис. 5. Модели измерений: а) детерминированно-случайная, б) случайно-случайная, в) детерминированно-гиперслучайная и г) гиперслучайно-гиперслучайная

При детерминированном характере измеряемой величины и гиперслучайном характере оценки (рис. 5в) приходим к детерминированно-гиперслучайной модели. Возможны и другие варианты. Наиболее общей моделью является гиперслучайно-гиперслучайная модель измерения (рис. 5г), предполагающая, что и измеряемая величина и оценка этой величины носят гиперслучайный характер.

Параметры и характеристики, описывающие точность измерения, определяются моделью измерения. В частности:

– для детерминированно-случайной модели (рис. 5а) таковыми являются функция распределения оценки $F_{\theta^*}(\theta)$, математическое ожидание оценки m_{θ^*}, смещение оценки $\varepsilon_0 = m_{\theta^*} - \theta_0$, среднеквадратическое отклонение оценки σ_{θ^*} и др.;

– для случайно-случайной модели (рис. 5б) – функции распределения измеряемой величины $F_\theta(\theta)$ и оценки $F_{\theta^*}(\theta)$, математические ожидания измеряемой величины m_θ и оценки m_{θ^*}, смещение оценки $\varepsilon_0 = m_{\theta^*} - m_\theta$, среднеквадратические отклонения измеряемой величины σ_θ и оценки σ_{θ^*} и др.;

– для детерминированно-гиперслучайной модели (рис. 5в) – верхняя $F_{S\theta^*}(\theta)$ и нижняя $F_{I\theta^*}(\theta)$ границы функции распределения гиперслучайной оценки Θ^*, математические ожидания $m_{S\theta^*}$, $m_{I\theta^*}$ верхней и нижней границ оценки, смещения $\varepsilon_{S0} = m_{S\theta^*} - \theta_0$, $\varepsilon_{I0} = m_{I\theta^*} - \theta_0$ соответственно верхней и нижней границ функции распределения оценки, среднеквадратические отклонения $\sigma_{S\theta^*}$, $\sigma_{I\theta^*}$ границ оценки и др.;

– для гиперслучайно-гиперслучайной модели (рис. 5г) – границы функции распределения $F_{S\theta}(\theta)$, $F_{I\theta}(\theta)$ измеряемой величины и границы функции распределения $F_{S\theta^*}(\theta)$, $F_{I\theta^*}(\theta)$ оценки, математические ожидания $m_{S\theta}$, $m_{I\theta}$ границ измеряемой величины и математические ожидания $m_{S\theta^*}$, $m_{I\theta^*}$ границ оценки, среднеквадратические отклонения $\sigma_{S\theta}$, $\sigma_{I\theta}$ границ измеряемой величины и среднеквадратические отклонения $\sigma_{S\theta^*}$, $\sigma_{I\theta^*}$ границ оценки и др.

4.8. Гипотеза статистической непредсказуемости

Оценки, соответствующие разным моделям измерения, обладают разными свойствами. Главная особенность оценки математического ожидания случайной величины, рассчитываемой путем вычисления выборочного среднего, является ее состоятельность. Дисперсия такой оценки уменьшается пропорционально объему выборки. Поэтому случайная погрешность измерения любой постоянной величины в рамках детерминированно-случайной модели теоретически может быть сведена к нулю при увеличении объема выборки к бесконечности.

На практике возможности уменьшения погрешности ограничены размерами интервала, на котором измеряемая величина практически не меняется и статистические условия ее наблюдения остаются неизменными.

Поскольку размеры этих интервалов всегда конечны, реальные оценки оказываются несостоятельными. Именно поэтому никогда, даже при наличии неограниченного объема данных, нельзя достичь любой, сколь угодно высокой точности измерения. Точность определяется пространственно-временными интервалами стабильности объекта исследования и статистических условий наблюдения. Предупреждением о приближении к предельной точности измерения может служить снижение эффективности усреднения, что проявляется в замедлении темпов уменьшения оценки дисперсии оценки с ростом объема выборки.

