УДК 519.2+600.1

И.И. ГОРБАНЬ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ГИПЕРСЛУЧАЙНЫХ ЯВЛЕНИЙ С ОБЩЕСИСТЕМНЫХ ПОЗИЦИЙ

Abstract. *Every physical-mathematical theory is based on system of mathematical and physical axioms. Mathematical axioms are the basis of construction of mathematical theory. Physical hypotheses open possibility to use this theory for correct solving of practical tasks. Systems of mathematical axioms of the theory of hyper-random phenomena and the probability theory are identical ones but systems of physical axioms of them are essentially differed. The last assertion, using the new theory, is predetermined possibility of reception of new applied results, which cannot be obtained from the probability theory. Real error of measuring depends upon statistical instability of measured physical magnitude and statistical instability of measurement conditions. Such errors adequately can be described by hyper-random model. A lot of facts may be explained by hyper-random character of errors, in particular, why the accuracy of measurements is finite and does not depend on a volume of large number of experimental data. There is a horizon of cognition, which follows from the theory of hyper-random phenomena. It is defined by the ranges of unpredictable changes of physical phenomena and conditions of their observation.*
Key words: *the theory of hyper-random phenomena, mathematical and physical axioms, measurement error, nonconsistency of estimator.*

Анотація. *Кожна фізико-математична теорія базується на системі математичних та фізичних аксіом. Математичні аксіоми є базою для побудови математичної теорії. Можливості коректного застосування такої теорії для розв'язку практичних завдань відкривають фізичні гіпотези. Системи математичних аксіом теорії гіпервипадкових явищ і класична теорія ймовірностей співпадають, а системи фізичних аксіом – суттєво відрізняються. Тому є можливість отримувати за допомогою нової теорії результати прикладного плану, які не можуть бути отримані у рамках теорії ймовірностей. Реальна похибка вимірювань залежить від статистичної нестабільності фізичної величини, що вимірюється, та статистичної нестабільності умов проведення вимірювань. Гіпервипадковим характером похибки можна пояснити багато фактів, зокрема, чому точність усіх вимірювань обмежена, чому при використанні великої кількості експериментальних даних точність не залежить від їх об'єму та ін. З теорії гіпервипадкових явищ випливає, що існує горизонт пізнання. Він визначається діапазонами непередбаченої зміни фізичних явищ та умов їх спостереження.*
Ключові слова: *теорія гіпервипадкових явищ, математичні та фізичні аксіоми, похибка, неспроможність оцінки.*

Аннотация. *Каждая физико-математическая теория основана на системе математических и физических аксиом. Математические аксиомы являются базой для построения математической теории. Возможности корректного применения этой теории для решения практических задач открывают физические гипотезы. Системы математических аксиом теории гиперслучайных явлений и классической теории вероятностей совпадают, а системы физических аксиом – существенно отличаются. Последнее обстоятельство предопределяет возможность получения с помощью новой теории результатов прикладного плана, которые не могут быть получены в рамках теории вероятностей. Реальная погрешность измерений зависит от статистической нестабильности измеряемой физической величины и статистической нестабильности условий проведения измерений. Такая погрешность хорошо описывается гиперслучайной моделью. Гиперслучайным характером погрешности можно объяснить многие факты, в частности, почему точность любых 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. Он определяется диапазонами непредсказуемого изменения физических явлений и условий их наблюдения.*
Ключевые слова: *теория гиперслучайных явлений, математические и физические аксиомы, погрешность, несостоятельность оценки.*

1. Введение

В 2005 г. появилась первая статья [1], посвященная теории гиперслучайных явлений. Следом за ней последовал ряд статей математического и прикладного плана, развивающих новый подход описания явлений физического мира. В 2007 г. вышла в свет обобщающая монография [2] (ее электронная версия выставлена для свободного доступа на сайте http://ifsc.ualr.edu/jdberleant/intprob/), систематизировавшая материалы по широкому кругу вопросов. Она включает формализацию основных понятий новой теории, способы описания гиперслучайных явлений (событий, величин, процессов и полей), рассматриваемых как математические объекты, методы оценки параметров и характеристик гиперслучайных явлений, свойства оценок этих параметров и характеристик, представление физических явлений гиперслучайными моделями и др.

