



II Международная научно-практическая конференция
«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

УСТРОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ В АЛЬТЕРНАТИВНОЙ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ: НОВЫЕ ВЫЗОВЫ

д.ф.-м.н., профессор, академик РАН, Президент Академии инженерных наук (АИН) им.А.М. Прохорова Ю.В.Гуляев¹,
д.т.н, профессор, академик НАН Армении, Главный ученый секретарь АИН им.А.М. Прохорова А.С.Багдасарян^{1,2},
к.т.н., чл.корр. АИН им.А.М. Прохорова С.А.Багдасарян³,
д.т.н., профессор А.Ф. Белянин^{3,4}

¹ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, ²ФГУП НИИР,
³НПП «ТРИИС», ⁴ЦНИТИ «Техномаш», все Москва

Докл. Багдасарян Александр

Сергеевич e-mail bas@niir.ru

16-18 сентября 2020 г
Воронеж, Россия





«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Введение. Представлены результаты фундаментальных и прикладных исследований, дополняющие и расширяющие возможности альтернативной и интеллектуальной энергетике с использованием, не имеющей аналогов для рассматриваемого объекта технологии нано и микроэлектроники.

На основе последних мировых достижений представлены количественные и качественные характеристики “интеллектуальных” устройств функциональной электроники с новыми возможностями.

Показано, что с помощью термоэлектрического преобразователя на основе MDSM-структур типа полевого транзистора (FET) можно значительно повысить эффективность “интеллектуальных” устройств функциональной электроники, поскольку тепло, выделяемое процессором, снова преобразуется этим преобразователем в электричество, которое передается процессору

Платформы с интеграцией ПАВ, -WLP, -LTCC – технологий для дуплексоров, мультиплексоров и входных модулей смартфонов – самые массовые позиции техники ПАВ. Такие платформы расширяют диапазон частот и функциональные возможности современных рассматриваемых в докладе устройств функциональной электроники, составляют одну из основ их минитюаризации и “интеллектуальности”.



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Области применения ПАВ-технологии в современном радиоэлектронном приборостроении и системах связи

В системах телевизионного вещания



В системах телевизионного приёма



В системах спутниковой связи и навигации, мобильной телефонии, радиолокации



В системах связи и управления вооружениями

Название доклада УСТРОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ В АЛЬТЕРНАТИВНОЙ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ: НОВЫЕ ВЫЗОВЫ



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Техника поверхностных акустических волн (ПАВ) – одна из самых инновационных технологий в мире

ПАВ-устройства являются ключевыми элементами современных ИКТС, систем идентификации, навигации, систем распознавания и систем измерения, контроля и состояния окружающей среды и КВО.

Ближайшие перспективы развития техники ПАВ:

- междисциплинарные фундаментальные исследования
- создание «интеллектуальных» устройств на ПАВ с новыми возможностями,
- повышение рабочих частот,
- увеличение входной мощности, снижение вносимых потерь,
- уменьшение массогабаритных характеристик,
- улучшение температурной стабильности.



Интеллектуальные устройства на ПАВ (ИУ)

Объединение ПАВ-устройств (ПАВ-датчиков) с микропроцессорами приводит в последнее время к появлению интеллектуальных устройств (ИУ), обеспечивающих:

- Возможность двустороннего обмена цифровой информации при настройке и эксплуатации;
- Стабильный результат измерений при изменяющихся режимах работы; Диагностику ИУ и электроники;
- Измерение диапазона измерений в широких пределах;
- Высокую точность измерений (до 0,1%)

Поэтому конкурентоспособные ИУ могут быть созданы только в рамках системного подхода, содержание которого отражает четырехуровневая пирамида, как совокупность реализуемых в нем математических методов, алгоритмов, программных и аппаратных решений.





Интеллектуальные устройства на ПАВ (ИУ)

- Выбор математических методов оказывает непосредственное влияние на технические характеристики ИУ. При этом, технические возможности современной микро- и нано-элементной базы, открывают ранее не реализованные применения в ИУ богатого багажа различных численных методов их модификаций и результатов новых разработок.
- Для реализации выбранных математических методов и формул синтезируются микропроцессорные алгоритмы, отражающие особенности микропроцессорной обработки информации в проектируемом ИУ. В состав алгоритмического обеспечения, кроме вычислительных микропроцессорных алгоритмов, входят логические алгоритмы управления функционированием системы в различных режимах работы с различными ПАВ-устройствами, прежде всего в режиме «on-line», а также алгоритмы идентификации этих сенсоров и режимов их работы.
- Программное обеспечение, которое, как и алгоритмическое обеспечение, представляет собой компонент конечного продукта проектирования, обеспечивающая трансляцию алгоритмов в коды команд микропроцессоров.
- Аппаратное обеспечение, включает макетные, опытные и серийные образцы ИУ, КД и ТД, другую документацию





«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Принципы построения систем беспроводного мониторинга

Название доклада УСТРОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ В АЛЬТЕРНАТИВНОЙ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ: НОВЫЕ ВЫЗОВЫ

