

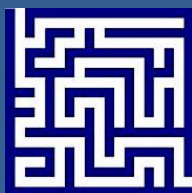
IV ВСЕСОЮЗНЫЙ КОНГРЕСС ПО СЕНСОРИКЕ И ЭКОНОМИКЕ

«СЕНСОРНОЕ СЛИЯНИЕ»

Санкт-Петербург, Кронштадт

30 – 31 мая 2023 года

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ



Всесоюзный Конгресс «Сенсорное Слияние»
Постоянный комитет Союзного Государства
СПб филиал Технической Академии Росатома
Всероссийский НИИМ им. Д. И. Менделеева
СПб Технологический институт (университет)
НИЦ Экологической безопасности РАН

IV Всесоюзный Конгресс
по сенсорике и экономике
«СЕНСОРНОЕ СЛИЯНИЕ-2023»

Тезисы докладов

30 - 31 мая 2023 г.

Санкт-Петербург, Кронштадт

Россия

УДК 681.5; 681.518.3; 338.28; 37.01; 004.89

ГРНТИ 50.09.37; 59.14.02; 90.01.11; 06.52

Печатается по Решению Оргкомитета IV Всесоюзного Конгресса

по сенсорике и экономике «Сенсорное Слияние-2023»

Конгресс проводится по фондово-ресурсному методу хозяйствования (ФМХ) при поддержке АНО ДПО «Техническая Академия Росатома» (Санкт-Петербург) и Администрации Кронштадтского района г. Санкт-Петербурга.

Под редакцией доктора технических наук, профессора Г. Я. Буймистряка.

ISBN 978-5-02-038183-4

© Оргкомитет Конгресса, 2023

© Коллектив авторов, 2023

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Буймистряк Григорий Яковлевич - доктор технических наук, профессор
АНО ДПО Техническая Академия Росатома, Санкт-Петербург.

Тайманов Роальд Евгеньевич - доктор технических наук, профессор
ФГУП «ВНИИ Метрологии им. Д.И. Менделеева, Санкт-Петербург.

Холодкевич Сергей Викторович - доктор технических наук, профессор,
НИЦ Экологической безопасности РАН, Санкт-Петербург.

Зегря Георгий Георгиевич – доктор физико-математических наук, профессор
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург

Малыгин Анатолий Алексеевич – доктор химических наук, профессор
ГОУ «Технологический институт (университет)», Санкт-Петербург

Петров Михаил Николаевич - доктор технических наук, профессор
Сибирский Государственный Аэрокосмический Университет, Красноярск.

Мухуров Николай Иванович - доктор технических наук,
«Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника» НАН Беларуси, г. Минск

Быков Андрей Юрьевич – доктор экономических наук,
Институт защиты инвестиций, Москва

Лемещенко Пётр Сергеевич - доктор экономических наук, профессор
Белорусский Государственный университет, Минск

Демиров Виталий Викторович – кандидат экономических наук,
Белорусский институт стратегических исследований, Минск

Орлов Александр Михайлович - главный специалист,
Филиал Технической Академии Росатома, Санкт-Петербург.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Бокач Е.Н.....	42
Бонджулич Б.П.....	57
Брыдин Е.Г.....	52
Буймистряк Г.Я.....	6
Быков А.Ю.....	32
Витина А.Ю.....	58
Забродоцкий Ю.Н.....	30
Зайцева А.Ю.....	19
Зегря Г.Г.....	17
Иванов Г.А.....	48
Казаков В.И.....	41
Кислицин В.О.....	42
Котцов В.А.....	15
Мадисон А.Е.....	18
Мальгин А.А.....	16
Марков А.А.....	45
Молотков С.Л.....	46
Муратова Е.Н.....	38
Мухуров Н.И.....	40
Налимова С.С.....	36
Панич Е.А.....	25
Пешкова Г.Ю.....	8
Рябцев В.Н.....	51
Сидельников В.И.....	13
Ситников Г.П.....	20
Соколов Л.В.....	27
Сотникова Г.Ю.....	33
Тайманов Р.Е.....	10
Федосеев А.И.....	11
Федотов М.Ю.....	24
Хейфец М.Л.....	50
Холодкевич С.В.....	12
Чабанов В.Е.....	31
Чагин О.А.....	53
Чен Эньфу.....	55
Чистяков В.В.....	35
Щербаков М.Ю.....	14
Яхеев В.В.....	29

СЕНСОРИЗАЦИЯ – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ТОЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ И ВЫСОКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВО ВСЕХ СФЕРАХ ЭКОНОМИКИ

Г.Я. Буймистряк, д-р техн. наук, профессор
Техническая академия Росатома, Санкт-Петербург,
э-почта: bgy812@mail.ru

SENSORIZATION - TECHNOLOGICAL BASIS OF PRECISE CONTROL AND HIGH SAFETY IN ALL AREAS OF THE ECONOMY

G.Y. Buymistryuk, D-r of sciences, professor
The Technical academy of Rosatom, St-Petersburg,
e-mail: buimistryuk@ya.ru

Главной составляющей 4-й технологической революции, развернувшейся в мировой экономике, стала малоразмерная, маловесная и малопотребляющая интеллектуальная сенсорика, опирающаяся на передовую микроэлектронику и фотонику, молекулярные (нано) химические и сверхбыстрые (фемто) лазерные технологии, и использование соответствующих метрологических систем.

Сенсоризация – сетевой процесс, направленный на получение достоверной первичной информации от датчиков и измерительных систем для обеспечения точного управления и высокой безопасности объектов во всех сферах интеллектуальной экономики.

Без сенсорики, поставляющей достоверную первичную информацию для управления и безопасности объектов, цифровизация бессмысленна и невозможна в любой сфере экономики.

Первой проблемой сенсорного приборостроения являются исходные материалы для изготовления сенсоров – кристаллы, подложки, волокна и их функциональные покрытия. Решения этой проблемы лежат в материаловедении и опережающем импортозамещении.

Второй проблемой сенсорного приборостроения является создание элементно-компонентной базы (ЭКБ) для различных измерительных, контрольных и индикаторных датчиков, систем и сенсорных сетей, встроенных в оболочки объектов контроля и мониторинга с экстремальными условиями эксплуатации. Решения этой проблемы лежат в конструировании датчиков на передовой ЭКБ, и в технологиях встраивания их в объекты контроля и мониторинга.

Третьей проблемой сенсорного приборостроения является обработка и распознавание (сенсорное слияние) многоканальной информации в системах различного назначения. Решения этой проблемы лежат в области интеллектуальных методов и средств анализа сенсорной информации [1].

Четвёртой проблемой сенсорного приборостроения является обеспечение метрологии датчиков и сенсорных сетей как киберфизических систем. Решения этой проблемы лежат в интеллектуализации измерений и автоматизации калибровок датчиков и измерительных систем.

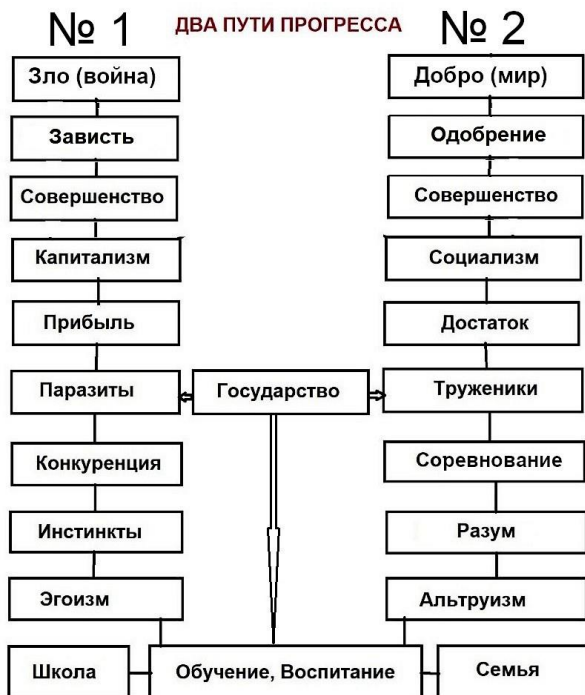
Пятой проблемой сенсорного приборостроения является применение датчиков и сенсорных систем для мониторинга ответственных объектов. Решения этой проблемы лежат в моделировании объектов и технологиях встраивания датчиков в контролируемые объекты [2].

Общей проблемой является экономические возможности Союзного Государства в реализации совместных наукоёмких промышленных проектов.

В докладах данного Всесоюзного Конгресса научно обосновано, что такие возможности открываются только при смене экономической модели развития, отказа от парадигмы прибыли и переход на парадигму самодостаточности, то есть построения в Союзном Государстве, опираясь на белорусскую экономическую модель, гармоничной социально-ориентированной - плановой, мазозатратной, самодостаточной экономики, [3].

Целеполагание социального государства - обеспечение достатка, удовлетворяющего

необходимым потребностям людей в смысле их главного стремления к достижению совершенства во всех сферах жизнедеятельности, для поддержания высокого качества жизни, то есть самодостаточности. Исходно же выбор парадигмы развития общества и страны закладывается воспитанием и обучением молодёжи в семье и школе на принципах альтруизма.



Литература

1. Буймистрюк Г.Я. Технологии сенсорного слияния информации для управления в критических условиях. - Control Engineering Россия. – 2014. – 5(53). – с. 47-51.
2. Буймистрюк Г.Я. Нелинейные процессы деградации элементов конструкций объектов атомной энергетики и управление их старением на основе интеллектуальных сенсорных сетей и нейросетевых технологий. - 29-й Международный семинар "Нелинейные явления в сложных системах. - Минск, 21 июня 2022 года, ОИЭЯИ "Сосны". -С. 83 – 91..
3. Буймистрюк Г.Я. Принципы и предпосылки построения гармоничной экономики Союзного государства Белоруссии и России. - В книге: Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты реализации и перспективы. – Институт экономики НАНБ, Минск, 7-8 октября 2021, том 1, с.48-53.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ - БУДУЩЕЕ ЭКОНОМИКИ ЗНАНИЙ СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА РОССИИ И БЕЛАРУСИ

Г.Ю. Пешкова¹, д-р экон. наук, профессор,
О.В. Голубева², канд. физ.-мат. наук, доцент,
Г.Я. Буймистриук³, д-р техн. наук, профессор.

¹Э-почта: pgu59@mail.ru

¹Гос. ун-т аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург

²Полоцкий Государственный у-нт им. Е. Полоцкой, Беларусь

³Техническая академия Росатома, Санкт-Петербург

INTELLIGENT PLANNING - THE FUTURE OF THE KNOWLEDGE ECONOMY OF THE UNION STATE OF RUSSIA AND BELARUS

G.Yu. Peshkova¹, Doctor of Economics, Professor,
O.V. Golubeva², PhD of Phys. Math. Sci., Associate Professor
G.Ya. Buymistriuk³, D-r of Techn. Sciences, professor

¹State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg

²Polotsk State University named after E. Polotskaya, Belarus

³The Technical Academy of Rosatom, St-Petersburg,

¹E-mail: pgu59@mail.ru

Для целей достижения достатка в идеологии самодостаточности страны, необходимо адаптивное интеллектуальное (кибернетическое) планирование - как краткосрочное, так и долгосрочное [1].

Передовая методология кибернетического планирования экономики (с обратными связями и с итерациями) экономиста Н. И. Ведугы, как и концепция ОГАС кибернетика В.М. Глушкова не были осуществлены на практике, из-за неправильного целеполагания у руководства СССР: целеполагание достатка было заменено в 1962 году целеполаганием прибыли, а подавляющее большинство советских экономистов, из-за проблем с централизованным планированием «от достигнутого», в то время склонялось к мысли о необходимости дальнейшей децентрализации управления, усиления роли рыночных моделей для управления народным хозяйством [2-4].

Успешная попытка компьютерного управления экономикой целой страны была предпринята в проекте «CyberSun» (кибернетика и синергизм) кибернетиком Энтони Стаффордом Биром (Anthony Stafford Beer) и экономистом Раулем Эспехо при поддержке президента Сальвадора Альенде в 1971–1973 годах в Чили [5].

Раскрыта суть интеллектуального планирования (ИП) как киберфизического - с использованием сенсорных сетей с обратными связями для непрерывного сбора с первичных источников текущей информации об геоэкономической обстановке и, на её основе, моделирования (например, нейро-сетевыми и фрактальными методами) сценариев развития экономической ситуации в стране и мире с построением динамического межотраслевого баланса (МОБ).

Показано, что ИП является ключевым инструментом максимального исключения инфляции из финансово-экономической деятельности. Планирование по двухконтурному денежно-товарному обороту – безналичный оборот между предприятиями (производства и оптовая торговля) и наличный оборот – в розничной торговле и между людьми. Благодаря динамическому МОБ, применение ИП практически исключает дефицит и/или избыток продукции, тем самым обеспечивая достаток людям и самодостаточность стране. Кроме того, при ИП дорогостоящая реклама – элемент рыночной конкуренции – заменяется безвозмездным информированием юридических и физических лиц о товарах и услугах достаточного качества, подтверждённого экспертными сообществами.

В докладе обоснована необходимость ИП при подготовке кадров для всех отраслей цифровой экономики знаний [6].

Плановая подготовка квалифицированных кадров, в том числе дополнительного профессионального образования, должна осуществляться на основе фактических потребностей науки и экономики на период 5 - 8 лет от текущего момента времени. ИП в образовании практически исключает как дефицит кадров, так и их избыток. Кроме того, показано, что профессиональное образование должно сформировать у выпускников потребность в непрерывном самообучении, а у работодателей – регулярное повышение квалификации сотрудников [7].

Общие выводы:

Интеллектуальное (кибернетическое) планирование - научно обоснованная и даже ранее реализованная альтернатива рыночному хаосу (диспропорциям, банкротствам, кризисам, конкуренции и войнам за ресурсы и рынки сбыта в ходе монополизации и силового доминирования).

Интеллектуальное планирование нужно начать с сохранённой базы социально-ориентированной экономики Беларуси и распространить на всё Союзное Государство.

Литература

1. Буймистрюк Г.Я. Принципы и предпосылки построения гармоничной экономики Союзного государства Белоруссии и России. - В книге: Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты реализации и перспективы. – Институт экономики НАНБ, Минск, 7-8 октября 2021, том 1. - С. 48-53.
2. Глушков В.М. Макроэкономические модели и принципы построения ОГАС. – М.: Статист., 1975. -160 с.
3. Ведута Н.И. Социально эффективная экономика. — М.: Издательство РЭА, 1999. — 254 с.
4. Кристалл роста: к русскому экономическому чуду / А. С. Галушка и др. – М.: 2021 – 360 с.
5. Raul Espejo. Cybernetics of Governance: The Cybersyn Project 1971-1973. In book: “Social Systems and Design”, Springer, 2014. – P. 71 – 90.
6. Пешкова Г.Ю., Самарина А.Ю. Цифровая экономика и кадровый потенциал: стратегическая взаимосвязь и перспективы. / Наука и образование, 2018, №10. - С. 50 – 75.
7. Орлов А.М., Буймистрюк Г.Я. Отраслевая система повышения квалификации как инструмент внедрения и освоения передовых сенсорных технологий. // Материалы I Всероссийского конгресса «Сенсорное слияние», Санкт-Петербург, Кронштадт, 2015. - С. 50-52.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕШЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Р.Е. Тайманов, К.В. Сапожникова

ФГУП «ВНИИМ им.Д.И. Менделеева», С-Петербург,
э-почта: taymanov@vniim.ru,

DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND PROSPECTS FOR SOLVING METROLOGICAL TASKS

R. Ye. Taymanov, K.V. Sapozhnikova

D.I. Mendeleev Institute for Metrology, e-mail: taymanov@mail.ru

Искусственный интеллект и характерные для него нейронные сети существенно расширяют возможности обработки большого числа сигналов при решении метрологических задач в двух основных направлениях:

- Измерение многопараметрических величин, как химических или физических (в частности, параметров движения беспилотных объектов) так и, в первую очередь, нетрадиционных, включая свойства человека и общества, а также разработка методов совершенствования названных свойств. Как правило, работы в этом направлении связаны с междисциплинарными исследованиями, предполагают формирование творческих коллективов из специалистов различных организаций.

- Резкое сокращение объема трудозатрат на метрологическое обеспечение для достижения требуемой достоверности результатов измерений. Методы: широкое использование метрологического самоконтроля, приоритетная передача информации о выявленных дефектах в центр управления, по возможности, автоматическая коррекция дефектов, достаточная для продолжения функционирования измерительной системы (ИС).

Работы по созданию ИС на основе искусственного интеллекта, выполняемые и планируемые на ближайшие годы с активным участием ФГУП «ВНИИМ им.Д.И. Менделеева», могут быть иллюстрированы следующими примерами.

- Внесение в Государственный реестр средств измерений (Госреестр СИ) ИС с живыми датчиками - речными раками, обеспечивающей непрерывный контроль чистоты питьевой воды, поступающей в водопроводные сети. Такое событие произошло впервые. Далее планируется использование моллюсков в усовершенствованных ИС подобного назначения.

- Внесение в Госреестр СИ и последующая модернизация (с учетом полученного опыта эксплуатации на действующей ГЭС) ИС, обеспечивающей непрерывный автоматический контроль крепления крышек турбоагрегатов к их корпусам.

- Измерение творческих способностей человека и обеспечение их роста для повышения конкурентоспособности сравнительно с роботами с учетом ожидаемого резкого сокращения числа рабочих мест в ближайшие годы. Одновременно, при поддержке Росстандарта и руководства Санкт-Петербурга, решается задача повышения уровня будущих метрологов на фоне увеличения сложности и неожиданности задач, которые предстоит решать.

КОНЦЕПЦИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ КИБЕРФИЗИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

А. И. Федосеев,

«Ассоциация участников технологических кружков», Москва,

э-почта: fedoseev@kruzhok.org

THE CONCEPT OF THE NATIONAL CYBER-PHYSICAL PLATFORM

A. I. Fedoseev,

Kruzhok Association, Moscow, e-mail: fedoseev@kruzhok.org

В современной России отсутствуют отечественные массовые технологические платформы и средства разработки, позволяющие выстраивать сквозные образовательные и кадровые траектории от школы до предприятий, реализовывать системные образовательные проекты в области приборостроения. Широко распространенные универсальные контроллеры такие как K1986BE9x ([MDR32](#)) или платформы Micro:bit, Arduino, Raspberry Pi¹ и их китайские аналоги только поддерживают ситуацию технологической и концептуальной зависимости России не только в образовании, но и в промышленности. В ситуации обеспечения технологического суверенитета СГ, в частности, при создании широкой линейки приборов, потребность в собственной сквозной технологической платформе для приборостроения становится сверх-актуальной [2].

