

Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2007 – с.186-196

11. V.Lokasyuk, O.Pomogova, T.Govorushchenko. Neural Nets Method for Estimation of the Software Retesting Necessity // Proceedings of the 2008 international workshop on Software Engineering in east and south Europe – Germany, Leipzig, 2008. – pp. 9-14. ISBN 978-1-60558-076-0. (<http://doi.acm.org/10/1145/1370868.1370871>)

12. Говорущенко Т.О. Система повторного тестування програмного забезпечення // Радіоелектронні і комп'ютерні системи – Харків: НАУ "ХАІ", 2005. – № 4, с.120-126

13. Говорущенко Т.О. Дослідження моделі вирішувача системи повторного тестування прикладного програмного забезпечення // Вісник Хмельницького національного університету – Хмельницький: ХНУ, 2007 – № 3, т.1, с.236-244

14. Калбертсон Р., Браун К., Кобб Г. Быстрое тестирование: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2002. – 384 с.

15. Говорущенко Т.О. Реалізація та функціонування системи повторного тестування прикладного програмного забезпечення // Вісник Хмельницького національного університету – Хмельницький: ХНУ, 2007 – № 2, т.2, с. 113-120

Надійшла 9.12.2009 р.

УДК 389:638.011.54

В.Т. КОНДРАТОВ

Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАН Украины

## ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ФУНДАМЕНТАЛЬНОСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИЗБЫТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

*В работе представлены доказательства фундаментальности физической теории избыточных измерений. Показано соответствие созданной теории всем требованиям, предъявляемым к физическим теориям со стороны ученых-физиков и ученых-философов.*

*In-process adduced solidity of physical theory of the surplus measuring. Accordance the created theory is rotined to all of requirements, to produced to the physical theories from the side of scientists-physicists and scientists-philosophers.*

Ключевые слова: фундаментальность, избыточные измерения.

### Введение

Вопросы фундаментальности физической теории волнуют многих ученых. Для исключения субъективных мнений и необоснованных предположений, нами было проанализировано отношение философов и физиков к данной проблеме. В результате было предложено и объединено в единую систему четырнадцать правил и признаков фундаментальности физических теорий [1]:

- 1) использование общенаучной методологии системного подхода<sup>1</sup> при создании новых теорий;
- 2) следование основным требованиям философии (науки всех наук) к теориям в части формулирования и использования основных структурных элементов теории, – общих и частных законов, явлений, категорий, принципов, методов, методологий, научных положений, основных правил, руководящих идей, парадигм, точек зрения и т.д., отличающих данную теорию от других;
- 3) глубокая проработка теории, использование структур и структурных элементов общих со структурами и структурными элементами фундаментальных физических теорий;
- 4) следование принципу соответствия Н.Бора или принципу преемственности знаний, их использование, обновление и обогащение с помощью новой теории;
- 5) инвариантные проявления сущности ФС или возможность установления инвариантов известных групп преобразований или группы преобразований, известные элементы которой неизменны;
- 6) наличие не одной, а совокупности целей (системы стратегических целей);
- 7) наличие доступного для понимания математического аппарата, описывающего основные законы, закономерности, состояния ФС, свойства, связи и воздействия разной физической природы и т.д.;
- 8) получение системного эффекта от использования данной теории;
- 9) возможность системной и целенаправленной (закономерной) структуризации данных с целью получения новых знаний;
- 10) возможность получения достоверной информации о типовых состояниях ФС и прогнозирование критических состояний;
- 11) обладание предсказательной силой;
- 12) получение новых положительных системных результатов исследований состояний статических или динамических систем;
- 13) развитие прикладных направлений научных исследований и становление новых дисциплин;

<sup>1</sup> В XXI-м веке методологию системного анализа целесообразно использовать только на начальных этапах развития теории.

14) прогнозируемость и известность путей дальнейшего развития физической теории (предсказательная сила теории).

На основании приведенных правил и признаков выделяются соответствующие аспекты и доказываются фундаментальность разработанной автором теории избыточных измерений.

Теория избыточных измерений (ТИИ), родившись в самом начале XXI века (– в 2001 году [2]), представляет науку метрологию как теория, созданная на основе общенаучной методологии системного подхода и информативной избыточности [3-6].

ТИИ понимает и представляет метрологию как науку об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения точности, соизмеримой с точностью воспроизведения нормированных по значению физических величин (ФВ) мерами и рабочими эталонами [7, 8].

На сегодняшний день написано уже достаточное количество научных работ о теории и методах избыточных измерений (ИИ) [2, 5, 6, 9-19]. Результаты теоретических исследований докладывались на международных научно-технических конференциях и симпозиумах [10, 12, 20, 21]. Получено множество патентов Украины на способы избыточных измерений величин разной физической природы и соответствующие технические решения. В частности, 34 лучших патента демонстрируются на сайте Европейского патентного офиса [22].

Доказательство фундаментальности ТИИ, являющейся составной частью науки метрологии, может сделать только автор теории. Задача других ученых – принять или не принять приведенные правила и признаки, а также соответствующие доказательства фундаментальности новой стратегии измерений.

**Объект исследований** – теория избыточных измерений и ее составные части.

**Предмет исследований** – основные аспекты и научные положения ТИИ, подтверждающие ее фундаментальность.

**Цель работы** – доказать ученым-метрологам фундаментальность физической теории избыточных измерений.

### Доказательства фундаментальности ТИИ

#### 1. Использование общенаучной методологии системного подхода и информативной избыточности при создании новой теории

В нашем мире существуют две фундаментальные методологии научных исследований: общенаучная методология системного анализа и общенаучная методология системного подхода. Теория прямых измерений развивалась и развивается на основе методологии системного анализа (по принципу – разделий, изучай и совершенствуй). На сегодня общенаучная методология системного анализа, на основе которой развивалась теория измерений, исчерпала свои возможности как движущая сила наук. На ее смену в 80-х годах прошлого столетия пришла общенаучная методология системного подхода, хотя многие ученые-метрологи этого не заметили.

Согласно общенаучной методологии системного подхода, объект измерений (ОИ) и средство избыточных измерений (СИИ) рассматриваются не изолированно друг от друга, а как единая измерительная (физическая или техническая) система «ОИ – СИИ»<sup>1</sup>, состоящая из конечного числа функциональных блоков и элементов, которые находятся в определенных (закономерных) взаимосвязях и отношениях друг с другом, служат установленной совокупности целей, выступают как единое целое по отношению к окружающей среде и взаимодействуют с ней через наложенные извне связи.

При этом, для определения искомой физической величины (ФВ)  $x_i$  и состояния ИС, измерениям подлежит не одна ФВ, а ряды ФВ, размеры которых составляют арифметическую и/или геометрическую прогрессии [9,10, 17-21].

#### 2. Следование основным требованиям философии к теориям

##### 2.1. Современные понятия «физическая величина» и «физическая система»

###### Физическая величина

В ТИИ предлагается толкование понятия «физическая величина» отличное от общепринятого. Известно [23, 24], что чем больше число связей между ФВ, тем в большем числе разнокачественных явлений они обнаруживаются и тем выразительнее ее тонкая структура.

###### Определение 1

ФВ – это объединенная общим понятием совокупность качественно и количественно различных проявлений индивидуального свойства объекта исследований (или измерений), характеризующая его многогранность и тонкую структуру.

###### Утверждение

ФВ имеют, по меньшей мере, пять видов различных проявлений свойств: хронометрическое, статистическое, спектральное, корреляционное и полевое.

Впервые подобный взгляд на ФВ высказал в 1978 году В.Г. Кнорринг в работе [23].

Автор настоящей статьи, принимая и развивая идею В.Г. Кнорринга на другие параметры электрического сигнала, опубликовал в 2001 году статью [24] о тонкой структуре параметров электрических сигналов, посвященную разным, но однотипным проявлениям свойств этих параметров. Действительно, существуя в окружающем нас электромагнитном эфире или электровакууме, ФВ проявляет себя по-разному, с учетом воздействий на нее факторов окружающей среды и разной степени взаимосвязи с ними. В этой

<sup>1</sup> Далее, для упрощения изложения, будем использовать аббревиатуру ИС «ОИ – СИИ»

связи дадим следующее определение ФВ.

*Определение 2*

ФВ – это интегральная характеристика качественно и количественно различимых хронометрических, статистических, спектральных, корреляционных и полевых<sup>1</sup> проявлений свойства объекта измерений.

