

МЕГНАУКА МЕТРОЛОГИЯ

В статье отмечено, что создание меганауки как системы знаний по отраслям национальной экономики, является основным государственной проблемой направлены на устойчивое развитие этих отраслей. На сегодняшний день структурная политика должна быть направлена, в первую очередь, на селективную поддержку со стороны государства принятия целом, научно-специальный инструмент и смежных отраслей с ними и виды производств. Для осуществления его дается очень мало времени - не более чем на пять лет. В противном случае отставание на многие года в области измерения неизбежно. Впервые в мире дано научное определение понятия меганауки как системного сочетания конечное множество науки, теоретические и практические аспекты, которые находятся в определенных связях и отношениях друг с другом, служат для достижения общей цели научно-технического прогресса в отдельных отраслях материального производства и действовать как единое целое для связи с другими науками и отраслей экономики.

Ключевые слова: метрология

V.T.KONDRATOV

V.M.Glushkov Institute of cybernetics of National academy of Science of Ukraine

MEGASCIENCE METROLOGY

Abstract — In article are noted that creation of megasciences as systems of knowledge on national economy branches, is the major state problem directed on a sustainable development of these branches. The industrial policy of the country should be guided by it.

Instrument for the implementation of industrial policy, as you know, is the structural policy as a set of measures that affect at balanced position industrial potential on sectoral and cross-sectoral proportions.

For today the structural policy should be directed, first of all, on selective support by the state of the general, scientific and special instrument making and adjacent branches with them and kinds of manufactures.

To exercise it is given very little time - no more than five years. Otherwise lag of many years in the field of instrumentation is inevitable.

First in the world given the scientific definition of the concept Megascience systemically combined a finite set sciences, theoretical and practical aspects which are in certain connections and relationships with each other, serve to achieve the common goal of scientific and technical progress in the individual branches of material production and act as a single entity for relation to other sciences and branches of the economy.

Scientific break in the fundamental metrology, connected with creation of the theory of redundant and super-redundant measurements, has turned all our representations about measurements, about creation ultraprecise and super-reliable, from the metrological point of view, measuring systems and devices, has formed the basis for system integration of the interconnected and interdependent sciences into one megascience metrology.

Without the decision of existing problems of metrology no revival of a science of metrology is impossible, as the sustainable development of scientific and technical potential of the country in the field of instrument making is impossible also.

The instrument making sustainable development is possible only on the basis of all-round use of general scientific methodology of the system approach and informative redundancy and its achievements for reception of the integrated system of knowledge on the applied sciences united in a megascience metrology..

Formation of a megascience of metrology as systems of sciences about measurements, ways and methods of their practical realisation, is the guarantor of a sustainable development of instrument making.

For the first time in the world definitions are given concept «a megascience metrology» and making sciences. Subjects of researches and developed scientific directions are resulted.

Necessity of creation for academies of sciences of the CIS countries of Institutes of problems of a megascience of the metrology, alternative to Gosstandart institutes, for the purpose of a raising of prestige of the most ancient science of metrology, a concentration of attention of scientists on fundamental problems of a megascience of metrology and successful and a sustainable development of scientific and technical potential in the field of instrument making is marked.

Keywords: metrology

Введение

В июне 1992 г. в Рио-де-Жанейро состоялась Конференция ООН по окружающей среде и развитию с названием «Встреча на высшем уровне «Планета Земля» (ЮНСЕД). На всемирном форуме было принято историческое решение об изменении курса развития всего мирового сообщества. Фактически с 1992 года официально стартовала новая общественная программа — осознанное стремление к устойчивому развитию цивилизации, в том числе через формирование эффективных методологий устойчивого развития [1].

В Отчете «К глобализации науки и техники» «Совета по науке и технологии» Японии констатировалось, что для решения глобальных проблем окружающей среды и других общих проблем человечества необходимо создание меганауки (MegaScience), т.е. «науки, включающей миллион наук», которая объединит усилия многих стран мира. При этом предполагается достижение системного синергетического эффекта от интернационального взаимодействия.

По смыслу меганаука должна стать общей, максимально универсальной, системой знаний. В [1] утверждается, что «сегодня меганаука — общепринятое название комплексного научного направления, посвященного решению реально существующих проблем устойчивого развития цивилизации». Трудно согласиться с таким утверждением.

Во-первых, никакого миллиона наук не существует. Никто никогда не сможет объединить миллион наук в одну меганауку. Науки связаны с определенными сферами деятельности человека. Для решения глобальных проблем могут уйти десятилетия и затрачены огромные средства, а развитие общества и науки будет отставать на многие года.

В нынешнем столетии посредством меганаук нужно решать проблемы устойчивого развития отдельных отраслей народного хозяйства в каждой стране в отдельности, а не проблемы развития цивилизации в целом. Если системный эффект будет достигнут к середине (до 2050 г.) или к концу (2065 – 2090 гг.) столетия, то тогда можно будет говорить об интернациональном взаимодействии по решению проблем устойчивого развития цивилизации.

Во-вторых, меганаука — это индикаторное понятие, которое характеризует не миллион, а некоторое весьма ограниченное количество наук, например, 10 – 20, объединенных в некоторую систему знаний, взаимосвязей и отношений. Приставка «мега» [μέγας (мегас) — большой] дословно означает большой, крупный [2].

В-третьих, меганаука — это не научное направление, а система знаний, объединяющая науки и теории с общими и частными законами развития и становления, принципами, методами, методологиями, условиями, ограничениями и т.д., характеризующая новую стратегию развития наук для решения проблем той или иной отрасли народного хозяйства, предсказывающая достижимые результаты по качеству и эффективности и обеспечивающая решение реально существующих проблем устойчивого развития той или иной отрасли народного хозяйства, например, приборостроения.

В июле 2011 на совещании в Дубне ряд российских научных функционеров предложили возрождать науку слегка необычным и спорным способом, — путем запуска на территории Российской Федерации мегамасштабных проектов типа нашумевшего андронного коллайдера. Пакет этих проектов так и назывался «Проекты MegaScience». Бюджет предложения составлял 133 миллиарда рублей [3]. Согласно данному первоисточнику, проекты изначально подавались в двух аспектах: во-первых, это поможет поднять умирающую отечественную науку из руин и вдохнуть в нее новую жизнь; во-вторых, это даст нам бесценные знания об устройстве Вселенной.

«Новая жизнь» будет вдохновлена в науку только после выполнения мегамасштабных проектов по истечении 7-10 лет, после усовершенствования разработанных гигантских установок по результатам экспериментальных исследований (еще от 2-х до 5-ти лет) и после обработки, обобщения и формализации полученных новых знаний (еще 5 лет). Всего будет потеряно 20 лет жизни общества. Такой путь развития наук не является перспективным. Кроме гигантских денежных и материально-технических затрат, а также задержки развития фундаментальной науки на многие десятилетия, страна не получит ожидаемого эффекта, поскольку все негигантское останется на прежнем уровне развития. Это путь отвлечения всех производительных сил, в том числе и ученых, от решения насущных проблем научно-технического прогресса страны.

Удивляет тот факт, что функционеры от науки исказили понятие MegaScience и безосновательно стали его толковать как «научные установки» национального и мирового масштаба для решения принципиально новых фундаментальных и прикладных задач [3].

Еще больше удивляет то, что мегамасштабные проекты реализуются с использованием морально устаревших средств измерений, поскольку существующие измерительные системы и приборы созданы на основе теории и методов прямых измерений, которые исчерпали все свои возможности. Измерения по классификационному признаку «достаточности» делятся на необходимые (прямые измерения), и избыточные (необходимые и достаточные). Функционеры от науки не знают, что с 2001 года активно развивается новая стратегия измерений, — стратегия избыточных измерений [4], обеспечивающая решение метрологических задач [5]. Без ее освоения, без решения существующих проблем метрологии никакое возрождение науки метрологии не возможно, как невозможно и устойчивое развитие научно-технического потенциала. Все что создается, связано с измерениями, с их качеством.

Неуважительное отношение президентов академий наук стран СНГ к фундаментальной метрологии объясняет и низкий уровень ее развития в этих странах. На сегодня в академиях наук стран СНГ отсутствуют Институты проблем фундаментальной метрологии, т.е. институты, изучающие и развивающие фундаментальную метрологию и ее проблемы). Институты Госстандартов не в состоянии самостоятельно развивать фундаментальную метрологию и проводить фундаментальные исследования в этой области, о чем свидетельствует история его успехов и достижений за последние 25 лет.

Вызывает много вопросов и отрицательное отношение ученых-метрологов России к научному направлению «ап-проксиметика» [6], направленное на решение задач обработки нецелых и метрологических чисел. Этому направлению уже 20 лет отроду и оно создано в России. Сколько еще лет необходимо ученым для оценки перспективного направления?

Косность мышления, нежелание развивать новые научные направления и приводит к отставанию стран СНГ от стран Запада во многих областях науки и техники.