В докладе приводится первая версия концепции Национальной киберфизической платформы (НКФП) – новой аппаратно-программной платформы, нацеленной на создание линейки приборов и киберфизических систем – от первого школьного опыта до полноценных научных и производственных изделий. НКФП основана на открытой архитектуре и мульти-парадигмальных принципах программирования (МПП) и связана с формированием новой инженерной культуры разработки и проектирования, деятельностными образовательными практиками и инструментами вовлечения молодежи в техническое творчество и технологическое проектирование.

В экономической логике НКФП призвана максимально вернуть контроль над средствами производства и осуществить построение на разных уровнях хозяйствования инфраструктур, способных к малозатратной деятельности, повышению производительности, а также повышение прозрачности и адаптивности производственных процессов.

В качестве ключевых составляющих НКФП предлагаются: модульная система с опорой на открытые архитектуры (RISC-V и аналоги) и возможностью реализации на базе существующих отечественных микроконтроллеров; средства проектирования и разработки с графическим интерфейсом МПП и построения различных схем будущих приборов и систем; система образовательных решений, позволяющих строить бесшовную подготовку будущих профессионалов и адаптировать существующую в России экосистему инновационных приборов и систем (в т.ч. в сфере образования) под НКФП.

Реализация НКФП и первых ее компонентов стартовала в 2023 году. Программные компоненты системы будут опубликованы под открытой лицензией и станут доступны для всех заинтересованных энтузиастов, профессионалов и педагогов-наставников. Пилотная апробация образовательных решений в опоре на НКФП состоится в Башкирии в 2023 году.

МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО
БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ:
ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ
НА ПРИМЕРЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Пленарный доклад

С.В. Холодкевич

Д-р техн. наук; главный науч. сотр., рук. лаб. биоэлектронных методов геоэкологического мониторинга СПб НИЦ экологической безопасности РАН – обособленного структурного подразделения ФГБУН «СПб Федеральный Исследовательский Центр РАН»

Э-почта: kholodktvich@mail.ru

METHODS AND SYSTEMS OF REMOTE AUTOMATIC BIOLOGICAL
MONITORING OF THE ENVIRONMENT: PRINCIPLES OF
CONSTRUCTION AND PRACTICE OF APPLICATIONS
ON THE EXAMPLE OF WATER RESOURCES

Plenary report

S.V. Kholodkevich

St. Petersburg Research Center for Environmental Safety

of the Russian Academy of Sciences

E-mail: kholodktvich@mail.ru

Общеизвестно, что только биологические методы способны в интегрированном виде, с учетом синергизма действующих факторов, выявлять и прогнозировать любые негативные изменения качества воды, как среды обитания гидробионтов. При этом, аборигенные организмы, выбранные в качестве биоиндикаторов, могут выполнять функцию экологической «мишени» для интегральной оценки опасности загрязнения поверхностных вод. Однако по отношению к конкретизации вредных воздействий (ВВ) сами по себе они выполняют только роль оперативных «сигнализаторов» для последующих решений о виде ВВ с помощью аналитических возможностей физико-химического методов анализа воды. Несмотря на ряд очевидных преимуществ биологических методов раннего обнаружения токсичности воды источника водоснабжения по сравнению с физико-химическими, до настоящего времени ощущается острый дефицит количественных методов, позволяющих проводить непрерывный автоматический биомониторинг токсичности воды с возможностью непосредственного вывода информации на персональный компьютер, в режиме реального времени.

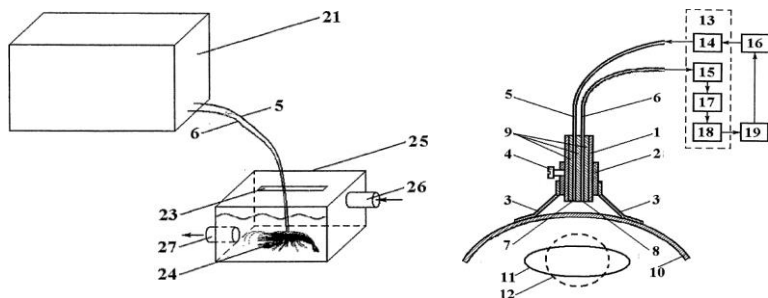
Опыт показывает, что мониторинг природных и очищенных сточных на основе автоматических станций непрерывного действия является самым надежным способом получения объективной и достаточной информации для подготовки и принятия обоснованных управленческих решений, направленных на минимизацию экологических рисков в случае природных и техногенных ЧС, в том числе террористических актов. С этой целью в Санкт-Петербургском Научно-исследовательском центре экологической безопасности РАН (НИЦЭБ РАН) была разработана автоматическая станция непрерывного экологического мониторинга (АСНЭМ). Технические решения запатентованы [1].

Ещё в 1999 году в НИЦЭБ РАН впервые был разработан инструментальный волоконно-оптический метод исследования кардиоактивности бентосных беспозвоночных (ББ), имеющих жесткий панцирь речных раков, моллюсков, который позволяет непрерывно проводить дистанционный (до сотен метров) неинвазивный контроль функционального состояния животных.

Диагностика функционального состояния животных-"мишеней" проводится методом вариационной пульсометрии (ВП), который позволяет исследовать общую вариабельность, сердечного

ритма. Этот метод был разработан и довольно успешно применяется в космической медицине для оценок «степени здоровья» космонавтов и динамики изменения состояния их кардиосистемы в периоды отбора, предполетной подготовки и работы на орбите. К настоящему времени этот метод прошел опытную проверку долговременной, неинвазивной регистрации активности сердца широкого спектра видов морских и пресноводных бентосных беспозвоночных: Crustacea (Decapoda) и Mollusca, не только в лабораторных, но и в полевых условиях.

Информация о состоянии организма выводится к расположенному на поверхности воды или на берегу регистрирующему устройству с помощью тонкого оптического волокна, которое практически не мешает жизнедеятельности наблюдаемого животного (см. рисунок).



Рисунок

Данный физиологический метод чрезвычайно важен для практической реализации непрерывного длительного биомониторинга качества поверхностных вод в реальном времени путем включения живого организма в качестве биосенсора в состав станций типа АСНЭМ.

Базовый вариант станции АСНЭМ позволяет осуществлять в реальном времени и передавать по мобильной связи в Ситуационный центр следующие интегральные физико-химические характеристики качества воды: мутность, цветность (показатель РОВ), температура, рН, удельная электропроводность, с возможностью расширения измеряемых показателей до 32. Таким образом, удалось практически реализовать возможность почти за сутки (за 21,5 часа) до того, как вода от истока придет к водозаборам городских водопроводных станций Санкт-Петербурга оповещать соответствующие службы о важнейших для водоподготовки интегральных характеристиках качества воды источника водоснабжения.

С 2002 года и по настоящее время ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" на одной из крупнейших городских станций биологической очистки сточных вод - Северной Станции Аэрации, с использованием этого метода проводятся испытания пилотной системы раннего биологического оповещения о динамике изменения качества биологически очищенной сточной воды, сбрасываемой в Невскую губу. С декабря 2005 г., основанная на этом методе автоматическая система биомониторинга используется на сооружениях первого подъема водопроводных станций (ВС) Санкт-Петербурга в целях обеспечения экологической безопасности питьевого водоснабжения населения в качестве системы раннего (в реальном времени) биологического оповещения о недопустимом уровне токсичности воды, поступающей на водозаборы ВС, на случай предотвращения чрезвычайных ситуаций, связанных с внезапным случайным или намеренным (терроризм) загрязнением источника водоснабжения. АСНЭМ «БиоАргус» метрологически аттестована - Приказ Росстандарта № 2702 от 27.10.2022 об утверждении типа средства измерения.

В докладе рассмотрены примеры технического исполнения и опыт эксплуатации АСНЭМ.

Литература

[1]. Патент WO 2008/048141 от 24.04.2008 г. Способ биологического мониторинга окружающей среды: варианты и система для его осуществления. / Холодкович С.В., Иванов А.В., Корниенко Е.Л.

НОВЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛООВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Спирин Д.В., М.И. Щербаков¹, генеральный директор

¹ ООО «ИРТИС/IRTIS», 105120, г. Москва, ул. Нижняя Сыромятническая, 11, к.2,
Э-почта: info@irtis.ru.

NEW ASPECTS OF THE USE OF THERMAL NON-DESTRUCTIVE TESTING FOR VARIOUS OBJECTS OF THE AVIATION INDUSTRY

D.V. Spirin, M.I. Shcherbakov¹, CEO

¹ «IRTIS» Ltd, Moscow, e-mail: info@irtis.ru

В основе теплового неразрушающего контроля (ТНК) лежит возможность получения теплового изображения объектов по их инфракрасному излучению возникающего в результате функционирования объекта или внешнего теплового воздействия на объект. По полученным термограммам можно судить о внутренней структуре объекта, в частности, обнаруживать ее различные аномалии, т.е. скрытые дефекты.

Возможность обнаружения скрытого дефекта обусловлена появлением вызванной им локальной неоднородности теплового поля на поверхности объекта контроля, которая изображается на термограмме соответствующим цветом. Основным элементом тепловизионной системы для ТНК является компактная термографическая камера, позволяющая выполнять снимки объекта в инфракрасном диапазоне. Современные термографы обладают высокой разрешающей способностью и имеют возможность выявлять разницу температур на поверхности не менее 0,05 °С.

ТНК используется на различных объектах авиационной промышленности, например:

- для контроля температурных режимов и выявления дефектов авиационных двигателей и лопаток турбин;
- для контроля увлажнения и выявления дефектов углеродных, стеклопластиковых и кевларовых панелей, композиционных и металлических сотовых панелей, экранов, соединенных с композиционными акустическими обшивками, и т. д.
- для выявления дефектов остекления авиационных и космических аппаратов

Одной из таких систем является термограф «ИРТИС-2000С», разработанный на основе многолетнего опыта работы в области создания инфракрасных приборов и с учетом требований, предъявляемых к мобильной аппаратуре, используемой для обеспечения промышленной безопасности на предприятиях атомной, авиационной, космической и нефтегазовой промышленности и т.д.

Литература

1. Власов, А.Б. Модели и методы термографической диагностики объектов энергетики. – М.: Колос, 2006.
2. Дроздов, В.А., Термография в строительстве/ В.А. Дроздов, В.И. Сухарев// - изд. – М.: Стройиздат, 1987.
3. Вавилов, В.П. Неразрушающий контроль, Справочник, 5 т., 1 кн. Тепловой контроль – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2006 г. – С. 9 – 394.
4. Вавилов, В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль. – М.: Издательский дом Спектр, 2009.

ЛОГИЧЕСКАЯ АРИФМЕТИКА ПОТОКОВОЙ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВОЙ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ

В.А.Котцов¹, нс,

¹ «Институт космических исследований РАН», Москва,
э-почта: vladkott@mail.ru

LOGICAL ARITHMETICS OF STREAM PROCESSING OF DIGITAL VIDEO INFORMATION

V.A. Kottsov Space Research Institute RAS, Moscow, e-mail: vladkott@mail.ru

Обработка изображений выполняется сегодня цифровыми системами, которые используют многоядерные технологии. Это увеличивает сложность процессов обработки и синхронизации. Дискретные и квантованные изображения, получаемые матричными фотоприемниками, можно описать бинарными сигналами по уровням квантования. С ними можно прямо оперировать логическими функциями решая различные задачи обработки видеоинформации параллельно по уровням квантования.

Операция сложения видеоинформации осуществляется схемой с логическими операциями И и ИЛИ по уровням квантования. Увеличение динамического диапазона изображения можно получить логическим сложением одновременно полученных снимков с дополняющими градационными характеристиками. Число уровней квантования при этом увеличивается суммарно. Выделение изменений наблюдаемой сцены можно получить логическим вычитанием последовательно полученных изображений. Операция осуществляется той же схемой сложения, но одно изображение инвертируют по уровням квантования операцией НЕ на входе. Показана также возможность умножения двух квантованных значений видеосигналов логическими операциями И с последующим подсчетом числа единичных значений.

Описано стеганографическое решение скрытой передачи видеоинформации с использованием операций логической арифметики при получении изображения. Особенностью логической арифметики является потоковое выполнение операций. Представлены схемы осуществления всех описанных решений.

Литература

1. Котцов В.А. Способ получения изображений с увеличенным динамическим диапазоном: Патент РФ 2578799 // Бюллетень изобретений № 9, 2016
2. Котцов В.А. Увеличение динамического диапазона видеосистемы логическим сложением цифровых изображений // Цифровая обработка сигналов № 3, 2019, с.33-38.
3. Котцов В.А., Котцов П.В. Способ сравнения цифровых изображений: Патент РФ 2673396 // Бюллетень изобретений № 33, 2018.
4. Котцов В.А., Котцов П.В. Оперативное определение изменений наблюдаемой сцены логическим вычитанием цифровых изображений // Цифровая обработка сигналов № 1, 2020, с.49-52.
5. Котцов В.А. Способ умножения чисел в позиционном коде. Патент РФ 2749647 // Бюллетень изобретений № 17, 2021.
6. Котцов В.А., Котцов П.В. Способ скрытой передачи цифровой информации. Патент РФ 2636690 // Бюллетень изобретений № 33, 2017.
7. Котцов В.А., Котцов П.В. Стеганографическое использование структуры сигнала цифрового изображения // Цифровая обработка сигналов № 1, 2021, с. 44- 50.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ СЕНСОРОВ И ОБОРУДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО НАСЛАИВАНИЯ ДЛЯ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

Н.В.Захарова, канд. хим. наук, В.Е. Кусов, аспирант, А.А. Малыгин, д-р хим. наук
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт (техн. университет)»,
«Первый всероссийский инжиниринговый центр технологии молекулярного наплавления»,

э-почта: zakharova@lti-gti.ru

PROMISING COATINGS FOR SENSORS AND MOLECULAR LAYERING EQUIPMENT FOR THEIR PRODUCTION

N.V. Zakharova, PhD, V.E. Kusov, A.A. Malygin, d-r of sciences

Saint-Petersburg State Institute of Technology, St-Petersburg, St-Petersburg,
e-mail: zakharova@lti-gti.ru

Метод молекулярного наплавления (МН), созданный в середине прошлого века в СССР В.Б. Алесковским и С.И. Кольцовым, привлекает все большее внимание не только исследователей, но и промышленных партнеров. Данным методом возможно синтезировать на поверхности твердых тел различных по размеру, геометрии, структуре и составу как монослои, в том числе, многокомпонентные, новые функциональные группы, так и осуществлять поэтапную химическую сборку поверхностных нано-, микро- и макроструктур путем многократного чередования химических реакций по заданной программе [1-3].

В качестве перспективных покрытий для сенсоров представляют интерес целый ряд как индивидуальных, так и смешанных оксидов из ряда TiO_2 , V_2O_5 , Cr_2O_3 , SnO_2 и др., которые часто применяют в виде пленок, нанесенных на поверхность твердофазной подложки [4]. Исследованы сорбционные и индикаторные свойства гранулированных силикагелей, модифицированных обработкой матрицы парами оксохлорида ванадия и воды, которые являются высокочувствительными цветными индикаторами на пары H_2O , H_2S и NH_3 . С использованием метода МН были синтезированы наноструктурированные смешанные пленки $TiO_x - VO_x$, которые являются перспективными для обнаружения O_2 и NO_2 в широком диапазоне концентраций при низких рабочих температурах до $300^\circ C$. Также представлены результаты, полученные при исследовании свойств нанопокрывтий из оксидов титана и алюминия, синтезированных методом МН, на поверхности кварцевых оптических волокон [5].

Выбор того или иного варианта аппаратного оформления процесса МН в значительной степени определяется видом и формой твердофазной матрицы, на поверхности которой необходимо сформировать функциональное нанопокрывтие. При использовании сыпучих материалов целесообразно использовать проточный вариант установки молекулярного наплавления (УМН), а при нанесении нанопокрывтий на поверхность подложек с малым отношением поверхности к объему целесообразно применять вакуумные или проточно-вакуумные установки [6]. В последние годы в рамках выполнения проектов по организации промышленного производства УМН проточно-вакуумного типа совместно с ООО «Ботлихский радиозавод» разработана конструкторская и технологическая документация и создана серия опытных образцов промышленных УМН.

1. Кольцов С.И., Алесковский В.Б. Журн. Физ.Хим. 1968. Т. 42. С. 1210.
2. Малыгин А. А. и др. Синтез методом молекулярного наплавления и функциональные свойства металлоксидных нанопокрывтий на поверхности оптических волокон // ЖПХ. 2018. № 1. С. 17–27.

УНИКАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

Г.Г. Зегря¹, А.А. Карпова¹, В.М. Фрейман¹, Е.В. Шашков³, А.Г. Зегря¹, Н.С. Воробьев³,
Г.Г. Савенков^{1,2}, В.П. Улин¹,

¹Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский государственный технологический институт (техн. университет),

³Институт общей физики им. А. М. Прохорова РАН, Москва

Пористый кремний (ПК) считается одним из перспективных материалов для изготовления химических сенсоров и привлекает большое внимание разработчиков различных газовых сенсоров на его основе [1]. Авторы работы [2] разработали датчик газа с улучшенной селективностью на основе ПК, в котором информация о концентрации детектируемых газов регистрировалась по изменению значения емкости датчика и коэффициента отражения относительно внешних адсорбентов. В работе [3] описан простой метод обнаружения NO₂ при комнатной температуре путем измерения сопротивления сенсора с использованием программируемого цифрового мультиметра.

Однако, создание пористого кремния позволяет формировать новые композитные материалы с уникальными характеристиками. Оптически такие композиты обладают чувствительностью к длине волны возбуждения экзотермической реакции и быстрым откликом. Тем не менее кинетика вспышки взрывчатого превращения, особенно в период после достижения максимальной интенсивности вспышки, и ее спектр все еще недостаточно изучена. Впервые показано, что при взрывчатом превращении композитов на основе пористого кремния с перхлоратными окислителями был обнаружен новый эффект: интенсивность, сопровождающая взрывчатое превращение, достигает максимального значения за десятки микросекунд с момента возбуждения взрывчатого превращения, далее наблюдается резкий провал интенсивности до нулевого уровня, длящийся десятки микросекунд (“нулевая полка”), и в заключение происходит одновременное излучение коротких светового и электромагнитного импульсов. Регистрируемая ширина линии излучения порядка 1 нм позволяет интерпретировать световой импульс как лазерный эффект. Обсуждаются условия, при которых происходит наблюдение “нулевой полки”, возможная причина ее возникновения, а также механизм излучения короткого светового импульса [4].