Теория гиперслучайных явлений стала предметом оживленной дискуссии на научных конференциях и семинарах, проводимых в Украине, Молдавии, России, Болгарии, США. Новая теория нашла положительный отклик со стороны ученых разных специальностей. Особый интерес проявляют к ней специалисты в области физики, прикладной математики и техники.

Теория гиперслучайных явлений носит междисциплинарный характер. Объектом ее исследования является окружающий мир, а предметом исследования – присущая этому миру статистическая нестабильность различных физических явлений.

Несмотря на немалое число работ по теории гиперслучайных явлений, до настоящего времени остаются не до конца выясненными роль и место новой теории в системе знаний. Целью настоящей статьи является изучение этих вопросов с общесистемных позиций. Предлагаемая работа является продолжением статьи [3].

2. Аксиомы, лежащие в основе теорий

Все теории, в том числе математические теории и теории естествознания, базируются на основополагающих недоказуемых гипотезах – аксиомах и постулатах [3]. Например, евклидова геометрия – на постулатах Евклида, классическая механика – на законах Ньютона, теория относительности – на постулатах Эйнштейна и т.д.

Любая математическая теория – абстрактная теория. Она остается таковой до тех пор, пока ее не начинают применять при решении практических задач.

Корректное использование математической теории в различных областях физики, техники, социальных науках и пр. возможно лишь при наличии экспериментальных данных, подтверждающих факт адекватного описания исследуемых явлений соответствующими математическими моделями. В частности, для корректного использования в физике классического математического анализа необходимы данные об адекватном представлении рассматриваемых физических явлений непрерывными дифференцируемыми функциями, а для корректного использования теории вероятностей – данные, подтверждающие адекватность представления исследуемых физических событий, величин, процессов и полей случайными (стохастическими) моделями.

Заметим, что здесь и далее под случайной величиной, процессом или полем понимается явление (математический объект), исчерпывающе описываемое определенным, вполне конкретным, законом распределения. Явления, не характеризуемые конкретным законом распределения, случайными не считаются. Такая математическая трактовка случайного явления соответствует теоретико-множественной аксиоматике Колмогорова.

Задача построения математических моделей, полностью адекватных реальным физическим явлениям, не имеет точного решения. Даже если бы такие модели и существовали, строго доказать их адекватность было бы невозможно из-за ограниченной точности любых измерений [2, 3].

Имея в своем распоряжении ряд опытных данных, можно оценить степень согласованности моделей с реальными объектами исследования. Какая бы ни использовалась при этом методика анализа, получить абсолютно точный ответ об адекватности моделей нельзя. Поэтому при достаточно высоком уровне согласованности моделей с реальными данными приходится лишь довольствоваться принятием гипотезы 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 теоретико-множественных аксиомах Колмогорова, лишь после принятия дополнительной гипотезы о возможности адекватного описания реальных явлений стохастическими моделями и классический математический анализ лишь после принятия гипотезы об адекватном описании физических явлений непрерывными дифференцируемыми функциями становятся физико-математическими теориями.

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 математического анализа в различных областях естествознания означает принятие гипотезы, что физический мир (во всяком случае, макромир) непрерывен, а повсеместное применение теории вероятностей – принятие гипотезы, что этот мир носит случайный (стохастический) характер.

Таким образом, любая физико-математическая теория состоит из двух частей: математической части, базирующейся на математических аксиомах, и физической части, основанной на физических гипотезах.

3. Аргументы против гипотезы о стохастическом характере окружающего мира

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

Современные методы и модели теории вероятностей разрабатывались преимущественно для статистически устойчивых (статистически стабильных) явлений, реализации которых описываются неменяющимися законами распределения. Именно на статистическую стабильность физических явлений ориентировались основоположники теории вероятностей.

