

УДК 616.12 - 07 (477)(063)

А.Л. Опарин¹, Ю.С. Рудык¹, И.Е. Овчаренко²¹ГУ «Институт терапии им. Л.Т. Малой АМН Украины», Харьков, Украина²Институт проблем машиноведения РАН, Санкт-Петербург, Россия

ИЗМЕРЕНИЕ – НОВЫЙ ДИАЛОГ

В статье приводится попытка представить процедуру измерения как диалога между исследователем и объектом сложной природы. Показана взаимосвязь перехода от оценок погрешности к определению неопределенности со сменой научной парадигмы. Приводятся показатели, позволяющие оценивать устойчивость динамических систем. Отмечаются элементы работ авторов с использованием отдельных моментов приведенной концепции.

Ключевые слова: измерение, неопределенность, устойчивость, фракталы, ритм сердца.

Введение

В среде метрологов не утихает дискуссия сторонников [5, 6] и критиков [11, 21] введения понятия неопределенности, законодательно сменяющего оценку погрешности. Одна из причин такой смены связана, прежде всего, с включением в процедуру измерения все более сложно организованных объектов.

По нашему мнению, процедуру измерения целесообразно не отделять от контекста познавательной (научной) активности человека. Переход от погрешности к неопределенности происходит в ключе гуманитаризации точного знания. В связи с этим в статье осуществляется попытка представить взаимосвязь учёного и исследуемого им объекта сложной природы, а также взаимосвязь перехода от оценок погрешности к определению неопределенности со сменой научной парадигмы.

Изложение основного материала

Обратим внимание на тенденцию к изменению парадигмы точной науки. От физики Эпохи Ньютона и Лапласа, подразумевавшей детерминированность физических явлений, в том смысле, что существует возможность при проведении все более точных измерений (не разрушающих) получать всё более точные предсказания будущего развития, взгляд на мир существеннейшим образом пополнился представлениями о стохастичности, самоорганизации, самоподобии объектов внешнего мира.

Эти представления требуют принципиально иного формализма проведения измерений. Важным моментом изменения парадигмы является подход, сравнимый с переходом от монолога к диалогу. При этом объект исследования будет характеризоваться не каким-то значением, которое можно точно оценить, а полем возможностей, смысл которых можно постичь в процессе взаимодействия. По своей сути формализация метрологических оценок неопределенности решает задачу измерения в том же ключе.

Вопросы о «новом диалоге человека с природой» детально рассматривались в работе И. Р. Пригожина:

«Идеалом классической науки была «прозрачная» картина физической Вселенной. В каждом случае предполагалась возможность указать причину и ее следствие. Но когда возникает необходимость в стохастическом описании, причинно-следственная часть усложняется. Мы не можем говорить более о причинности в каждом отдельном эксперименте. Имеет смысл говорить лишь о статистической причинности» [20]. Именно изначальную стохастическую сущность измерения объектов сложной природы и отражает представление неопределенности в измерениях.

Необходимость подобного познавательного диалога давно утверждалась как представителями точных, так и гуманитарных наук. На плечах А.А. Ухтомского, М.М. Бахтина, В.С. Библера сформировалось целое направление диалогизма [4, 8]. В представлениях школ этой направленности, кроме диалога культур в широком понимании затрагивается и взаимопроникновение объекта и субъекта познания. Согласно М.М.Бахтину: «Задача заключается в том, чтобы {вещную} среду, воздействующую механически на личность, заставить заговорить, то есть раскрыть в ней потенциальное слово и тон, превратить ее в смысловой контекст мыслящей, говорящей и поступающей (в том числе и творящей) личности» [3].

Практически диалогизм в проведении измерений состоит в готовности исследователя изменить набор понятий (измеряемых величин), описывающих объект в зависимости от результата измерения.