Литература

1. Levitsky I.A, Porous silicon structures as optical gas sensors, *Sensors* 15 (8) (2015) 19937-19967.
2. Manakov S.M., Sagidolda Ye, Investigation of the physical properties of nanoscale porous silicon films, *Physical Sciences and Technology* (1) (2015) 4-8.
3. Yan D., Hu M., Li S., Liang J., Wu Y., Ma S. Electrochemical deposition of ZnO nanostructures onto porous silicon and their enhanced gas sensing to NO₂ at room temperature, *Electrochimica Acta* 115 (2014) 297-305.
4. Зегря Г.Г., Шашков Е.В. Карпова А.А., Воробьев Н.С., Фрейман В.М., Зегря А.Г., Соломонов Ю.С. Лазерный эффект при взрыве пористого кремния. (2021) Письма в ЖЭТФ, том 114, вып. 4, с. 263 – 268.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АПЕРИОДИЧЕСКОГО ПОРЯДКА ПРИ СОЗДАНИИ СЕНСОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ

А.Е. Мадисон¹, к.ф.-м.н., П.А. Мадисон^{1,2}

¹ Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
С-Петербург, e-mail: amadison@hse.ru, alex_madison@mail.ru

² Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»,
С.-Петербург, e-mail: pmadison@hse.ru, palmadis@mail.ru

OPPORTUNITIES OF APERIODIC ORDER FOR THE DEVELOPMENT OF SENSOR MATERIALS AND DEVICES

A.E. Madison¹, PhD, P.A. Madison^{1,2}

¹ National Research University – Higher School of Economics, St. Petersburg campus,
St-Petersburg, e-mail: amadison@hse.ru, alex_madison@mail.ru

² Saint Petersburg Electrotechnical University “LETI”,
St. Petersburg, e-mail: pmadison@hse.ru, palmadis@mail.ru

Одним из перспективных направлений использования аперидического порядка является создание материалов с эффектом оптического и акустического маскирования («шапки-невидимки»), которые могут стать основой для создания материалов следующего поколения стелс-технологий [1]. Особое значение приобретают икосаэдрические фотонные квазикристаллы, детерминированные аперидические структуры и метаматериалы из неатомарных субъединиц, самоподобные 2D-структуры с симметрией высокого порядка.

Для описания икосаэдрических квазикристаллов нами разработан теоретический подход, основанный на использовании четырех тиров «золотых» зонэдров в качестве квазиэлементарных ячеек [2,3]. Отличие от обычных кристаллов состоит лишь в том, что используются четыре элементарных ячейки вместо одной и итерационный алгоритм инфляций/дефляций вместо трансляций. Реализованный компьютерный алгоритм позволяет генерировать структуры достаточно больших размеров для целей нанофотоники. Также получены аналоги разбиения Пенроуза с симметрией 7-го порядка и выше [4].

Согласно предположению Дайсона, распределение нетривиальных нулей ζ -функции Римана может рассматриваться как одномерный квазикристалл. На основе теоретического анализа [5] нами показана принципиальная возможность создания интерференционного прибора нового типа – дифракционной аперидической квазирешетки.

Литература

1. S.V. Boriskina. Making invisible materials // Nature Photon., 2015, 9, 422-424.
2. A.E. Madison, P.A. Madison. Looking for alternatives to the superspace description of icosahedral quasicrystals // Proc. Roy. Soc. A, 2019, 457, #20180667.
3. A.E. Madison, P.A. Madison. Structure of icosahedral quasicrystals within the multiple-cell approach // Struct. Chem., 2020, 31, 485–505.
4. A.E. Madison. Constructing Penrose-like tilings with 7-fold symmetry // Struct. Chem., 2018, 29, 645–655.
5. A.E. Madison, P.A. Madison, S.V. Kozyrev Aperiodic crystals, Riemann zeta function, and primes // Struct. Chem., 2022, DOI: 10.1007/s11224-022-01906-2.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

А.Ю. Зайцева¹, к. ф-м. н., В.С. Сибирцев^{1,3}, к.х.н., В.В. Романова^{1,2}

¹ Институт аналитического приборостроения РАН, Санкт-Петербург, e-mail: venjo@mail.ru

² Санкт-Петербургский государственный технологический институт, Санкт-Петербург

³ Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет, Санкт-Петербург, e-mail: anna@da-24.ru

INTELLIGENT SENSOR SYSTEMS FOR MEDICAL AND BIOLOGICAL RESEARCH AND FOOD INDUSTRY

A. Yu. Zaitseva¹, PhD, V.S. Sibirtsev^{1,3}, PhD, V.V. Romanova^{1,2}

¹Institute of Analytical Instrumentation, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, e-mail: venjo@mail.ru

² St. Petersburg State Institute of Technology, St. Petersburg

³ St. Petersburg State University of Chemistry and Pharmacy, St. Petersburg, e-mail: anna@da-24.ru

Разработана и исследована интеллектуальная потенциометрическая система для анализа жидких сред. Система включает в себя математическую модель машинного обучения и набор из 6-и миниатюрных измерительных ячеек, включающих в себя поливинилхлоридные-мембранные электроды, селективные к присутствию в анализируемых растворах H^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- , NO_3^- и др. ионов, и одной центральной «опорной» ячейки с хлорсеребряным электродом сравнения. Проведена апробация системы, подтвердившая пригодность потенциометрической мультисенсорной системы для анализа ионного состава биологических сред и пищевой продукции.

Литература

1. Михельсон К.Н. Электрохимические сенсоры на основе ионофоров: современное состояние, тенденции, перспективы. - Российский химический журнал. 2008. Т. LII. № 2. С. 30–36.
2. Власов Ю.Г., Ермоленко Ю.Е., Легин А.В., Рудницкая А.М., Колодников В.В. Химические сенсоры и их системы. - Журнал аналитической химии. 2010. Т. 65. № 9. С. 900–919.
3. Власов Ю.Г. Химические сенсоры. - Проблемы аналитической химии. Т. 14 -М.: Наука, 2011. 399 с.
 4. Sibirtsev V.S., Olekhovich R.O., Samuylova E.O. Assessment of integral toxicity of water resources by instrumental methods of analysis. - SGEM Conference Proceedings. 2017, V. 17. № 61. P. 507–514.
 5. Kokina M.S., Frioui M., Shamtsyan M., Sibirtsev V.S., Krasnikova L.V., Konusova V.G., Simbirtsev A.S. Influence of pleurotus ostreatus beta-glucans on the growth and activity of certain lactic acid bacteria. - Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry. 2018. V. 19. № 4. P. 465–471.
 6. Гузенко М.М., Зайцева А.Ю. Интеллектуальная сенсорная система ранжирования ионного состава грудного молока. - Научное приборостроение. 2022. Т. 32. № 4. С. 58–67.

АДАПТИВНЫЙ МУЛЬТИПЛЕКСНЫЙ ОПРОС МАССИВОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛАХ КОРАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Г.П. Ситников¹, Г.Я.Буймистряк², д-р техн. наук, профессор

¹АО «Концерн «НПО«Аврора», С.-Петербург, эл. почта: george_sitnikov@mail.ru.

² «Техническая Академия Росатома», С-Петербург, эл. почта: bgy812@mail.ru.

ADAPTIVE MULTIPLEX INTERROGATION OF ARRAYS OF OPTICAL FIBER SENSORS IN MEASURING CHANNELS OF SHIP CONTROL SYSTEMS

G.P. Sitnikov¹, G.Y. Buimistruk⁵ - Dr. Sc. sciences, professor

¹JSC "Concern" NPO "Aurora", St.- Petersburg, e-mail: george_sitnikov@mail.ru.

²Technical Academy of Rosatom, St. Petersburg. E-mail: BGY812@mail.ru.

Перспективным направлением развития морского приборостроения является переход от применения датчиков, информация от первичных преобразователей которых передается посредством электрических сигналов (ток, напряжение) к применению волоконно-оптических датчиков (ВОД) и, далее, всеоптических измерительных систем. ВОД обладают неоспоримыми преимуществами, по сравнению с датчиками и сигнализаторами, традиционно применяемыми в отечественных системах управления техническими средствами (СУТС) морских подвижных объектов.

На современном этапе развития техники имеются все необходимые предпосылки для осуществления перехода к применению ВОД и устройств их опроса в составе аппаратуры измерительных каналов корабельных систем управления.

Дан обзор применяемых в различных отраслях промышленности типовые методы опроса массивов ВОД, подчеркнуты достоинства, указаны недостатки, существенным образом ограничивающие возможность применения типовых методов опроса ВОД при построении измерительных каналов перспективных корабельных СУТС.

Приведены основные особенности измерительных каналов корабельных СУТС, влияющие на выбор типа ВОД (включая тип измерительного преобразователя), предельное количество ВОД в составе измерительной системы, частоту их опроса, а также максимальные длины оптоволоконных линий с размещенными ВОД.

Предложен к рассмотрению метод адаптивного мультиплексного опроса массивов точечных ВОД, как альтернативный существующим методам.

Приведено определение метода, отражены обеспечиваемые внедрением метода возможности, создающие предпосылки для создания перспективной измерительной системы (ИС) в составе корабельной СУТС.

Показана, исходя из отмеченных свойств измерительных каналов корабельных СУТС, целесообразность проектирования аппаратуры перспективных СУТС с учетом положений метода в целях обеспечения адаптивного опроса массивов ВОД, размещаемых в переключаемых каналах, коммутируемых ко входу устройства опроса в произвольной в общем случае последовательности.

Приведены обобщенные функциональная и структурная схемы ИС.

Изложено назначение составных частей ИС, основные принципы функционирования и взаимосвязь между ними. Описаны предполагаемые режимы функционирования ИС.

Отмечены ключевые возможности ИС, обеспечиваемые благодаря структуре ИС и функциональным особенностям ее составных частей. Показаны преимущества ИС на основе метода адаптивного мультиплексного опроса массивов ВОД, по сравнению с измерительными системами на основе типовых методов опроса ВОД.

Литература

1. Буймистряк Г. Я. О современных физических пределах мультиплексирования внутрисвето-водных массивов волоконно-оптических датчиков //Датчики и системы. – 2015, №4. - С.36-39.
2. Кульчин Ю.Н., Бабин С.А., Шелемба И.С. и др. Спектрально-временное детектирование сигналов ВБР с помощью метода оптической временной рефлектометрии //Фотоника. –2008, №3. – С.18-19.
3. Буймистряк Г.Я., Рогов А.М., Агафонова Д.С. Волоконно-оптические соединения повышенной плотности для многоканальных измерений //Фотоника. –2011, №4. – С.28-31.
4. Басиладзе Г.Д., Бержанский В.Н., Долгов А.И. Электро –и магнитооптические переключатели для волоконно-оптических сетей связи //Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского, серия «Физико-математические науки». 2012, № 1. - С. 140-159.
5. Горбачев А.А., Кортаев В.В., Ярышев С.Н. Твердотельные матричные преобразователи и камеры на их основе // Изд. Ун-та ИТМО. - 2013. – С.36-44.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОПТОВОЛОКОННЫХ ДАТЧИКОВ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ ПАК ОБРС «ДУНАЙ»

В.О. Кислицын, Технический директор
«Т8 Сенсор», Москва,
э-почта: kislitsyn@t8.ru

APPLICATION OF DISTRIBUTED FIBER-OPTIC SENSORS SYSTEMS FOR VIBROACOUSTIC MONITORING BASED ON “DUNAY”

V.O. Kislitsyn, Technical Director
«T8 Sensor», Moscow,
e-mail: kislitsyn@t8.ru

В современном мире всё большую актуальность приобретает задача охраны и мониторинга периметральных и протяжённых объектов. Данная задача исключительно важна, поскольку в охране зачастую нуждаются стратегически важные государственные территории, военные объекты, границы государств. Одно из наиболее современных решений для скрытного и высокочувствительного контроля активности в охраняемой зоне – система "Дунай" компании Т8 Сенсор, основанная на использовании когерентного рефлектометра.

Развитие когерентной рефлектометрии привело к возникновению нового типа периметральных охранных систем, где в качестве датчика вибрации используется обычное оптическое волокно в подземном кабеле (например, свободное волокно в кабеле связи). Перемещение людей или техники, выполнение земляных работ вызывают вибрацию грунта, которая передаётся кабелю и детектируется системой мониторинга. Анализ сигнала, поступающего в систему, позволяет не только обнаружить наличие активности в охранной зоне, но и классифицировать источник воздействия.

Система "Дунай" представляет собой шасси 3U, которое монтируется в стандартную 19” стойку, рис. 1. Система включает: специализированный комплекс обработки большого объема данных (1 Gb/s), приёмо-передающий модуль, модуль усилителей, блок управления, встроенный компьютер, два блока питания.



Рис. Внешний вид системы "Дунай"

В качестве датчика (чувствительного элемента) используется стандартное телекоммуникационное одномодовое волокно в проложенном вдоль периметра волоконно-оптическом кабеле. При проведении работ или перемещении объектов вблизи проложенного кабеля вибрация грунта передаётся кабелю и волокну, что вызывает изменения в рефлектограмме (т.е. в картине рассеянного назад оптического сигнала). По изменениям можно с высокой точностью определить место и характер воздействия.

При приближении человека или автомобиля к границе охраняемого объекта, при проведении земляных работ вблизи охраняемого объекта, "Дунай" формирует сигнал тревоги и передает информацию о месте происшествия. Информация о месте происшествия может быть использована другими охранными системами. Помимо применения в грунте возможно применение в воде для контроля движения механизированных средств на границе охраняемого объекта.

Система обеспечивает отображение в реальном времени мест воздействий при мониторинге линии с привязкой к географической карте или плану, хранение архива событий. Поддерживается удаленный доступ и управление. Для интеграции "Дуная" с другими системами безопасности предоставляется API.

Чувствительность системы к внешним воздействиям зависит от типа воздействия, физических характеристик кабеля (конструкции, глубины укладки), состояния грунта. В среднем, движение тяжёлой гусеничной техники и механизированные земляные работы надёжно детектируются на расстоянии до 150 м от кабеля, движение автомобиля – до 30 м, движение пешехода – до 5 м от кабеля.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

М.Ю. Федотов^{1,2}, к.т.н.

¹Институт автоматики и электротриетрии Сибирского отделения РАН, Новосибирск

²Российская инженерная академия, Москва, э-почта: fedotovmyu@gmail.com

FEATURES OF APPLICATION OF FIBER-OPTIC SENSORS FOR MONITORING PILE FOUNDATIONS IN THE CONDITIONS OF THE FAR NORTH

M.Yu. Fedotov^{1,2}, PhD

¹Institute of Automation and Electrometry of the Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk

²Russian Academy of Engineering, Moscow, e-mail: fedotovmyu@gmail.com

Вопросам обеспечения безопасности эксплуатации промышленных объектов в суровых условиях Крайнего Севера уделяется особое внимание [7]. Это обусловлено тем, что в настоящее время степень износа свайных фундаментов и иных несущих конструкций подобных сооружений варьируется в широких пределах, в т.ч. из-за неравномерного растепления грунтов, а, следовательно, требуется применение современных диагностических комплексов, позволяющих отслеживать изменения технического состояния конструкции с заданной частотой, в перспективе – в режиме реального времени.

Стоит отметить, что в рассматриваемом случае, требуется применение комплексных систем мониторинга, позволяющих оценивать, как действующие значения деформаций и температур в элементах конструкций, например, с помощью волоконно-оптических систем мониторинга, так и учитывать их фактические повреждения в реальных условиях эксплуатации, включая растепление грунтов.

Для проведения экспериментальных исследований был выбран объект мониторинга (ОМ) – промышленное здание на свайном фундаменте, расположенное в Норильском промышленном районе. По результатам обследования ОМ в 2022 г. были разработаны конструкции измерительных устройств (ИУ) на металлических подложках с установленными волоконно-оптическими датчиками на основе волоконных брегговских решёток [8], разработана топология ИУ на ОМ, проведены работы по монтажу и запуску волоконно-оптической системы мониторинга [9].

Результаты

проведенных исследований свидетельствуют об эффективности предложенных технических решений для обеспечения безопасности эксплуатации ОМ.

Литература

1. Сазонов А.Д., Комаров Р.С., Передера О.С. Разлив нефтепродуктов в Норильске 29 мая 2020 года: предполагаемые причины и возможные экологические последствия // Экология. Экономика. Информатика. Сер.: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. 2020. Т. 1. № 5. С. 173–177.
2. Ларин А.А., Федотов М.Ю. Исследование конструктивных параметров измерительных устройств для волоконно-оптической системы мониторинга свайных фундаментов в условиях Крайнего Севера // Пром. и граждан. строительство. 2023. № 1. С. 43–50.
3. Федотов М.Ю., Ларин А.А. Особенности формирования пространственной топологии волоконно-оптической системы мониторинга свайных фундаментов в условиях Крайнего Севера // Контроль. Диагностика. 2023. Т. 26. № 2. С. 42–51.

ПЬЕЗОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СЕНСОРНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Е.А. Панич, Л.А. Дыкина, А.Ю. Малыхин

НКТБ «Пьезоприбор» ЮФУ, г. Ростов-на-Дону,

э-почта: panich@sfedu.ru

PIEZO TECHNOLOGIES FOR THE DEVELOPMENT OF SENSOR INSTRUMENTATION

E.A. Panich, L.A. Dykina, A. Yu Malykhin

NCTB «Piezopribor» SFU, Rostov-on-Don,

e-mail: panich@sfedu.ru

Сформулированная в первой половине 90-х годов прошлого века концепция «умных» материалов и структур предусматривала создание различных технических систем, у которых датчики, актуаторы и механизмы управления могли бы быть интегрированы в материалы. Разработка и применение таких материалов и структур имеет исключительное значение для безопасности, обороны, освоения космоса, энергетики, транспорта, коммуникационных технологий, здравоохранения и т.д.

Для обеспечения ключевых задач XXI века была сформулирована новая концепция - концепция **структроники**, для реализации которой требуются изделия и структуры с высоким уровнем функциональности, так называемых «интеллектуальных структурных систем», способных реагировать на воздействие внешних факторов.

Функционирование «интеллектуальных структурных систем» невозможно без таких ключевых элементов, как: сенсоры, актуаторы и электроника, которые позволяют «умной» структуре собирать информацию о внешних воздействиях.

Пьезоэлектрическая керамика (в основном ЦТС — цирконат-титанат свинца) будет являться основным материалом для пьезоэлектрических датчиков и твердотельных актуаторов в ближайшей и среднесрочной перспективе, что требует проведения исследований по улучшению пьезоэлектрических параметров существующих составов пьезокерамики, повышению ее температурной стабильности, а также использования в составе новых перспективных материалов, таких как ЦТС-тонкие пленки, пьезоволокна, пьезокомпозиты (в том числе макроволоконные композиты), и т.п.

В НКТБ "Пьезоприбор" Института высоких технологий и пьезотехники Южного федерального университета (ИВТ и ПТ ЮФУ) был проведен комплекс работ, позволивший впервые в отечественной практике сформулировать физико-химические основы и разработать комплекс технологических методов для получения:

1. На основе ЦТС-материала с управляемой пористостью - пьезопреобразователи с высокой пьезочувствительностью и высокой механической прочностью для перспективных задач гидроакустики.