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 [2, 3]. 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 следует заметить, что вопрос о постоянстве этих величин до сих пор остается открытым, поскольку экспериментальным путем доказать факт их неизменности невозможно из-за ограниченной точности реальных измерений. Факт нарушения статистической стабильности реальных физических явлений подтверждается многими экспериментальными исследованиями [4–7].

Ограниченная точность любых физических измерений – второй весомый аргумент против гипотезы о случайном характере мира [2, 3]. Классические теория вероятностей и математическая статистика имеют 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.

Поиск путей описания окружающего мира адекватными математическими моделями привел к созданию теории гиперслучайных явлений.

4. Гиперслучайные явления и способы их описания

Под гиперслучайным явлением подразумевается семейство условных случайных явлений (событий, величин, процессов или полей), для элементов которого вероятностная мера не определена.

Гиперслучайные явления могут быть охарактеризованы множеством условных функций распределения или границами различных характеристик и параметров. Например, гиперслучайную величину Θ наиболее полно характеризуют условные функции распределения $F_{\theta/g}(\theta)$, соответствующие множеству условий $g \in G$. Менее полно ее описывают верхняя и нижняя границы функции распределения $F_{S\theta}(\theta)$, $F_{I\theta}(\theta)$. Представление о гиперслучайной величине дают начальные и центральные моменты границ распределения, в частности, математические ожидания границ $m_{S\theta}$, $m_{I\theta}$, дисперсии границ $D_{S\theta}$, $D_{I\theta}$, среднеквадратические отклонения границ $\sigma_{S\theta}$, $\sigma_{I\theta}$ и пр., а также границы моментов, к числу которых относятся верхняя и нижняя границы математического ожидания $m_{s\theta}$, $m_{i\theta}$, верхняя и нижняя границы дисперсии $D_{s\theta}$, $D_{i\theta}$ и др. (рис. 1).

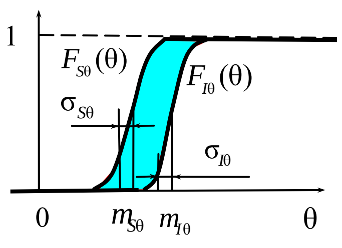

Рис. 1. Описание гиперслучайной величины различными способами

5. Аксиомы теории гиперслучайных явлений

Теория гиперслучайных явлений, как и другие физико-математические теории, имеет две составляющие: математическую и физическую.

Математическая часть теории гиперслучайных явлений основана на теоретико-множественных аксиомах Колмогорова, образующих базис теории вероятностей, и поэтому представляет собой одну из ветвей теории вероятностей.

Физическая часть теории гиперслучайных явлений базируется на двух новых гипотезах:

1) аксиоме статистической непредсказуемости явлений (аксиоме адекватности) – наличие 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 надстройкой теории вероятностей, а с физических позиций – новой теорией, базирующейся на новых физических аксиомах.

6. Потенциальные возможности теории гиперслучайных явлений

Математическая часть теории гиперслучайных явлений представляет собой теорию, описывающую математические модели, построенные на базе математических моделей случайных явлений. Все новые объекты и отношения между ними строятся с помощью известных объектов и отношений теории вероятностей. При этом никакие новые аксиомы не вводятся. Поэтому математическая часть теории гиперслучайных явлений представляет собой теорию, соответствующую конструктивно построенной математической модели.

Очевидно, что решение любой задачи, описываемой средствами конструктивной математической модели, эквивалентно решению этой же задачи, описываемой средствами порождающей модели. Решение, получаемое, например, с помощью теории матриц или тензорного исчисления, полностью эквивалентно решению, использующему лишь арифметические правила работы с числами.

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 [2].

Вместе с тем не следует умалять значимость математической части новой теории. Несмотря на указанные ограничения, накладываемые конструктивным характером модели, эта часть теории гиперслучайных явлений, подобно теории матриц, расширяет возможности решения практических задач. 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 порождающей модели 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 оказываются разными взгляды на мир, его восприятие. 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.

7. Некоторые результаты теории гиперслучайных явлений

Изучение физических закономерностей базируется на измерениях физических величин и параметров физических процессов. В классических теориях измерений, основанных как на концепции погрешности, так и концепции неопределенности [8] 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. Реальная погрешность хорошо описывается гиперслучайной моделью.