Определение того или иного физического явления или проявления свойств объекта исследований зависит от выбранного метода измерений. Если ФВ – это сущность, то она проявляется через разновидности свойств.

*Физическая система*

Что же такое «физическая система» с позиции новой физики?

*Определение*

Физическая система (ФС) – это естественная или искусственная вещественно-полевая система, составные (структурные) элементы которой находятся в определенных (закономерных) связях и отношениях друг с другом, функционируют в пространстве (в электромагнитном эфире или электровакууме) и в инерциальном времени, не меняя его ход, совершают работу без убыли энергии вещества и поля и взаимодействуют с окружающей средой через наложенные извне связи.

*Состояние измерительной системы «ОИ – СИИ»*

Состояние ИС «ОИ – СИИ» описывается системой нелинейных уравнений величин, или системой уравнений дискретных состояний, значения параметров которых и их неопределенность и определяют состояние системы во времени и в пространстве.

По известным состояниям ИС однозначно определяются не сами ФВ, а вероятности того, что значения этих величин лежат внутри значений полосы неопределенности. Однозначно определяются также средние значения ФВ.

*2.2. Сущность ИС «ОИ – СИИ» и его познание*

Как известно [25], «сущность ИС «ОИ – СИИ» (проявляется; явление искомого свойства всегда существенно и проявляется через изменения состояния системы». В нашем случае сущность ИС «ОИ – СИИ» познается по совокупности явлений, принадлежащих заданному классу условий. Сущность, как общее, как источник для всех явлений, которые подлежат измерениям, отражает глубинные связи и отношения. В отличие от явления, сущность не зависит от условий его наблюдения. При описании явлений невозможно обойтись без наблюдателя, без задания условий наблюдения, без задания систем отсчета. Явление можно не только наблюдать, но и измерять, фотографировать.

Сущность ИС «ОИ – СИИ» может быть охарактеризована некоторыми инвариантными параметрами и характеристиками. Их называют инвариантными проявлениями сущности. Процесс познания сущности системы «ОИ – СИИ» предусматривает выделение инвариантных характеристик или проявлений сущности, на базе которых идет процесс его осмысления и формулировки. Поиск симметрий и инвариантов в физических теориях имеет под собой глубокое основание для познания сущности [41].

*Определение 1*

Процесс познания сущности (ИС «ОИ – СИИ», ее свойств и состояний) осуществляется через закономерные связи и отношения явлений, получаемых при условии инвариантных, симметричных и нормированных дискретных изменениях ее состояния (по входу и/или через параметры) конечное число раз, зависящее от вида системы уравнений состояния ИС.

Следовательно, сущность ИС познается через инвариантные проявления, закономерные связи и отношения между явлениями.

Для получения (квази)истинного значения ФВ важно установить последовательность событий или явлений, обусловленных друг другом, путем осуществления ряда начальных воздействий на вход ИК системы (как минимум тремя ФВ) и получить конечную реакцию СИИ ИС на это воздействие (как минимум в виде трех выходных ФВ). Число воздействий зависит от вида НФП ИК. Обычно оно составляет от 3-х до 8(10)-и воздействий.

Содержание ИС „ОИ – СИИ” отражается (выражается) в форме системы ММ. Различают внешнюю и внутреннюю форму такой системы. Внешняя форма выражает (через параметры НФП) связь данной системы с воздействующими на нее дестабилизирующими факторами окружающей среды или с другими объектами и системами. Внутренняя форма связана с качественной и количественной определенностью измеряемых свойств (рядов ФВ).

**3. Глубина проработки теории**

*3.1. Определения ТИИ*

*Определение 1 (с позиции системного подхода)*

ТИИ – это система законов, принципов, методологий, методов, условий и ограничений, характеризующая новую стратегию определения свойств, неопределенности свойств и состояний ИС «ОИ – СИИ» и предсказывающая возможные состояния системы во времени и в пространстве<sup>2</sup> при нелинейной и нестабильной функции преобразования (ФП) одного или нескольких ИК.

*Определение 2 (с метрологической точки зрения)*

ТИИ – это система законов, принципов, методов, математических и структурных моделей,

<sup>1</sup> Введено благодаря существованию теории электромагнитного эфира или электровакуума через дискретные изменения состояния ИС.

<sup>2</sup> Т.е. в разных местах расположения и эксплуатации СИИ.

определений, научных положений и условий, характеризующая новую стратегию измерений при нелинейной и нестабильной функции преобразования (ФП) ИК типа «серый ящик», предлагающая новые пути линейного и нелинейного измерительного преобразования величин разной физической природы и предсказывающая достижимые результаты по точности, чувствительности, быстрдействию и метрологической надежности (МН) средств избыточных измерений (СИИ) [17].

*Определение 3* (лаконичное определение)

ТИИ – это система структурированных научных знаний о новой стратегии измерений, объединенных общенаучной методологией системного подхода и информативной избыточности, опирающаяся на определенную совокупность законов, категорий, научных принципов, методов и математических моделей.

### 3.2. ТИИ – физическая теория

Метрология является одной из наук физического цикла [27]. В этом нет никакого сомнения. Понятие “метрология” издревле связано с мерами физических величин (ФВ) и эталонами [28, 29].

*Утверждение 1*

ТИИ является физической теорией, поскольку представляет собой одну из ветвей метрологии, рассматривает и описывает новую стратегию измерений независимых и зависимых свойств, приращений свойств, зависимостей свойств и характеристик.

Теории, которые рассматривают процессы и проблемы измерений с математических позиций, абстрагируясь от сущности физических процессов и явлений, не являются физическими теориями. К нефизическим можно отнести алгоритмическую теорию измерений А.П. Стахова [30], теорию статистических измерений Э.И. Цветкова [31], теорию алгоритмических измерений П.А. Арутюнова [32] и другие.

ТИИ, как и любая иная теория, имеет свой предмет исследования, который выражает ее содержание и отвечает на вопрос: что изучает данная теория.

*Утверждение 2*

*Предметом исследований ТИИ* является познание собственных (общих и частных) законов строения, функционирования и развития, новая стратегия необходимых и достаточных измерений независимых и зависимых свойств, приращений свойств, зависимостей и характеристик ИС «ОИ – СИИ» с неизвестными, в общем случае, нелинейными и нестабильными параметрами ФП ИК, направленная на получение нового качества измерений и новых знаний о состоянии ИС, а также на развитие и становление метрологии и ее эталонной базы, современной сенсорики и метроники [9-21, 33-40].

### 3.3. Структура ТИИ

Структура ТИИ соответствует структуре фундаментальных физических теорий. В ТИИ имеются подобные структурные элементы. Каждая система нелинейных уравнений величин и ее решения описывают состояние ИС «ОИ – СИИ» и его изменения во времени, искомые свойства, параметры и характеристики.

### 3.4. Связи и состояния системы «ОИ – СИИ»

В фундаментальных теориях “явления и состояния следуют друг за другом во времени неопределенным, неоднозначным, неуникальным образом”[41]. Это же наблюдается и в ТИИ, но в дискретные моменты времени и при априори определенной совокупности измеряемых ФВ.

В ТИИ закономерные, т.е. необходимые связи между явлениями выражаются посредством линейных и нелинейных уравнений величин.

ТИИ обеспечивает определение параметров ФП ИК непосредственно в процессе ИИ. В ТИИ, в отличие от теории прямых измерений, решения той или иной измерительной задачи тесным образом связано с определением значений параметров нелинейной функции преобразования (НФП) измерительного канала (ИК). Последние, вместе с измеряемой ФВ, и являются начальными условиями состояния системы, значения которых не подчинены определенным закономерностям. Значения параметров НФП предопределяются влиянием внешних дестабилизирующих факторов на ИК или на СИИ в целом.

Следовательно, в ТИИ также используется понятие состояние ИС «ОИ – СИИ», свойственное фундаментальным физическим теориям. ТИИ обеспечивает определение всех свойств, описывающих состояние ИС «ОИ – СИИ». Как и в фундаментальных физических теориях, в ТИИ состояние ИС также представляет собой вероятностную характеристику.

### 3.5. Категории – каркас ТИИ

Категории – это ступени и формы познания мира. С другой стороны, категории – это наиболее общие формы высказываний и понятий, от которых происходят остальные понятия [18]. Категории составляют каркас любой науки, в том числе и метрологии. Для метрологии, физики и философии общими являются такие категории, как материя, пространство, время, взаимодействие, состояние. Пространство, как и время, есть условие существования материи или «коренная форма бытия материи».