Важным моментом в такой трансформации, являются представления об условности величин, подлежащих измерению. Речь даже идет не только о квантовомеханических эффектах со своим «принципом неопределенности» или особенностях космологического масштаба. Большим шагом к унификации измеряемых физических величин является таблица О. Бартини и П.Г. Кузнецова, которые, вставив в клетки таблицы произведения двух переменных времени T и длины L в разных степенях (включая отрицательные), получили большинство величин, измеряемых в физике [7]. Переменные ряда клеток

таблицы соответствуют фундаментальным законам сохранения в физике.

Принятие таких представлений позволяет пристальнее взглянуть, а насколько однородны величины T и L .

Один из апологетов синергетики в статье, посвященной проблемам измерений сложных объектов [2], утверждает: «Основы основ теории измерений – независимость количественных характеристик объектов от инструментов, применяемых для измерения. Исследование объектов, обладающих масштабной инвариантностью (в разных масштабах объект выглядит одинаково), показывает, что для них это невозможно. Более того, привычные понятия – длина, площадь поверхности для них теряют смысл». Соображения такого рода следует учитывать, в том числе, в силу того, что в большую часть объектов природы входят самоподобные (фрактальные) структуры. Наиболее явные примеры: деревья, береговая линия, кровеносная система, микроструктура поверхности и др.

Не менее серьезные изменения произошли в представлениях о времени. Так, одна из последних книг И.Р. Пригожина, лейтмотивом в которой проходит тема нового открытия времени, не случайно названа «The End of Certainty» – «Конец определенности» (ср. «Uncertainty») [19]. Анализируя развитие представлений о времени в динамических системах, автор приходит к выводу «Неустойчивость мы можем ввести на статистическом уровне. Законы природы трактуют теперь не об определенностях, а о возможностях, и служат своего рода мостами через вековую пропасть, разделяющую бытие и становление».

На сайте института исследований природы времени [10] приведены многочисленные публикации, развивающие представления о нетривиальности временных представлений, их тесной взаимосвязи с природой исследуемых объектов.

Примером практического применения концепции, учитывающей как специфику биологического времени, так и фрактальность ритмов организма, могут служить работы лаборатории биофизики и хронобиологии НИИ физики Южного Федерального Университета (руководитель – д.б.н. С.Л. Загускин) по разработке устройств хронодиагностики и биоуправляемой хронофизиотерапии [9].

Важнейшей целью при измерении состояния сложных систем, таких как финансовых, экологических, биологических является оценка их устойчивости, оценка риска развития разрушительных критических режимов. Метрологические основы оценки структурной устойчивости живых и технических систем активно разрабатывает Г.М. Алдонин [1].

На основе КАМ теории для слабосвязанных нелинейных осцилляторов автор показывает, что с устойчивостью открытых систем связана спектральная характеристика вида $1/f$ (т.е. обратной пропорциональности амплитуды и частоты). Переноса выводы исследования на биологический уровень, автор развивает мысль о возможности измерения устойчиво-

сти ритмов организма: «...Критерием устойчивости такой динамической системы является отсутствие конфликтов эндогенных циклов. Естественно предположить, что для здорового организма должно существовать определенное гармоническое равновесие между ритмами разной периодичности при гомеостазе, т.е. наличие определенного скейлинга и его вырождение при патологиях». Свои наработки автор реализовал в устройствах по анализу сердечного ритма, оценивающих тяжесть состояния пациентов.

Не менее эффективными оказались разработки автора при оценке фазовых изменений при определении координат местоположения с помощью космических навигационных систем и при описании серийной совокупности электронных устройств.

В наших работах по прогнозированию отдаленного исхода пациентов после острого инфаркта миокарда [12 – 18] на основании данных по вариабельности сердечного ритма мы использовали:

– **диалогический подход.** В последующих публикациях использовались показатели, основанные на переосмыслении полученных ранее закономерностей;

– **измерение хаотичности.** Оценивали соответствие спектра временного ряда RR интервалов закономерности $1/f$ путем оценки фрактальной размерности ритмограммы;

– **выбор шкалы времени.** Показатель вейвлета спектра оценивался во временной шкале не физического, а «биологического» времени, где за единицу измерения принимался интервал между сокращениями сердца.