В настоящей работе рассматривается сущность «меганауки метрологии», как нового явления в науке, направленного на объединение смежных и взаимосвязанных (через конечный продукт) наук, являющегося основой для решения большинства проблем устойчивого научно-технического развития приборостроения любой страны. Перестроить экономику в данной отрасли можно только за счет интенсификации развития наук, составляющих науку метрологию, за счет внедрения стратегии избыточных и сверхизбыточных измерений в приборостроение.

Объект исследований — процессы, цели и результаты объединения наук в меганауку, их связи и соотношения

Предмет исследований — меганаука метрология, ее сущность, связи и соотношения с метрологией, сенсорикой, метроникой, видеоникой, схемотехникой, микромехатроникой, метрологической

математической статистикой, метрологической комбинаторикой, метрологической программатикой и аппроксиметикой (рис. 1).

Целью работы является ознакомление ученых и специалистов с сущностью меганауки метрологии, ее предметом, целевой функцией и предназначением.

Результаты исследований

XXI столетие является переломной эпохой, эпохой становления и системного развития ряда наук.

Становление любой науки начинается с ее определения, а меганауки — с определения и классификаций составных наук и выделения тех направлений научных исследований, которые обеспечат решение системы стратегических целей данной меганауки.

Прежде всего, приведем определения таким понятиям, как «меганаука» вообще и «меганаука метрология» в частности. При этом все понятия будем рассматривать с позиции системного подхода и единой семантической структуры определений.

Определение 1

Меганаука — это системно объединенная конечная совокупность наук, теоретические и практические аспекты которых находятся в определенных связях и соотношениях друг с другом, служат достижению единой цели¹ научно-технического прогресса² в отдельно взятой отрасли материального производства и выступают как единое целое по отношению к другим наукам и отраслям народного хозяйства.

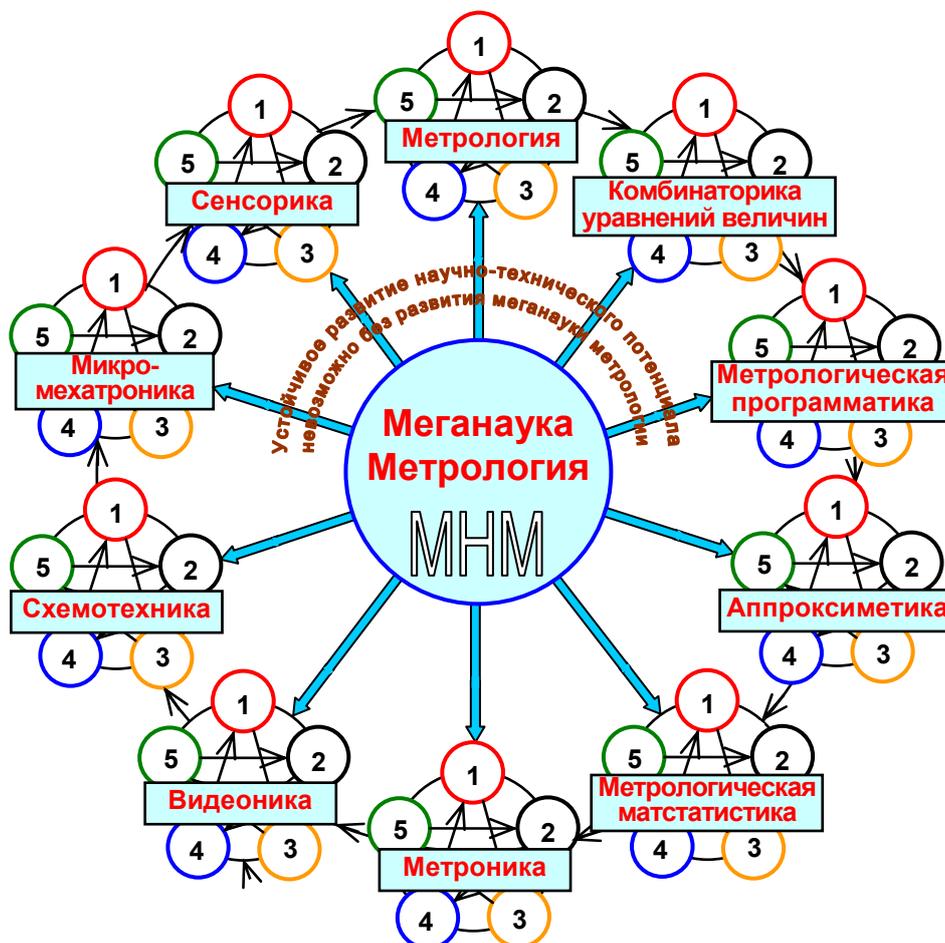


Рис. 1. Меганаука метрология

Определение 2

Меганаука — это система (конечная совокупность) взаимосвязанных и взаимозависимых наук, находящихся в определенных связях и отношениях друг с другом, служащая достижению единой цели повышения качества и конкурентоспособности продукции и устойчивого развития научно-технического потенциала отдельно взятой отрасли материального производства, и выступающая как единое целое по отношению к другим наукам и отраслям народного хозяйства.

Предназначение меганауки заключается в объединении отдельных достоверных знаний об отраслях народного хозяйства в целостную непротиворечивую систему и их гармонизация с целью устойчивого развития страны.

¹ или системы целей

² Научно-технический прогресс — единое, взаимообусловленное, поступательное развитие науки и техники [7]

На основании общих определений дадим определения понятию «меганаука метрология».

Определение 1

Меганаука метрология — это конечная совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых наук и научных направлений (метрологии, сенсорики, микромехатроники¹, схемотехники, видеоники, мероники, математической статистики, аппроксиметики, метрологической программматики, комбинаторики уравнений величин и др.), теоретические и практические аспекты которых находятся в определенных связях и соотношениях друг с другом, служат достижению системы целей, и выступают как единое целое по отношению к другим наукам.

Определение 2

Меганаука метрология — это конечная совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых наук с общими и частными законами, принципами, методами, математическими моделями, положениями, условиями и ограничениями, характеризующая две стратегии измерений при нелинейной и нестабильной функции преобразования сенсора или измерительного канала в целом, предлагающая новые пути линейного и нелинейного измерительного преобразования величин разной физической природы и предсказывающая достижимые результаты по качеству измерений, а также по качеству и метрологической надежности интеллектуальных измерительных систем и приборов, в том числе и сверхминиатюрных.

Следовательно, на сегодняшний день меганаука метрология объединяет такие науки, как: фундаментальную, законодательную и практическую метрологию; комбинаторику уравнений величин, метрологическую программматику, аппроксиметику, математическую статистику, метронику, видеонику, схемотехнику, микромехатронику и сенсорику. При этом каждая наука состоит из нескольких связанных между собой теорий и научных направлений, обозначенные а рис. 1 в виде окружностей с цифрами от 1 до 5.

Дадим современные определения наукам, входящим в состав меганауки метрологии.

Наука метрология

Метрология — это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения точности, соизмеримой с точностью воспроизведения физических величин мерами или стандартными образцами состава и свойств веществ и материалов [8].

Предмет метрологии

Предметом метрологии является извлечение количественной информации о характеристиках и свойствах средства измерений, объектов и процессов с заданным качеством измерений (точностью, достоверностью, оперативностью (быстродействием), сопоставимостью (правильностью, сходимостью, воспроизводимостью) и стабильностью).

Определение 1

Предметом исследований метрологии является познание собственных законов строения, функционирования и развития, создание и изучение стратегий, теорий, методов и средств измерений и преобразований величин разной физической природы, создание системы знаний о принципах и методах измерительного преобразования величин при линейной и нелинейной функции преобразовании измерительного канала, а также развитие и становление эталонной базы (эталонов, мер, стандартных образцов и т.д.).

Определение 2

Предметом исследований метрологии является познание собственных общих и частных законов строения, функционирования и развития, стратегии прямых и избыточных измерений независимых и зависимых свойств, зависимостей свойств, приращений свойств и характеристик, в том числе метрологических и надёжностных², измерительной системы с неизвестными, в общем случае, и нестабильными параметрами линейной или нелинейной функции преобразования измерительного канала, направленная на получение нового качества измерений и новых знаний о состоянии измерительной системы, а также развитие и становление эталонной базы метрологии.

Метрология XXI века характеризуется существованием и развитием двух стратегий измерений: стратегии прямых измерений и стратегии избыточных измерений. Напомним, что *стратегия* — наиболее общий механизм действий, определяющий пути достижения одной или системы целей.

Стратегия прямых измерений — стратегия необходимых (безыбыточных) измерений свойств при линейной или квазилинейной функции преобразования измерительного канала средства измерений с известными значениями параметров, направленная на получение оценки количественной определенности свойств объекта измерений.

В основу данной стратегии положена общенаучная методология системного анализа.

Стратегия избыточных измерений — стратегия необходимых и достаточных, т.е. избыточных измерений (или стратегия линейного и нелинейного измерительного преобразования) свойств измерительной системы при нелинейной функции преобразования измерительного канала с неизвестными и нестабильными, в общем случае, параметрами, направленная на получение нового качества измерений.