Как и любая гиперслучайная величина, гиперслучайная погрешность может быть охарактеризована границами изменения ее характеристик и параметров: 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 [2, 3].

В общем случае гиперслучайную погрешность нельзя представить, как принято в теории измерений, в виде систематической и случайной составляющих. 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 выборки и др. [2, 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 [2, 3].

8. Выводы

1. Любая физико-математическая теория, включая теорию гиперслучайных явлений, базируется на системе математических и физических аксиом. Математические аксиомы обеспечивают возможность построения корректной математической теории. Возможность применения математических методов для решения практических задач открывают физические гипотезы. Без физических аксиом математическая теория остается абстрактной теорией.

2. Система математических аксиом теории гиперслучайных явлений совпадает с системой математических аксиом классической теории вероятностей и представляет собой теоретико-

множественные аксиомы Колмогорова. Поэтому, с математической точки зрения, теория гиперслучайных явлений не более как надстройка над классической теорией вероятностей.

3. Физические аксиомы теории гиперслучайных явлений существенно отличаются от физических аксиом теории вероятностей. Система физических аксиом теории гиперслучайных явлений состоит из:

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

– гипотезы, что реальный мир носит гиперслучайный характер (гипотезы гиперслучайности), означающей, что аксиома статистической непредсказуемости выполняется повсеместно.

4. Поскольку системы математических аксиом теории гиперслучайных явлений и теории вероятностей совпадают, от математической части теории гиперслучайных явлений нельзя ожидать получения новых математических результатов, которые не могут быть получены с использованием классической теории вероятностей. Однако, поскольку системы физических аксиом теории гиперслучайных явлений и теории вероятностей отличаются, от новой теории можно ожидать получения новых результатов прикладного плана, отличных от тех, которые могут быть получены в рамках классической теории вероятностей.

5. Реальная погрешность измерений зависит от статистической нестабильности измеряемой физической величины и статистической нестабильности условий проведения измерений. Она хорошо описывается гиперслучайной моделью.

6. Гиперслучайным характером 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.

7. Из теории гиперслучайных явлений вытекает, что существует горизонт познания. Он определяется диапазонами непредсказуемого изменения физических явлений и условий их наблюдения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбань И.И. Гиперслучайные явления и их описание / И.И. Горбань // Акустичний вісник. – 2005. – Т. 8, № 1-2. – С. 16 – 27.

2. Горбань И.И. Теория гиперслучайных явлений / Горбань И.И. – К.: ИПММС НАН Украины, 2007. – 184 с. – Режим доступа: http://ifsc.ualr.edu/jdberleant/intprob/.

3. Горбань И.И. Гипотеза гиперслучайного устройства мира и возможности познания / И.И. Горбань // Математичні машини і системи. – 2009. – № 3. – С. 44 – 66.

4. Горбань И.И. Нарушение физической устойчивости физических процессов / И.И. Горбань // Математичні машини і системи. – 2010. – № 1. – С. 171 – 184.

5. Горбань И.И. Эффект статистической неустойчивости в гидрофизике / И.И. Горбань // Труды десятой Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики» (Санкт-Петербург, 25 – 27 мая 2010). – Санкт-Петербург, 2010.

6. Горбань И.И. Статистическая неустойчивость магнитного поля Земли / И.И. Горбань // Збірник доповідей 6 науково-практичної конференції з міжнародною участю "Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика. СППР'2010" (Київ, 7 червня 2010 р.). – Київ, 2010.

7. Горбань И.И. Исследование статистической устойчивости курса валют / И.И. Горбань // Тези доповідей п'ятої науково-практичної конференції з міжнародною участю "Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС'2010" (Київ, 22 – 26 червня 2010 р.). – Київ, 2010.

8. Руководство по выражению неопределенности измерений. – СПб.: ГП «ВНИИМ» им. Д.И. Менделеева, 1999. – 126 с.

Стаття надійшла до редакції 06.05.2009