2. На базе отечественного сегнетомягкого ЦТС-материала - композитные преобразователи для разработки устройств пьезоактуации (адаптивная оптика, информационно-измерительные и управляющие системы).

Показаны способы конструирования пьезоактуаторов с заданными свойствами с использованием:

- шликерного литья для получения пленочных пьезоэлементов до 50-100 мкм;
- метода автоматизированной резки монолитных пьезоблоков на тонкие твердотельные пластины до 100 мкм-1мм [3].

Приведены результаты исследований образцов пьезоактуаторов, полученных по технологии шликерного литья и представлены матрицы пьезоактуаторов для управляемых элементов деформируемых зеркал в адаптивной оптике.

По итогам настоящих исследований в НКТЬ «Пьезоприбор» ЮФУ отработана технология совместного спекания многослойного актуатора на основе высокoeffективного пьезоматериала ПКП-12 с использованием отечественного сырья.

Литература

1. А.Е. Панич. Пьезокерамические актуаторы. Ростов-на-Дону: ЮФУ, 208. 159 с
2. Е.А. Панич, Л.А. Дыкина, Р.А. Байдаров, В.А. Бардин. Исследование процесса шликерного литья тонкопленочных элементов системы ЦТС - Сборник трудов III молодежной всероссийской научной конференции с международным участием «Актуальные проблемы пьезоэлектрического приборостроения» (20 – 23 сентября 2021 г.). – Ростов-на-Дону: Фонд науки и образования, 2021. – 296 с.
3. А.А. Панич, Л.А. Дыкина, А.Ю. Мальхин, А.В. Скрылёв, Р.А. Байдаров, Е.А. Панич. Высокоэффективный многослойный актуатор для устройств микро и нанопозиционирования.- Сборник трудов XVI Всероссийской научно-практической конференции и XII молодежной школы-семинара «Перспективные системы и задачи управления» (п. Н. Архыз - п. Домбай, 05-09 апреля 2021 года). - Ростов-на-Дону: ИП Марук. - С. 247-254
4. В.В. Немыкин, А.И. Бурханов, А.Е. Панич, Л.А. Дыкина, А.В. Скрылев. Сегнетомягкий материал на основе ЦТС, электрофизические и механические свойства в широком диапазоне температур. // Инженерный вестник Дона, электронный журнал, № 12, 2021.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО КНИ ТЕНЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДАВЛЕНИЯ С ИЗОЛИРОВАННОЙ 3D КРЕМНИЕВОЙ ТЕНЗОРАМКой ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ УПРУГИХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ЧИПЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Л.В.Соколов , д-р техн. наук

Жуковский филиал АО «Раменское приборостроительное конструкторское бюро»
140180 г. Жуковский, Московской области, ул. Туполева, дом 18
Филиал МАИ «Стрела», 140180, г. Жуковский, Московская обл., ул. Жуковского 8
э-почта: sokolov@niiiao.ru

OPTIMIZATION OF THE MICROELECTROMECHANICAL PRESSURE STRAIN CONVERTER DESIGN WITH AN ISOLATED 3D SILICON TENSOR FRAME BY THE DISTRIBUTION OF ELASTIC STRESSES ON THE CONVERTER CHIP

L.V. Sokolov, d-r of sciences

Zhukovsky branch of JSC "Ramenskoye Devise Design Bureau" 140180 Zhukovsky, Moscow
region, Tupolev str., house 18.
Branch of MAI "Strela", 140180, Zhukovsky, Moscow region, Zhukovsky str., house 8
e-mail: sokolov@niiiao.ru

Оптимизации конструкции тензопреобразователя выполнялась с целью обеспечения высокой тензочувствительности и требуемой линейности преобразовательной характеристики МЭМС тензопреобразователя давления [1] и заключалась в определении координат позиционирования 3D тензорамки - симметричный измерительный мост Уинстона – в областях мембраны с равной тензочувствительностью.

На ранних этапах проектирования использовались методы компьютерного моделирования в COMSOL FEMLAB и моделирования методом конечных элементов в среде Mat lab [2]. По результатам моделирования было установлено, что максимум тензочувствительности находится вблизи границы раздела тензорамки с мембраной. С учётом результатов моделирования [2] были разработаны и изготовлены чипы инновационных тензопреобразователей давления [1].

Для экспериментальных исследований распределения статических упругих напряжений на чипе преобразователя методом Рамановской спектроскопии использовался дисперсионный микроскоп комбинационного рассеяния SENTERA Bruker Optics [3].

По результатам исследования установлен характер распределения статических упругих напряжений в локальных областях микромеханической структуры чипа КНИ тензопреобразователя давления с максимумами напряжений на боковых гранях {111} рамки вблизи границы их пересечения с плоскостями {100}, а также определены величины и знаки

напряжений – напряжения сжатия. Установлено примерное совпадение интервалов изменения величин предельных напряжений и знака напряжений с известными кремниевыми структурами [4]. Результаты исследований локальной области микромеханической структуры позволили определить области повышенных упругих напряжений по границам раздела мембраны (100) с гранью [111] вблизи мембраны и на поверхности грани [111], а также локальные области пониженных напряжений на поверхности мембраны вблизи продольной оси симметрии рамки, рисунок 1.

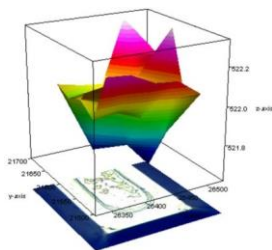


Рис. 1. Распределение упругих напряжений на чипе КНИ тензопреобразователя давления вблизи границ раздела тензорамки с мембраной по изменению волнового числа пика.

Полученные результаты подтверждают известную теорию микромеханики о повышенных уровнях напряжений на рельефных участках мембранной структуры, являющихся концентраторами упругих напряжений, а также соответствуют результатам моделирования упругих напряжений тензопреобразователя методом конечных элементов [2].

Литература

1. Л.В. Соколов. Инновационный высокостабильный микроэлектромеханический датчик давления на основе КНИ гетероструктуры «изолированная 3d кремниевая тензорамка на кремнии» для жёстких условий эксплуатации. Тезисы докладов 3-го всесоюзного конгресса по сенсорному приборостроению «Сенсорное слияние 2021» 27-28 мая 2021 г., Санкт-Петербург, с.14.
2. Sokolov L.V. , Agafonova N.A. Computer modeling of elastic tension fields of MEMS tensoconverters with micro-perforated membrane structure // Proc. Int. Conf. Micro- and Nano electronics. Moscow, 2016, p.160.
3. L.V. Sokolov. Studying the Elastic Stresses at the Edges of a Section of the SOI Heterostructure of a Micro-Electromechanical Pressure Transducer with an Isolated Tensoframe. ISSN 1062-8738, Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 2019, Vol. 83, No. 11, pp. 1345–1348. © Allerton Press, Inc., 2019.
4. Woo Sik Yoo at al. Multiwavelength Raman characterization of silicon stress near through-silicon vias // J.Micro/Nanolith. MEMS MOEMS. 2014. 13(1). 011205. 23pp.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ УПРАВЛЕНИЯ «РОЕМ» БЕСПИЛОТНЫХ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

В.А.Хакулов¹, д-р техн. наук, В.А. Шаповалов¹, д-р ф.-м. наук, В.В. Яхеев², к.т.н., Р.Р. Дабагов, К.А. Занкишиев¹,

¹Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова, 360004 г. Нальчик, ул. Чернышевского 173, e-mail: ykh21@yandex.ru,

²Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС РФ, e-mail: yakvaleri@yandex.ru

INTELLIGENT COMPLEXES FOR CONTROL OF THE "SWARM" OF UNMANNED MINING DUMP TRUCKS

V.A. Khakulov¹, d-r of Technical sciences, V.A. Shapovalov¹, d-r of Ph.-M., V.V. Yaheev², PhD, R.R.Dabagov, K.A. Zankishiev¹, e-mail: ykh21@yandex.ru

¹Kabardino-Balkar State University named after H.M. Berbekov, Nalchik,

²St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation, e-mail: yakvaleri@yandex.ru

Ведущие производители беспилотных карьерных автосамосвалов совершенствуют технологичность отработки маршрутов движения, без адаптации роботизации перевозки горной массы к процессам горных работ. Главной проблемой остается низкое использование автомобильного транспорта. Минимальные резервы повышения ритмичности отгрузки горной массы оцениваются на уровне 15-25%. Факторы изменчивости массивов горных пород по структурным и прочностным свойствам не позволяют заранее предвидеть возможное снижение ритмичности погрузки горной массы для оперативного перераспределения автосамосвалов между забоями. Предлагается мониторинг, динамическое районирование забоев и управление распределением автосамосвалов в режиме реального времени, которые ведутся с помощью специального аппаратно-программного комплекса (АПК). Модули АПК размещаются на ковше и в кабине экскаватора. Используемый метод однозначно определяет производительность экскаватора через оценку конкретных параметров экскаваторного забоя. Конструкция АПК содержит инерционный блок (IMU), измеряющий ориентацию в пространстве ковша экскаватора и энергетические параметры черпания. Ценность настоящих исследований подтверждена в результате практических экспериментов.

Литература

1. Патент РФ №2738919 от 18.12.2020г. Способ районирования экскаваторных забоев для управления работой экскаваторно-автомобильных комплексов.//В.А. Хакулов, В.Н. Игнатов, В.А. Шаповалов, А.Г.Секисов, М.В. Игнатов, Ж.В. Карпова.
2. Хакулов В.А., Шаповалов В.А., Игнатов В.Н., Игнатов М. В., Карпова Ж. В. Совершенствование управления горными комплексами экскаватор-автосамосвал на основе интеллектуальных систем мониторинга // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 5 (специальный выпуск 1). – С. 38–51. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_5_1_37.
3. Khakulov, V.A., Shapovalov, V.A., Ignatov V.N., Ignatov M.V., Karpova Z.V., Yaheev V.V. Digital transformation of operational data of intelligent hardware and software systems for automation and robotization of mining operations //2022 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies, с. 80-85

ФОНДОВО-РЕСУРСНАЯ МОДЕЛЬ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ (ФМХ) – ОСНОВА ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ НАУКОЁМКИХ ПРОЕКТОВ

¹Ю.Н. Забродоцкий, д-р. экон.наук,

¹Международная академия информатизации, Москва

²Г.Я. Буймистряк, д-р техн. наук,

²Техническая академия Росатома, Санкт-Петербург,

¹э-почта: zun44@yandex.ru

THE STOCK AND RESOURCE MANAGEMENT MODEL IS THE BASIS FOR THE IMPLEMENTATION OF KNOWLEDGE-INTENSIVE PROJECTS

¹Yu.N. Zabrodotsky, Dr. econ. I International Academy of Informatization, Moscow

G.Ya. Buimistryuk, Dr of techn. Sciences, The Technical Academy of Rosatom, St. Petersburg,

¹e-mail: zun44@yandex.ru

Целеполаганием у общества и фонда имени Христофора Семёновича Леденцова являлось не максимизация прибыли, а достижение наибольшей пользы. Леденцов решил ключевую социально-экономическую проблему: сопряжение личного и общественного на основе равенства без уравниловки.

Задачи их деятельности состояли не в накоплении богатства, а в обеспечении достатка (довольства) согласно русской пословице: **«Богат не тот, у кого много, а тот, кому довольно»**.

По сути дела, общество и фонд Христофора Леденцова осуществляли общинные принципы ведения хозяйства, сохранившиеся у русских тружеников – «минимум расходов на себя и максимум средств для общества». Такой подход к выполнению проектов в итоге стал известен миру как фондово-ресурсная модель хозяйствования (ФМХ).

Возможности практического применения методологии ФМХ в прикладной науке и в различных отраслях экономики, а также в оборонно-промышленном комплексе убедительно обоснованы российскими учёными экономистами и поддержаны учёными-экономистами Союзной Государства [1].

Рассмотрен принцип действия ФМХ: путем предоставления (объединения) факторов (долей) их владельцами в целевой проект, который становится общедолевым. При этом отчуждения собственности на доли (факторы) не происходит. В результате образуется полная солидарная модель стоимости, когда внутри ФМХ цепочка стоимости собирается вне операций купли-продажи, а конечному потребителю и госбюджету - через куплю-продажу. Собственно, денежные отношения возникают только на финише цепочки стоимости. Обеспечение наукоёмких проектов по разработке, производству осуществляется без коррупции (!) способом «капельного» финансирования.

Показана возможность применения ФМХ в научных разработках, сельском хозяйстве и в оборонно-промышленном комплексе, например, что производство автомобиля по методу ФМХ на 40% дешевле (!) чем производство такого же автомобиля по традиционному методу. Поэтому ФМХ – ключевой элемент **малозатратной** экономики.

Юридические формы для ФМХ в рамках нашего законодательства – договор о совместной деятельности - консорциуме, общество на вере (вкладами являются фондируемые обязательства участников в проекте или производстве) и народные (артельные) предприятия. Опираясь на сохранившуюся белорусскую экономику как на точку опоры Архимеда, Союзное Государство, выступая как общесоюзный рычаг, и воспитывая нашу молодёжь альтруистическим принципам совместной деятельности, вновь явит всему миру пример бурного развития 1929 – 1955 годов - настоящего русского экономического чуда [2].

Литература

- [1]. Буймистряк, Г.Я. Принципы и предпосылки построения гармоничной экономики Союзного государства Белоруссии и России. // Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты реализации и перспективы: сб. науч. ст. / Ин-т экономики НАН Беларуси. – Минск, 2021. Т. 1. - С. 48-53.
[2]. Кристалл роста: к русскому экономическому чуду / А. С. Галушка и др. – М.: 2021 – 360 с.

О ВНЕДРЕНИИ ДВУХКОНТУРНОГО ДЕНЕЖНОГО ОБРАЩЕНИЯ В РЕАЛЬНУЮ ЭКОНОМИКУ РОССИИ

В.Е. Чабанов

д-р техн. наук, профессор, г. Волгоград,

э-почта: vtchabanov@mail.ru

ABOUT THE INTRODUCTION OF TWO-CIRCUIT MONETARY CIRCULATION IN THE REAL ECONOMY OF RUSSIA

V.E. Chabanov

, Doctor of Technical Sciences, Professor, Volgograd,

Современное использование одной формы денег, что из-за разной скорости их оборота и приносимой ими прибылью в разных секторах экономики, приводит к перманентному дефициту финансовых ресурсов в реальной экономике. Вследствие этого, производственные предприятия вынуждены брать кредиты. В связи с чем объём мирового долга уже достиг \$246 трлн. Это абсолютный кредитный рекорд: 320% мирового ВВП. В результате доля финансового сектора в перераспределении прибыли за последние 30 лет выросла с 5% (нормальной ставки посредника) до 50 % и больше. Поэтому доходность финансового капитала больше по сравнению с промышленным, к всё нарастающей борьбе между ними, к стагнации производства, сокращению платёжеспособного производственного рынка и понижению продуктивности всего мирового хозяйства.

Особенно тяжёлая ситуация сложилась в России, в которой до 80% доходов промышленных предприятий идёт на погашение их кредитной задолженности. Вследствие этого у предприятий исчезли собственные оборотные средства, они не способны развиваться, работать в полной мере со своими возможностями, платить людям достойные зарплаты. А поэтому до половины всех производственных мощностей в стране простаивают. И особенно остро проявляется это в условиях ведущейся против нас Западом перманентной войны за наше уничтожение.

В СССР в тридцатые годы, когда требовалось осуществить индустриализацию страны, но ни собственных, ни зарубежных инвестиций для этого не было. Выход был найден путём введения дополнительных безналичных денег, предназначенных исключительно для производства и не допускаемых на потребительский рынок. Денежный дефицит был устранён, в короткий срок осуществлена индустриализация страны и победа в Великой отечественной войне, осуществлено послевоенное восстановление страны и проведена успешная социальная политика.

Разумеется, что сейчас восстановить двухконтурное денежное обращение сложно. Раньше вся собственность принадлежала и управлялась государством, а само оно было нацелено на повышение могущества страны и жизненного уровня населения. А сейчас большая часть собственности принадлежит частникам, заинтересованным только в собственной прибыли, а менеджеры не способны эффективно управлять производством. Необходимо организовать саморегулируемую работу двухконтурного денежного обращения в данных условиях. Внедрение производственных денег позволяет полностью исключить денежный дефицит при всякой полезной деятельности, беспроцентно и безвозмездно наделить предприятия требуемыми им оборотными средствами, избавить их от необходимости делиться доходами со разными посредниками и финансовыми структурами, создать платёжеспособный производственный рынок, повысить доходы работающих и налоговые отчисления государству. Это можно осуществить в самое короткое время, без социальных потрясений, переделов собственности, в рамках ныне действующего законодательства. Однако, риск внедрения такой реформы в масштабе всего государства велик. Требуется отладить на практике все требуемые мероприятия, подготовить соответствующие законодательные дополнения, подготовить общественное мнение. В этой связи нами подготовлена специальная Программа для проведения такого эксперимента в рамках нескольких предприятий. Организован соответствующий коллектив. И требуются лишь предприятия, готовые принять в данном весьма перспективном инструменте участие.

ИНФЛЯЦИЯ И КОНКУРЕНЦИЯ - КАК ФЕНОМЕНЫ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ

Быков А.Ю., д-р экон. наук,
Институт защиты инвестиций, г. Москва
Э-почта: Andrey@Bykov.law

INFLATION AND CONCURENCY AS PHENOMENA OF THE MARKET ECONOMY

Bykov A. Yu., Doctor of Economics,
Institute of Investment Protection, Moscow
E-mail: Andrey@Bykov.law

Исходя из приоритета экономики над политикой в докладе рассмотрена экономическая идеология самодостаточности на основе плановости и малозатратности – гармоничной экономики, которая свойственна русскому самосознанию.

Инфляция присуща только рыночной экономике, а либеральная политика обслуживает инфляцию. Цены не могут расти сами по себе, кроме как головами людей, придерживающихся идеи максимизации прибыли. При плановой экономике и целеполагании достатка происходит минимизация и даже исчезновение инфляции.

России нужно следовать идеологии обеспечения достатка, которая была в разные исторические периоды [1].

Предлагаем создать мощный государственный сектор экономики с развитием вспомогательной региональной и местной экономики артельного типа. Так постепенно придем к самодостаточной экономической модели производства, которая в 1947-1953 годах позволила Советскому Союзу снизить все потребительские цены в три раза и обеспечить народу не роскошь и излишества, а достаток [2].

Глобалистская мантра о рыночной конкуренции сидит в сознании людей потому, что большинство людей мыслят стереотипами, штампами, шаблонами, которые закладываются воспитанием в детстве и/или зомбированием (манипулированием) в зрелости. Американец Майкл Портер это понимал при написании своей книги ещё в 2000 году [3].