Стратегия избыточных измерений построена на основе общенаучной методологии системного подхода и информативной избыточности.

Наука метрология делится на фундаментальную, законодательную и практическую метрологии (см. рис. 2)

¹ Нововведенное понятие (см. ниже)

² характеристик и параметров метрологической надежности

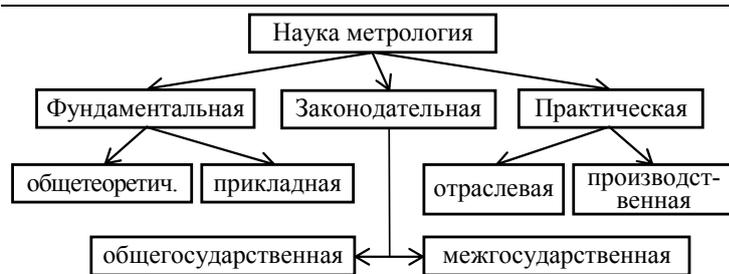


Рис. 2. Структура метрологии XXI века

Прикладная метрология — направление метрологии, предметом которого является развитие прикладных (частнонаучных) теорий и дисциплин, и которое опирается на фундамент общетеоретической метрологии.

Законодательная метрология — раздел метрологии, предметом которого является установление обязательных технических и юридических требований по применению единиц физических величин, эталонов, методов и средств измерений, направленных на обеспечение единства и необходимой точности измерений в интересах общества [10]. Законодательная метрология состоит из двух научных направлений, — общегосударственной и межгосударственной метрологии.

Общегосударственная метрология — направление метрологии, предметом которой является разработка законодательных основ науки метрологии в отдельно взятой стране и защита общества и государства от недостоверных результатов измерений и их последствий.

Межгосударственная метрология — направление метрологии, предметом которой является разработка межгосударственных законодательных основ науки метрологии и проведение согласованной политики в области обеспечения единства измерений и гармонизации метрологической инфраструктуры с международной.

Нормативно-правовая, регламентационная и контрольная деятельность законодательной метрологии направлены на [9]:

- защиту общества и государства от недостоверных результатов измерений и их последствий;
- государственное регулирование в области обеспечения единства измерений, в том числе на средства контроля и испытательное оборудование;
- установление обязательных технических и юридических требований по применению единиц физических величин, методов и средств измерений;
- метрологическую экспертизу научно-технической документации, программ и инвестиционных проектов;
- создание необходимых и достаточных условий для обеспечения единства и достоверности измерений;
- разработку нормативной документации по обеспечению единства измерений;
- разработку методического и правового обеспечения операций контроля и испытаний;
- испытания типов средств прямых и избыточных измерения, их калибровку и поверку;
- государственный метрологический контроль и надзор за средствами измерений, их сертификацию;
- разграничение сферы государственного регулирования и сферы метрологических услуг в области метрологии;
- участие в разработке концепции создания глобальной системы измерений;
- развитие метрологической инфраструктуры и гармонизацию ее с международной;
- обеспечение функционирования эталонной базы страны (на мировом уровне);
- развитие и совершенствование межгосударственной деятельности по стандартизации, метрологии и сертификации;
- способствование развитию международных экономических и торговых связей и т.д.

Практическая метрология

Практическая метрология освещает вопросы практического применения разработок теоретической (и прикладной) метрологии, положений, требований и норм законодательной метрологии. И именно с ее помощью осуществляется метрологическое обеспечение производства и отрасли в целом. В этой связи различают практическая метрология делится на отраслевую и производственную. Практическая метрология изучает вопросы практического применения разработок и результатов теоретических исследований в различных сферах деятельности человека. Она ориентирована на специалистов-метрологов.

По масштабу применения, различают практическую метрологию масштаба страны, масштаба отрасли и

масштаба предприятий и организаций [9].

Предметом исследований фундаментальной метрологии (в рамках нынешнего этапа развития меганауки метрологии) являются следующие группы мини-теорий:

1. Теория и методы прямых измерений, теория системного подхода, теория инвариантности, теория информативной избыточности, свойства физических величин, единицы физических величин и их системы, методы создания сопряженных величин, нелинейные функции преобразования сенсоров и их свойства, методы

[9].

Фундаментальная метрология — раздел метрологии, предметом которого является разработка фундаментальных (общетеоретических) основ этой науки и развитие на ее базе прикладных теорий и научных направлений.

Общетеоретическая метрология — направление метрологии, предметом которого является разработка фундаментальных основ этой науки.

нормированного изменения вида функций преобразования, систематические и случайные погрешности и т.п.;

2. Теория и методы избыточных измерений независимых и зависимых свойств, зависимостей свойств, приращений свойств и характеристик; теория измерительного преобразования физических величин без и с использованием сенсоров с управляемыми параметрами и т.д.;

3. Теория и методы сверхизбыточных измерений, их взаимосвязи и отношения с другими науками;

4. Теория погрешностей определения действительных и квазиистинных значений физических величин, методы их уменьшения; теория метрологической эффективности; методы округления метрологических чисел и методы работы с ними;

5. Теория (законы, принципы, методологии, условия, ограничения, методы) создания измерительных систем и приборов седьмого поколения с основе многоядерных микроконверторах и микроконтроллерах со встроенными аналого-цифровыми и цифро-аналоговыми преобразователями и соответствующим программно-техническим и метрологическим обеспечением.

Наука сенсорика

Устойчивое развитие приборостроения не возможно без устойчивого развития науки сенсорики.

Определение 1

Сенсорика — это наука о теоретических и практических аспектах восприятия и преобразования величин одной физической природы в информативные параметры величин другой физической природы на основе фундаментальных физических явлений и эффектов, характеризующая новую стратегию системного преобразования величин разной физической природы, предлагающая новые пути и методы одно- и многократного преобразования свойств и состава веществ и материалов макро, микро и наномира и предсказывающая достижимые результаты по качеству и надежности преобразований.

Определение 2

Сенсорика – это наука о теоретических и практических аспектах восприятия и преобразовании физических величин в информативные параметры измерительного сигнала, характеризующая новую стратегию создания сверхминиатюрных сенсоров с управляемыми и неуправляемыми параметрами и соответствующими

схемотехнических решений, направленных на информационное и метрологическое обеспечение¹ средств измерений, средств обнаружения, сигнализации и защиты от несанкционированного доступа.

Сенсорика объединяет следующие теории и научные направления:

1. Теорию и методы создания сенсоров для исследования свойств физических полей, процессов и объектов макро-, микро- и наномира;

2. Теорию и методов проектирования и развития структур и схемотехнических решений сенсоров физических величин энергетической группы с линейной и нелинейной функциями преобразования и со встроенными мерами;

3. Теорию и методов проектирования и развития структур и схемотехнических решений сенсоров физических величин вещественной группы с встраиваемыми или встроенными стандартными образцами;

4. Теорию и методов проектирования и развития структур и схемотехнических решений сенсоров физических величин информационной группы со встроенными генераторами образцовых спектров электрических, оптических или сигналов иной физической природы с нормированными характеристиками;

5. Теорию, методы, методологию и микро- и нанотехнологии создания сенсоров с заданным видом функции преобразования и с управляемыми параметрами для целей избыточных и сверхизбыточных измерений физических величин.

Сенсорика изучает и разрабатывает:

1) физические эффекты и явления, которые могут быть положены в основу создания сенсоров;

2) теоретические и практические аспекты высокоточного восприятия и преобразования физических величин в информативные параметры сигналов иной физической природы, преимущественно электрической;

3) способы создания чувствительных элементов сенсоров с использованием современных достижений материаловедения, микро- и нанотехнологий;

4) способы создания микроэлектронных систем управления значениями параметров функции преобразования сенсоров;

5) способы и особенности проектирования и конструирования высокоточных, быстродействующих и метрологически надежных сенсоров с заданными метрологическими характеристиками и с использованием новейших микроэлектронных и информационных технологий;

6) новые схемотехнические решения сенсоров с управляемыми и неуправляемыми параметрами, в виде чипов, с элементами памяти, с предварительной обработки данных, с элементами интеллекта, полностью интеллектуальные — работающие в диалоговом режиме с пользователем, и др.

7) принципы, пути и методы построения сенсоров разного назначения, разных типоразмеров, номен-клатуры, технических характеристик и т.д., учитывающие особенности методов прямых и избыточных измерений

¹ на погрешность измерений в большей степени влияют погрешности сенсора

Микромехатроника (или микронаномехатроника)

Известна наука мехатроника («меха-», от слова механика, и «-роника», от слова электроника [11].

Мехатроника — это область науки и техники, основанная на синергетическом объединении узлов точной механики с электронными, электротехническими и компьютерными компонентами, обеспечивающими проектирование и производство качественно новых модулей, систем, машин и систем с интеллектуальным управлением их функциональными движениями [11].