В метрологии и в ТИИ рассматриваются следующие категории [18]: категории объектов исследований (категории тел, категории веществ, категории физических явлений, категории физических процессов, категории физических систем), категории объектов измерений, категории измерительных задач, система категорий качества измерений, категории качества СИ и измерительных систем, классы (производные частно-научных категорий) объектов измерений, категория содержания, категория формы (форма – это тождественный содержанию способ его выражения) и др.

В частности, категория неопределенности измерений связана с понятием рассеяния результатов многократных измерений одной и той же ФВ.

### 3.6. Инварианты и симметрия

#### Утверждение 1

Инвариантные признаки и симметрии в физической ТИИ выступают как инвариантные проявления сущности физической системы «ОИ – СИИ». Опираясь на них, ТИИ определяет и изучает сущность явлений.

#### Утверждение 2

Инвариантные проявления сущности достигаются инвариантными воздействиями на измерительную систему «ОИ – СИИ» как путем симметричных изменений входных величин, так и путем симметричных изменений параметров ИС.

#### 3.6. Явления

Явление – это способ обнаружения сущности через свойства и отношения, доступные чувствам [26]. Каждому условию существования сущности соответствует свое объективное явление искомого свойства, которое по своей количественной определенности будет отличаться от других явлений, соответствующих иным условиям. Изменяется условие – изменяется и количественная определенность явления, но сама ИС «ОИ – СИИ» и вид НФП ИК не испытывают никаких изменений. Собственное состояние системы, описываемое системой уравнений состояния с соответствующими параметрами, выступает по отношению к совокупности явлений одной из характеристик сущности.

#### Утверждение 1

Явление существенно и подлежит измерениям.

#### Утверждение 2

Измерение – процесс познания сущности через явления.

Для ТИИ (как и для метрологии в целом) эти явления являются существенными, необходимыми и устойчивыми в своих проявлениях.

### 3.7. Принципы ТИИ

ТИИ построена на фундаменте, состоящем из десяти основных научных принципов [9, 10, 17]: преемственности знаний; системной инвариантности; системной информативной избыточности; системной линеаризации (или принцип системного линейного преобразования физических величин (ФВ)); системной деформации (или принцип системного нелинейного преобразования ФВ); системной управляемости измерений; симметрии; автоматического исключения погрешностей; системной (или избыточной) МН; системного программно-алгоритмического обеспечения ИИ.

В ТИИ изложены также научные принципы (исходные положения), связанные с такими базовыми понятиями, как свойство, измерение, ОИ, результат измерения и погрешность [42]:

1. *Базовые принципы, связанные с понятием «свойство»*: принцип истинности свойства; принцип постоянства свойства; принцип непостоянства свойства; принцип познания свойств; принцип несоответствия (количественной определенности свойств).

2. *Базовые принципы, связанные с понятием „измерение“*: принцип возможности измерения; принцип необходимости; принцип достаточности; принцип измерения; принцип истинности измерений; метрологический принцип измерения; принцип опосредованности; принцип совокупности; принцип совместности; принцип избыточных измерений.

3. *Базовые принципы, связанные с понятием „результат измерения“*: принцип неопределенности результата измерений; принцип стандартной неопределенности результата измерений; принцип расширенной неопределенности результата измерений; принцип структурирования знаний.

4. *Базовые принципы, связанные с понятием „погрешность“*: принцип несоответствия; принцип граничной точности (погрешности).

5. *Базовые принципы, связанные с понятием „объект измерения“*: принцип формализации объекта измерений; общий принцип материальности объекта измерения; принцип материальности объектов измерений 1-й категории – физических тел (веществ, материалов, изделий и электрических цепей); принцип материальности объектов измерений 2-й категории – процессов и сигналов.

6. *Базовые принципы, связанные с понятиями «структуризация данных, информации и знаний»* (по данным работы [43]): принцип структуризации данных; принцип структуризации информации; принципа структуризации знаний.

Принципы – наилучшая форма изложения научных положений. Научные принципы – основные правила, руководящие идеи, точки зрения.

### 3.8. Открытия в ТИИ

Согласно положению о открытиях, научное открытие в области естественных наук означает установление явлений, свойств, законов или объектов материального мира, ранее не установленных и доступных проверке.

Нами установлено явление искомого свойства (или способ его обнаружения) через свойства и параметры ИС «ОИ – СИИ», подвергшейся конечное число раз инвариантным, закономерным и нормированным дискретным изменениям ее состояния, зависящим от вида функциональной зависимости выходной величины ИК от искомой с последующей интерпретацией полученных данных.

#### Утверждение 1

Установлено явление свойства, подобного истинному по своей количественной определенности (в пределах полосы неопределенности), проявляющееся вследствие инвариантного и закономерного изменения

и познания состояния ИС «ОИ – СИИ» с линейными и нелинейными внутрисистемными связями и закономерной (и единственной) интерпретации количественной определенности измеренных (или познанных) свойств относительно искомого.

#### *Утверждение 2*

Установлено явление свойства, функционально измененного по количественной определенности относительно преобразуемого (измеряемого), проявляющееся вследствие инвариантного и закономерного дискретного изменения и познания состояний ИС «ОИ – СИИ» с нелинейными внутрисистемными связями и закономерной функциональной интерпретации количественной определенности познанных свойств.

#### *3.9. Законы ТИИ*

В работе [18] показано, что сердцевину ТИИ, как и науки метрологии в целом, составляют входящие в них законы. Каркасом служат категории объектов исследований, объектов измерений, измерительных задач, качества измерений, качества СИИ или измерительной системы в целом, содержания, состояния исследуемой системы и др., которые представляют собой основные ступени и формы познания сущности данной теории. Фундаментом ТИИ являются научные принципы, а основными исходными положениями ТИИ – ее мини-теории и учения.

#### *Утверждение 1*

Познание собственных законов развития и есть основная задача метрологии и ТИИ, связанная с поиском

закономерных связей между свойствами, явлениями и процессами разной физической природы.

Глубина проработки ТИИ определяется объемом и глубиной знаний и умений использовать собственные общие и частные законы строения, функционирования и развития.

#### *Утверждение 2*

Закон – есть существенная, необходимая, устойчивая, повторяющаяся связь явлений [44].

#### *3.9.1. Основной закон ТИИ*

В результате научных исследований и развития ТИИ нами был открыт и сформулирован универсальный (теоретический) закон метрологии или «основной закон ТИИ».

С помощью данного закона выражаются существенные связи и отношения свойств и явлений объективного мира.

#### *Универсальный (фундаментальный) закон метрологии*

Достоверная истинность свойств определяется достоверной истинностью свойств, воспроизводимых мерой или эталоном, неопределенностью состояния ИС «ОИ – СИИ», ее параметрами и соотношениями, а также внешними воздействиями на данную систему.

#### *3.9.2. Закон истинности свойств*

Установлен способ обнаружения качественной и количественной определенности искомого свойства через свойства ИС «ОИ – СИИ», путем инвариантного, закономерного и нормированного дискретного изменения ее текущего состояния с последующей интерпретацией количественной определенности измеренных (или познанных) свойств относительно искомого.

#### *3.9.3. Основной закон ТИИ*

##### *Определение 1*

Процесс познания сущности ИС «ОИ – СИИ» (через ее состояния и свойства) осуществляется через инвариантные проявления ее сущности при инвариантных, симметричных и нормированных дискретных воздействиях на вход ИС «ОИ – СИИ» или на ее отдельные параметры с последующей интерпретацией полученных проявлений сущности через установленные закономерные связи между явлениями, число которых зависит от вида установленной функциональной зависимости выходной величины ИК от искомой.

##### *Определение 2 (более лаконичное)*

Процесс познания сущности ИС «ОИ – СИИ» осуществляется через его инвариантные проявления при инвариантных, симметричных и нормированных дискретных воздействиях на систему с последующим осмысливанием и интерпретацией полученных свойств и параметров.

#### *3.9.4. Законы развития и частные законы*

В метрологии и в ТИИ действуют следующие основные законы развития: закон единства и борьбы противоположностей; закон перехода количества в качество; закон отрицания; закон развития от простого к сложному и закон отражения. В [4, 10] приведены их определения применительно к ТИИ.

#### *Утверждение 1*

Уравнения избыточных измерений – это частные законы ТИИ. Они характеризуют раз и навсегда установленные зависимости искомого свойства (или параметра) от результатов изменений состояния (реакции) ИС «ОИ – СИИ» при заданных и закономерно нормированных дискретных воздействиях на нее. Частные законы не зависят от времени и места. Они зависят от вида от вида функциональной зависимости выходной величины ИК от искомой<sup>1</sup>.

