

УДК 519.2+600.1

ОПИСАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ГИПЕРСЛУЧАЙНЫМИ МОДЕЛЯМИ

И.И. Горбань

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

e-mail: igor.gorban@yahoo.com

1. Введение

Эффективность функционирования систем поддержки принятия решений зависит от того насколько используемые математические модели и теории адекватны рассматриваемым физическим явлениям – событиям, величинам, процессам и полям.

Все теории базируются на системе *недоказуемых и принимаемых на веру гипотез или аксиом*. К примеру, математическая теория вероятностей основывается на аксиомах Колмогорова, а теоретическая механика – на законах Ньютона.

Главным требованием, предъявляемым к гипотезам естествознания, является их *согласованность с опытными данными*. Примером гипотезы такого типа является широко распространенная гипотеза, что в основе мироздания лежат случайные принципы и поэтому мир адекватно описывается случайными моделями.

Заметим, что в дальнейшем под случайной величиной, процессом или полем понимается явление, как математический объект, исчерпывающе описываемый определенным, вполне конкретным, законом распределения. *Явление, не характеризующееся конкретным законом распределения, случайным не считается*. Такая математическая трактовка случайного явления соответствует аксиоматике Колмогорова.

Замена реальных объектов, отношений, и операций определенными гипотезами 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 гипотез 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.

Любая математическая теория – абстрактная теория. Корректное ее использование в различных областях физики, техники, социальных науках и пр. возможно лишь при наличии экспериментальных данных, подтверждающих факт адекватного описания реальных явлений соответствующими математическими моделями. В частности, для корректного использования теории вероятностей необходимо подтверждение адекватности представления реальных событий, величин, процессов и полей случайными моделями.

Задача построения моделей, полностью адекватных реальным физическим явлениям, как известно, не имеет точного решения. Но можно оценить степень согласованности моделей реальным объектам и при достаточно высоком уровне согласованности принять *гипотезу об адекватности моделей*.

Аксиома адекватности – физическая гипотеза, открывающая возможность корректного применения математической теории на практике. Благодаря этой гипотезе математическая теория приобретает новое качество: становится *физико-математической*.

К примеру, математическая теория вероятностей, базирующаяся на аксиомах Колмогорова, лишь после принятия дополнительной *гипотезы о возможности адекватного описания реальных явлений стохастическими моделями становится физико-математической теорией*.

Широкое применение той или иной математической теории на практике говорит о признании, что окружающий мир или значительная его часть построены на принципах соответствующей аксиомы адекватности. В частности, повсеместное применение теории вероятностей означает принятие гипотезы, что этот мир *носит случайный характер*.

До недавнего времени тезис о стохастическом характере устройства мира считался неоспоримым. Однако ряд фактов указывает на то, что это, по всей видимости, не так.

На небольших временных, пространственных или пространственно-временных интервалах наблюдения гипотеза об адекватном описании физических явлений стохастическими моделями хорошо согласуется с экспериментальными данными. Однако на больших интервалах наблюдения она оказывается несправедливой.

Одним из наиболее существенных аргументов против гипотезы о стохастическом характере мира является *отсутствие глобальной статистической стабильности реальных физических величин, процессов и полей* [1, 2]. В реальном физическом мире нет абсолютно стабильных явлений. Исключение могут составлять, возможно, лишь мировые физические константы, такие как скорость света, постоянная Планка, гравитационная постоянная и пр. Однако вопрос о постоянстве этих величин до сих пор остается открытым, поскольку экспериментальным путем доказать факт их неизменности невозможно из-за ограниченной точности реальных измерений.

Ограниченная точность любых физических измерений – второй весомый аргумент против гипотезы о случайном характере мира [1, 2]. Классическая теория вероятностей имеет дело с состоятельными оценками, которые при увеличении объема выборки стремятся к истинным значениям. Если бы физический мир адекватно описывался стохастическими моделями, обладающими свойством состоятельности, то погрешность измерений не имела бы ограничений. Но это, как известно, не так.

Целенаправленный поиск эффективных способов адекватного описания реального мира породил ряд теорий, среди которых и теория гиперслучайных явлений [1].

Целью статьи является продолжение (см. [1 – 3]) исследований роли и места новой теории в системе знаний в свете выдвинутой гипотезы гиперслучайного устройства мира.

2. Гиперслучайные явления и способы их описание

Теория гиперслучайных явлений, как и другие физико-математические теории, имеет две составляющие: математическую и физическую. Математическая часть основана на аксиомах теории вероятностей, и поэтому *представляет собой одну из ее ветвей*.

Под гиперслучайным явлением подразумевается семейство условных случайных явлений (событий, величин, процессов или полей). Заметим, что для элементов этого семейства вероятностная мера не определена. Гиперслучайное событие A можно трактовать как событие, частота появления которого $p_N(A)$ при увеличении числа опытов N не стабилизируется и при $N \rightarrow \infty$ не имеет предела.