Интеграция достижений в области электроники, механики, информатики и измерительной техники, а также стремление к миниатюризации и сверхминиатюризации, обусловили зарождение новых интегральных микро- и наносистемных технологий в конце 80-х – начале 90-х годов XX века. Огромное количество универсальных и коммерческих компаний США и Японии сконцентрировало свои усилия на развитии технологий микроэлектромеханических систем (МЭМС) и микрооптоэлектромеханических систем (МОЭМС) [12 – 21].

В XXI веке МЭМС и МОЭМС и соответствующие технологии стали развиваться более интенсивно. Одновременно стали развиваться и наномеханические системы (НМС) [19 – 21]. Согласно [11], мехатроника — это область науки и техники, т.е. мехатроника не является теоретической наукой. Согласно [20], наномеханика также не является теоретической наукой. С этим мнением трудно согласиться. Без теории трудно обосновать возможность создания тех или иных гибридных систем и подсистем микро- и наномира. К сожалению, большинство ученых развивают науку не непосредственно, а по результатам анализа экспериментальных данных. Они следуют известному принципу: «критерием истины есть практика». Другие ученые заменяют практику идеальными физическими моделями и получают необходимые результаты решения научно-технической задачи.

В связи с развитием новых научно-технических направлений в создании гибридных подсистем и систем, возникает вопрос, как назвать современную мехатронику?. Каково определение той науки, которая должна объединить и развивать всю систему знаний о современных МЭМС, МОЭМС, НМС и о других гибридных системах? При этом необходимо учесть, что все упомянутые научно-технические направления решают проблемы создания гибридных сенсоров, приборов, измерительных систем и актюаторов в микроминиатюрном исполнении с использованием микро- и нанотехнологий и подсистем разной физической природы.

Следуя принципу преемственности знаний, современную мехатронику целесообразно назвать «микро-мехатроникой» или «микронаномехатроникой» (добавив приставку «микро-» или «микронано-» к существующему термину «мехатроника») и не использовать слова «микроэлектро-» и «микрооптоэлектро-».

Приведем два определения современной науке микромехатронике (микронаномехатронике), которая имеет непосредственное отношение к меганауке метрологии.

Определение 1

Микромехатроника (микронаномехатроника) — это наука о теоретических и практических аспектах создания гибридных сенсоров, приборов, измерительных систем и актюаторов в микроминиатюрном исполнении с использованием микро- и нанотехнологий и подсистем разной физической природы, изучающая функциональные свойства материалов и веществ микро и наномира, их связи и способы взаимодействия, характеризующая стратегию системного подхода к созданию гибридных подсистем, предлагающая новые пути и методы совместимости функциональных свойств материалов и веществ в одной гибридной системе, методы создания переходов между подсистемами разной физической природы и предсказывающая достижимые результаты по качеству и надежности.

Определение 2

Микромехатроника (микронаномехатроника) — интегральная наука, объединяющая системы законов, принципов, методов, методологий, условий и ограничений, закономерных связей между явлениями и эффектами разной физической природы, характеризующая новую стратегию создания¹ микроминиатюрных² измерительных систем, приборов, сенсоров и актюаторов с использованием всех функциональных свойств материалов и веществ³, предлагающая новые пути и методы совместимости и взаимосвязи подсистем разной физической природы, новые схемотехнические решения в микро- и наномире и предсказывающая достижимые результаты по качеству и надежности создаваемых микроминиатюрных сенсоров, измерительных систем, приборов и актюаторов.

Наука микромехатроника изучает:

1. Закономерные связи между явлениями и эффектами разной физической природы;
2. Функциональные и технологические свойства материалов и веществ, используемых для создания микроминиатюрных сенсоров, измерительных систем, приборов и актюаторов;
3. Методов осуществления переходов между подсистемами различной физической природы, выявление достоинств и недостатков этих методов, а так же их применение для решения практических задач
4. Пути и методы обеспечения совместимости и взаимосвязи микроминиатюрных подсистем разной физической природы;

¹ моделирования, проектирования, конструирования и изготовления

² размеров микро и наномира

³ электрических, механических, теплофизических, биохимических, химических и оптических

5. Разработка схмотехнических решений микроминиатюрных сенсоров, измерительных систем, приборов и актуаторов для решения измерительных задач в микро- и наном мире и т.д.

Схмотехника

Уровень развития приборостроения определяет не только фундаментальная метрология, сенсорика, микромеха-троника, но и схмотехника [22].

хемотехника (схемология) — это наука о теоретических и практических аспектах извлечения, обработки и преобразования информации и субъективных знаний в объективные формализованные графические образы, — разного вида и типа схемы, создаваемых или существующих объектов, явлений и процессов, о проб-лемах проектирования и разработки новых схмотехнических и технических решений, исследования и со-вершенствования схем, характеризующая новую стратегию создание идеального (2D и 3D) схематического изображения (схемы) создаваемого или существующего объекта, явления или процесса и предсказывающая достижимые результаты по качеству этого изображения [22].

Наука схмотехника состоит из четырех научных направлений: общетеоретическая, прикладная (теорети-ческая), законодательная и практическая схмотехника.

Общетеоретическая схмотехника (схемология) — это высшая, обоснованная, логически непротиворечивая система научных знаний, дающая целостный взгляд на существенные свойства, закономерности и причинно-следственные связи, определяющие характер функционирования и развития схмотехники, как науки и дисциплины.

Предметом исследований общетеоретической схмотехники является познание собственных (общих и частных) законов строения, функционирования, развития и мышления, направленное на получение новых знаний о мыслительных возможностях человека, об особенностях процесса трансформации смысловой информации и субъективных знаний в объективные (графические образы, символы, знаки), на получение нового качества выполнения схем и разных техни-ческих решений, а также на развитие и становление схмотехники, как науки и дисциплины, и ее интеллектуальной базы знаний как основных составляющих интеллектуальных систем автоматизированного проектирования схем.

Прикладная схмотехника — научно-техническое направление (раздел схмотехники), изучающее: тео-ретические основы, проблемы и особенности трансформации смысловой информации и субъективных знаний в специфические графические образы, символы, знаки; новые подходы и особенности выполнения схем и прик-ладных технических решений конкретно для нужд метрологии, физики, механики, химии, математики (техника преобразований), биологии, кибернетики и т.д.; пути развития и становления прикладной схмотехники, прик-ладных методологий и прикладных интеллектуальных баз знаний как основных составляющих интеллектуаль-ных систем автоматизированного проектирования схем.

Предметом исследований прикладной схмотехники является познание частных законов строения, функционирования, развития и мышления, направленное на получение прикладных знаний об особенностях трансформации смысловой информации и субъективных знаний о прикладных науках и научно-технических решениях в графические образы, символы, знаки прикладного характера, на создание и развитие прикладной интеллектуальной базы знаний как основных составляющих интеллектуальных систем автоматизированного проектирования схем для разных наук.

Законодательная схмотехника — научное направление, охватывающее проблемы и методологии раз-работки условных графических обозначений, правил, требований и норм (стандартов, нормативных докумен-тов, требований и т.д.) выполнения схем и схмотехнических решений, имеющие ранг правовых положений, находящиеся под контролем государства и направленное на обеспечение единства графических изображений, схем и схмотехнических решений создаваемого или существующего объекта (предмета, процесса и явления).

Практическая схмотехника — научно-техническое направление, охватывающее разработку и иссле-дование методов, методологий и техники проектирования, выполнения и оформления схем по определенным правилам с помощью тех или иных технических средств и с использованием типовых (стандартных) схем и условных графических обозначений, а также практическое исследование разработанных схем объектов.

Схмотехника развивает следующие научные направления:

1. Теорию извлечения, обработки и преобразования информации и субъективных знаний в объективные формализованные графические образы – схемы объектов, явлений и процессов;
2. Теорию проектирования, конструирования и создания базовых структур и топологий создания сенсо-ров физических величин энергетической, вещественной и информационной групп;
3. Теорию проектирования, конструирования и создания базовых структур измерительных каналов для целей высокоточного прямого, периодического, коммутационно-модуляционного, двойного и тройного преоб-разования сигналов электрической или оптической природы;
4. Теорию проектирования, конструирования и создания базовых структур сверхминиатюрных изме-рительных систем и приборов;
5. Развитие принципов, методов и методологий проектирования средств схмотехники.

Видеоника

Современное приборостроение не мыслимо без визуализации физических полей, процессов,

объектов, результатов измерений и обработки данных.

Видеоника — это наука о теоретических и практических аспектах визуализации физических полей, процессов, объектов, о выделения их контуров и составных элементов, характеризующая новую стратегию визуализации объектов макро-, микро- и наномира, предлагающая новые пути и методы повышения точности выделения и определения размеров объектов визуализации, и предсказывающая достижимые результаты по качеству визуализации и измерения [23].