Сейчас представляется насущной необходимостью образование гибких коллективов исследователей и врачей для анализа больших массивов данных холтеровского мониторинга. Представляется существенным, чтобы при этом использовался «перформенный» подход. Идеология такого подхода изложена в [13].

Нами проводились исследования с изложенных позиций массивов данных холтеровского мониторинга. С помощью исследования восходящей и нисходящей фазы ЭКГ сигнала определялись критические точки перемены направленности фазы как всего ЭКГ сигнала, так и его фрагментов. В первую очередь, клинически значимые. Поведение параметров вариабельности таких данных представляется клинически перспективным. Математический аппарат получения параметров у нас был вэйвлет анализ. Однако работа в “on line” режиме пока нам недоступна.

Заключение

С изменением парадигмы точной науки взгляд на мир существенным образом пополнился представлениями о стохастичности, самоорганизации, самоподобии объектов внешнего мира. Эти представления требуют принципиально иного формализма проведения измерений.

В статье представляется процедура измерения в качестве диалога между исследователем и объектом

сложной природы, так как подход, сравнимый с переходом от монолога к диалогу, является важным моментом изменения парадигмы. Диалогизм в проведении измерений состоит в готовности исследователя изменить набор понятий, описывающих объект в зависимости от результата измерения. При этом объект исследования характеризуется не значением, которое можно точно оценить, а полем возможностей, смысл которых можно постичь в процессе взаимодействия. По своей сути формализация метрологических оценок неопределенности решает задачу измерения в том же ключе.

На сегодняшний день существует необходимость образования гибких коллективов исследователей и врачей для анализа больших массивов данных холтеровского мониторинга.