В докладе приводится доказательство того, что альтруистический путь прогресса, основанный не на конкуренции, ведущей к войне за ресурсы и рынки, а на соревновании (согласительном сотрудничестве), ведущем к миру в гармоничной цивилизации, то есть к интеллектуальной плановой экономике, в которой конкуренция потеряет смысл и будет отсутствовать. Не пресловутый рынок, а кибернетический план, основанный на динамическом межотраслевом балансе «всё отрегулирует».

Вывод: государственно-общественная экономика социального государства в Республике Беларусь - при эквивалентном обмене продукцией и развитии совместной системы безопасности - может стать той точкой опоры Архимеда, благодаря которой может измениться национальная экономическая парадигма и в России, а экономика Союзного государства Белоруссии и России станет гармоничной.

Литература

1. Быков А.Ю. Экономическая история России: краткий курс. -М., РГ-Пресс, 2019. -144 с.
2. Кристалл роста: к русскому экономическому чуду / А. С. Галушка и др. – М.: 2021 – 360 с.
3. Портер М. Конкуренция On competition.- “Williams”, СПб, 2000. – 249 с.

МАЛОШУМЯЩИЕ ФОТОННЫЕ ИСТОЧНИКИ И ПРИЕМНИКИ СРЕДНЕВОЛНОВОГО И ДЛИННОВОЛНОВОГО ИК ДИАПАЗОНОВ СПЕКТРА ДЛЯ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ И ПИРОМЕТРОВ

Г.Ю. Сотникова, к.ф.-м.н., С.А. Карандашев, А.А. Лавров, М.Е. Левинштейн, д.ф.-м.н.,

Б.А. Матвеев, д.ф.-м.н., М.А. Ременный, к.ф.-м.н., А.А. Усикова, к.ф.-м.н.

ФТИ им.А.Ф. Иоффе РАН, С-Петербург, [э-почта: gga_holo@mail.ru](mailto:gga_holo@mail.ru)

LOW NOISE MWIR AND LWIR PHOTONIC SOURCES AND DETECTORS FOR FAST RESPONSE GAS ANALYZERS AND PYROMETERS

G. Yu. Sotnikova, PhD, S.A. Karandashev, A.A. Lavrov, M.E. Levinshstein, Dr.Sc.,

B.A. Matveev, Dr.Sc., and M.A. Remennyi, PhD and A.A. Usikova, PhD Ioffe Institute RAS,
St. Petersburg, e-mail: gga_holo@mail.ru

Оптическая пирометрия и спектроскопия уже давно заняли прочное место среди наиболее надежных и достоверных методов контроля многих технологических процессов в промышленности; они также используются и в экологии, и в медицине (капнография). Новые возможности для этих методов открывает использование фотонных источников и приемников излучения - оптически согласованных свето- и фотодиодов (СД и ФД) средневолнового (MWIR, 2.5-6 мкм) и длинноволнового (LWIR, 6-15 мкм) диапазонов спектра на основе гетероструктур из узкозонных полупроводников A^3B^5 , для которых характерны металлургическая стабильность гетерограниц, невосприимчивость к влаге, атаке и однородность свойств по поверхности эпитаксиальных структур большой площади.

Среди узкозонных гетероструктур A^3B^5 особое место занимают структуры $p\text{-InAsSbP/n-InAs(Sb)}$, исследованию которых было уделено наибольшее внимание в ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН. Так, например, в ФТИ были начаты пионерские работы по разработке исследованию малошумящих СД и ФД, перспективных для разработки анализаторов смесей, содержащих углеводороды (аналитическая длина волны 3.3-3.5 мкм). Были созданы СД и ФД, в которых шумы при рабочих частотах $f > 100$ Гц не превышали значения дробового шума [1], а фототок оптопары СД-ФД достигал рекордного значения $I_{ph} = 127$ мкА ($I_{LED} = 100$ мА) при комнатной температуре [2].

ФД с рабочими длинами волн 3.4 и 4.2 мкм, в том числе и двухволновые, изготовленные в едином монолитном чипе с пространственно разнесенными поглощающими слоями из InAs и InAsSb [3], активно используются для дистанционного измерения температуры в локальных областях образцов при изучении свойств новых материалов, для контроля технологических процессов синтеринга (sintering) и в других применениях [4]. Отличительной особенностью серии пирометров на основе InAs и InAsSb является возможность быстрого измерения температуры вблизи от комнатной, что недоступно для большинства «низкотемпературных» пирометров, имеющихся на рынке [4]. В сочетании с СД указанные выше ФД образуют оптически согласованные оптопары, оказавшиеся незаменимыми при производстве алкотестеров и капнографов [5].

Для последних крайне важным оказались малые размеры и малое время отклика (20-50 нс), позволяющие реализовать высокое быстродействие при измерении изменения концентрации углекислого газа в прямом потоке выдоха пациента, длящегося 2-4 сек.

Благодаря технологическим возможностям фотолитографии оптоэлектронные датчики могут иметь весьма малые размеры; это преимущество наиболее эффективно может быть реализовано в датчиках, для которых не требуются длинные оптические пути для зондирующего излучения. Таковыми являются датчики для измерений жидких или твердых образцов с высоким коэффициентом поглощения, например, датчики, основанные на измерениях многократно нарушенного полного внутреннего отражения (МНПВО), в которых чувствительность к аналиту, т.е. изменение коэффициента передачи I_{ph}/LED , обеспечивается за счет изменения угла полного внутреннего отражения из-за изменения показателя преломления на границе раздела и за счёт поглощения части излучения СД аналитом, имеющим плотный контакт с кристаллом МНПВО.

Расширение функциональных возможностей ИК датчиков было достигнуто и при разработке СД и ФД для длинноволновой ИК области спектра (6-15 мкм), в которой до недавнего времени доминировали лишь структуры на основе твердых растворов CdHgTe, работающие при охлаждении. На основе многослойных гетероструктур с активным слоем из твердого раствора InAsSb удалось создать конкурентноспособные ФД в широком диапазоне длин волн, включая ФД с длинноволновой границей $\lambda_{0.1}=10$ мкм и обнаружительной способностью $D_{\square}^* \approx 8 \cdot 10^8$ см Гц^{1/2} Вт⁻¹ при 300 К [6].

Приведены расчётные и экспериментальные характеристики фотонных источников и приемников на основе гетероструктур p-InAsSbP/n-InAs(Sb), а также аналитических устройств, их использующих, включая дистанционные измерители температуры для научных исследований и прикладных задач, а также оптические анализаторы химического состава газообразных и жидких сред. Рассмотрены перспективы создания малощумящих фотоприемных матриц для задач тепловидения и тепловизации.

Литература

1. N. Dyakonova, S.A. Karandashev, M.E. Levinshtein, B.A. Matveev, M.A. Remennyi, «Low frequency noise in p-InAsSbP/n-InAs/n-InAsSbP and p-InAsSbP/n-InAsSbP mid-IR light emitting diodes», *Infrared Physics and Technology*, Volume 125, September 2022, 104301 (1-4).
2. А.Л. Закгейм, С.А. Карандашев, А.А. Климов, Р.Э. Кунков, Т.С. Лухмырина, Б.А. Матвеев, М.А. Ременный, А.А. Усикова, А.Е. Черняков. «К вопросу о механизмах разогрева светодиодов на основе p-InAsSbP/n-InAs(Sb)», ФТП, 2023, 57, в.1, 42-52.
3. A.A. Klimov, R.E. Kunkov, T.S. Lukhmyrina, B.A. Matveev, N.M. Lebedeva and M.A. Remennyi, “Room temperature mid-IR two-color photodiodes with InAs and InAs_{0.9}Sb_{0.1} absorbing layers”, *Journal of Physics: Conference Series* 1697 (2020) 012180.
4. Г.Ю. Сотникова, С.А. Александров, Г.А. Гаврилов, “Средневолновая ИК-пирометрия с использованием фотодиодов на основе InAs и InAsSb (обзор)”, *Успехи прикладной физики*, 2022, том 10, № 4, 389.
5. Б.А. Матвеев, Г.Ю. Сотникова, «Светодиоды средневолнового ИК диапазона на основе гетероструктур A³B⁵ в газоаналитическом приборостроении. Возможности и применения 2014-2018», *Оптика и спектроскопия*, 2019, том 127, вып. 2, 300 – 305.
6. Klimov A.A., Kunkov R.E., Lavrov A.A., Lebedeva N.M., Lukhmyrina T.S., Matveev B.A., Remennyi .A., «Long-wave infrared InAs_{0.9}Sb_{0.1} photodiodes grown onto n-InAs substrates», *J. Phys.: Conf. Ser.*, v.1851, 1 ArtNo: #012019, 2021.

О СЕЛЕКТИВНОЙ МНОГОМЕРНОЙ ГРАДУИРОВКЕ
ХИМИЧЕСКИХ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ, РАБОТАЮЩИХ В
РЕЖИМЕ ОДНОКРАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ МОДУЛЯЦИИ
В.В. Чистяков¹, к.ф.м.н., С.М. Соловьёв, ¹ к.ф.м.н., С.В. Рябцев ² д-р ф.м.н..

¹ ФГБУН «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН», С-Петербург,
э-почта: v.chistyakov@mail.ioffe.ru

² ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»
Воронеж, e-mail: ryabtsev@phys.vsu.ru

SELECTIVE MULTIVARIATE CALIBRATION OF CHEMICAL GAS
SENSORS OPERATING IN A SINGLE TEMPERATURE
MODULATION MODE

V.V. Chistyakov¹, PhD, S.M. Soloviev¹, PhD, S.V. Ryabtsev, ² d-r of sciences

¹The Ioffe Institute, St-Petersburg, e-mail: v.chistyakov@mail.ioffe.ru

²Voronezh state university, Voronezh, e-mail: ryabtsev@phys.vsu.ru

Авторы разработали способ решения ключевой проблемы селективности для химических полупроводниковых сенсоров (sensitivity, selectivity, stability) на базе толстых (2 мкм) плёнок металлоксидов SnO₂ и ZnO, позволяющий различать вещества одной гомологической группы, такие как метан, этан и пропан, метанол, этанол и пропанол и т.п.

Основная идея заключается в построении т.н. многомерной градуировки (multivariate calibration) сенсора, варианты которой находятся через нелинейную регрессионную оценку на наборе дискриминирующих функций отклика электропроводности в процессе импульсной (1000 мс) температурной модуляции от 100 до 490 °С. Концентрационные зависимости этих вариант служили средством идентификации неизвестного анализата X либо же его отвержения в зависимости от того, вписывается или нет аналогичный набор вариант X в построенную градуировку.

В отличие от других методов обработки (Фурье-разложение, метод главных компонент, учёта особенностей и пр.) метод обладает свойством робастности, даёт интервальную оценку вариант, использует все уровни ряда сигнала. Это наряду с однократным нагревом экономит ресурс сенсора при его калибровке. Математически метод базируется на т.н. байесовской статистике, может быть встроен в систему искусственного интеллекта с постоянным обучением сенсора.

Литература

1. В.В. Чистяков., С.А. Казаков, М.А. Гревцев и др. Нелинейно-регрессионный алгоритм обработки сигналов полупроводниковых химических сенсоров, обеспечивающий селективное детектирование примесей в искусственном воздухе//Письма в журнал технической физики, т. 6, стр. 15-20, 2021.
2. V. Chistyakov S. Kazakov, M. Grevtsev et al Thin nanocrystalline semiconductor films as selective chemical sensors for ammonia, acetone and other donors//[Journal of Physics: Conference Series](#), v. 2103, p. 012125, 2021.

ГИБРИДНЫЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ГАЗОВЫЕ СЕНСОРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИСИСТЕМ ИЗ ДВОЙНЫХ И ТРОЙНЫХ ОКСИДОВ

С.С. Налимова¹, к.ф.-м.н., З.В. Шомахов², к.ф.-м.н., А.А. Рябко³, к.т.н., Д.С. Мазинг¹, к.т.н.,
В.А. Мошников¹, д.ф.-м.н.

¹Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И.
Ульянова (Ленина), С-Петербург, э-почта: sskarpova@list.ru

²Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, Нальчик,

³Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, С-Петербург

HYBRID NANOSTRUCTURED GAS SENSORS OF A NEW GENERATION BASED ON MULTI-SYSTEMS OF DOUBLE AND TRIPLE OXIDES

S.S. Nalimova¹, PhD, Z. V. Shomakhov², PhD, A. A. Ryabko³, PhD, D. S. Mazing¹, PhD, V. A.
Moshnikov¹, DSc

¹Saint-Petersburg Electrotechnical University “LETI”, St-Petersburg, e-mail: sskarpova@list.ru

²Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik,

³Ioffe Institute, St-Petersburg

В эпоху Интернета вещей газовые сенсоры могут широко использоваться в различных областях применения, таких как промышленные процессы, мониторинг окружающей среды, медицинская диагностика, безопасность и фармацевтика. Полупроводниковые газовые сенсоры хеморезистивного типа в настоящее время являются одними из наиболее широко изученных и составляют более 20% рынка газовых сенсоров. Различные бинарные, тройные и более сложные оксиды металлов используются для создания газовых сенсоров этого типа. Однако их характеристики, такие как сенсорный отклик, селективность, а также рабочие температуры, требуют дальнейшего совершенствования. Целью данной работы является разработка подходов к созданию высокочувствительных сенсоров на основе наноструктур оксидов металлов.

Получены оксидные наноструктурированные материалы с фрактально-перколяционной структурой, позволяющие повысить чувствительность адсорбционных газовых датчиков [1]. С помощью метода импедансной спектроскопии было показано, что полученные наноструктуры ZnO, Fe₂O₃ и ZnFe₂O₄ демонстрируют высокую чувствительность к парам органических растворителей и могут быть использованы в газовых датчиках. Предложена модель, объясняющая высокую чувствительность и индуктивный характер импеданса при низких частотах, учитывая структурные особенности и фрактально-перколяционные свойства полученных оксидных материалов.

Показана возможность создания мультисенсорных систем на основе наностержней ZnO, выращенных гидротермальным способом [2]. Проанализированы сенсорные отклики полученных мультисенсорных систем к парам этанола, изопропанола и бутанола с

концентрациями 0,2–5 ppm при 400 °С. Результаты показывают, что разработанный чип обладает высокой чувствительностью к этим анализитам с пределом обнаружения ниже 1 ppm.

Для улучшения характеристик были разработаны подходы к модифицированию массивов наностержней [3]. В первом способе получены иерархические наноструктуры ZnO/ZnFe₂O₄. Второй подход позволяет получить композитные наноструктуры стannата цинка. Установлено, что чувствительность композитных структур к парам изопропилового спирта значительно превышает чувствительность исходных наностержней оксида цинка. Улучшение газочувствительных свойств связано с наличием различных типов поверхностных центров, которые участвуют в адсорбции и окислении изопропилового спирта.

Для уменьшения рабочих температур адсорбционных газовых сенсоров эффективным способом является модификация коллоидными квантовыми точками, например, AgInS₂ [4]. Показано, что отклик к парам изопропилового спирта достигается при комнатной температуре при облучении белым светодиодом.

Литература

1. Bobkov A., Luchinin V., Moshnikov V., Nalimova S., Spivak Y. Impedance Spectroscopy of Hierarchical Porous Nanomaterials Based on por-Si, por-Si Incorporated by Ni and Metal Oxides for Gas Sensors. *Sensors*. 2022. V. 22. P. 1530. DOI: 10.3390/s22041530
2. Bobkov A., Varezchnikov A., Plugin I., Fedorov F.S., Trouillet V., Geckle U., Sommer M., Goffman V., Moshnikov V., Sysoev V. The Multisensor Array Based on Grown-On-Chip Zinc Oxide Nanorod Network for Selective Discrimination of Alcohol Vapors at Sub-ppm Range. *Sensors*. 2019. V.19. P. 4265. DOI: 10.3390/s19194265
3. Aubekero K., Guketlov A.M., Gagarina A.Yu., Ryabko A.A., Shomakhov Z.V., Nalimova S.S. Enhanced Gas Sensing Performances of ZnO-based Composite Nanostructures. 2022 Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus). 2022. P. 934-937. DOI: 10.1109/ElConRus54750.2022.9755838
4. Рябко А.А., Налимова С.С., Мазинг Д.С., Корепанов О.А., Гукетлов А.М., Александрова О.А., Максимов А.И., Мошников В.А., Шوماхов З.В., Алешин А.Н. Сенсбилизация наностержней ZnO коллоидными квантовыми точками AgInS₂ для адсорбционных газовых сенсоров с фотоактивацией // Журнал технической физики. 2022. Т. 92. № 6. С. 845-851.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР РЕЖИМОВ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ РАСТВОРОВ ГИБРИДНЫХ ГАЛОГЕНИДНЫХ ПЕРОВСКИТОВ СОСТАВА $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$

Е.Н. Муратова¹, к.т.н., В.А. Мошников¹, д.ф.-м.н., И.А. Врублевский², к.т.н., А.Н. Алешин³
д.ф.-м.н., А.И. Максимов¹ к.ф.-м.н.

¹ Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина), С-Петербург,
e-mail: sokolovaeknik@yandex.ru,

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск

³Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург

INVESTIGATION AND CHOICE OF CRYSTALLIZATION REGIMES OF SOLUTIONS OF HYBRID HALIDE PEROVSKITES OF $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ COMPOSITION

E.N. Muratova¹, Ph.D., V.A. Moshnikov¹, d-r of sciences, I.A. Vrublevsky², Ph.D., A.N. Aleshin³
d-r of sciences, A.I. Maksimov¹ Ph.D.

¹ St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI" named after V.I. Ulyanov (Lenin), St. Petersburg, e-mail: sokolovaeknik@yandex.ru,

²Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk

³Physico-Technical Institute, A.F. Ioffe RAS, St. Petersburg

Благодаря уникальным оптическим и физическим свойствам гибридные галогенидные перовскиты состава ABX_3 являются перспективными материалами для применения в оптоэлектронике и фотовольтаике [1]. В настоящее время перовскитные материалы и их свойства интенсивно исследуются во многих ведущих научных центрах во всем мире и на их основе разрабатываются различные образцы фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии [2], светодиодов [3] и фотодетекторов [4].

Одними из перспективных методов для получения пленок гибридных галогенидных перовскитов являются растворные методы, что связано с использованием недорогого оборудования. Однако процесс кристаллизации растворов часто осложняется формированием кристаллоосадков из-за взаимодействия с растворителем, что препятствует получению требуемой микроструктуры пленок структуры перовскита и может приводить к ухудшению их функциональных свойств. Поэтому для получения перовскитных солнечных ячеек с высокой эффективностью преобразования энергии важным является выбор оптимальных режимов их нанесения и термообработки, которые позволяют получить пленки со структурой гибридных галогенидных перовскитов с высокой стабильностью электрофизических параметров и эффективностью преобразования энергии. Поэтому целью работы были исследования влияния режимов получения из растворов пленок трийодидметиламмоний свинец с различной температурой последующего отжига на морфологию поверхности пленки со структурой гибридного галогенидного перовскита и на ее кристалличность.