#### *3.10. Закономерности*

Закономерности – это причинно-следственные квазистационарные связи заданного вида, характеризующиеся изменяемым во времени рассеянием параметров. В ТИИ такими закономерностями являются система уравнений состояний ИС и функции преобразования ИК.

<sup>1</sup> Искомая ФВ связана с входной ФВ ИК функциональной зависимостью в том случае, когда объекту измерений приписывается ММ.

*Утверждение 1*

В ТИИ система когерентных нелинейных уравнений величин описывает поведение и состояние системы «ОИ – СИИ» во времени и в пространстве и является закономерностью, свойственной только для систем с установленным (или заданным) видом НФП и определенной системой размеров измеряемых ФВ.

*Утверждение 2*

Система взаимосвязей размеров измеряемых ФВ – это закономерность, обеспечивающая изучение состояния ИС и получение искомого свойства.

Данная ММ представляет собой систему числовых значений измеряемых ФВ, которые закономерно связаны между собой по размерам. Обычно используются связи,

описываемые арифметической и/или геометрической прогрессиями. При изменении размера искомой ФВ значения ФВ рядов изменяются, при неизменном характере установленных закономерностей.

*3.11. Фундаментальность ТИИ**Утверждение 1 (о фундаментальности ТИИ)*

С физической точки зрения ТИИ является фундаментальной, поскольку ей присущи те же общие признаки, которые присущи и в фундаментальных физических теориях: общность структуры и составляющих ее структурных элементов, использование понятий (категорий) «состояние» и «неопределенность измерений», а также «оценка состояния системы посредством вероятностных характеристик».

*Примечание*

Категория неопределенности измерений связана с понятием рассеяния результатов многократных измерений одной и той же ФВ.

*Утверждение 2*

ТИИ является фундаментальной (физической) теорией, поскольку она создана с учетом базовых философских воззрений (основных подходов) к созданию любой теории, использовала обобщенные методы мышления и познания мира, выделила основные общенаучные понятия: «категории», «классы», «принципы», «методы», «методологии» и т.д., а также использовала веками накопленные знания о предмете исследований.

**4. Следование принципу соответствия Н.Бора или принципу преемственности знаний, их использование, обновление и обогащение с помощью новой теории**

Созданная ТИИ не противоречит принципу соответствия Н.Бора [48], согласно которого новая теория должна включать в себя как частный случай старую теорию, имеющую более ограниченную область применимости. ТИИ, как более точная теория в применении к исследуемым свойствам и явлениям, дает результаты, намного превышающие результаты классической теории по точности и метрологической надежности.

ТИИ обеспечивает преемственность знаний, их использование, обновление и обогащение. В качестве примера следует отметить тот факт, что в ТИИ могут использоваться практически все известные методы прямых измерений, хотя базовыми являются методы измерительных преобразований рядов ФВ. Обогащение знаний об ОИ и ИС в целом достигается благодаря новой стратегией измерений величин разной физической природы, т.е. возможностью определения всех параметров НФП ИК в текущий момент времени ИИ.

**5. Инвариантные проявления сущности ИС**

ИС, изучаемые в ТИИ, присуще свойство неизменности (инвариантности) результата измерительных преобразований ФВ относительно изменений значений параметров ИК”, т.е. свойство симметрии. Инвариантные проявления сущности ИС имеют место по следующим причинам:

1) в физической ТИИ ИС действительно являются носителями симметрии. В роли симметричных объектов здесь выступают ФВ, физические процессы, физические воздействия и уравнения (законы) избыточных измерений;

2) в ТИИ имеются такие признаки, как измеряемые ФВ, свойства ИС, отношения между параметрами и характеристиками, процессы измерительного преобразования свойств, явления и др., которые при преобразованиях симметрии остаются неизменными; их называют инвариантными признаками (в математике – инварианты);

3) в ТИИ осуществляются такие изменения состояния ИС (преобразования симметрии), при которых ИС остается тождественной самой себе по инвариантным признакам;

4) ИС обладает свойством превращаться по выделенным признакам в саму себя после соответствующих изменениях ее состояния.

Опираясь на инвариантные проявления сущности ИС, ТИИ определяет и изучает сущность явлений.

**6. Система стратегических целей**

ТИИ присуща не одна конечная цель, а система стратегических целей [15, 17]:

1) обеспечение правильности измерений, т.е. близости к нулю значений систематических погрешностей результата ИИ;

2) получение приведенного к входу ИК результата измерений с погрешностью того же порядка, что и погрешность воспроизведения нормированной по значению ФВ мерой, эталоном или стандартным образцом;

3) получение независимого от действия дестабилизирующих факторов результата измерений как для ОИ, которым не приписывается математическая модель, так и для ОИ с приписываемой математической моделью, т.е. с уменьшенной или даже исключенной дополнительной погрешностью;

4) обеспечение повторяемости (сходимости) результатов ИИ, выполненных повторно, в одних и тех же условиях эксплуатации и с одинаковой тщательностью с помощью измерительной системы «ОИ – СИИ», реализующей один и тот же метод ИИ;

5) обеспечение воспроизведения результатов ИИ одной и той же ФВ, полученных в разных местах, в разное время и разными операторами с помощью СИИ, реализующих разные методы ИИ (МИИ), но приведенных к одним и тем же условиям измерений (температуре, давлению, влажности и др.);

6) достижение высокоточных результатов ИИ при относительно низкой долговременной нестабильности параметров НФП ИК СИИ (за априори установленный интервал времени – час, месяц, год и др.);

7) обеспечение быстродействия (оперативности) ИИ свойств и параметров системы «ОИ – СИИ» приближенного к быстродействию методов прямых измерений;

8) разработка методов обработки метрологических чисел для задач ИИ и методик работы с метрологическими функциями<sup>1</sup> [33];

9) получение новых системных знаний (структурированных систем знаний) о текущем состоянии измерительной системы «ОИ – СИИ»;

10) становление и развитие метрологии, как науки о теоретических и практических аспектах прогнозирования, определения параметров и обеспечения метрологической надежности (МН) и сверхнадежности средств измерений разного класса точности [7, 8, 34-40];

11) создание новых законов, научных принципов и методов конструирования и построения базовых структур интеллектуальных СИИ (ИСИИ), информационно-измерительных систем (ИИС) и нелинейных измерительных преобразователей (НИП);

12) создание базовых структур ИСИИ, ИИС и НИП, включающих экспертные системы (ЭС), интеллектуальные интерфейсы (ИНИ) и т.п.;

13) становление и развитие сенсорики на основе новой общенаучной методологии системного подхода, идеологии ИИ и современных законов, научных принципов и методов конструирования и построения информативно-избыточных сенсоров и биосенсоров с управляемыми и неуправляемыми параметрами;

14) создание базовых структур информативно-избыточных сенсоров и биосенсоров с управляемыми параметрами, в том числе и интеллектуальных (с согласующими усилителями, памятью и элементами управления);

15) разработка принципов построения мер, эталонов и стандартных образцов веществ и материалов для ИИ неэлектрических величин разной физической природы.

16) разработка общих подходов и принципов системного и прикладного программно-алгоритмического обеспечения (ПАО) СИИ и методов их тестирования.

### **7. Наличие доступного для понимания математического аппарата**

Фундаментальной особенностью ТИИ является использование доступного для понимания математического аппарата, обеспечивающего формализованное описание основных законов, закономерностей, состояний измерительных систем, свойств, связей и воздействий разной физической природы. Используемый математический аппарат доступен не только ученым, но и студентам и аспирантам. Для его использования достаточны знания по математике в объеме, получаемых в техническом ВУЗе.