Предметом исследований видеоники является:

1. Теория (законы, принципы, методы, методологии, условия и ограничения) визуализации физических полей, процессов, объектов и их элементов;
2. Методы визуализации физических полей, процессов, объектов и элементов макро-, микро- и нано-мира для решения задач прямых и избыточных измерений;
3. Методы повышения точности выделения контуров физических полей, процессов, объектов и элементов макро-, микро- и наномира;
4. Программно-алгоритмическое обеспечение методов и средств визуализации физических полей, процессов, объектов и элементов макро-, микро- и наномира;
5. Методология и практическое использование и внедрение методов и средств визуализации в интеллектуальные измерительные системы и приборы седьмого поколения.

Уровни визуализации

В метрологии целесообразно выделить следующие основные уровни визуализации [23]:

1. Бинарная визуализация объекта измерений, его элементов (фрагментов) и происходящих в них физических процессов.

Целью визуализации первого уровня является получение качественного вторичного (плоского или объемного) изображения за счет целенаправленной цифровой обработки первичного изображения объекта исследований и/или его отдельных элементов (фрагментов) и процессов, предварительно увеличенных или уменьшенных в известное число раз.

2. Визуализация процесса измерений, состояния средства прямых и избыточных измерений или измерительной системы в непрерывные или дискретные моменты времени; визуализация виртуальных приборов и их атрибутов в двух- или трехмерном пространстве и проходящих в них процессов преобразования и т.д.

Целью визуализации данного уровня является формирование внутренних (мысленных) представлений (образов) о событиях и связях между ними, об исследуемых закономерностях.

3. Визуализация результатов (данных) прямых и избыточных измерений, данных о неопределенности измерений, о тонкой структуре погрешностей, о значениях параметров функции преобразования измерительных каналов и их изменениях под действием дестабилизирующих факторов, о способах представления данных с помощью графиков, диаграмм и т.д. и т.п.

Целью визуализации третьего уровня является перевод числовых значений результатов измерений и их обработки в графические образы, т.е. генерация когнитивных изображений данных. Именно графические образы способны нести в себе в сжатой и доступной для пользователя форме информацию достаточную для принятия адекватного решения. Графические образы помогают прочесть данные, увидеть существующие закономерности, способствуют формированию внутренних (мысленных) представлений о событиях и связях между ними. В этом и заключается смысл данного уровня визуализации.

4. Визуализация информации о результатах измерений и обработки массива данных, в том числе об объекте исследований и его свойствах, о метрологических, амплитудно- и фазочастотных характеристиках измерительной системы, о параметрах метрологической надежности системы и т.д.

Целью визуализации данного уровня является представление числовой и текстовой информации в виде графиков, диаграмм, структурных схем, таблиц и т.д., т.е. в виде, обеспечивающем выявление закономерностей и аномалий в многомерных и больших по объему массивах информации, наилучшее восприятие и передачу массивов полученных данных, а также оперативное принятие решения на ее основе.

5. Визуализация знаний, полученных путем структуризации результатов измерений (данных) и другой числовой и текстовой информации с помощью интеллектуальных карт или карт знаний или схем мышления.

Целью визуализации пятого уровня является раскрытие причин и целей, установленных связей в контексте передаваемого знания и представление его в виде интеллектуальных карт, карт знаний или схем мышления¹, стимулирующие когнитивные процессы и обеспечивающие наилучшее восприятие, анализ и передачу знаний от эксперта к человеку или группе людей.

Термин интеллектуальная карта или карта знаний был предложен Тони Бьюзеном [23]. Карты знаний — диаграммы, схемы, представляющие в наглядном виде различные идеи, задачи, методы, тезисы, связанные друг с другом и объединенные какой-то общей идеей. Карта знаний позволяет охватить всю ситуацию в целом, а также удерживать одновременно в сознании большое количество информации для нахождения связей между отдельными участками и недостающими элементами, запоминания и воспроизведения данной информации спустя некий период времени.

¹ Интеллектуальная карта, карта знаний, карта ума или схема мышления — это графические выражения процессов многомерного мышления или способ изображения процесса общего системного мышления с помощью схем

К дополнительным уровням визуализации можно отнести визуализацию структур (перестраиваемых и жестких), концептуальную визуализацию, стратегическую визуализацию, метафорическую и др.

Метроника

В приборостроении метрологическая надежность является одной из важнейших характеристик измерительных систем и приборов. В начале XXI века, в связи с развитием теории и методов избыточных измерений, решающих метрологические задачи, зародилась наука метроника, объединяющая теории метрологической надежности средств прямых и избыточных измерений, каждой из которых присуща своя стратегия определения времени наработки на метрологический отказ. Ее название произошло от начальных букв слов «*метро*-логическая *н*-адежность *и*-змерительных *ка*-налов»[8].

Основу нынешнего этапа развития науки метроники составляет современная теория метрологической надежности, которая основана на системном подходе к решению задач метрологической надежности с использованием теории и методов избыточных измерений свойств и параметров измерительных каналов, на синтезе и использовании гибких вероятностно-физических моделей метрологических отказов и т.д.

Определение 1 (упрощенное)

Метроника — это наука о метрологической надежности измерительных систем и приборов, методах и средствах обеспечения ее сохранности, о способах прогнозирования и определения параметров и показателей метрологической надежности измерительных систем и приборов.

Определение 2

Метроника — это наука о теоретических и практических аспектах метрологической надежности средств измерительной техники, характеризующая новую стратегию прогнозирования и определения времени наработки на метрологический отказ с использованием базовых нелинейных вероятностно-физических моделей метрологических отказов, предлагающая новые пути и методы определения времени наработки на метрологический отказ и предсказывающая достижимые результаты по метрологической надежности средств избыточных измерений в любой текущий момент времени их эксплуатации.

Определение 3 (расширенное)

Метроника — это система законов, научных принципов, методов, положений и условий, характеризующая новую стратегию прогнозирования и определения характеристик и параметров метрологической надежности средств измерений при нестабильной (линейной или нелинейной) функции преобразования измерительного канала, предлагающая новые пути, методы и условия синтеза функций плотности распределения нормируемых метрологических характеристик во времени до наработки на метрологический отказ и функций взаимосвязи с параметрами метрологической надежности приведенных к выходу или ко входу измерительного канала абсолютной, относительной или приведенной погрешности, разрабатывающая методы определения параметров метрологической надежности на основе синтезированных функций и пути достижения правильности, прецизионности и воспроизводимости полученных результатов, а также предсказывающая значения параметров и показателей метрологической надежности в любой текущий момент времени эксплуатации измерительных систем и приборов.

Метроника – это новая зарождающаяся наука. Эффективное развитие теорий и методов прогнозирования и определения параметров и показателей метрологической надежности измерительных систем и приборов в XXI-м веке возможно в том и только в том случае, если все они¹ будут объединены и развиваться в рамках науки «метроники».

Предметом метроники является извлечение количественной информации о метрологической надежности средств измерений с заданной точностью и достоверностью в любой момент времени его эксплуатации.

Средством метроники является совокупность вероятностно-физических моделей метрологических отказов, методов и методик многократных измерений образцовых физических величин, воспроизводимых мерой или стандартными образцами веществ и материалов, а также методик извлечения количественной информации о метрологической надежности и о вероятности метрологических отказов, обеспечивающие требуемую точность прогнозирования и определения параметров и показателей метрологической надежности.

Метроника объединяет следующие научные теории:

1. Теорию синтеза многопараметровых вероятностно-физических моделей метрологических отказов средств измерений с заданными свойствами;
2. Теорию метрологической надежности средств прямых измерений, сенсоров и измерительных преобразователей;
3. Теорию метрологической надежности интеллектуальных средств избыточных измерений (СИИ), интеллектуальных сенсоров с управляемыми параметрами, измерительных преобразователей с нелинейными функциями преобразования и с управляемыми параметрами;
4. Теорию и методы нелинейного регрессионного анализа;
5. Теорию прогнозирования и определения реальных значений параметров и показателей метрологической надежности измерительных систем и приборов на основе гибких вероятностно-физических моделей метрологических отказов;

¹ теории и методы

Метрологическая математическая статистика

Математическая статистика — это наука, занимающаяся методами обработки экспериментальных данных [25].

Метрологическая матстатистика рождена на стыке наук: математической статистики [25], эконометрии [26] и комбинаторики уравнений величин [30]. Без метрологической матстатистики невозможно получение достоверных числовых значения результатов прямых, избыточных и сверхизбыточных измерений, значений параметров и показателей метро-логической надежности измерительных систем и приборов, т.е. достоверных результатов решения метрологических задач.

Определение 1

Метрологическая матстатистика¹ — прикладная наука, занимающаяся методами получения и обработки² метрологических чисел и их зависимостей по результатам многократных измерительных преобразований или измерений физических величин, классического или комбинаторного усреднения числовых значений величин, входящих в состав уравнений избыточных или сверхизбыточных измерений.

Дадим расширенное определение понятию «метрологическая матстатистика» с позиции системного подхода.