Для осаждения и кристаллизации гибридной галогенидной пленки структуры перовскита состава $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ использовался метод одноступенчатого центрифугирования, при котором формирование пленки структуры перовскита во время нанесения и последующего отжига (диапазон температур 80–130 °С) происходило за счет удаления избытка растворителя N-метилпирилодона путем испарения. В качестве подложки были выбраны пластины из обычного силикатного стекла ($25,4 \times 76,2 \text{ мм}^2$), из которых затем вырезались образцы с размерами $2,0 \times 2,0 \text{ см}^2$. Для осаждения раствора стекла помещали на нагретый до 90 °С столик центрифуги и затем в центр стекла наносили каплю концентрированного раствора трийодидметиламмоний свинец в N-метилпирилодоне. Далее стекла с нанесенным слоем перовскита толщиной около 1 мкм размещали на плоском нагревателе, находящемся во втором боксе с атмосферой из аргона, нагретым на одно из значений температуры из следующего ряда 80, 90, 100, 110, 120 и 130 °С, соответственно, и выдерживали в течение 20 мин. Процесс кристаллизации перовскитного материала состава $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ сопровождался формированием зернистой структуры пленки с изменением цвета от желтого до темного серо-желтого.

Рентгенофазовый анализ образцов проводился с использованием дифрактометра высокого разрешения "UltimaV" Rigaku (Япония) на линии $\text{CuK}\alpha$ с длиной волны 1,789 Å. Пики на рентгенодифрактограмме при угле 2θ равном 13,7, 29 и 30,85 свидетельствуют о формировании структуры перовскита для $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$. Спектры пропускания пленок структуры перовскита измерялись с использованием спектрофотометра ПЭ-5400УФ со спектральной шириной щели 4,0 нм. Результаты показали, что для отжига пленок структуры перовскита в температурном диапазоне 80–110 °С имеет место процесс кристаллизации из выпаренного раствора. При этом в

диапазоне температур 80–90 °С наблюдается рост отдельных кристаллов в пленке структуры перовскита, что вызвано наличием кристаллосольватов в растворе. В случае температур отжига 100–110 °С наблюдался переход к процессу равномерного роста кристаллов. При отжиге в температурном диапазоне 120–130 °С происходило быстрое испарение растворителя, которое способствовало более легкому образованию конгломератов кристаллов, приводя к получению конгломератов игольчатого вида и их быстрому росту вдоль плоской поверхности подложки. Следствием таких условий роста является увеличение границ кристаллов и, соответственно, рост количества дефектов, приводящих к снижению подвижности зарядов в пленке структуры перовскита.

Проведенные эксперименты и результаты исследований позволяют сделать вывод, что оптимальным температурным режимом при формировании пленок структуры перовскита трийодидметиламмоний свинец является температура 100–110 °С. Пленки в данном случае имеют морфологию поверхности с равномерной зернистой структурой и характеризуются высокой однородностью. Более того, в солнечных ячейках, полученных на основе перовскитных структур состава $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ с температурой отжига 100–110 °С токи короткого замыкания достигали значений 16,0 мА/см². В тоже время при температурах отжига пленок структуры перовскита выше 120 °С максимальное значение токов короткого замыкания не превышало 14,0 мА/см².

Работа выполнена при поддержке гранта Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований № Ф23РНФ-160и Российского научного фонда № 23-42-10029 от 20.12.2022, <https://rscf.ru/project/23-42-10029/>

Литература

1. P. Gao, M. Grätzel, M.K. Nazeeruddin. Organohalide lead perovskites for photovoltaic applications – Energy and Environmental Science. 2014. V. 7. № 8. P. 2448.
2. Y. Spivak, E. Muratova, V. Moshnikov, et.al. Improving the Conductivity of the PEDOT:PSS Layers in Photovoltaic Cells Based on Organometallic Halide Perovskites – Materials. 2022. V. 15. № 3. P. 990.
3. A.N.Aleshin, P.P. Shirinkin, A.K. Khripunov, et.al. Photoluminescence and photoconductivity of lead halide perovskite films modified with mixed cellulose esters – Tech. Phys. 2021. V. 66. № 7. P. 827– 834.
4. L. Dou, Y.M.Yang, J.You, et.al. Solution-processed hybrid perovskite photodetectors with high detectivity – Nat. Commun. 2014. Vol. 5. P. 5404.

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПРОЦЕССЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СЕНСОРОВ С САМООРГАНИЗОВАННЫМИ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ ПЛЕНКАМИ ZnO НА ПОДЛОЖКАХ НАНОПОРИСТОГО Al₂O₃

Н.И. Мухуров¹, д-р техн. наук, А.А. Ходин², к.ф.-м.н., ЛиуРупинг², Ph.D.

¹ ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника», Минск, РБ,
e-mail: mukhurov@oelt.basnet.by,

²Пекинский институт графической коммуникации – университет, Пекин, КНР,
e-mail: nic@bigc.edu.cn

LOW-TEMPERATURE PROCESSING TO FABRICATE SENSORS WITH SELF-ORDERED NANOCRYSTALLINE ZnO FILMS ON NANOPOROUS Al₂O₃ SUBSTRATES

N.I. Mukhurov¹, D.Sci, A.A. Khodin¹, Ph.D, Liu Ru-Ping², Ph.D

¹“Optics, Optoelectronics and Laser Technology” SSPA, Minsk, RB,
e-mail: mukhurov@oelt.basnet.by

²Beijing Institute for Graphic Communications – University, Beijing, PRC,
e-mail: nic@iigc.edu.cn

Рассмотрены основные особенности низкотемпературных жидкостных методов, включая гидротермальный, золь-гель, электрохимический, пар-жидкость процессы, для формирования и легирования пленок и наноструктур ZnO различной размерности (нульмерных, одномерных, двумерных и трехмерных), на планарных и темплат-подложках нанопористого оксида алюминия применительно к созданию тонкопленочных сенсорных элементов. Благодаря малым размерам, высокой чувствительности и точности микро- и наносенсоры на основе ZnO используются в медицине, биотехнологии, робототехнике, телекоммуникациях, мониторинге окружающей среды. Это обуславливается особыми оптическими, пьезоэлектрическими и электрохимическими свойствами, широкой запрещенной зоной 3,37 эВ, высокой энергией связи экситона ~ 60 мэВ при 300 К, квантово-размерными характеристиками для приложений в датчиках, светоизлучающих диодах, фотоэлементах, лазерных диодах диапазона длин волн от ультрафиолетового до видимого. Приводится сравнительный анализ низкотемпературных методов синтеза наноструктурированных тонких слоев ZnO на подложках нанопористого оксида алюминия применительно к использованию в газовой и фотоэлектронной сенсориках. Рассмотрены метод фотонной интенсификации электрохимических процессов и вариант дополнительной химической обработки массивов нанопроволок ZnO для модификации их микроморфологии и использованию в газовой сенсорике.

Литература

1. M. Que, C. Lin, J. Sun, L. Chen, X. Sun, Y. Sun. Progress in ZnO nanosensors. Review. – Sensors v.21, 2021, 5502–5510.
2. L. Li, D. Lin, F. Yang, Y. Xiao, C. Jiang. Gold nanoparticle-based peroxyoxalatec hemiluminescence system for highly sensitive and rapid detection of thirampesticides. - ACS Appl. Nano Mater., v.4, 2021, 3932–3939.

КОМБИНИРОВАННЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ ДАТЧИК ДЫМА И ТЕПЛООВОГО КОНВЕКТИВНОГО ПОТОКА

В.И. Казаков¹, канд. техн. наук, Я.А. Рывкина¹, студент

¹ Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП), С-Петербург,
э-почта: vasilykazakov@mail.ru,

COMBINED LASER SENSOR FOR SMOKE AND THERMAL CONVECTIVE FLOW

V.I. Kazakov¹, PhD, Y.A. Ryvkina¹, student

¹St.Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St-Petersburg,
e-mail: vasilykazakov@mail.ru

Применяемые в настоящее время в мире системы пожарной автоматики имеют ряд существенных недостатков, не позволяющих обеспечить эффективную защиту от пожаров особо важных объектов, пожары на которых могут привести к катастрофическим экономическим, социальным и экологическим последствиям.

В рамках решения глобальной проблемы пожарной и экологической безопасности можно выделить одно из важнейших направлений: ранее обнаружение возгораний для их своевременной локализации и устранения. Работа посвящена повышению эффективности методов раннего обнаружения возгораний и эффективной борьбы с пожарами на самой ранней стадии. К числу ранних признаков возгорания следует отнести дым и появление теплового конвективного потока. Оптические и лазерные системы продемонстрировали большой потенциал для регистрации данных признаков [1-3].

В работе предложена структурная схема датчика для регистрации ранних признаков начала возгорания: дыма и теплового конвективного потока. Установлено, что регистрация и обработка пространственных и мощностных характеристик оптических лазерных пучков при взаимодействии с тепловым конвективным потоком и дымом является эффективным методом обнаружения начала возгорания. Рассмотрено формирование информационных сигналов в различных блоках структурной схемы датчика. На примере временной диаграммы сигналов, формируемых в блоке регистрации и обработки, рассмотрены принципы обнаружения дыма и теплового конвективного потока. За счет применения опорного канала и формирования разностного сигнала предложены способы минимизации ложных срабатываний датчика.

Литература

1. Udd E., Spillman Jr W. B. (ed.). Fiber optic sensors: an introduction for engineers and scientists // John Wiley & Sons, 2011.
2. Казаков В.И., Москалец О.Д., Пресленев Л.Н. Взрывобезопасный волоконно-оптический пожарный извещатель. Математическая модель чувствительного элемента. // Датчики и системы. 2015. №2. С.19-22.
3. Kulakov S.V., Moskaletz O.D., Preslenev L.N., Shabardin A.N. Fiber optic linear smoke fire detector. Proc. SPIE Vol. 4453. 2001. P. 157-161.

ОПЕРАТОРОВ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

Бокач Евгений Николаевич

АО «АСК Крыминнтарм», Республика Крым, г. Феодосия

E-mail: bokach53@mail.ru +7 978 267 05 89

Рассмотрены вопросы применения волоконно-оптических датчиков в системах информационной поддержки оператора АЭС. На АЭС более 100 специальных подсистем, обеспечивающих функционирование станции. Операторам и инженерам, управляющим АЭС, поступает более 100 тыс. сигналов в реальном времени ежеминутно. Это необходимо для своевременного выявления симптомов аварийных ситуаций и их предотвращения. В частности, рассмотрены сигналы от трубопроводной арматуры системы защиты парогенератора (арматура) реакторной установки БРЕСТ-ОД-300. Арматура будет снабжена волоконно-оптическими датчиками перемещения. Контролируются положения запорного органа арматуры. В положении «закрыто» выдается токовый сигнал 0...4 мА, соответственно, оператор получает информацию о том, что арматура закрыта. Дополнительно арматура будет оснащена акустическими датчиками, что позволит отслеживать герметичность запорного органа арматуры в закрытом положении. Идет процесс организации производства волоконно-оптических датчиков перемещения, давления, температуры, вибрации, акустических. Предлагается производство организовать методом фондового механизма хозяйствования. Так, на первом этапе документация передается на Феодосийский оптический завод, АО «АСК КРЫМИННТАРМ» запускает установочную партию для квалификационных испытаний. Уже на практике убедились в необходимости капельного финансирования, например, для выполнения некоторых услуг и для закупки некоторых материалов у поставщиков, которые в дальнейшем не будут задействованы в производстве датчиков.

Реакторная установка БРЕСТ-ОД-300 – реактор естественной безопасности – наряду с солнечными и ветряными электростанциями относится к «зеленой энергетике» т.е. возобновляемой, так как у реакторов будущих отходов не будет совсем.

Затронуты вопросы дальнейшего развития общества при новом технологическом укладе, отмечено, что шестой технологический уклад, зарождение которого пришлось на начало 2000-х гг., характеризуется развитием робототехники, биотехнологий, основанных на достижениях молекулярной биологии и геной инженерии, нанотехнологии, систем искусственного интеллекта, глобальных информационных сетей, интегрированных высокоскоростных транспортных систем. Особо обращено внимание на рекомендации великого русского ученого Дмитрия Ивановича Менделеева -

« Задачу тяготения и задачи всей энергетики нельзя представить реально решенными без реального понимания эфира, как мировой среды, передающей энергию на расстояния».

Литература

1. Буймистряк Г.Я. Информационно-измерительная техника и технологии на основе волоконно-оптических датчиков и систем. СПб ИВА, ГРОЦ Минатома, 2005.
2. Кондратьев Н.Д. Технологические уклады и путь к модернизации.
3. Менделеев Д.И. Попытка химического понимания мирового эфира. 1905г.

ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ С ПРЕДИКТИВНОЙ МОДЕЛЬЮ КАК ИНСТРУМЕНТА ОПТИМИЗАЦИИ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.И. Сидельников¹, к.т.н., В.Г. Никешин².

^{1,2} «ВШТЭ СПбГУПТД», С-Петербург,
э-почта: vsid1952@mail.ru,

THE TREND OF DEVELOPMENT OF ADAPTIVE MANAGEMENT WITH PREDICTIVE MODEL AS A TOOL FOR OPTIMIZATION OF MODERN PRODUCTION

V.I. Sidelnikov¹, PhD, V.G.Nikeshin²

¹ Higher School of Technology and Energy. Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, St-Petersburg, e-mail: vsid1952@mail.ru

² Higher School of Technology and Energy. Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, St-Petersburg, e-mail: vladik-juk@yandex.ru

Увеличение численности населения, повышение уровня и качества жизни, профессиональный синтез и реализация маркетинговых систем вынуждает производство подстраиваться под современный бурно развивающийся темп жизни. Если предприятие желает оставаться конкурентоспособным на рынке товаров и услуг, то необходимо не только наращивать темпы производства, налаживать логистику, но и повышать качество конечного продукта, а также снижать расходы на предприятии.

Для решения такой сложной и комплексной задачи необходимо обеспечить точное и надежное измерение различных параметров процесса и характеристик продукта, но на некоторых предприятиях, например, в целлюлозно-бумажной промышленности, распространена ситуация, когда некоторые важнейшие параметры и характеристики продукта невозможно измерять в режиме реального времени или на регулярной основе.

Вновь образовавшаяся проблема может быть решена благодаря такому активно развивающемуся направлению автоматизации как адаптивное управление с предиктивной моделью [1,2]. Адаптивное управление играет одну из главных ролей в производственной деятельности промышленных предприятий различных форм. Данное управление позволяет предприятию получать разного рода преимущества при эффективном использовании адаптивных механизмов, отказ от такого управления в современном мире приведёт к снижению конкурентоспособности на рынке и стагнации производства или убыткам.

Одним из основных составляющих адаптивного управления является виртуальный датчик, который представляет собой персональный компьютер, оснащённый набором специализированных программных и аппаратных средств и выполняющий функции информационно-измерительного прибора или системы, максимально приближённой к решению поставленной задачи [3]. Предиктивная модель в совокупности с виртуальными датчиками позволяет предсказывать будущее состояние важнейших переменных технологического процесса без прямого контакта лаборантов с образцами на предприятии. Системы с адаптивным управлением технологическими процессами требуют дальнейшей разработки и создания виртуальных датчиков, формирующих прогноз качества выходного продукта [4].

Литература

1. Гурский А.Л. Виртуальные средства измерений. – Минск: БГУИР, 2016. – 67с.
2. Дозорцев В.М., Ицкович Э.Л., Кнеллер Д.В. Усовершенствованное управление технологическими процессами (АРС): 10 лет в России // Автоматизация в промышленности. 2013. № 1. С. 12-19.

АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИСКАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ СРЕДСТВ ДЕФЕКТОСКОПИИ РЕЛЬСОВ

А.А. Марков¹, д-р техн. наук, Е.А. Максимова¹, начальник лаборатории НК
¹АО «Радиоавионика», Санкт-Петербург, эл-почта: anarmarkov@gmail.com

ANALYSIS OF THE OPERABILITY OF SEARCH SYSTEMS FOR HIGH-SPEED RAIL INSPECTION

A.A. Markov¹, d-r of sciences, E. Maksimova, head of the laboratory
¹Radioavionica Corporation, St-Petersburg, e-mail: anarmarkov@gmail.com

На железных дорогах ОАО «РЖД» интенсивно внедряются высокоскоростные средства ультразвуковой (УЗ) дефектоскопии (вагоны-дефектоскопы и диагностические комплексы), заявляя возможность контроля рельсов на скоростях до 80, 120 и даже 140 км/ч.

Основной функцией искательной системы (ИС) дефектоскопных средств является обеспечение стабильного и качественного акустического контакта во всем диапазоне реализуемых скоростей сканирования. Для этого используют технические устройства, обеспечивающие: центровку ИС относительно продольной оси рельса (с помощью специальных центрирующих магнитов); оптимальное прижатие акустических блоков к поверхности катания рельсов; подачу контактирующей жидкости под акустические блоки, в том числе, и путем распыления с регулировкой напора жидкости.

В процессе высокоскоростной УЗ дефектоскопии проявляются два фактора, отрицательно влияющие на качество контроля рельсов:

1) уменьшение зоны локации дефектов при высоких скоростях движения из-за заметного сдвига УЗ преобразователей (ПЭП) по поверхности рельсов за время распространения УЗ колебаний до дефекта и обратно;

2) нарушение акустического контакта ПЭП с поверхностью катания рельсов.

Чем выше скорость сканирования, тем протяженнее участок с нестабильным контактом из-за неизбежных на практике неровностей поверхности катания рельсов.

Важно оценивать и периодически проверять работоспособность ИС и аппаратуры диагностических средств. Создание для этой цели специального испытательного участка пути для высоких скоростей (до 140 км/ч) является дорогостоящим проектом. Простейший способ оценки качества выполняемого УЗ контроля и работоспособности ИС дефектоскопических средств – это анализ поведения линии донных сигналов (ДС) [1].

В данной работе предложен способ оценки работоспособности ИС путем анализа протяженности прерывания линии ДС в зоне сварных стыков рельсов, регулярно (через 25 м) следующих в процессе контроля бесстыкового пути.

Характерные дефектограммы вагона-дефектоскопа для канала с прямым ПЭП (угол ввода УЗ колебаний 0°) при озвучивании зоны сварных стыков рельсов приведены на рис. 1. При нормальной геометрии поверхности катания рельсов и малых скоростях сканирования (до 40 км/ч), как правило, линия ДС не прерывается (рис. 1а). По мере увеличения скоростей сканирования или при наличии типичных смятий (неровностей) головки рельса в зоне сварки, наблюдаются одиночные, двойные и даже тройные (рис. 1б - г) разрывы линии ДС, которые, при высоких скоростях (>110 км/ч) часто сливаются в одно большое прерывание (рис. 1).