#### *Используемые математические модели и их уровень*

В ТИИ используется не одна ММ, а система ММ ИИ. В ее состав входят:

ММ функционирования ИС «ОИ – СИИ» во времени и в пространстве (информативно-избыточная, неполная информативно-избыточная и типовая (общепринятая) ММ);

ММ состояний ИС «ОИ – СИИ» (в виде систем нелинейных уравнений величин, подлежащих измерениям);

ММ в виде информативно-избыточной, неполной информативно-избыточной или типовой системы нелинейных уравнений величин с временным, пространственно-временным или пространственным разделением ИК;

ММ в виде информативно-избыточной, неполной информативно-избыточной или типовой системы нелинейных уравнений величин с временным разделением нескольких ИК, параллельно соединенных по входам, и аналоговым суммированием;

ММ в виде информативно-избыточной, неполной информативно-избыточной или типовой системы нелинейных уравнений величин при измерительном преобразовании аддитивной смеси «сигнал-шум»  $x_i + h_x(t)$  и использовании операции интегрирования выходного сигнала ИК (до проведения операции аналого-цифрового преобразования);

ММ в виде информативно-избыточной, неполной информативно-избыточной или типовой системы нелинейных уравнений величин для случая измерительного преобразования аддитивной смеси «сигнал-шум»  $x_i + h_x(t)$  и использовании операции фильтрации выходного сигнала ИК (до АЦП);

ММ в виде информативно-избыточной, неполной информативно-избыточной или типовой системы нелинейных уравнений величин при измерительном преобразовании аддитивной смеси «сигнал-шум»

<sup>1</sup> Каждому значению аргумента метрологической функции соответствует триединое число: среднее значение, а также значения верхней и нижней границ полосы неопределенности.

$x_i + h_x(t)$  и использовании иных операций усреднения выходного сигнала ИК;

система взаимосвязей размеров измеряемых ФВ;

уравнение ИИ искомой ФВ;

уравнение ИИ параметра  $S_{\pi}$  НФП ИК;

уравнение ИИ параметра  $S_{\pi 1}$  НФП ИК;

уравнение ИИ параметра  $S_{\pi 2}$  НФП ИК;

уравнение ИИ смещения НФП ИК;

уравнение избыточных измерений текущей (суммарной) чувствительности ИК;

уравнение избыточных измерений изменений во времени текущей чувствительности  $S_{\Sigma}$  ИК;

уравнение измерений времени наработки СИИ до МО;

уравнение измерений времени наработки СИИ на МО;

аналитические выражения для определения стандартной, суммарной стандартной или расширенной неопределенности, используемой при представлении конечного результата измерений и другие ММ.

Причем ММ данной системы имеют свои характерные особенности при ИИ I-го, II-го и III-го родов. Системы ММ отличаются между собой для случаев, когда ММ не приписывается или приписывается ОИ.

### **8. Получение системного эффекта от использования данной теории**

ТИИ обеспечивает получение системного эффекта в части обеспечения сверхвысокой точности измерений (того же порядка, что и точность воспроизведения значения нормированной ФВ мерой или эталоном) и сверхнадежности СИИ, реализующих методы ИИ. В частности, например, высокая точность ИИ достигается за счет использования свойственных данной теории ММ, структура которых предполагает вначале определение разностей результатов измерительных преобразований ФВ, а затем их отношения. При вычитании исключаются аддитивные составляющие, а при делении – мультипликативные составляющие систематической погрешностей результата ИИ.

### **9. Возможность системной и целенаправленной (закономерной) структуризации данных с целью получения новых знаний**

Многообразие ММ обеспечивает определение всех необходимых данных, касающихся искомой ФВ и параметров функции состояния ИС. По частным законам, характеризующим взаимосвязь действительного значения искомой ФВ, с ФВ, воспроизводимой мерой и с результатами измерительных преобразований ФВ, осуществляется системная и целенаправленная (закономерная) структуризация данных с целью получения новых знаний.

Наличие системы целей и соответствующих ММ, обеспечивающих их достижение, достигается высокая информативность результатов ИИ и получение большого объема знаний как об ОИ, так и об ИС в целом.

### **10. Возможность получения информации о типовых состояниях ИС и прогнозирования критических состояний**

Новая стратегия измерений обеспечивает получение информации о типовых состояниях ИС (при разных условиях ее эксплуатации), и прогнозирование докритических состояний, в частности, например, времени наработки до МО и на МО [45]. Определение времени наработки до МО, например, стало возможным благодаря возможностям ТИИ по определению чувствительности ИК в текущие моменты времени эксплуатации СИИ. Используя неопределенность значений чувствительности НФП ИК и ее изменения в пределах установленных границ (при разных условиях эксплуатации и хранения), стало возможным прогнозировать время наработки СИИ до МО.

Прогнозирование и определение времени наработки СИИ на МО стало возможным благодаря выводу новых вероятностно-физических моделей отказов или функций распределения нормированных погрешностей в течение времени наработки на МО [34-40] и соответствующих уравнений измерений.

### **11. Обладание предсказательной силой**

Согласно [1], предсказательная сила ТИИ, как и других физических теорий, базируется на концепции существования функциональных связей. Наличие функциональных связей между величинами позволяет предвидеть будущее, осуществлять обоснованный прогноз еще не состоявшихся типичных событий. Математическая формулировка физических законов, представленных в виде, например, уравнений избыточных измерений, резко повышает точность описания различных физических явлений, а с ней и возможности что-либо предсказывать.

#### **11.1. Предсказания в ТИИ**

В ТИИ предсказания связаны и проводятся с использованием ММ, описывающих функциональное состояние ИС и происходящие в ней процессы и явления. Данные модели представляют собой системы нелинейных уравнений величин, описывающие, с одной стороны, процессы измерений рядов ФВ во времени и в пространстве, а с другой – состояние ИС. Предсказания строятся на том факте, что по состоянию ИС в начальный момент времени можно однозначно определить ее состояние в любой наперед заданный (последующий) момент времени. Именно благодаря этому стало возможным предсказание и развитие новой стратегии измерений [17], т.е. стратегии избыточных измерений ФВ.

В теории метрологической надежности средств (избыточных) измерений, которую также развивает автор, предсказания имеют вероятностный характер, обусловленный действием на ИС множества

случайных факторов. В этой связи результаты измерений получают рассеянными, т.е. с некоторой неопределенностью. Состояние ИС в части сохранения неизменными его метрологических характеристик (МХ), характеризуется уже функцией распределения.

Нами было предсказано процесс синтеза прогнозных нелинейных функций и дальнейшее развитие теории метрологической надежности по пути синтеза новых вероятностно-физических моделей метрологических отказов с гибкими параметрами [19]. Было предложено несколько двухпараметровых функций распределения нормированных погрешностей в течение времени наработки средства измерений на МО [34-40].

Исследования подтвердили, что действительно, в указанных предсказаниях главным является вопрос: как задать определенное состояние ИС и возможно ли точное определение начальных условий ИС? ТИИ положительно отвечает на данный вопрос.

Зная вид и параметры нелинейной функции распределения можно прогнозировать состояние ИС и вычислять для данной ИС среднее значение нормированной погрешности и меру отклонения ее от среднего значения – среднеквадратичное отклонение, или дисперсию. По значениям функции распределения в начальный и в два последующих момента времени проведения проверок при известном законе распределения нормируемой погрешности не сложно определить вероятность наработки СИ на МО в текущий и последующие моменты времени.

### 11.2. Дополнительные типы предсказаний

#### 1. Предсказание качественно новых эффектов с помощью ММ

В ТИИ использование идеальной ММ ИС, дало возможность изучить ее поведение при воздействиях внешних дестабилизирующих факторов. Это привело к получению новой информации о моделируемом объекте, то есть к предсказанию качественно нового эффекта – получение результата измерений искомой ФВ, инвариантного к указанным воздействиям. Этот эффект обусловлен как неизменностью состояния ИС (ввиду ее инерционности) в течение незначительного промежутка времени избыточных измерений рядов ФВ, инвариантных к внешним воздействиям, так и за счет соответствующей обработкой полученных результатов.

#### 2. Предсказания по наложенным ограничениям

Как отмечалось в [1], предсказания физических теорий – это не только определенные разрешения, но и определенные ограничения, накладываемые на систему и ее ММ. В ТИИ имеет место ограничение по быстродействию процесса измерительного преобразования искомой ФВ. Установленное ограничение, как одна из форм предсказаний, используется при постановке ряда практических задач ИИ.

Известно, что ИИ I-го рода используются для определения действительного значения ФВ при отсутствии случайных помех и наводок. Нами предсказана возможность уменьшения или даже исключения действия медленно изменяющихся помех (и наводок) на конечный результат ИИ при условии, что быстродействие процесса измерительного преобразования рядов ФВ будет обеспечено намного меньшим временем изменения помехи от пика к пику (или периода наведенного сигнала). В этом случае математическое ожидание нестационарного случайного процесса на промежутке времени измерений рядов ФВ рассматривается как систематическая погрешность, исключение которой обеспечивается за счет обработки результатов промежуточных измерений.

Нет сомнений, что осознание подобных ограничений является признаком фундаментальности ТИИ.