Определение 1

Метрологическая матстатистика — наука о теоретических и практических аспектах сбора и обработки экспериментальных данных, их интерпретации и визуализации, оценивания и проверки гипотез для получения научных и практических выводов о характере случайных погрешностей, о необходимом числе экспериментальных данных, о числе комбинаторных уравнений величин, числе обработанных данных и методах их систематизации и дополнительной обработки, а также о создании математических и регрессионных моделей, характеризующая новую стратегию оценивания числовых характеристик при неизвестной вероятности событий, определения вида и параметров неизвестной функции распределения и предлагающая новые пути и методы обработки метрологических чисел и предсказывающая достижимые результаты по качеству измерения, оценивания и определения.

Предметом исследований метрологической математической статистики является:

1. Теория и методы сбора и обработки данных, их интерпретации и визуализации, оценивания и проверки гипотез для получения научных и практических выводов о характере случайных погрешностей, о числе экспериментальных данных, достаточном для получения достоверных результатов (метрологических чисел) при минимальных погрешностях измерений, а также математические и статистические методы обработки метрологических чисел;

2. Теория, принципы и методы оценивания числовых характеристик распределений при неизвестной вероятности событий, методы определения вида и параметров неизвестной функции распределения, методы оценивания параметров и функции от них, представляющие важные характеристики распределений плотности и функции распределения (например, математическое ожидание, медиана, стандартное отклонение, квантили и др.).

3. Теория и методы линейного и нелинейного регрессионного анализа, как наиболее распространенного метода обработки данных, методы обработки и оценивания статистических данных, полученных по прогнозным и вероятностно-физическим моделям метрологических отказов и т.п;

4. Разработка и использование параметрических и непараметрических регрессионных моделей, оценка их метрологической эффективности;

5. Методы анализа³ статистических данных, полученных при проведении многократных измерений рядов физических величин.

Меганаука метрология должна развивать и опираться только на метрологическую матстатистику, развиваемую с учетом современных достижений математической статистики, эконометрии, комбинаторики уравнений величин, особенностей избыточных и сверхизбыточных измерений не случайных и случайных⁴ величин, и обеспечивать решение метрологических и других задач меганауки.

Аппроксиметика

Аппроксиметика является прикладной наукой, находящейся на стыке информатики (кибернетики), метрологии и математики. Её автор, — Юровицкий В.М., утверждает, что «аппроксиметика есть компьютерная обработка цифрового представления аналоговых данных в формате их представления» [28]. Это не научное определение аппроксиметики. На сегодня нет четкого определения данной науки. Предлагается следующее ее определение.

Определение

¹ еще неустановившийся термин

² в том числе и статистической

³ 1) оценка неизвестной вероятности события; оценка неизвестной функции и параметров распределения, вид которого неизвестен;

2) проверка статистических гипотез о виде неизвестного распределения или о величине параметров распределения, неизвестного вида [25].

⁴ Случайная физическая величина — вероятностная характеристика одного из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общая по виду функции распределения многим физическим объектам, но в количественном отношении имеющая индивидуальное для каждого свойства математическое ожидание и дисперсию [27].

Аппроксиметика — наука о теоретических и практических аспектах создания аппроксиметов¹, программно-технических средств² работы с ними и соответствующей арифметики, о методах преобразования метрологических чисел в аппроксиметы, о языках программирования и алгоритмах их обработки, характеризующая новую стратегию работы с метрологическими числами, предлагающая новые пути и методы создания языков программирования, операционных систем и спецпроцессоров для работы с метрологическими числами, и предсказывающая достижимые результаты о точности обработки метрологических чисел и о метрологической надежности программно-алгоритмического обеспечения спецпроцессоров.

Развиваемые научные направления:

1. Установление однозначной связи между приближенными числами и новым числовым объектом — аппроксиметом, исследование методов сведения всех метрологических чисел к приближенным числам, обоснование формата их представления;
2. Разработка теоретических основ арифметики и алгебры аппроксиметов при линейных и нелинейных функциональных связях между метрологическими числами;
3. Развитие теории и языков программирования для решения задач аппроксиметики;
4. Разработка операционных систем, симуляторов и других программно-технических средств для работы с метрологическими числами и для обработки аппроксиметов;
5. Разработка методологии создания микропроцессоров для аппроксиметрической обработки данных.

Согласно [28, 29], в настоящее время уже разработана теоретическая математика аппроксиметов, написана монография и учебник; разработаны алгоритмы аппроксиметической обработки метрологических данных на компьютере; создана библиотека программного аппроксиметического калькулятора на шесть действий арифметики, поскольку в аппроксиметике используется не четыре арифметических действия, а шесть — сложение, вычитание, умножение и деление аппроксиметов, умножение аппроксимета на целое число и возведение аппроксимета в целую степень.

Метрологическая программатика (М-программатика)

Президент РФ Владимир Путин сказал, что экономика России не должна зависеть от экономик других стран. В этом историческая и жизненная правда. Это можно сказать и о меганауке метрологии. Наука метрология не должна зависеть, от науки программирования, от информатики, от математической статистики и т.д. в ожидании возможности решения ими в том числе и важнейших прикладных задач метрологии. Создание и объединение прикладных наук с целью решения только проблемы метрологии, обеспечит гармоническое развитие меганауки метрологии и приборостроения.

До настоящего времени ученые-программисты не дали четкого определения понятию «наука программирования». Многие считают ее разделом информатики, областью знаний об алгоритмах и программах и их свойствах, а также об исполнителях алгоритмов и программ [30]. А до появления информатики чем она была?

В настоящее время интенсивно развивается прикладное направление науки программирования, направленное на решение метрологических задач. Прикладную науку программирования, решающую метрологические задачи, предлагается называть «метрологическая программатика» или («М-программатика»).

Определение 1

Метрологическая программатика (М-программатика) — наука о теоретических и практических аспектах создания языков программирования³, методов, алгоритмов, программ и тестов для решения метрологических задач, о способах манипулирования структурами данных и передачи команд, о способах и алгоритмах управления измерительно-вычислительным процессом, характеризующая новую стратегию математического и системного программирования той или иной метрологической задачи, предлагающая новые пути и методы обработки метрологических чисел, и предсказывающая достижимые результаты по качеству и метрологической надежности получаемых алгоритмов, программ и результатов обработки данных.

Определение 2

Метрологическая программатика (М-программатика) — это система законов, принципов, методов, математических моделей, положений, условий и ограничений по созданию языков программирования, перестраиваемых алгоритмов и программ, предназначенных для решения метрологических задач, в том числе и адаптируемых программ тестирования, характеризующая новую стратегию линейного и нелинейного математического и системного программирования метрологических задач, предлагающая новые пути и методы обработки метрологических чисел, и предсказывающая достижимые результаты по качеству и метрологической надежности полученных алгоритмов, программ и результатов обработки данных.

Предметом исследований метрологической программатики является:

¹ Аппроксимет — числовой объект теоретической математики такой же, как целое, рациональное или действительное число

² аппроксиметических процессоров

³ набора лингвистических, синтаксических и семантических правил, задающих внешний вид программы и действий, которые выполняет микропроцессор, микроконтроллер, микроконвертер и т.п.

1. Общее и системное программно-алгоритмическое обеспечение виртуальных и цифровых измерительных систем и приборов, а также их прикладное программное обеспечение;
2. Теория программирования задач избыточных и сверхизбыточных измерений и преобразований свойств; программы, алгоритмы и методы обработки метрологических чисел;
3. Способы манипулирования структурами данных и передачи команд;
4. Новая стратегия линейного и нелинейного математического и системного программирования метро-логических задач;
5. Способы и алгоритмы системного управления измерительно-вычислительным процессом; программы, методы и алгоритмы тестирования измерительных систем и приборов, способы определения их качества и метрологической надежности.

Комбинаторика уравнений величин или метрологическая комбинаторика

Установлено [31 – 33], что решение метрологических задач сверхизбыточных измерений невозможно без комбинаторики уравнений величин, обеспечивающей получение ансамблей уравнений избыточных измерений.

Комбинаторика уравнений величин или метрологическая комбинаторика возникла на стыке науки метрологии, как науки об измерениях, и комбинаторики, как науки о расположении элементов в определенном порядке и о подсчете количества способов такого расположения.

Рождение новой прикладной науки было обусловлено необходимостью получения огромного количества (ансамбля) уравнений величин, а прежде всего — уравнений избыточных и сверхизбыточных измерений с заданными или прогнозируемыми законами распределения случайных погрешностей при ограниченном числе уравнений величин, описывающих состояние средства измерений в дискретные моменты времени [32, 33].

Определение

Комбинаторика уравнений величин или метрологическая комбинаторика — это наука о теоретических и практических аспектах вывода любого количества уравнений величин¹, уравнений избыточных и сверхизбыточных измерений с разной структурой связи между выходными величинами, характеризующая новую стратегию получения ансамблей этих уравнений и с заданными вероятностным и метрологическими характеристиками, предлагающая новые методы комбинаторного усреднения выходных величин с целью формирования ансамблей уравнений избыточных измерений с прогнозируемыми законами распределения и предсказывающая достижимые результаты по качеству оценки вероятностных и метрологических характеристик.