Список литературы

1. Алдонин Г.М. Метрологические основы оценки структурной устойчивости живых и технических систем: дисс. ... д-ра техн. наук / Г.М. Алдонин. – Красноярск, 2007. – 420 с.
2. Ахромеева Т.С. Синергетика и проблема измерений / Т.С. Ахромеева, Г.Г. Малинецкий // Измерительная техника. – 2008. – Т. 51, № 11. – С. 1155-1161.
3. Бахтин М.М. Эстетика словесного творчества / М.М. Бахтин. – М.: Искусство, 1979. – 410 с.
4. Библер и вокруг [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.bibler.ru/>.
5. Брянский Л.Н. Непричесанная метрология / Л.Н. Брянский. – Менделеево, 2008. – 278 с.
6. Дворкин В.И. Заводская лаборатория / В.И. Дворкин, И.В. Болдырев // Диагностика материалов. – 2006. – № 4. – С. 55-61.
7. Бартини Р.О. Множественность геометрий и множественность физик / Р.О. Бартини, П.Г. Кузнецов // Моделирование динамических систем. – Брянск, 1974. – С. 18-29.
8. Диалог культур XXI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.culturedialogue.org/diural/ru/>.
9. Загускин С.Л. Биоритмологическое биоуправление / С.Л. Загускин // Хронобиология и хрономедицина. – 2-е изд. под ред Ф.И. Комарова и С.И. Рапопорта. – М.: Триада-Х, 2000. – С. 317-328.
10. Институт исследований природы времени [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.chronos.msu.ru>
11. Кузнецов В.П. Сопоставительный анализ погрешности и неопределенности измерений [Электронный ресурс] / В.П. Кузнецов. – Режим доступа : <http://www.metrob.ru/HTML/pogreshnost/pogreshnost-neopredelenost.html>.
12. Овчаренко И.Е. О методах оценки параметров колебательных процессов на основе анализа массивов электрокардиографических данных / И.Е. Овчаренко, А.Л. Опарин, Ю.С. Рудык // Фундаментальные и прикладные проблемы надежности и диагностики машин и механизмов. – СПб., 26-30 октября 2009 г. – С. 125-128.
13. Овчаренко И.Е. Долгосрочный кардиопрогноз на основе анализа сердечного ритма / И.Е. Овчаренко, А.Л. Опарин, Ю.С. Рудык // Мир Измерений. – 2009. – № 1 (95). – С. 11-14.
14. Овчаренко И.Е. О некоторых подходах к измерению и оцениванию характеристик колебательных процессов (на примере электрической активности сердца) / И.Е. Овчаренко, А.Л. Опарин, Ю.С. Рудык // Труды 10-ой Всероссийской НТК „Состояние и проблемы измерений” МГТУ им. Баумана 21-25 апреля 2008 г. – С. 178-179.
15. Опарин А.Л. Что предпочесть при прогнозировании исхода острого инфаркта: спектр Фурье или вейвлет анализ вариации сердечного ритма? / А.Л. Опарин, Н.П. Копица, Ю.С. Рудык // Материалы 8-го всероссийского совещания – семинара “инженерно-физические проблемы новой техники”, МГТУ им. Н.Э.Баумана 24-26 октября 2006 г. – М., 2006. – С. 147-149.
16. Опарин А.Л. Разработка системы прогнозирования исхода острого инфаркта миокарда по данным вариабельности сердечного ритма / А.Л. Опарин, Ю.С. Рудык // Фундаментальные и прикладные проблемы надежности и диагностики машин и механизмов. – СПб., 22-27.10. 2007. – С.84-86.
17. Опарин А.Л. Некоторые подходы к спектральному анализу ритма сердца при прогнозировании исхода острого инфаркта миокарда / А.Л. Опарин, Ю.С. Рудык // Системы обработки информации: сб. науч. пр. – Х.: ХУПС, 2006. – Вып. 7 (56). – С. 101.
18. Опарин А.Л. Сравнение прогностических свойств показателей вариабельности сердечного ритма у пациентов после острого инфаркта миокарда / А.Л. Опарин, Ю.С. Рудык, И.Е. Овчаренко // Системы обработки информации: сб. науч. пр. – Х.: ХУПС, 2007. – Вып. 4 (65). – С. 80-81.
19. Пригожин И. Конец определенности. Время, хаос и новые законы природы / И. Пригожин. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. – 208 с.
20. Пригожин И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: пер. с англ. / И. Пригожин, И. Стенгерс; общ. ред. В.И. Аршинова, Ю.Л. Климонтовича и Ю. В. Сачкова. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
21. Сулаберидзе В.Ш. Проблема погрешности и неопределенности измерения [Электронный ресурс] / В.Ш. Сулаберидзе. – Режим доступа к ресурсу: http://www.n2.insu.ru/article_3.

Поступила в редколлегию 7.04.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.П. Мачехин, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

ВИМІРЮВАННЯ – НОВИЙ ДІАЛОГ

О.Л. Опарін, Ю.С. Рудик, І.С. Овчаренко

У статті приводиться спроба представити процедуру вимірювань як діалогу між дослідником і об'єктом складної природи. Показано взаємозв'язок переходу від оцінок похибки до визначення невизначеності зі зміною наукової парадигми. Приводяться показники, що дозволяють оцінювати стійкість динамічних систем. Відзначаються елементи робіт авторів з використанням окремих моментів наведеної концепції.

Ключові слова: вимірювання, невизначеність, стійкість, фрактали, ритм серця.

MEASUREMENT – NEW DIALOGUE

A.L. Oparin, Yu.S. Rudyk, I.Eu. Ovcharenko

In article attempt to present measurement procedure as dialogue between the researcher and object of the difficult nature is resulted. The interrelation of transition from error estimations to uncertainty evaluation with change of a scientific paradigm is shown. The indicators, which allow estimating stability of dynamic systems, are resulted. Elements of works of authors with use of the separate moments of the resulted concept are marked.

Keywords: measurement, uncertainty, stability, fractals, a heart rhythm.