#### 3. Предсказания по гипотезам (предположениям)

В ТИИ предсказана гипотеза о сверхнадежности СИИ, которые реализуют методы ИИ.

Сущность гипотезы состоит в следующем: «любая систематическая погрешность, не приводящая к функциональному отказу, не может привести СИ и к МО, поскольку она автоматически исключается при обработке результатов промежуточных измерений».

Здесь подразумевается наличие запаса по динамическому диапазону входного сигнала, т.е. работоспособность ИК (в том числе и АЦП) при увеличении уровня сигнала на допустимое значение систематической погрешности, определяемое классом точности СИ, или превышающее его в несколько раз.

#### 4. Предсказание новых теорий и принцип соответствия

ТИИ, описывающая более широкий круг явлений, включает в себя как частный случай теорию прямых измерений, имеющую более ограниченную область применимости в части ее возможностей по обеспечению высокой точности измерений. Так, например, ТИИ не исключает возможность использования СИ, реализующие методы прямых измерений, для реализации новой стратегии измерений. ТИИ, опирающаяся на методы измерительных преобразований ФВ не исключает возможность использования методов прямых измерений при реализации новой стратегии измерений.

#### 5. Предсказания посредством физических законов

Как отмечалось в [1], физический закон обладает предсказательной силой, поскольку он указывает на то, что будет происходить в ИС при определенных условиях.

Это утверждение прекрасно характеризует случаи, когда моделируются процессы ИИ при наличии приписываемой ОИ ММ. Так, например, при оптических измерениях влажности оптически прозрачных веществ и материалов, широко используется закон Ламберта – Бугера – Бера. Зная его аналитическое выражение, не сложно учесть влияние дополнительных параметров (коэффициентов поглощения, коэффициента рассеяния, длину кюветы, мощность оптического излучения и т.д.) на результат ИИ и

обеспечить соответствующие условия для исключения их влияния.

#### *6. Предсказания прошлого состояния физических систем*

Предсказания, связанные с восстановлением прошлого состояния ИС и составляют суть всех нестационарных моделей ИС. Мы утверждаем, что зная нелинейную функцию распределения нормируемых погрешностей в течение времени наработки на метрологический отказ, начальное значение нормируемой погрешности (на момент времени ввода СИ в эксплуатацию) и два последующих значений (при  $n$ -й и  $n+1$ -й поверках), мы можем спрогнозировать и ближайшее прошлое состояние ИС (погрешность мнимого результата измерений).

#### *7. Предсказание состояния открытых нелинейных систем разной физической природы (самоорганизующихся систем)*

В ТИИ пока не разработаны самоорганизующиеся ИС, что не позволяет говорить о предсказаниях соответствующего вида. Полагаем, что существуют биосенсоры, представляющие собой самоорганизующиеся биотехнические системы, над предсказанием состояния которых работают ученые. Предсказание состояния открытых нелинейных систем разной физической природы (самоорганизующихся систем разного класса) является задачей будущего.

#### **12. Получение новых положительных системных результатов исследований ИС**

Результаты исследований ИС разного прикладного назначения показали, что они инвариантны к влияниям внешних дестабилизирующих факторов, полоса неопределенности результатов избыточных измерений искомой ФВ в несколько раз уже полосы неопределенности средств прямых измерений, СИИ обладают метрологической сверхнадежностью, имеется возможность текущего определения времени наработки до метрологического отказа и т.д.

#### **13. Развитие прикладных направлений научных исследований и становление новых дисциплин**

В ТИИ выделены и развиваются следующие основные ее направления или „мини-теории”, которые более широко изложены в [17]:

- 1) теория информативной избыточности;
- 2) теория избыточных линейных измерительных преобразований независимых и зависимых свойств, зависимостей свойств, приращений свойств и характеристик;
- 3) теория избыточных нелинейных измерительных преобразований ФВ;
- 4) учение о метрологических функциях, о числах, полученных по результатам достоверных промежуточных измерений и способах их обработки с целью получения высокоточных результатов ИИ;
- 5) теория погрешностей СИИ и нелинейных измерительных преобразователей (НИП);
- 6) учение о статических и динамических измерительных системах и их свойствах;
- 7) теория создания и проектирования информативно-избыточных сенсоров и биосенсоров с неуправляемыми и управляемыми параметрами (– новая ветвь науки сенсорики);
- 8) теория и методология создания и проектирования микропроцессорных, в том числе и интеллектуальных СИИ, нелинейных измерительных преобразователей и информационно-измерительных систем;
- 9) теория системной метрологической надежности цифровых СИИ, НИП и ИИС (– новая ветвь метроники);
- 10) теория системного программно-алгоритмического обеспечения (ПАО) процессов управления и обработки результатов ИИ ФВ и параметров;
- 11) теория программирования задач ИИ;
- 12) теория метрологической надежности ПАО ИИ.

В ближайшем будущем будет выделено и научное направление, связанное с избыточными измерениями независимых и зависимых свойств, приращений свойств, зависимостей и характеристик объектов наномира.

Одновременно с развитием ТИИ развиваются и в стадии становления находятся такие прикладные направления научных исследований, как избыточная пирометрия, избыточная радиометрия, избыточная влагометрия, избыточная концентратометрия, избыточная манометрия, избыточные измерения дальности всеми существующими методами в инфракрасном диапазоне длин волн, избыточные измерения углового ускорения (на основе эффекта Саньяка), избыточная фазометрия, избыточные измерения мощности, частоты, и т.д. и т.п. По данным направлениям нами получено более 50-ти патентов Украины на новейшие технические решения методов и средств измерений величин разной физической природы.

#### **14. Прогнозирование развития теории избыточных измерений**

Зная состояние метрологии в прошлом и настоящем, не трудно спрогнозировать будущее ТИИ.

Как было показано в работе [21], в XXI веке (через 10-15 лет), при условии интенсивного развития ТИИ и интеллектуальных СИИ, наступит новый виток развития ТИИ (по спирали).

Этот виток развития будет обусловлен созданием материалов с новыми гибкими, т.е. управляемыми, свойствами, обеспечивающими создание измерительных преобразователей, прежде всего сенсоров и биосенсоров с видоизменяемыми функциями преобразования.

Процесс избыточных измерений будет описываться системами ММ, состоящих, в общем случае, только из видоизменяемых нелинейных уравнений величин, соответствующих уравнений избыточных

измерений и т.д. Процесс управления будет уже не дискретным, а непрерывным и закономерным, направленным на достижение поставленных целей. Метрологи должны будут научиться решать системы видоизмененных нелинейных уравнений величин. Возможно, изменяться требования к составлению рядов корректирующих ФВ или будет измеряться одна и та же искомая ФВ при разных видах НФП сенсора (биосенсора) или ИК в целом. Всегда будет использоваться один ИК, а при двух- или трехчастотных методах измерения или при измерениях на двух или трех длинах волн – соответственно два или три ИК. Таков прогноз развития ТИИ на ближайшее будущее.

### **Выводы**

Впервые в истории метрологии доказана фундаментальность ТИИ, т.е. соответствие ее, как физической теории, всем перечисленным выше основным правилам и признакам фундаментальности.

Предложено два толкования понятия ФВ – как совокупность качественно и количественно различных проявлений индивидуального свойства ОИ, и как интегральная характеристика качественно и количественно различных хронометрических, статистических, спектральных, корреляционных и полевых проявлений свойства ОИ.

Предложено новое определение понятию «физическая система» с позиции новой физики, – как естественная или искусственная вещественно-полевая система.

Приведены три определения ТИИ, – с позиции системного подхода, с метрологической точки зрения и лаконичное определение, расширяющие наши представления о данной теории.

Утверждается, что ТИИ является физической теорией, поскольку представляет собой одну из ветвей метрологии, как физической науки об измерениях, развивает и описывает новую стратегию измерений величин разной физической природы.

Предмет исследований, который четко отражает содержание ТИИ и отвечает на вопрос – что изучает данная теория.

Первой фундаментальной особенностью ТИИ является наличие системы стратегических целей.

Второй фундаментальной особенностью ТИИ является получение системного эффекта от использования данной теории в части обеспечения сверхвысокой точности измерений (того же порядка, что и точность воспроизведения значения нормированной ФВ мерой или эталоном) и супернадёжности СИИ, реализующих методы ИИ.

Третьей фундаментальной особенностью ТИИ является высокая информативность результатов исследований, обеспечиваемая использованием не одной ММ ИИ, а системы ММ и дающая информацию как об измеряемой ФВ, так и о текущем состоянии ИС. Причем системы ММ отличаются между собой для случаев, когда ММ не приписывается или приписывается ОИ. Сами ММ данной системы имеют свои характерные особенности при ИИ I-го, II-го и III-го родов.