Предметом исследований комбинаторики уравнений величин является:

- 1) познание и дальнейшее развитие собственных законов и принципов метрологической комбинаторики и их применение при определении квазиистинных и истинных значений физических величин;
- 2) вывод общих и частных групп правил вывода уравнений величин, уравнений избыточных измерений и их ансамблей с заданными метрологическими характеристиками;
- 3) оценка формы и вида законов распределений погрешностей результатов избыточных и сверхизбыточных измерений физических величин и параметров функции преобразования при использовании разных законов и правил метрологической комбинаторики;
- 4) установление и развитие связей метрологической комбинаторики с теорией вероятностей для решения задач определения истинного значения физической величины при линейной и нелинейной функции преобразования измерительного канала.

Целью метрологической комбинаторики является [31]:

- 1) применение законов метрологической комбинаторики для определения квазиистинных и истинных значений физических величин;
- 2) анализ практического применения законов комбинаторики и выделение для решения метрологических задач тех, которые минимизируют число вычислительных операций;
- 3) нахождение оптимальных подходов и правил вывода комбинаторных уравнений величин вообще и комбинаторных уравнений избыточных измерений в частности;
- 4) разработка способов вывода конечного множества уравнений избыточных измерений величин и параметров, соответствующих базовым структурам этих уравнений и имеющим предсказуемые законы распределения;
- 5) получение заданной совокупности (ансамбля из $10^3 \dots 10^6$ и более) уравнений избыточных измерений одного и того же вида за счет использования ограниченного множества входных и выходных физических величин измерительного канала и законов комбинаторики уравнений величин;
- 6) анализ и использование определенных комбинаторных конфигураций уравнений избыточных измерений, обеспечивающих заданные границы рассеяния и законы распределения;

¹ уравнений избыточных измерений или иных уравнений связи между величинами и коэффициентами пропорциональности, составленных при однократном или многократном линейном или нелинейном измерительном преобразовании ограниченного количества входных величин

7) оценка формы и вида законов распределений погрешностей результатов избыточных измерений физических величин и параметров функции преобразования при использовании разных законов комбинаторики уравнений избыточных измерений и их количества в ансамбле;

8) разработки способов определения и изменения вида функции распределения погрешностей и ее параметров для сформированного множества уравнений избыточных измерений физических величин и параметров;

9) нахождение и сравнение метрологических характеристик нескольких (более двух) ансамблей уравнений избыточных измерений физических величин и параметров, полученных при разном числе рядов измеряемых физических величин, размеры которых связаны между собой по разным законам, а также при разных видах функции преобразования измерительного канала; оценка законов изменения параметров метрологических характеристик ансамблей уравнений величин;

10) изучение комбинаторной размерности множества уравнений избыточных измерений при разном числе измеряемых физических величин;

11) определение степени отклонения результатов статистической обработки данных от истинного значения физической величины;

12) установление и развитие связей метрологической комбинаторики и теории вероятностей.

Такова сущность наук, составляющих меганауку метрологию.

Выводы

Создание меганаук, как систем знаний, по отраслям народного хозяйства, является важнейшей государственной задачей, направленной на устойчивое развитие этих отраслей. На это должна ориентироваться промышленная политика страны. Инструментом реализации промышленной политики, как известно, является структурная политика, как совокупность мер, оказывающих воздействие на сбалансированность промышленного потенциала, на отраслевые и межотраслевые пропорции. На сегодняшний день структурная политика должна быть направлена, прежде всего, на селективную поддержку государством общего, научного и специального приборостроения и смежных с ними отраслей и видов производств. На ее осуществление отводится очень мало времени, — не более пяти лет. В противном случае отставание на многие года в области приборостроения неизбежно.

Впервые в мире дано научное определение понятию меганаука, как системно объединенной конечной совокупности наук, теоретические и практические аспекты которых находятся в определенных связях и соотношениях друг с другом, служат достижению единой цели научно-технического прогресса в отдельно взятой отрасли материального производства и выступают как единое целое по отношению к другим наукам и отраслям народного хозяйства.

Научный прорыв в фундаментальной метрологии, связанный с созданием теории избыточных и сверх-избыточных измерений, перевернул все наши представления об измерениях, о создании сверхточных и сверх-надежных, с метрологической точки зрения, измерительных систем и приборов, послужил основанием для системной интеграции взаимосвязанных и взаимозависимых наук в одну меганауку метрологию.

Без решения существующих проблем метрологии никакое возрождение науки метрологии невозможно, как невозможно и устойчивое развитие научно-технического потенциала страны в области приборостроения.

Устойчивое развитие приборостроения возможно только на основе всестороннего использования обще-научной методологии системного подхода и информативной избыточности и ее достижений для получения укрупненной системы знаний по прикладным наукам, объединенным в меганауку метрологию.

Формирование меганауки метрологии, как системы наук об измерениях, путях и методах их практической реализации, является гарантом устойчивого развития приборостроения.

Впервые в мире даны определения понятию «меганаука метрология» и составляющих наук. Приведены предметы исследований и развиваемые научные направления.

Отмечается необходимость создания в академиях наук стран СНГ Институтов проблем меганауки метрологии, альтернативных институтам Госстандарта, с целью поднятия престижа древнейшей науки метрологии, сосредоточения внимания ученых на фундаментальных проблемах меганауки метрологии и успешного и устойчивого развития научно-технического потенциала в области приборостроения.

Литература

1. История меганауки. Режим доступа: <http://ivansmirmof.narod.ru/MEGASCIENS.htm>].
2. Словарь синонимов. Режим доступа: http://synonym-sinonim.info/%D0%A1%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%8C_%D1%81%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B2/80491/%D0%9C%D0%B5%D0%B3%D0%B0].
3. Проекты MegaScience – панацея для науки или ящик Пандоры? Режим доступа: http://www.nanometer.ru/2012/09/06/13469277424928_296990.html].
4. Теория избыточных измерений. Режим доступа: <http://kondratov.com.ua/index.php/nauchnye-trudy-111/glavnye-trudy-2001-2012-gg>.

5. Новости фундаментальной метрологии 2011 – 2015 гг.. Режим доступа: <http://kondratov.com.ua/index.php/novosti/novosti-fundamentalnoj-metrologii/2011-2015-gg>.
6. Аппроксиметика: математическая теория и компьютеринг приближенных чисел. Режим доступа: <http://www.yur.ru/science/computer/appro/monografia.htm>.
7. Научно-технический прогресс. Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/112708/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%BE>.
8. Кондратов В.Т. Научный прорыв в фундаментальной метрологии / В.Т.Кондратов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2011. — № 2. — С. 7-22.
9. Кондратов В.Т. Структура метрологии XXI века /В.Т.Кондратов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2010. — № 2. — С. 7-23.
10. Метрология. Термины и определения: РМГ 29–99 ГСИ. — [Действующий с 2001-01-01]. Минск: Изд-во Стандартов, 1999. — 44 с.
11. Микромеханика. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0>.
12. Микульская О.М., Гарматюк Е.С. Анализ возможности применения известных методов поискового проектирования для синтеза микроэлектромеханических систем. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vozmozhnosti-primeneniya-izvestnyh-metodov-poiskovogo-proektirovaniya-dlya-sinteza-mikroelektromehaniческих-sistem>.
13. Баринов И.Н., Волков В.С. Микромеханика вокруг нас. Режим доступа: http://dep_pribor.pnzgu.ru/files/dep_pribor.pnzgu.ru/mikromehaniка_vokrug_nas.pdf
14. Микроэлектромеханические системы. Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B.
15. Микрооптоэлектромеханические системы для приемников инфракрасного диапазона волн. Режим доступа: <http://www.microsystems.ru/files/publ/831.htm>.
16. Методы моделирования микрооптоэлектромеханических подсистем. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/256111.html>.
17. Микроэлектромеханические системы. Режим доступа: <http://www.npk-photonica.ru/content/products/mems>.
18. Микроэлектромеханические системы. Режим доступа: <http://www.iq-coaching.ru/vysokie-tehnologii/nanotehnologii/535.html>.
19. Микро и наноэлектромеханика. Режим доступа: <https://www.lap-publishing.com/catalog/details/store/4/%D0%9C%D0%98%D0%9A%D0%A0%D0%9E-%D0%98-%D0%9D%D0%90%D0%9D%D0%9E%D0%AD%D0%9B%D0%95%D0%9A%D0%A2%D0%A0%D0%9E%D0%9C%D0%95%D0%A5%D0%90%D0%9D%D0%98%D0%9A%D0%90?locale=ru>.
20. Микро и наноэлектромеханика. Режим доступа: <http://www.books.ru/books/mikroi-nanoelektromekhanika-sostoyanie-i-perspektivy-882182/>
21. Наномеханика. Режим доступа: <http://postnauka.ru/video/18408>
22. Схемотехника. Режим доступа: <http://kondratov.com.ua/index.php/fundamentalnaya-metrologiya/skhemotekhnika>.
23. Видеоника — это наука. Режим доступа: <http://kondratov.com.ua/index.php/fundamentalnaya-metrologiya/videonika-i-problemy-vizualizatsii/1-videonika-eto-nauka>.
24. Что такое техническое решение. Режим доступа: <http://author-it.ru/content/%D1%87%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F>.
25. Математическая статистика. Режим доступа: <http://www.domath.ru/discipline.php?subject=1>
26. Орлов А.И. Эконометрика. Учебник. М.: Издательство "Экзамен", 2002. Режим доступа: http://www.aup.ru/books/m153/1_2.htm.
27. *Новости фундаментальной метрологии 2011 –2015 гг. (см. 2014 год). Режим доступа:* <http://kondratov.com.ua/index.php/novosti/novosti-fundamentalnoj-metrologii/2011-2015-gg>.
28. Аппроксиметика: математическая теория и компьютеринг приближенных чисел. Режим доступа: <http://www.yur.ru/science/computer/appro/monografia.htm>.
29. Компьютерная катастрофа приближается. Третья вычислительная революция. Режим доступа: <http://yur.ru/science/computer/index.htm>.
30. Программирование (наука). Режим доступа: http://www.wikiznanie.ru/ru-wz/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0%29.
31. Кондратов В.Т. Метрологическая комбинаторика. Режим доступа: <http://kondratov.com.ua/index.php/fundamentalnaya-metrologiya/metrologicheskaja-kombinatorika>