Случайные явления наиболее полно характеризуются вероятностными распределениями, а гиперслучайные – условными вероятностными распределениями. Случайная величина X , например, полностью описывается функцией распределения $F(x)$ (рис. 1, а), 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. 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 $F_S(x) = \sup_{g \in G} F(x/g)$ и нижняя $F_I(x) = \inf_{g \in G} F(x/g)$ границы функции распределения (рис.1, б), центральные и нецентральные моменты этих границ, границы моментов и пр. При рассмотрении различных характеристик гиперслучайной величины подразумевается, что существует, возможно, неизвестное, но единственное множество условных функций распределений, полностью описывающее эту гиперслучайную величину.

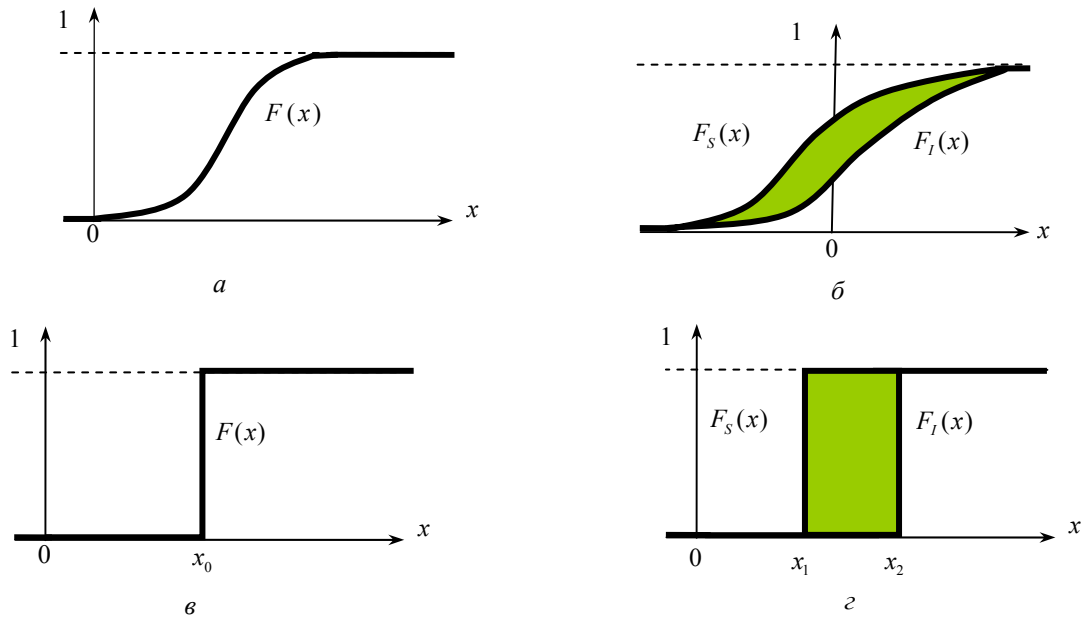


Рис. 1. Представление различных величин с помощью функций распределения

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.1, в). Интервальная величина, 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.1, г). 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.

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.*

Математическая часть теории гиперслучайных явлений охватывает гиперслучайные события, величины и функции [1, 2]. 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.

Физическая часть теории гиперслучайных явлений базируется на двух гипотезах [1, 3], отличающихся от основополагающих гипотез прикладной теории вероятностей:

1) *аксиоме статистической непредсказуемости* явлений (аксиоме адекватности) – наличия в мире непредсказуемых явлений, происходящих вне связи с ранее происходившими событиями и *допускающих возможность адекватного их описания гиперслучайными моделями*;

2) *гипотезе, что реальный мир носит гиперслучайный характер, (гипотезе гиперслучайности)*, означающей, что аксиома статистической непредсказуемости выполняется повсеместно.

Таким образом, теория гиперслучайных явлений с математической точки зрения оказывается не более как надстройкой над теорией вероятностей, а с физических позиций – новой теорией, базирующейся на новых физических аксиомах.

3. Потенциальные возможности теории гиперслучайных явлений

Математические части теории вероятностей и теории гиперслучайных явлений имеют общую систему основополагающих аксиом. Поэтому математическая часть теории гиперслучайных явлений можно рассматривать как теорию, соответствующую конструктивно построенной математической модели. Очевидно, что решение любой задачи, описываемой средствами конструктивной математической модели, полностью эквивалентно решению этой же задачи, описываемой средствами порождающей модели. В этой связи от математической части теории гиперслучайных явлений нельзя ожидать получения новых математических результатов, которые не могут быть получены с использованием классической теории вероятностей [1]. Вместе с тем использование в новой теории обобщенных понятий позволяет взглянуть на существующие проблемы с общих позиций и уловить те закономерности и особенности исследуемых явлений, которые на уровне понятий классической теории вероятностей были скрыты громоздкостью рассуждений и выкладок. Кроме того, процедура решения некоторых задач оказывается более простой и наглядной, а само решение представимо в более компактном виде.