В процессе экспериментальных исследований [2] выяснено, что наблюдается определенная зависимость между скоростью перемещения ИС по поверхности рельса и протяженностью зоны нестабильности донных сигналов L_{Σ} . С увеличением скорости сканирования количество и суммарная протяженность L_{Σ} участков с прерыванием линии ДС (определенных по действующей НТД) в зоне сварных стыков рельсов растут, становясь значительными при скоростях более 80 км/ч. Выше этих скоростей ожидаемое повышение производительности высокоскоростного контроля нивелируется необходимостью проведения вторичного ручного контроля многочисленных непроконтролированных участков.

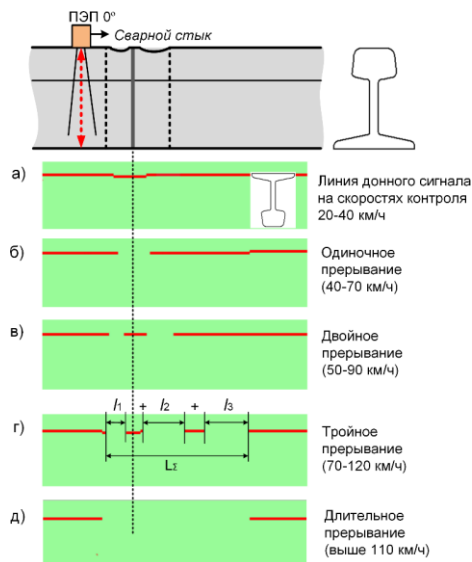


Рис. 1. Варианты прерываний линии донных сигналов в зоне сварных стыков в зависимости от скорости сканирования

Результаты настоящих исследований используются для оптимизации конструкций ИС высокоскоростных диагностических комплексов и для определения предельных скоростей сканирования для конкретных участков контролируемого пути [3].

Предлагаемый способ может быть использован как при испытаниях ИС новых диагностических средств, так и при периодической оценке их работоспособности в процессе эксплуатации. Оценка работоспособности ИС дефектоскопических комплексов при этом удастся выполнить без привлечения дополнительных технических средств и дорогостоящих испытательных участков пути, а непосредственно в процессе выполнения планового контроля рельсового пути.

Литература

1. Гурвич А.К. Зеркально-теневой метод ультразвуковой дефектоскопии. М.: Машиностроение. 1970. 36 с.
2. Марков А.А., Максимова Е.А. Анализ параметров донных сигналов в зоне сварных стыков рельсов при высокоскоростном контроле // Дефектоскопия. 2021. № 5. С. 45 – 55.
3. Марков А.А., Максимова Е.А., Антипов А.Г. Способ оценки работоспособности искательной системы дефектоскопических средств при высокоскоростном контроле рельсов. Патент на изобретение RU 2758403. Опубл. 28.10.2021. Бюл. № 31.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ ПРОВЕРКИ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДЕФЕКТОСКОПА

С.Л. Молотков¹, главный специалист по дефектоскопии

¹АО «Радиоавионика», Санкт-Петербург, э-почта: molotkov@radioavionica.ru

DEVICE FOR OPERATIONAL VERIFICATION OF ULTRASONIC FLAW DETECTOR PARAMETERS

S.L. Molotkov¹, chief flaw detection specialist

¹Radioavionica Corporation, St-Petersburg, e-mail: molotkov@radioavionica.ru

При проведении ультразвукового контроля весьма актуальной задачей является оперативное тестирование работоспособности электронно-акустических блоков дефектоскопа, особенно в условиях отсутствия эхо-сигналов от дефектов и конструктивных отражателей при контроле длинномерных объектов (например, стыковых сварных швов мостов). Согласно [1] такую проверку необходимо проводить при каждом включении ультразвукового дефектоскопа и не реже чем через каждые 30–240 мин непрерывной работы. Периодичность тестирования определяется типом дефектоскопа, условиями контроля и устанавливается нормативно-технической документацией (НТД) на контроль.

Как правило, данную проверку проводят с применением тех же металлических мер (стандартных образцов) либо настроечных образцов (НО), которые использовались при настройке. При этом оперативно проверяются:

- 1) генератор зондирующих импульсов;
- 2) приемно-усилительный тракт;
- 3) пьезоэлектрический(ие) преобразователь(и) (ПЭП) и подходящие к ним кабели;
- 4) индикаторы.

К недостаткам указанных мер (образцов) относятся:

- существование в виде отдельных изделий, значительных размеров и массы;
- склонность к коррозии.

Патентный поиск не выявил ни одного компактного и легкого устройства, встраиваемого в корпус ультразвукового дефектоскопа, для оперативной проверки работоспособности его акустического тракта и ряда других параметров контроля. Данное обстоятельство обусловило разработку специального тест-образца.

За основу устройства была взята идея «пассивного» образца с малыми габаритными размерами и массой, обладающего высокой степенью надежности и простотой конструкции. Тест-образец не должен подвергаться коррозии.

Исходя из перечисленных требований для образца был выбран современный материал – один из аналогов органического стекла с коэффициентом затухания ультразвуковых колебаний (порядка 0,5–2,0 дБ/мм) и возможностью использования устройства в широком диапазоне температур. Тем самым исключены недостатки «привычного» оргстекла (сильная зависимость затухания от температуры, а также старение). Образец размещен внутри электронного блока дефектоскопа и имеет массу несколько десятков грамм, что практически не увеличивает общую массу дефектоскопа.

Отражатели в тест-образце обеспечивают:

- проверку дефектоскопа с прямыми и наклонными ПЭП;
- простоту изготовления;
- сопоставимость амплитуд и временных задержек сигналов от встроенного тест-образца и отражателей в мерах (НО) – для оценки чувствительности и других параметров ПЭП и дефектоскопа.

Подчеркнем, что встроенный тест-образец – это сервисное устройство и первоначально

дефектоскоп должен быть настроен с использованием заданных в НТД на контроль мер или НО. В общем случае только после этого – в момент краткосрочной приостановки проведения контроля – может применяться встроенный тест-образец. Предварительно на контактную поверхность образца наносят используемую для контроля изделия контактирующую жидкость (минеральное масло, вода, гель, и др.). Добиваются максимума отраженного сигнала. Далее выполняют тестирование ультразвукового дефектоскопа в целом и(или) его параметров:

- 1) работоспособность всего генераторно-приемного тракта дефектоскопа – проверяется по наличию сигнала от отражающих в тест-образце поверхностей при установке на него ПЭП;
- 2) проверка точки выхода луча наклонного ПЭП – осуществляется известным способом при установке ПЭП на тест-образец;
- 3) проверка двойного времени в призме для наклонных и прямых ПЭП – может осуществляться после выполнения настройки времени в призме по штатной мере;
- 4) проверка чувствительности дефектоскопа в процессе проведения контроля – возможна после того, как она была настроена с использованием штатных мер (НО) [2] и «привязана» к встроенному тест-образцу.

Описанное техническое решение [3] реализовано в ультразвуковом дефектоскопе АВИКОН-20 (рис. 1), в корпус которого встроен тест-образец. В дефектоскопе имеется специальный режим «Проверка по тест-образцу» для удобства отображения отраженных сигналов в тест-образце и проведения указанных выше корректировок в полуавтоматическом режиме.



Рис. 1. Общий вид дефектоскопа АВИКОН-20

Встроенный тест-образец

Подобное устройство стало появляться, начиная с 80-х годов прошлого века в зарубежных, а затем и в отечественных ультразвуковых толщиномерах. Встроенные в переднюю панель тест-образцы представляют собой плоский стальной цилиндр или усеченный конус высотой порядка 2,7–4,0 мм. Возбужденный прямым ПЭП и полученный от противоположной грани «пассивного» устройства донный сигнал используют для тестирования общей работоспособности электро-акустического тракта толщиномера.

Встроенный в ультразвуковой дефектоскоп (как и в толщиномер) тест-образец не подлежит метрологической проверке.

Литература

1. ГОСТ 17410-78. Контроль неразрушающий. Трубы металлические бесшовные цилиндрические. Методы ультразвуковой дефектоскопии.
2. Молотков С.Л. Чувствительность и амплитудные измеряемые характеристики дефекта. Обзор изменений в рельсовой дефектоскопии за четверть века. – В Мире НК. 2020. № 3.
3. Патент РФ № 212363. С.Л. Молотков. Ультразвуковой дефектоскоп с тест-образцом». 19.07.2022,

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ КОЛЕСНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ. ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ СКАНИРОВАНИИ

Г.А.Иванов¹, аспирант, А.А. Марков², д.т.н.

¹Санкт-Петербургский горный университет, С-Петербург, э-почта: george97ivanov@yandex.ru,

²АО «Радиоавионика»

С.-Петербург, e-mail: anarmarkov@gmail.com

ROLLER SEARCH UNITS. PROBLEMS AND SOLUTIONS IN HIGH-SPEED SCANNING.

G.A. Ivanov¹, PhD student, A.A. Markov¹, d-r of science

Saint-Petersburg Mining University, St-Petersburg, e-mail: george97ivanov@yandex.ru

²JSC "RADIOAVIONICA", St-Petersburg, e-mail: anarmarkov@gmail.com

При ультразвуковом контроле рельсов системами скольжения с повышением скорости сканирования увеличивается протяженность участков с нарушениями акустического контакта, а также уменьшаются зоны локации дефектов [1]. Одним из способов снижения количества непроконтролированных участков рельсов является применение систем качения (колесных ультразвуковых преобразователей) [2].

Качество контроля системами качения на скоростях до 30 км/ч заметно выше, чем у традиционных систем скольжения. Особенно это проявляется при контроле болтовых стыков (звеньевого пути) и зон сварных стыков, характеризующихся наличием неровностей на поверхности катания рельсов [3].

Основными ограничениями колесных преобразователей при увеличении скорости сканирования являются:

- 1) Растяжение оболочки колесного преобразователя из-за действия центробежных сил на внутреннюю поверхность оболочки (рисунок 1а), как следствие – падение статического давления жидкости внутри колесного преобразователя.
- 2) Из-за растяжения оболочки колесного преобразователя в месте его контакта с поверхностью сканирования происходит образование складки (рисунок 1б), что затрудняет ввод акустических колебаний в изделие.
- 3) Переотражение УЗ лучей внутри оболочки колесного преобразователя, что приводит к увеличению ложных эхо-сигналов на дефектограмме.
- 4) Изменение плотности и объемного модуля жидкости при различных температурах приводит к изменению скорости звука и отсутствию повторяемости результатов контроля.

С целью уменьшения негативных факторов, перечисленных в пп.1-3 необходимо использование перегородки и регулятора давления внутри колесного преобразователя. Для обеспечения повторяемости результатов контроля необходимо в колесный преобразователь устанавливать датчик температуры и теплообменник.

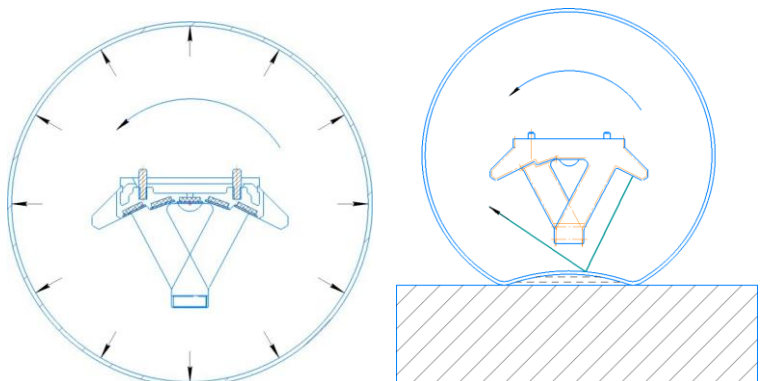


Рисунок 1- Растяжение оболочки колесного преобразователя из-за давления жидкости на нее (а) и Отрыв оболочки в центре пятна контакта от поверхности сканирования (б)

Проведенные исследования и серия экспериментов позволяет приступить к разработке средства диагностики рельсов на скорости контроля до 60 км/ч, объединив эхо-сигналы, полученные в ходе сканирования от системы скольжения и системы качения на одной дефектограмме, тем самым многократно увеличив достоверность результатов контроля.

Литература

1. Марков, А. А. Проблемы высокоскоростной дефектоскопии рельсов / А. А. Марков, Е. А. Максимова // Контроль. Диагностика. – 2021. – Т. 24, № 9(279). – С. 16-25. – DOI 10.14489/td.2021.09.pp.016-025. – EDN DLZTBG.
2. Патент на полезную модель № 89235 U1 Российская Федерация, МПК G01N 29/04, устройство для ультразвуковой дефектоскопии рельсов : № 2009119546/22 : заявл. 22.05.2009 : опубл. 27.11.2009 / А. А. Марков, В. Е. Олейник, В. Е. Разорвин, С. В. Ликсаков ; заявитель Открытое Акционерное Общество "РАДИОАВИОНИКА". – EDN RRFIWT.
3. Марков, А. А. Колесные ультразвуковые преобразователи для контроля изделий со сложным профилем. Преимущества и ограничения / А. А. Марков, В. Е. Разорвин // Сенсорное Слияние-2021 : III Всесоюзный Конгресс по сенсорному приборостроению. Тезисы докладов, Санкт-Петербург - Кронштадт, 27–28 мая 2021 года / Под редакцией Г.Я. Буймистрюка. – Санкт-Петербург - Кронштадт: Центральный научно-исследовательский институт управления, экономики и информации Росатома, 2021. – С. 18-19. – EDN FDVADI.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ТРУБ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ
СИСТЕМЫ ГОРОДА МИНСКА

А.Г. Анисович¹, д-р физ.-мат.н., М.В.Асадчая¹, к.т.н.,

М.Л.Хейфец¹, д.т.н., В.Е.Шолоник², [С.Ф.Гориченко²](#)

¹Институт прикладной физики НАН Беларуси, anna-anisovich@yandex.ru

²ПРУП «Мингаз» Министерства энергетики Республики Беларусь, gsf2003@mail.ru

MONITORING OF THE CONDITION OF PIPES OF THE GAS
TRANSPORTATION SYSTEM OF THE CITY OF MINSK

A.G. Anisovich¹, Dr. Sci. (Physics), M.V.Asadchaya¹, Ph.D.,

M.L.Kheifetz¹, Dr. Sci. (Technical), V.E. Sholonik², S.F. Gorichenko²

¹Institute of Applied Physics of the National Academy of Sciences of Belarus,

²PRUP "Mingaz" of the Ministry of Energy of the Republic of Belarus, gsf2003@mail.ru

Для безопасного функционирования газораспределительных систем крупных городов проводится мониторинг состояния газовых труб после определенных длительных сроков их эксплуатации. Такая работа позволяет, с одной стороны, предотвращать аварийные ситуации, с другой - разрабатывать и совершенствовать методы исследования и оборудование для контроля и диагностики. Газораспределительная система города Минска начала создаваться в конце 50-х годов. В результате на сегодняшний день срок службы труб газового хозяйства центральных районов города, в среднем, составляет порядка 50 лет. Проведен комплексный анализ структуры и механических свойств труб газового хозяйства из углеродистых конструкционных сталей после различных сроков их эксплуатации. Использовались металлографический и рентгеноструктурный анализы, ультразвуковой метод контроля и диагностики, определение прочности, пластичности, ударной вязкости. Основные наблюдаемые дефекты в структуре труб – отслоения металла на внутренних (рабочих) поверхностях труб, механические повреждения внешней поверхности и коррозионные поражения. вероятнее всего, внесены на этапе изготовления труб и не связаны с эксплуатацией газопроводов. В результате проведенных исследований выявлено, что участки труб могут различаться по величинам ударной вязкости, твердости и механических свойств (прочность, пластичность). Коррозионные поражения труб–сквозные и поверхностные - выявлены только на участках нарушения сплошности гидроизоляции (битум, резина).

Таким образом, основной причиной повреждений труб газового хозяйства на данном этапе мониторинга можно считать нарушение сплошности гидроизоляции, а также качество изготовления трубной продукции. При отсутствии внешних механических воздействий достаточным признаком продления сроков эксплуатации газовых труб может считаться сохранение герметичности гидроизоляционного покрытия.

ДИАГНОСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ ПО ДАННЫМ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА НЕСУЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В.Н. Рябцев

Институт прикладной физики НАН Беларуси, э-почта: grieves@yandex.ru

DAMAGE DIAGNOSIS OF HIGH-RISE BUILDINGS ACCORDING TO THE MONITORING SYSTEM FOR LOAD-BEARING STRUCTURES

V.N. Ryabtsev

Institute of Applied Physics of the National Academy of Sciences of Belarus

Использование систем автоматизированного мониторинга несущих строительных конструкций в диагностических целях позволяет значительно повысить оперативность выявления повреждений и существенно снизить затраты на выполнение диагностических работ.

Главной проблемой автоматизированной диагностики высотных зданий является незначительное влияние эксплуатационных повреждений на жёсткость всего здания, а следовательно, и на показания датчиков системы автоматизированного мониторинга. Для увеличения количества значимой для диагностики информации в потоке данных, поступающих от системы мониторинга, предлагается перейти от методов контроля одиночными датчиками к методам контроля системой датчиков, работающих синхронно.

Побочным следствием такого перехода является кратное увеличение общего количества обрабатываемой информации и увеличение размерности соответствующих массивов данных, что требует применения специфических методов анализа данных, наиболее перспективным из которых является нейронно-сетевой метод.

На основе компьютерного моделирования работы системы автоматизированного мониторинга несущих строительных конструкций высотных зданий различного типа получены массивы данных об ускорениях в узлах модели, соответствующих местам установки датчиков эксплуатируемой системы мониторинга.

Анализ полученных данных при помощи обучаемой нейронной сети прямого распространения позволил не только выявить повреждение отдельного элемента системы, но и определить место его расположения с точностью до 5 этажей для систем с ядром жёсткости, и определить однозначно - для более простых систем.

Литература

1. Венгринович, В.Л., Рябцев, В.Н. Определение повреждений несущих конструкций высотных зданий по данным системы автоматизированного мониторинга/ В.Л. Венгринович, В.Н. Рябцев // Неразрушающий контроль и диагностика. – 2021. – № 2. – С. 25-30.
2. Рябцев, В.Н. Определение повреждённых элементов несущих конструкций здания с использованием нейронной сети // Неразрушающий контроль и диагностика. – 2022. – № 3. – С. 21-27.

ГАРМОНИЗАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УКЛАДА

Брындин Е.Г.

Исследовательский центр «ЕСТЕСТВОИНФОРМАТИКА», г. Новосибирск,

HARMONIZATION OF SOCIO-ECONOMIC STRUCTURE

Bryndin E.G.