Максимальное количество подряд идущих данных выборки, для которых детерминированно-случайная модель измерения еще адекватно отражает реальную ситуацию, можно оценить с помощью известных методов оценки однородности выборки [36, 41, 42].

Неадекватное описание реальных оценок случайными моделями при большом объеме выборки приводит к выводам, не согласующимся с опытными данными. Особенно очевидным это становится при проведении высокоточных измерений.

Выдвигаемые физиками в каждом конкретном случае разные пояснения причин недосягаемости бесконечно высокой точности измерений (например, влиянием броуновского движения молекул и пр.) при всей их правильности выглядят со стороны как подсознательное стремление спасти классическую случайную модель устройства мира.

Более естественным представляется признание наличия в реальном мире статистически непредсказуемых явлений, ограничивающих точность измерений и возможности познания.

Гипотезу статистической непредсказуемости можно рассматривать как физическую модель одного из фундаментальных законов природы. Ее математической моделью служит гипотеза гиперслучайного устройства мира, предполагающая возможность адекватного описания любых физических явлений гиперслучайными моделями.

4.9. Гипотеза гиперслучайного устройства мира

В соответствии с гипотезой гиперслучайного устройства мира все реальные физические величины, процессы и поля (за исключением, возможно, лишь небольшого числа мировых физических констант) носят гиперслучайный характер [18, 30].

Эта гипотеза касается различных реальных явлений, в том числе величин, функций и полей, подлежащих измерению, действующих помех, а также погрешностей измерения. Любая оценка формируется в результате оценивания смеси истинного значения измеряемой величины, функции или поля и помех, мешающих проведению наблюдений.

Если помеха носит гиперслучайный характер, то даже в том случае, когда измеряемая величина постоянна (является мировой константой), результат измерения оказывается величиной гиперслучайного типа.

Гиперслучайный характер оценки проявляется в первую очередь в непредсказуемом дрейфе смещения, которое в силу непредсказуемого непрогнозируемого изменения компенсировать невозможно.

Отсюда становится понятным, почему все оценки реальных величин, процессов и полей не состоятельны и потенциальная точность любых измерений ограничена. Предел точности определяется не только числом результатов измерения и случайным их разбросом, а, главное, изменчивым характером вероятностных характеристик измеряемой величины и помех.

Гипотеза гиперслучайности фактически признает наличие непредсказуемых физических явлений, определяющих стратегию развития мира.

Философская идея, утверждающая наличие непредсказуемых явлений, выдвигалась и обсуждалась многими философами. Но, насколько известно автору, она не была разработана до уровня формализованных математических моделей, позволяющих делать строгие логические выводы. Новизна и специфика теории гиперслучайных явлений состоит, главным образом, в том, что она формализует эту идею и предлагает математический аппарат для решения практических задач.

Гиперслучайные оценки – несостоятельные. При устремлении объема выборки к бесконечности значение гиперслучайной оценки Θ^* непредсказуемо меняется в диапазоне $[m_{S\theta^*}$, $m_{I\theta^*}]$. Гиперслучайные оценки, благодаря их несостоятельности, оказываются во многих случаях более предпочтительными для описания реальных объектов, чем случайные.

Для иллюстрации специфических особенностей разрабатываемых подходов рассмотрим конкретную задачу.

4.10. Критический объем гиперслучайной выборки

Пусть измеряемая величина, оценка и выборка в статистически непредсказуемых условиях адекватно описываются гиперслучайными величинами: соответственно Θ, Θ^*, $\vec{X}$. Случайная выборка $\vec{X}/g = \{X_n/g, \quad n = \overline{1, N}\}$, соответствующая условиям $g \in G$, представляет собой аддитивную смесь случайной величины Θ/g и случайной однородной помехи, описываемой вектором $\vec{V}/g$, компоненты которого не зависимы и имеют математические ожидания $m_{v/g}$ и дисперсии $\sigma^2_{v/g}$. Помеха не зависит от измеряемой величины, и ее дисперсия лежит в диапазоне $[\sigma^2_{iv}, \ \sigma^2_{sv}]$. Статистические условия меняются настолько медленно, что условия формирования выборки можно считать практически постоянными.