Представление об окружающем мире и его трактовка *определяется принимаемыми физическими гипотезами*. Физические гипотезы теории гиперслучайных явлений и теории вероятностей существенно отличаются. Поэтому разным оказывается восприятие мира. Различие во взглядах предопределяет возможность получения с помощью теории гиперслучайных явлений новых результатов прикладного плана, отличных от тех, которые могут быть получены в рамках классической теории вероятностей.

4. Некоторые результаты теории гиперслучайных явлений

Изучение физических закономерностей базируется на измерениях физических величин и параметров физических процессов. В классических теориях измерений исходным положением является тезис о случайном характере отклонения результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

Реальная погрешность измерений зависит от статистической нестабильности измеряемой физической величины и статистической нестабильности условий проведения измерений, в частности статистической нестабильности параметров действующих помех, искажений и пр. Такая погрешность хорошо описывается гиперслучайной моделью.

Как и любая гиперслучайная величина гиперслучайная погрешность может быть охарактеризована границами изменения ее характеристик и параметров, в частности,

границами изменения функции распределения и границами изменения центральных и нецентральных моментов. При устремлении объема выборки к бесконечности гиперслучайная погрешность не стремится к нулю. Это означает, что гиперслучайные оценки, в отличие от случайных оценок, не обладают свойством состоятельности [1].

В общем случае гиперслучайную погрешность нельзя представить, как принято в теории измерений, в виде систематической и случайной составляющих. Даже если границы функции распределения гиперслучайной погрешности отличаются друг от друга только математическими ожиданиями границ, то погрешность описывается тремя составляющими: *систематической, случайной и неопределенной*, где систематическая составляющая представляет собой детерминированную величину, случайная – случайную величину, а неопределенная – величину интервального типа.

Гиперслучайным характером погрешности можно объяснить многие известные, но долгое время остававшиеся непонятными факты, в частности, почему точность любых физических измерений ограничена, почему при использовании большого числа экспериментальных данных точность не зависит от их объема и др. [1, 3]. Глобальным вопросом является вопрос о наличии пределов познания. Из теории гиперслучайных явлений вытекает, что существует горизонт познания. Он определяется диапазонами непредсказуемого изменения физических явлений и условий их наблюдения [1].

5. Выводы

1. Любая физико-математическая теория, включая теорию гиперслучайных явлений, базируется на системе математических и физических аксиом. Математические аксиомы теории вероятностей и теории гиперслучайных явлений совпадают, а физические аксиомы – существенно отличаются. Физические аксиомы теории гиперслучайных явлений включают аксиому статистической непредсказуемости явлений – наличия в мире непредсказуемых явлений, происходящих вне связи с ранее происходившими событиями, а также гипотезу о гиперслучайном характере устройства мира, означающей, что аксиома статистической непредсказуемости выполняется повсеместно. Поэтому с математической точки зрения теория гиперслучайных явлений не более как надстройка над теорией вероятностей, а с физической точки зрения – совершенно новая теория.

2. От математической части теории гиперслучайных явлений нельзя ожидать получения новых математических результатов, которые не могут быть получены с использованием классической теории вероятностей. Однако, вследствие использования новой системы физических гипотез открывается возможность получения новых результатов прикладного плана.

3. Реальная погрешность измерений зависит от статистической нестабильности измеряемой физической величины и статистической нестабильности условий проведения измерений. Реальная погрешность хорошо описывается гиперслучайной моделью. Гиперслучайным характером реальной погрешности можно объяснить многие факты, в частности, почему точность любых физических измерений ограничена, почему при использовании большого числа экспериментальных данных точность не зависит от их объема и др. Из теории гиперслучайных явлений вытекает, что существует горизонт познания, определяемый диапазонами непредсказуемого изменения физических явлений и условий их наблюдения.

Список литературы

1. Горбань И.И. Теория гиперслучайных явлений. К.: ИПММС НАН Украины, 2007. – 184 с. (эл. версия на сайте <http://ifsc.ualr.edu/jdberleant/intprob/>).
2. Gorban I.I. Hyper-random phenomena: definition and description // Information Theories and Applications. – 2008. V. 15, № 3. – P. 203 – 211.
3. Горбань И.И. Гипотеза гиперслучайного устройства мира и возможности познания // Математичні машини і системи. – 2009. – № 3. – С. 70 – 90.