32. Кондратов В.Т. Теория избыточных и сверхизбыточных измерений: формализованное описание общих правил вывода уравнений избыточных измерений крутизны преобразования. Сообщение 4 / В.Т.Кондратов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2013. – № 4 – С.13-24.

33. Кондратов В.Т. Теория избыточных и сверхизбыточных измерений: формализованное описание пер-вой группы правил вывода уравнений избыточных измерений крутизны преобразования. Сообщение 5 / В.Т.Кондратов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2013. – № 4 – С. 150-160.

References

1. Istorija mehaniki. Rezhim dostupa: <http://ivansmirmof.narod.ru/MEGASCIENS.htm>].
2. Slovar sinonimov. Rezhim dostupa: http://synonym-sinonim.info/%D0%A1%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%8C_%D1%81%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B2/80491/%D0%9C%D0%B5%D0%B3%D0%B0].
3. Proekty MegaScience – panatseja dlja nauki ili jaschik Pandory? Rezhim dostupa: http://www.nanometer.ru/2012/09/06/13469277424928_296990.html].
4. Teorija izbytochnykh izmerenij. Rezhim dostupa: <http://kondratov.com.ua/index.php/nauchnye-trudy-111/ glavnye-trudy-2001-2012-gg>.
5. Novosti phundamentalnoj metrologii 2011 – 2015 гг. Rezhim dostupa: <http://kondratov.com.ua/index.php/ novosti/novosti-fundamentalnoj-metrologii/2011-2015-gg>.
6. Approksimetika: matematicheskaja teorija i kompjutering priblizhennykh chisel. Rezhim dostupa: <http://www.yur.ru/science/computer/appro/monografija.htm>.
7. Nauchno-tehnicheskij progress. Rezhim dostupa: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/112708/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%BE>.
8. Kondratov V.T. Nauchnyj proryv v phundamentalnoj metrologii / V.T.Kondratov // Vymiryvalna ta obchislyvalna tekhnika v tehnologicheskikh protsessakh. — 2011. — № 2. — С. 7-22.
9. Kondratov V.T. Struktura metrologii XXI veka / V.T. Kondratov // Vymiryvalna ta obchislyvalna tekhnika v tehnologicheskikh protsessakh. — 2010. — № 2. — С. 7-23.
10. Metrologija. Terminy i opredelenija: RMG 29–99 GSI. — [Deistvuyuschij s 2001-01-01]. Minsk: izd-vo Standartov, 1999. — 44 s.
11. Mikromekhanika. Rezhim dostupa: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0>.
12. Mikulskaja O.M., Garmatyuk E.C. Analiz vozmozhnosti primeneniya izvestnykh metodov poiskovogo proektirovaniya dlja sinteza mikroelektromekhanicheskikh sistem. Rezhim dostupa: <http://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vozmozhnosti-primeneniya-izvestnykh-metodov-poiskovogo-proektirovaniya-dlya-sinteza-mikroelektromekhanicheskikh-sistem>.
13. Баринов И.Н., Волков В.С. . Микромеханика вокруг нас. Rezhim dostupa: http://dep_pribor.pnzgu.ru/files/dep_pribor.pnzgu.ru/mikromekhanika_vokrug_nas.pdf
14. Микроэлектромеханические системы. Rezhim dostupa: http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B.
15. Mikrooptoelektromekhanicheskie systemy dlja priemnikov infrakrasnogo diapazona voln. Rezhim dostupa: <http://www.microsystems.ru/files/publ/831.htm>.
16. Metody modelirovaniya mikrooptoelektromekhanicheskikh podsystem. Rezhim dostupa: <http://technomag.bmstu.ru/doc/256111.html>.
17. Mikroelektromekhanicheskie systemy. Rezhim dostupa: <http://www.npk-photonica.ru/content/ products/mems>.
18. Mikroelektromekhanicheskie systemy. Rezhim dostupa: <http://www.iq-coaching.ru/vysokie-tehnologii/nanotehnologii/535.html>.
19. Mikro i nanoelektromekhanika. Rezhim dostupa: <https://www.lap-publishing.com/catalog/details/store/ru/ book/978-3-8433-1312-4/%D0%9C%D0%98%D0%9A%D0%A0%D0%9E-%D0%98-%D0%9D%D0%90%D0%9D%D0%9E%D0%AD%D0%9B%D0%95%D0%9A%D0%A2%D0%A0%D0%9E%D0%9C%D0%95%D0%A5%D0%90%D0%9D%D0%98%D0%9A%D0%90?locale=ru>.
20. Mikro i nanoelektromekhanika. Rezhim dostupa: <http://www.books.ru/books/mikroi-nanoelektromekhanika-sostoyanie-i-perspektivy-882182/>
21. Nanomekhanika. Rezhim dostupa: <http://postnauka.ru/video/18408>
22. Skhemotekhnika. Rezhim dostupa: <http://kondratov.com.ua/index.php/fundamentalnaya-metrologiya/ skhemotekhnika>.
23. Vidionika — eto nauka. Rezhim dostupa: <http://kondratov.com.ua/index.php/fundamentalnaya-metrologiya/ videonika-i-problemy-vizualizatsii/1-videonika-eto-nauka>.
24. Chto takoe tekhnicheskoe reshenie? Rezhim dostupa: <http://author-it.ru/content/%D1%87%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F>.
25. Matematicheskaja statistika. Rezhim dostupa: <http://www.domath.ru/discipline.php?subject=1>.
26. Orlov A.I. Ekonometrika. Uchebnik. M.: Izdatelstvo "Ekzamen", 2002. Rezhim dostupa: http://www.aup.ru/books/m153/1_2.htm.
27. Novosti phundamentalnoj metrologii 2011 –2015 gg. (sm. 2014 god). Rezhim dostupa: <http:// kondratov.com.ua/index.php/novosti/novosti-fundamentalnoj-metrologii/2011-2015-gg>.
28. Approksimetika: matematicheskaja teorija i kompjutering priblizhennykh chisel. Rezhim dostupa: <http://www.yur.ru/science/computer/appro/monografija.htm>.
29. Kompjuterijata katastrofa priblizhaetsja. Tretja vychislitelnaja revolyutsija. Rezhim dostupa: <http://jur.ru/science/computer/index.htm>.
30. Programmirovaniye (nauka). Rezhim dostupa: http://www.wikiznanie.ru/ru-wz/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D2%80%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0%29.
31. Kondratov V.T. Metrologicheskaja kombinatorika. Rezhim dostupa: <http://kondratov.com.ua/index.php /fundamentalnaya-metrologiya/metrologicheskaja-kombinatorika>.
32. Kondratov V.T. Teorija izbytochnykh i sverkhizbytochnykh izmerenij: formalizovannoe opisanie obschikh pravil vyvoda uravnenij izbytochnykh izmerenij krutizny preobrazovaniya. Soobschenie 4 / V.T. Kondratov // Vymiryvalna ta obchislyvalna tekhnika v tehnologicheskikh protsessakh. — 2013. — № 4. — С.13-24.
33. Kondratov V.T. Teorija izbytochnykh i sverkhizbytochnykh izmerenij: formalizovannoe opisanie pervoj grupy pravil vyvoda uravnenij izbytochnykh izmerenij krutizny preobrazovaniya. Soobschenie 5 / V.T. Kondratov // Vymiryvalna ta obchislyvalna tekhnika v tehnologicheskikh protsessakh. — 2013. — № 4. — С. 150-160.