Четвертой фундаментальной особенностью ТИИ является преемственность знаний о методах прямых измерений и возможность их использования в практике ИИ, хотя базовыми являются методы измерительных преобразований рядов ФВ.

Пятой фундаментальной особенностью ТИИ является использование доступного (даже для студентов) математического аппарата, обеспечивающего формализованное описание основных законов, закономерностей, состояний измерительных систем, свойств, связей и воздействий разной физической природы.

Шестой фундаментальной особенностью ТИИ является то, что структура ТИИ соответствует структуре фундаментальных физических теорий.

Фундаментальность ТИИ проявляется также в том, что в ней используется понятие «состояние физической системы», в частности ИС «ОИ – СИИ», свойственное фундаментальным физическим теориям и обеспечивается определение всех свойств, описывающих текущее состояние системы.

Как и в фундаментальных физических теориях, в ТИИ состояние каждой ИС также представляет собой вероятностную характеристику и описывается соответствующей функцией распределения.

Фундаментальность ТИИ состоит и в том, что в работах по данной теории используются основные понятия фундаментальных физических теорий; выделены категории, которые составляют каркас ТИИ; показано большое разнообразие используемых категорий, как наиболее общих форм высказываний и понятий, от которых происходят остальные понятия.

В отличие от теории прямых измерений, ТИИ построена на фундаменте, состоящем из десяти основных научных принципов. В ТИИ изложены также научные принципы (исходные положения), связанные с такими базовыми понятиями, как свойство, измерение, ОИ, результат измерения, погрешность и др.

Утверждается, что явление существенно и подлежит измерениям, поскольку именно измерения являются процессом познания сущности через явления. Инвариантные проявления сущности ИС достигаются инвариантными воздействиями на нее как путем симметричных изменений входных величин, так и путем симметричных изменений параметров ИС.

Фундаментальность ТИИ подтверждается и тем, что впервые в ТИИ, как составной части науки метрологии, открыто новое явление.

Показано, что сердцевину ТИИ составляют входящие в них законы. Познание собственных законов развития и есть основная задача метрологии и ТИИ, связанная с поиском закономерных связей между свойствами, явлениями и процессами разной физической природы.

Предложена формулировка универсального (фундаментального) закона теории измерений, согласно

которому достоверная истинность свойств определяется достоверной истинностью свойств, воспроизводимых мерой или эталоном, неопределенностью состояния ИС «ОИ – СИИ», ее параметрами и соотношениями, а также внешними воздействиями на данную систему.

Сформулированы основные законы развития теории измерений: закон единства и борьбы противоположностей; закон перехода количества в качество; закон отрицания; закон развития от простого к сложному и закон отражения. Показано, что уравнения избыточных измерений – это частные законы ТИИ. Они характеризуют раз и навсегда установленные зависимости искомого свойства (или параметра) от результатов изменения состояния (реакции) ИС «ОИ – СИИ» при заданных и закономерно нормированных воздействиях на нее.

В ТИИ выделены и сформулированы не только общие и частные законы, но и закономерности, характеризующиеся изменяемым во времени рассеянием параметров. В ТИИ они представляются уравнениями состояний измерительных систем и функциями преобразований ИК.

Обязательным атрибутом ТИИ является развитие прикладных направлений научных исследований и становление новых дисциплин, что является важным атрибутом фундаментальности любой теории. В ТИИ выделены и развиваются как в теоретическом, так и в практическом плане 12 основных направлений или „мини-теории”, представляющие собой насущные задачи и проблемы ТИИ.

В стадии становления находятся такие прикладные направления научных исследований, как избыточная пирометрия, избыточная радиометрия, избыточная влагометрия, избыточная концентратометрия и т.д. и т.п. Это основа прецизионного и сверхнадежного (в части метрологических отказов) приборостроения.

Важнейшей особенностью созданной теории является прогнозируемость и известность путей ее дальнейшего развития, которое органически связано с созданием новых чувствительных материалов и веществ с управляемыми параметрами и характеристиками для сенсоров и биосенсоров, с развитием современной элементной базы, микро- и нанотехнологий.

Предсказательная сила теории состоит в том, что благодаря особенностям ИИ удалось синтезировать ряд функций распределения нормируемых погрешностей ИС в течение времени наработки до и на метрологический отказ, предложить правила синтеза таких функций и методы определения параметров метрологической надежности ИС.

Нами спрогнозировано дальнейшее развитие ТИИ после синтеза новых материалов с управляемыми свойствами и создания на их основе информативно-избыточных сенсоров и биосенсоров с управляемыми параметрами.

На сегодняшний день весьма важным является установление правительствами развитых и развивающихся стран стратегии развития ТИИ, сенсорики и метроники на ближайшие 5-10 и даже 20 лет. От этого зависит научно-технический прогресс человечества.

### Литература

1. Кондратов В.Т. О фундаментальности физических теорий // Законодательная и прикладная метрология. – 2009. – № 1. – С. 77-92.
2. Кондратов В. Т. Стратегічна теорія XXI століття//Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2001. – №2. – С. 11-16.
3. Блауберг И.В., Юдин Б.Г. Системный подход как современное общенаучное направление // Диалектика и системный анализ. – М.: Наука, 1986, с. 136-144.
4. Кондратов В.Т. Избыточность: основные понятия и классификация // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – № 1, 1997. – с. 18-22.
5. Кондратов В.Т. Основы теории автоматической коррекции систематических погрешностей измерения физических величин при нестабильной и нелинейной функции преобразования датчика”, Дис. ... докт. техн. наук, Киев, 2001. Т. 1. – 501 с.
6. Кондратов В.Т. Основы теории автоматической коррекции систематических погрешностей измерения физических величин при нестабильной и нелинейной функции преобразования датчика”, Дис. ... докт. техн. наук, Киев, 2001. Приложение, Т. 2. – 791 с.
7. Кондратов В.Т. Современная метрология: виды измерений // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2002. – №2. – С.7-13.
8. Кондратов В.Т. Погрешности результатов измерений: источники, термины и определения // Метрологическое обеспечение измерительных систем./ Сборник докладов IV-й международной научно-технической конференции. Под ред. А.А.Данилова. – Пенза, 2007. – с. 13-29.
9. Кондратов В.Т. Теория избыточных измерений // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2005. – № 1. – С. 7-24.
10. Кондратов В.Т. Теория избыточных измерений /В сб. докладов межд. науч.-техн. конф. „Метрологическое обеспечение измерительных систем”. – Пенза, 2005. – С. 191-210.
11. Кондратов В.Т. Теория избыточных измерений – стратегическая теория XXI века // Вісник Черкаського державного технологічного університету. 2007 - спецвипуск. Науково-технічний журнал. Черкаси: ЧДТУ, 2007. – с. 120-122.
12. Кондратов В.Т. Методы избыточных измерений: определения и классификация / Науч. тр. IX