Research Center "NATURALINFORMATICS", Novosibirsk,

Социально-экономическая гармонизация может быть реализована согласованием отраслевых экономических циклов и равномерным регулированием общественного потребления. Согласование отраслевых экономических циклов с равномерным общественным потреблением можно регулировать через систему устойчивого жизнеобеспечения. Граждане и органы власти государства участвуют в становлении и функционировании экономической системы устойчивого жизнеобеспечения созданием законодательной базы, социальной и производственной инфраструктуры.

Экономические отраслевые циклы реализуются функционирующими структурами отраслей, учреждений, предприятий. Инфраструктуру экономического цикла образует система институтов, помогающих ему нормально функционировать. Каждый экономический цикл определяется целями функционирования, инфраструктурой производства и потребностями граждан, общества и государства. Каждый экономический отраслевой цикл решает задачи человека, общества и государства.

Научно-исследовательская работа включена в экономический цикл через инновационную деятельность для повышения качества знаний. Образование включено в экономический цикл подготовки профессионально-нравственного человеческого ресурса. Здравоохранение включено в экономический цикл воспроизводства здорового человека. Учреждения культуры, образования и воспитания включены в экономический цикл, обеспечивающий процесс становления гармоничного благоустройства общества. Средства массовой информации включены в экономический цикл распространения информации среди населения по здоровому образу жизни, по становлению гармоничного гражданского общества. Органы безопасности включены в экономический цикл нейтрализации возникающих негативных процессов. Сфера обслуживания населения продуктами питания, товарами быта и услугами включена в экономический цикл обеспечения всех граждан нормой здоровой жизнедеятельности. И так далее.

Экономический цикл восполнения здорового человеческого ресурса является годовым циклом, который включает процессы восполнения здоровых людей, воспроизводства необходимых специалистов и ресурсов.

Экономический годовой цикл профессиональной подготовки специалистов разного профиля, воспроизводства, переподготовки и повышения квалификации преподавателей и воспроизводства необходимых ресурсов.

Экономическая система устойчивого жизнеобеспечения настраивается микроэкономикой собственников непосредственного труда самореализующихся предприятий через социально-ориентированную отраслевую настраиваемую систему по детальным ресурсным воспроизводимым операциям физических и юридических лиц, осуществляемых в сети потоков ресурсов.

Социально-ориентированная экологическая экономика согласованных отраслевых экономических циклов с системой устойчивого жизнеобеспечения необходимыми потребностями с синергетической опорой на равномерное регулирование общественным потреблением способствует гармонизации социальному экономическому укладу, устойчивому развитию человеческого ресурса и совершенствованию коллективной организации общества.

Международную гармонизацию социально-экономического уклада можно осуществлять на площадке БРИКС+. Экономические международные отраслевые циклы организуются на основе энергетического экономического эквивалента, используя цифровой платформенный энергетический мониторинг, цифровую голографию и спектрографию. Для этого правительствами устанавливается процедура регулирования экономики энерго экономическим эквивалентом, как воздействие на общественные отношения для того, чтобы их упорядочить и стабилизировать, чтобы реализовать необходимые потребности общества в соответствии с имеющимися ресурсами. В эпоху энергетического дефицита переход на экономику с энерго экономическим эквивалентом приведет к оптимальному использованию энергии. Рыночная конкуренция будет способствовать созданию менее энерго затратных технологий и энерго оптимальных предложений для удовлетворения спроса. Экологическая экономика на основе энерго экономического эквивалента может приобрести международный статус.

Создание на глобальном уровне технологических/деполитизированных платформ могут включать в себя глобальную платформу для региональных интеграционных образований и объединять региональные и национальные институты развития (например, банки развития и региональные финансовые организации). Возможны платформы, которые свяжут таких тяжеловесов мировой экономики, как суверенные фонды. *Возведение мировой экономической архитектуры из платформ, способно сделать глобальную экономику более стабильной и менее подверженной кризисам. Это станет возможным, если обеспечить совместимость платформ на разных уровнях глобального управления.* Цифровые платформы всех сфер жизнедеятельности общества помогут формировать цифровую экономику путем перехода на энерго экономический эквивалент.

Цифровой энерго экономический эквивалент позволяет вести расчеты на его основе во всех сферах жизнедеятельности с помощью технологических платформ. Расчеты за выполненные работы могут осуществляться энергоемкостью. Энергоемкость состоит из некоторого количества энерго экономического эквивалента. Совместная деятельность создает совокупную энергоемкостную стоимость продукта, товара, услуги. Сумма энергоемкостей всех видов деятельности составляет энергоемкость экономики.

Оперативный учет энергии и ресурсов в настоящее время имеет значение для обеспечения необходимыми потребностями на глобальном уровне [1-2]. Особенно, это важно для будущих поколений. Глобальная будущая международная экономика в качестве инвестиций может полноценно использовать природный ресурс.

Гармонизация социально-экономического уклада требует обеспечить быстрое вхождение новых знаний в систему образования и их практическое применение.

Литература

1. Брыдин Е.Г. Формирование платформенной экономики необходимых потребностей на основе энерго экономического эквивалента. Ежегодник «Россия: тенденции и перспективы развития». Вып.17, Ч. 1. М.: ИНИОН РАН, 2022. - С. 354-360.
2. Brydin E.G. Transition of Countries to Currency and Trade Sustainable. Расчеты за выполненные работы на the BRICS Platform. - J. of World Economy, V.2, Is.1. 2023. pp. 1-6.

ИННОВАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА:
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

О.А. Чагин

АНО «НИИ Антропогенеза», Москва

Э-почта: helper@anthropogenesisresearchinstitute.pro

INNOVATIVE AND EDUCATIONAL PLATFORM: ECONOMIC MODEL

O.A. Chagin

ANO "Research Institute of Anthropogenesis", Moscow

В докладе рассмотрен естественнонаучный подход к ресурсам — что и сколько нужно для эволюционного развития вида (на примере метаболического профиля, гормонального потока).

Обосновано формирование среды б е з у с л о в н о г о развития детей, путём ухода от паразитарной (адаптивной) модели «взрослых».

Указана главная функция инновационно-образовательной платформы – обучение детей разных национальностей и государств жить, учиться и трудиться вместе, в дружбе, мире и согласии, руководствуясь традиционными ценностями [1].

Предлагается формирование нормативной базы инновационной образовательной платформы, в том числе в Союзном Государстве России и Белоруссии.

Дан прогноз и указаны реальные предпосылки для создания инновационной образовательной платформы в современных условиях и в перспективе.

Чагин О.А. и др. «Образование в 21-м веке»// Материалы V МПК, г. Иркутск, с. 13-17.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА: ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ОСНОВАННАЯ НА ТЕХНОЛОГИЯХ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Чен Эньфу

Профессор Ун-та Китайской Академии общественных наук

Э-почта: winniewow@165.com

知识经济: 经济基于新一代技术的活动

程恩福

中国社会科学院大学教授

电邮: winniewow@165.com

Интеллектуальная экономика (ИЭ) – это экономическая форма, которая основана на концепции цифровой экономики, использует интеллектуально воспринимаемую информацию и оцифрованные знания в качестве ключевых факторов производства, а новое поколение интеллектуальных технологий – как движущую силу [Xu, 2020].

Во-первых, ИЭ – это экономическая деятельность, основанная на технологиях искусственного интеллекта (ИИ). В последние годы охват и масштаб области искусственного интеллекта расширялся в связи с появлением нового поколения технологий ИИ – систем восприятия графической информации, глубоких нейронных сетей, машинного обучения и автоматического обучения (самообучения).

Во-вторых, ИЭ – это режим экономики, при котором ИИ- технологии интегрируются в реальную экономику. В 2020 году искусственный интеллект снова вошел в число областей, приоритетных для научно-технических исследований и разработки национальных стратегических технологий, плана экономического развития и перспективных целей Китая до 2035 года. Развитие интеллектуальной экономики зависит от интеграции технологий искусственного интеллекта в реальную экономику для повышения её уровня и материалоотдачи.

В-третьих, ИЭ должна быть режимом экономики, в основе

которого лежат данные, человеко-машинное взаимодействие, межотраслевая интеграция, совместные разработки и совместное использование.

В-четвертых, ИЭ можно разделить на две части: промышленный интеллект и интеллектуальное производство.

Промышленный интеллект - является основной составляющей интеллектуальной экономики, а именно, областью ИИ, которая включает в себя такие промышленные секторы как

«интернет, большие данные, облачные вычисления, граничные вычисления и базовые технологии развитого ИИ» [Liu, Du, 2020].

Интеллектуальное производство - внедрение технологий ИИ, ведущих к увеличению производительности и эффективности в той или иной отрасли, включая традиционные отрасли.

Подводя итог, отметим, что ИЭ является новым режимом экономики, основанным на технологиях искусственного интеллекта нового поколения.

ИЭ изменила традиционный подход к труду, торговле, управлению и потреблению. Будучи совершенно новым экономическим режимом, она обладает несколькими основными особенностями в том, что касается **факторов** производства, его организации и метода работы.

Во-первых, **данные** являются ключевым элементом в производстве интеллектуальной экономики. Как известно, основу общественного производства составляют труд, земля, капитал и технологии, но в эпоху ИЭ **данные** стали новым ресурсом («новой нефтью»), стимулом развития экономики.

Во-вторых, новое поколение технологий ИИ может массово применяться в различных областях промышленности. В последние годы удалось добиться масштабной интеграции нового поколения технологий ИИ, таких как машинное обучение и глубокое обучение, в различные отрасли национальной экономики на основе интернет-платформы и сети мобильной связи. Такая интеграция не только ускоряет процесс производства, обращения и потребления товаров, но и приводит к технологической модернизации традиционных отраслей промышленности и инновациям в

интеллектуальном производстве.

В-третьих, организация и функционирование интеллектуальной экономики осуществляются в основном через цифровую платформу. Цифровая платформа – это «всеобщая цифровая инфраструктура для сбора, обработки и передачи информации об экономической деятельности, такой как производство, распределение, обмен и потребление» [Xie, Wu, Wang, 2019].

В-четвертых, интеллектуальные технологии будут интегрироваться в традиционные отрасли промышленности. Главным образом это отражается во вторжении гигантских корпораций интернет-индустрии в реальную экономику: они освоили основные технологии ИИ, особенно корпорации-единороги мировой ИТ-индустрии, которые, монополизируя данные и платформы, контролируют различные области в реальной экономике.

В-пятых, интеллектуальную экономику отличает экономия на масштабе и экономия на охвате. С массовым развертыванием сетей связи и созданием информационной инфраструктуры, интеллектуальные технологии будут массово интегрированы в современное сельское хозяйство, производство и сферу услуг. В то же время из-за высоких постоянных затрат наряду с низкими предельными издержками в условиях интеллектуально оснащенного производства масштаб интеллектуальной экономики увеличивается, как и объем производства, а себестоимость единицы продукции значительно снижается.

Эмоции, социальные отношения и лингвистическая работа в нематериальном труде – это не формы труда, независимые от материального, а проявление жизненной силы человека с определенной целью и в определенной форме. Между тем, весь нематериальный труд (получение, сбор, передача, обработка, отображение и хранение информации, данных) предполагает преобразование материального и является деятельностью по созданию предметного мира.

Особенно нельзя игнорировать интеллектуальные платформы и связанные с ними различные устройства, предназначенные для выполнения нематериального труда в интеллектуальной экономике. К ним относятся различные датчики (сенсорика), а также оптоволоконная сеть, беспроводная связь, базовые приемопередающие станции и интеллектуальные телефоны (айфоны), которые поддерживаются этими внешними интерфейсами интеллектуальных технологий.

Нематериальный труд, такой как труд эмоций, языка и социальных отношений, является целенаправленной когнитивной перерабатывающей деятельностью. Объектом такой нематериальной трудовой операции является реальный мир, а рабочим процессом – преобразование материальных объектов реального мира в нематериальные формы данных, кодов, информации и слов. Материальные внешние интерфейсы интеллектуальных технологий являются средствами труда, используемыми в процессе нематериального труда. Важно подчеркнуть, что ИЭ возникает и развивается в определенном социальном контексте и ограничена существующим общественным строем. Этот атрибут указывает, что ИЭ должна наилучшим образом обслуживать процесс общественного производства и воспроизводства, особенно воспроизводства общественных отношений. Например, в условиях частной собственности на средства производства ИЭ не будет иметь подлинного совместного строительства и совместного использования, а будет служить только производственному процессу, который носит капиталистический характер, например, производству прибавочной стоимости, воспроизводству частной собственности и поддержанию подчинения труда капиталу. В условиях же государственной (народной) собственности для корректировки производственных отношений ИЭ может полагаться на общественный строй так, чтобы ее развитие было сосредоточено на тружениках, а не сфокусировано на монополии олигополии - паразитах, таким образом действительно осуществляя профессиональное и качественное развитие интеллектуальной экономики. Мы считаем, что Китай и Союзное Государство России и Белоруссии разработают национальные стратегии с учетом различных национальных условий, а также стратегии развития ИЭ и укрепят сотрудничество, чтобы качественно и быстро развивать ИЭ как ноономику. Мы будем работать сообща на благо наших стран и народов и противостоять попыткам неоимпериализма США сдерживать нас.

Литература

Liu, G., Du S. (2020). The Emergence and Development of Intelligence Economy Related Innovation Zone: The Case of Hangzhou // Humanities, №. 3. P. 40–51. (кит. яз.)

Xu, K. (ed.) (2020) The Great Ecological Change in the Era of Intelligence Economy: Winning the Battle of 5G. Beijing: Posts and Telecomm Press. (кит. яз.)

Xie, F., Wu Y, Wang S. (2019) Political Economy of the Globalization of Platform Economy // Social Sciences in China, no. 12. Pp. 62–81. (кит. яз.)

РАСПОЗНАВАНИЕ БЕСПИЛОТНИКОВ НА ОСНОВЕ РАДИОЧАСТОТНЫХ СЕНСОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Б. П. Бонджулич, кандидат наук

¹ «Военная Академия», г. Белград, Сербия
э-почта: boban.bondzulich@va.mod.gov.rs

ПРЕПОЗНАВАЊЕ БЕСПИЛОТНИХ ЛЕТЕЛИЦА ЗАСНОВАНО НА РАДИОФРЕКВЕНТНОЈ СЕНСОРЗКЕ ТЕХНОЛГИЈЕ

Б. П. Бонцулић, кандидат наука,

"Војна академија", Београд, Србија, е-пошта: bondzulici@yahoo.com

На практике беспилотные летательные аппараты (БПЛА) могут представлять вредоносную угрозу. Чтобы снизить риски для общественной безопасности, необходимо развернуть эффективную и доступную по цене систему защиты от БПЛА в чувствительных районах для обнаружения, локализации, идентификации и защиты от вторжения.

В докладе представлен новый общедоступный набор данных о радиочастотных дронах и исследуются методологии обнаружения и идентификации одиночных или нескольких БПЛА и определения типа одного обнаруженного дрона, для защиты от несанкционированного вторжения БПЛА. Для выполнения такой сложной задачи необходимо задействовать сложные и различные типы датчиков. Эти датчики объединены для выполнения очень сложной задачи поиска и локализации воздушных целей (БПЛА небольшие, очень маневренные и могут работать на относительно малых высотах) в сложных условиях (особенно в городских районах). Использование этих датчиков требует синергии различных технологий - объединения технологий радиолокационного, аудио-, видео- и/или радиочастотного наблюдения, то есть **сенсорного слияния** данных.

Рассмотрены возможности использования алгоритмов глубокого обучения, в частности, полностью подключенных глубоких нейронных сетей, в качестве решения для борьбы с БПЛА в двух разных диапазонах радиочастот. Предложен контролируемый алгоритм глубокого обучения с полностью подключенными моделями глубоких нейронных сетей, которые используют необработанные сигналы дрона, а не функции. Набор данных содержит радиосигналы различных беспилотных летательных аппаратов, работающих в различных режимах полета. Одной из главных задач было создание соответствующего алгоритма для обнаружения нескольких беспилотных летательных аппаратов. Ключевым преимуществом предлагаемого алгоритма является высокая точность, независимо от использования несложной методики (кратковременное преобразование Фурье) для предварительной обработки радиосигналов. После вычисления Фурье данные готовы к процессу обучения без каких-либо дополнительных операций. Необходимо повышение скорости распознавания режимов полета БПЛА одного производителя. Набор данных включает в себя радиочастотные сигналы различных типов дронов в разных режимах полета, поэтому его можно использовать для тестирования и проверки передовых интеллектуальных алгоритмов распознавания множества БПЛА. Вероятность обнаружения одиночного БПЛА составляет 99,8%, а вероятность идентификации типа - 96,1%. Результаты обнаружения нескольких беспилотных летательных аппаратов дают среднюю точность в 97,3%.

Литература

A. Bondžulić, and D. Obradović, "Single and multiple drones detection and identification using RF based deep learning algorithm," *Expert Syst. Appl.*, vol. 187, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.eswa.2021.115928.

ЦИФРОВЫЕ СЕНСОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ: ВИРТУАЛЬНЫЙ АГРОНОМ ДЛЯ ГОРОДСКОГО АГРОХОЗЯЙСТВА

Витина А.В.

ООО «Малое Инновационное Предприятие «Гринбар», г. Грозный
Э-почта: veg@green-capital.ru

Рассмотрена городская ферма «Гринбар» с сенсорикой и с нейросетью, автономные, экологичные конструкции, для выращивания свежих овощей, зелени и ягод в любых помещениях.

Запатентованное оборудование и технологии – выращивание только по органическим принципам [1], [2].

Сертифицированное оборудование – задает параметры качества для готовой продукции.

Виртуальный агроном – искусственный интеллект (ИИ) управление фермой – программируемый состав питательных компонентов

Органические питательные смеси – собственные рецептуры по технологии аэро-биопоника. Экономия ресурсов: без агронома, без земли, без пестицидов, без порчи и отходов.

Всю работу делает виртуальный агроном:

контролирует температуру и влажность, регулирует фито-свет, кормит, поливает, ухаживает.

Наша цель:

создать международную сеть локальных цифровых ферм с сенсорным удаленным управлением, и единую базу больших данных (Big Data) решений для растениеводства.

Литература

[1] Едлин А.Ю. Нейросеть "Виртуальный агроном" BIG DATA рецептур выращивания овощей, зелени, ягод и фруктов при помощи искусственного интеллекта. – Программа для ЭВМ, рег. № 2021680132 от 07.12.2021 г.

[2] Едлин А.Ю. IoT платформа "Виртуальный агроном" - цифровое управления растениеводством в системах гидропоника, аквапоника, биопоника, аэропоника при помощи искусственного интеллекта. - Программа для ЭВМ, рег. № 2021611881 от 08.02.2021 г.

■

© Всесоюзный Конгресс по сенсорному приборостроению
Россия, 194363, г. Санкт-Петербург, почтовый ящик, а/я 12
Сайт: <https://www.consensfusion.ru> Э-почта: Org.kon@bk.ru