Необходимо оценить измеряемую величину θ/g в неопределенных условиях $g \in G$ и точность измерения.

Имея N подряд идущих отсчетов $x_n/\theta,g$, можно сформировать для неопределенных условий $g \in G$ оценку $\theta^*/\theta, g = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} x_n/\theta, g$.

Средний квадрат погрешности $\Delta^2_{z/g} = m^2_{v/g} + \frac{\sigma^2_{v/g}}{N}$. Эту величину можно оценить следующим неравенством:

$$|\varepsilon|_i^2 + \frac{\sigma^2_{iv}}{N} < \Delta^2_{z/g} < |\varepsilon|_s^2 + \frac{\sigma^2_{sv}}{N}, \qquad (1)$$

где $|\varepsilon|_i^2 = \inf\limits_{g \in G} m^2_{v/g}$, $|\varepsilon|_s^2 = \sup\limits_{g \in G} m^2_{v/g}$ – квадраты нижней и верхней границ модуля смещения оценки.

При $N \to \infty$ выражение (1) принимает вид $|\varepsilon|_i^2 < \Delta^2_{z/g} < |\varepsilon|_s^2$.

Понятно, объем выборки имеет смысл увеличивать до тех пор, пока это приводит к ощутимому повышению точности измерения. Для гиперслучайных оценок, как следует из выражения (1), существует критический объем выборки N_0, выше которого увеличивать объем обрабатываемых данных оказывается не целесообразным. В этом отношении гиперслучайные оценки ведут себя подобно интервальным оценкам [28].

Используя правую часть неравенства (1), можно оценить критический объем выборки N_0 с помощью неравенства $N_0 > \dfrac{10\sigma_{sv}^2}{|\varepsilon|_s^2}$. Из этого неравенства следует, что с уменьшением верхней границы модуля смещения оценки $|\varepsilon|_s$ и увеличением верхней границы дисперсии помехи σ_{sv}^2 критический объем выборки возрастает. Если верхняя граница модуля смещения сопоставима с верхней границей среднеквадратического отклонения помехи, критический объем выборки N_0 оказывается в районе всего десяти отсчетов.

Описанные подходы могут быть полезными для моделирования не только физических величин, но и физических процессов и полей. Адекватно описывая различные физические явления, они дают возможность устанавливать и объяснять факты, остающиеся незамеченными или необъяснимыми при использовании традиционных подходов.

5. Заключение

Возможности познания действительности имеют предел. Причина этого не только в ограниченных возможностях человека в восприятии и переработке информации. Главная причина – в непредсказуемых явлениях, происходящих в мире.

Многочисленные данные указывают на то, что абсолютной стабильности нет нигде и ни в чем. Все непредсказуемо меняется рано или поздно. Статистическая устойчивость физических явлений, на которую ориентировались создатели классической теории вероятностей и математической статистики, носит, как выясняется, ограниченный (локальный) характер. В лучшем случае она наблюдается на относительно небольших временных, пространственных или пространственно-временных интервалах наблюдения.

Отсутствие глобальной статистической устойчивости физических явлений не позволяет получить состоятельные оценки, погрешность которых стремилась бы к нулю при устремлении объема выборки к бесконечности. Это обстоятельство вызывает серьезные сомнения в адекватности общепризнанной гипотезы о случайном характере устройства окружающего мира.