- межд. науч.-практ. конф. „Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики и экономики”. Дополнительный сборник. М.: МГУПИ, 2006. – С.42-57.
13. Кондратов В.Т. Теория избыточных измерений // Комп’ютерні засоби, мережі та системи. Зб. наук. праць / НАН України. Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова, Наук. рада НАН України з проб. „Кібернетика, Редкол.: Романов В.О. (відп. ред.) та ін. – Київ, 2006. – С. 23-33.
  14. Кондратов В.Т. Теория избыточных измерений – теория мирового значения // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2007. – № 1. – С. 152-160.
  15. Кондратов В.Т. Методы избыточных измерений физических величин /Засоби комп’ютерної техніки з віртуальними функціями і нові інформаційні технології. Зб. наук. праць / НАН України. Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова. Наук. рада НАН України з проб. „Кібернетика, Редкол.: Романов В.О. (відп. ред.) та ін. – Київ, 2002.– Т.1. – С. 38-44.
  16. Кондратов В.Т. Классификация методов избыточных измерений // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2006. – №2. – С. 7-17.
  17. Кондратов В.Т. Новая стратегия измерений // Законодательная и прикладная метрология. – 2008. – №3. – С. 101-121.
  18. Кондратов В.Т. Философские аспекты теории избыточных измерений // Законодательная и прикладная метрология. – 2009. – №2. – С. 8-20.
  19. Кондратов В.Т. Фундаментальная теория избыточных измерений: особенности и обобщенная структура. Сообщение 1 // Законодательная и прикладная метрология. – 2009. – №4. – С. 15-30.
  20. Кондратов В.Т. Фундаментальная теория избыточных измерений // Официальный каталог. V-я Международная специализированная выставка-конкурс средств измерений, испытательного и лабораторного оборудования «МЕТРОЛОГИЯ-2009». Первый Всероссийского симпозиума метрологов. М.: ВВЦ, 19-21 мая 2009. – Москва. – С. 36-37.
  21. Кондратов В.Т. Новая стратегия развития теории метрологической надежности // Официальный каталог. V-я Международная специализированная выставка-кон-курс средств измерений, испытательного и лабораторного оборудования «МЕТРОЛО-ГИЯ-2009». Первый Всероссийского симпозиума метрологов. М.: ВВЦ, 19-21 мая 2009. – Москва. – С. 48-49.
  22. Европейский патентный офис. Патенты проф. Кондратова В.Т. <http://v3.espacenet.com/results?sf=a&DB=EPODOC&PGS=10&CY=ep&LG=en&ST=advanced&I=KONDRATOV+VLADYSLAV&FIRST=1>.
  23. Кнорринг В.Г. Частота. – Приборы и системы управления, 1978. №3, С. 19-25.
  24. Кондратов В.Т. О тонкой структуре параметров электрических сигналов // Измерение параметров формы и спектра. Харьков: НПО “Метрология”, 1991. – С. 23-29.
  25. Кулигин В., Кулигина Г., Корнева М. Физика и философия физики. Теория познания научной истины. Часть 2. – 2001. <http://n-t.ru/tp/ns/fff2.htm>.
  26. Кулигин В., Кулигина Г., Корнева М. Физика и философия физики. Философские категории и физические термины. Часть 1. – 2001. <http://n-t.ru/tp/ns/fff2.htm>.
  27. Рудзит Я.А., Плуталов В.Н. Основы метрологии, точность и надежность в при-боростроении. – М.: Машиностроение, 1991. – 304 с.
  28. Маликов В.Ф. Основы метрологии. – М.: Коммерприбор, 1949. – 479 с.
  29. РМГ 29–99. Метрология. Основные термины и определения. Издание официальное. Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск, 2002.
  30. Стахов А.П. Введение в алгоритмическую теорию измерений. – М.: Сов. Радио, 1977. – 287 с.
  31. Цветков Э.И. Основы теории статистических измерений. – 2-изд., перераб. и доп. – л. Энергоатомиздат, 1986 – 256 с.
  32. Арутюнов П.А. Теория и применение алгоритмических измерений. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 256 с.
  33. Кондратов В.Т. Проблемы работы с метрологическими числами – проблема, которая объединит метрологию, информатику и вычислительную технику / Комп’ютерні засоби, мережі та системи. Зб. наук. праць / НАН України. Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова. Наук. рада НАН України з проб. „Кібернетика, Редкол.: Романов В.О. (відп. ред.) та ін. – Київ, 2008.– Т.7. – С. 13-22.
  34. Кондратов В.Т. Функции распределения погрешностей в течение времени наработки на метрологический отказ и их свойства / Сборник докладов V-й международной научно-технической конференции. Под ред. А.А.Данилова. – Пенза, 2008. – С. 10-22.
  35. Кондратов В.Т. Теория метрологической надежности: функция распределения Кондратова – Вейбулла и ее основные разновидности / Научные труды XI-й Международной научно-технической конференции „Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики и экономики”. Книга „Приборостроение”. – М.: МГУ ПИ, 2008. – с. 124-131.
  36. Кондратов В.Т. Теория метрологической надежности: функция распределения Кондратова – Вейбулла // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2008.– № 3. – С. 101-113.
  37. Кондратов В.Т. Функция распределения Кондратова – Коши и ее свойства // Научные труды XI-й Международной научно-технической конференции „Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики и экономики”. Книга „Приборостроение”. – М.: МГУ ПИ, 2008. – С. 145-154.
  38. Кондратов В.Т. Расширение функциональные возможностей функции распределения

Кондратова – Коши // Научные труды XI-й Международной научно-технической конференции „Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики и экономики”. Книга „Приборостроение”. – М.: МГУ ПИ, 2008. – С. 154-160.

39. Кондратов В.Т. Теория метрологической надежности: экспоненциальная функция распределения проф. В.Т. Кондратова и функция распределения Кондратова –Лапласа // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2008. – № 6. – С.43-55.

40. Кондратов В.Т. Свойства и функциональные возможности экспоненциальных функций распределения нормируемых погрешностей в течение времени наработки на метрологический отказ // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2009. – № 1. – С.57-65.

41. Мякишев Г.Я. Общая структура фундаментальных физических теорий и понятие состояния // Физическая теория. – М.: Наука, 1980. – С.420-436. <http://www.philsci.univ.kiev.ua/biblio/mjakshev.html>.

42. Кондратов В.Т. Основные принципы теории измерений / Труды МНТК „Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации”, 22-24 октября, 2008 г., Пенза, ИИЦ ПГУ. – С. 37-41.

43. Учебный курс «Информационные технологии: фазы обработки информации – источники, поиск, сбор, анализ и представление. Раздел 2. Знание и управление знаниями. [http://vladimir.socio.msu.ru/1\\_KM/theme\\_07.htm](http://vladimir.socio.msu.ru/1_KM/theme_07.htm).

44. Сухотин А. Парадоксы науки. <http://n-t.ru/ri/sh/pn01.htm>

45. Кондратов В.Т. Фундаментальная теория избыточных измерений: обобщенная структура и ее особенности. Сообщение 2.1/ Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2009. – № 3. – С.116-130.

46. Цветков В.Д. Сердце, золотое сечение и симметрия. Р. 1.2. симметрия, “особые” числа и отношения. [http://314159.ru/tsvetkov/ts\\_1\\_2.htm](http://314159.ru/tsvetkov/ts_1_2.htm).

47. Вейль Г. Симметрия. – М.: Наука, 1968. – 192 с.

48. Бор Н. Избранные научные труды. – Т.2. – М., 1971. – С.15.

Надійшла 5.12.2009 р.

УДК 159.98: 159.923.4: 316.62

І.В. ДРАЧ, І.О. ФУРСЄЄВ

Хмельницький національний університет

## ДИСКРЕТНА ДИНАМІЧНА ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ МІЖСОБИСТІСНИХ ВЗАЄМИН ВІДНОСНО УСТАНОВКИ ТЕМПЕРАМЕНТУ

*У статті описується розроблена авторами математична імітаційна модель міжособистісних відносин стосовно установки темпераменту в дискретному часі. За допомогою авторського програмного продукту CoPSBotT наочно зображується робота моделі. Одержані результати комп'ютерних експериментів аналізуються й інтерпретуються відносно реальних соціальних явищ і ситуацій.*

*This article describes developed by authors mathematical simulation model of interpersonal relations which based on setting of temperament in discrete time. The work of model is evidently represented by the author's software product CoPSBotT. The results of computer experiments are analyzed and interpreted in relation to the real social phenomena and situations.*

Ключові слова: модель, математичне моделювання, імітаційне моделювання, темперамент, індивід.

### Вступ

Моделювання соціальних процесів є досить новим предметом досліджень для сучасної математики. Відповідний методологічний апарат моделювання даної області досліджень ще недосконалий. Бурхливий розвиток сучасного інформаційного суспільства вимагає застосування математичного моделювання в існуючих соціальних структурах усіх рівнів (окрема особистість, сім'я, колектив, прошарок населення, етнос і т.д.).

Метою даної статті є висвітлення створеної авторами математичної моделі міжособистісних відносин. Об'єктом дослідження були вибрані міжособистісні взаємини окремих членів соціуму (індивідів). Спілкування і передача інформації – невід'ємна частина людського суспільства. Саме зі спілкування двох або більшої кількості людей починається сучасне суспільство. Тому предметом дослідження природно було обрано поведінку окремих індивідів, реакції їх на міжособистісні ситуації, що виникають в процесі спілкування і соціальні наслідки цих реакцій.

Створена імітаційна математична модель відображає поведінку і соціальну структуру скінченної кількості індивідів, обмежених деяким полем спілкування.

Для перевірки моделі і наочного зображення її функціонування було розроблено програмний продукт „CoPSBotT” (Creator of primitive societies based on the temperament).

### 1. Математична модель

Нехай на деякому полі  $S$  взаємодіють  $n$  індивідів в дискретному часі  $T$ .