Гипотеза статистической непредсказуемости явлений, представляющая собой физическую модель одного из фундаментальных законов природы, и гипотеза гиперслучайного устройства мира, являющаяся математической моделью этой физической модели, объясняют многие ключевые вопросы познания, в частности, почему

– ни для какого реального физического объекта невозможно получить абсолютно точную оценку и построить абсолютно адекватную математическую модель;

– все реальные оценки и построенные на их основе модели оценок и объектов не состоятельны (при увеличении объема обрабатываемых данных их погрешность не стремится к нулю);

– нельзя экспериментально доказать, что даже самая совершенная физическая теория абсолютно точно описывает законы природы;

– никакими реальными средствами измерения невозможно подтвердить или опровергнуть факт существования мировых констант;

– невозможно сделать абсолютно точный прогноз будущего по данным настоящего и прошлого.

Этот перечень можно продолжить и далее.

Из гипотез статистической непредсказуемости и гиперслучайности следует, что горизонт познания определяется диапазонами непредсказуемого изменения физических явлений и условий их наблюдения.

* * *

Все гипотезы и теории имеют ограниченный срок жизни. Невозможно заранее предвидеть, востребованы ли они окажутся в дальнейшем и, если окажутся, то в какой мере. Истинная ценность научных результатов раскрывается в ходе испытаний временем. Хотелось бы надеяться, что гипотеза статистической непредсказуемости, гипотеза гиперслучайности и теория гиперслучайных явлений позволят сделать очередной шаг в познании действительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степин В.С. Теоретическое знание. – М., 1999. – 472 с.
2. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. – М.: ОНТИ, 1936. – 175 с.
3. Zadeh L.A., Kacprzyk J. Fuzzy logic for the management of uncertainty. – New York: John Wiley & Sons, 1992. – 256 p.
4. Бочарников В.П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике. – Санкт-Петербург: Наука, 2001. – 328 с.
5. Perception-based Data Mining and Decision Making in Economics and Finance / I. Batyrshin, J. Kacprzyk, L. Sheremetov et al. // Series: Studies in Computational Intelligence. – 2007. – Vol. 36. – 126 p.
6. Hagan M.T., Demuth H.B., Beale M.H. Neural network design. – Boston, MA: PWS Publishing, 1996. – 256 p.
7. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. – М.: Постмаркет, 2000. – 348 с.
8. Дыхне А.М., Снарский А.А., Женировский М.И. Устойчивость и хаос в двумерных случайно-неоднородных средах и LC-цепочках // Успехи физических наук. – 2004. – Т. 1174, № 8. – С. 887 – 894.
9. Гринченко В.Т., Мацыпура В.Т., Снарский А.А. Введение в нелинейную динамику. – К.: Наукова думка, 2005. – 263 с.
10. Sharkovsky A.N., Romanenko E.Yu. Turbulence Encyclopedia of Nonlinear Science. – New York and London, 2005. – P. 955 – 957.
11. Статистические свойства динамического хаоса / В.С. Анищенко, Т.Е. Вадивасова, Г.А. Окрокверцхов и др. // Успехи физических наук. – 2005. – Т. 175, № 2. – С. 163 – 179.
12. Шокин Ю.И. Интервальный анализ. – Новосибирск: Наука, 1981. – 112 с.
13. Алефельд Г., Херцбергер Ю. Введение в интервальные вычисления. – М.: Мир, 1987. – 356 с.
14. Кузнецов В.П. Интервальные статистические модели. – М.: Радио и связь, 1991. – 348 с.
15. Shary S.P. A new technique in systems analysis under interval uncertainty and ambiguity // Reliable computing. – 2002. – N 8. – P. 321 – 418.
16. Constructing probability boxes and Dempster-Shafer structures / S. Ferson, V. Kreinovichy, L. Ginzburg et al. – SAND report SAND2002-4015, 2003. – 143 p.
17. Combining interval and probabilistic uncertainty: foundations, algorithms, challenges / V. Kreinovich, D.J. Berleant, S. Ferson et al. // Overview "Proceedings of the International Conference on Fuzzy Systems, Neural Networks and Genetic Algorithms FNG'05". – Tijuana, Mexico, 2005. – P. 1 – 10.
18. Горбань И.И. Теория гиперслучайных явлений. – К.: ИПММС НАН Украины, 2007. – 184 с. (электронная версия на сайте http://ifsc.ualr.edu/jdberleant/intprob/).
19. Тутубалин В.Н. Вероятность, компьютеры и обработка результатов эксперимента // Успехи физических наук. – 1993. – Т. 163, № 7. – С. 93 – 109.

20. Тутубалин В.Н. Теория вероятности в естествознании. – М.: Знание, 1972. – 48 с.
21. Кравцов Ю.А. Случайность, детерминированность, предсказуемость // Успехи физических наук. – 1989. – Т. 158, Вып. 1. – С. 93 – 122.
22. Алимов Ю.И., Кравцов Ю.А. Является ли вероятность «нормальной» физической величиной // Успехи физических наук. – 1992. – Т. 162, № 7. – С. 149 – 182.
23. International standard ISO 3534-1:2006(E/F). Statistics. Vocabulary and symbols. – Part I: General statistical terms and terms used in probability. – 2006. – 234 p.
24. R. Von Mises Mathematical theory of probability and statistics // Edited and complemented by H. Geiringer. – N.Y. and London: Acad. Press, 1964. – 232 p.
25. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. – М.: Изд-во физ.-мат. литературы, 1961. – 406 с.
26. Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов. – М.: Наука, 1987. – С. 232.
27. Горбань И.И. Методы описания гиперслучайных величин и функций // Акустичний вісник. – 2005. – Т. 8, № 3. – С. 24 – 33.
28. Орлов А.И. Эконометрика. – М.: Экзамен, 2002. – 576 с.
29. Горбань И.И. Гиперслучайные марковские модели // Proc. of XIII-th International conference KDS-2. – Sofia – Uzhgorod, Bulgaria – Ukraine, 2008. – P. 233 – 242.
30. Горбань И.И. Гиперслучайные функции и их описание // Известия вузов. Радиоэлектроника. – 2006. – № 1. – С. 3 – 15.
31. Горбань И.И. Измерение величин в статистически неопределенных условиях // Радиоэлектроника. – 2008. – № 8. – С. 3 – 22.
32. Горбань И.И. Стационарные и эргодические гиперслучайные функции // Известия вузов. Радиоэлектроника. – 2006. – № 6. – С. 54 – 70.
33. Gorban I.I. Hyper-random phenomena: definition and description // Information Theories and Applications. – 2008. – Vol. 15, N 3. – P. 203 – 211.
34. Горбань И.И. Оценки характеристик гиперслучайных величин // Математичні машини і системи. – 2006. – № 1. – С. 40 – 48.
35. Тутубалин В.Н. Теория вероятностей. – М.: Изд-во Московского университета, 1972. – 230 с.
36. Королюк В.С. и др. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. – М.: Наука, 1985. – 637 с.
37. Боровков А.А. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1986. – 432 с.
38. Ожегов С.И. Словарь русского языка. – М.: Гос. изд-во иностр. и нац. словарей, 1960. – 900 с.
39. Тюрин Н.И. Введение в метрологию. – М.: Издательство стандартов, 1973. – 279 с.
40. Руководство по выражению неопределенности измерений. – Санкт-Петербург: ГП «ВНИИМ» им. Д.И. Менделеева, 1999. – 126 с.
41. Леман Е. Проверка статистических гипотез / Пер. с англ. Ю.В. Прохорова. – М.: Наука, 1971. – 375 с.
42. Горбань І.І. Теорія ймовірностей і математична статистика для наукових працівників та інженерів. – К.: Інститут проблем математичних машин і систем НАН України, 2003. – 245 с.

Стаття надійшла до редакції 16.02.2009