Антенны считывателей

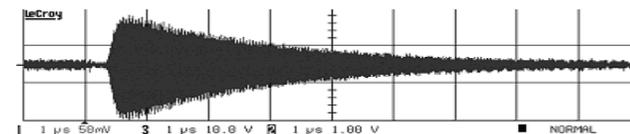
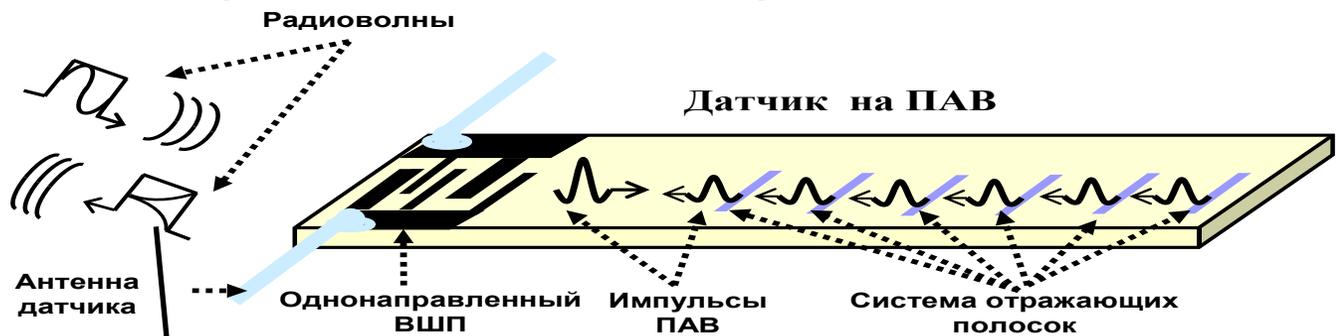
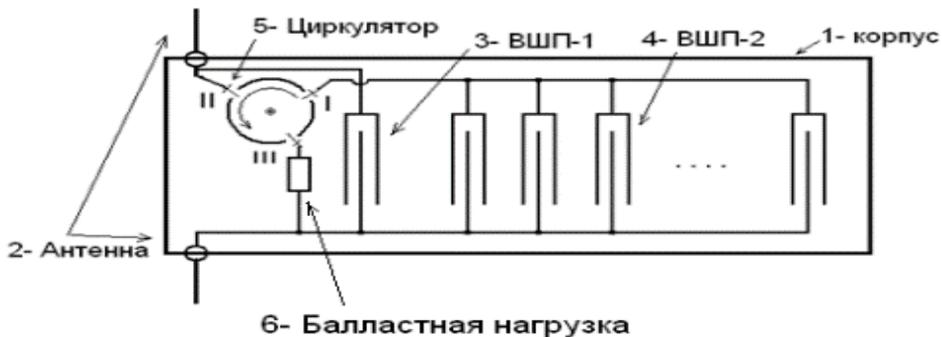


Считыватели

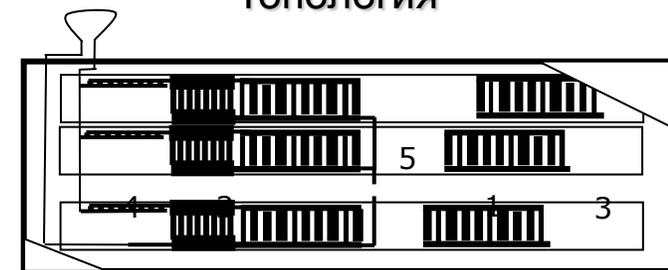


Антенна датчика

$$f_0 = 433 \text{ МГц}, \Delta f = 1 \text{ МГц}$$



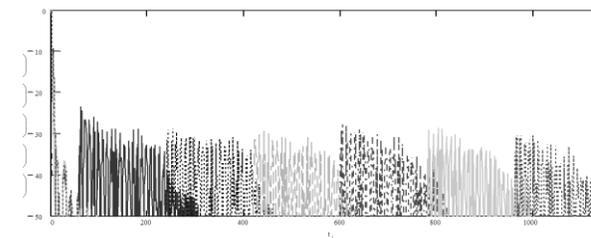
Топология



Датчики на ПАВ



Характеристики





«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Автоматизированное планирование и управление при строительстве атомных электростанций

Название доклада УСТРОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ В АЛЬТЕРНАТИВНОЙ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ: НОВЫЕ ВЫЗОВЫ



Пассивная Радиочастотная метка на ПАВ

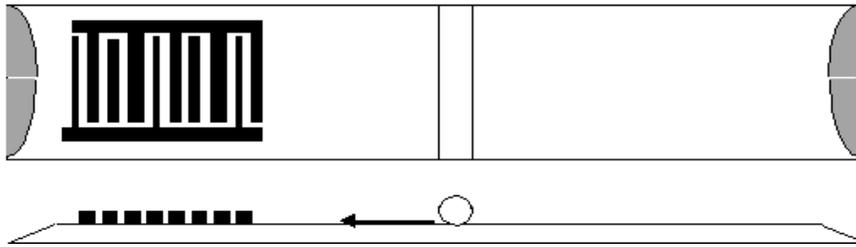




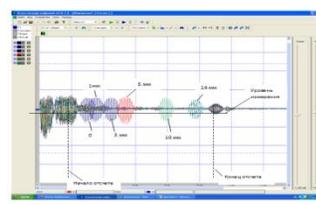
«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Акустоэлектромеханические ПАВ-датчики перемещения ГЦТ АЭС

Название доклада УСТРОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ В АЛЬТЕРНАТИВНОЙ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ: НОВЫЕ ВЫЗОВЫ



ПАВ-датчик с отражающим валиком, Патент РФ



Экспериментальный образец и визуализация отклика ПАВ-датчика с отражающим валиком





Интеллектуальные устройства на ПАВ (ИУ)

Современные системы телекоммуникации и навигации, распознавания и идентификации, измерения и контроля состояния окружающей среды и её объектов включают множество устройств на поверхностных акустических волнах: фильтров, линий задержки, резонаторов, фазовращателей, радиометок и т. п.

Одной из главных перспектив развития техники ПАВ является создание интеллектуальных устройств с новыми возможностями:

- балансных фильтров с самосогласованием и преобразованием импедансов
- ПАВ-микросборок и модулей
- платформ с интеграцией ПАВ-, WLP-, LTCC-технологий
- радиометок, объединенных с датчиками различных физических величин

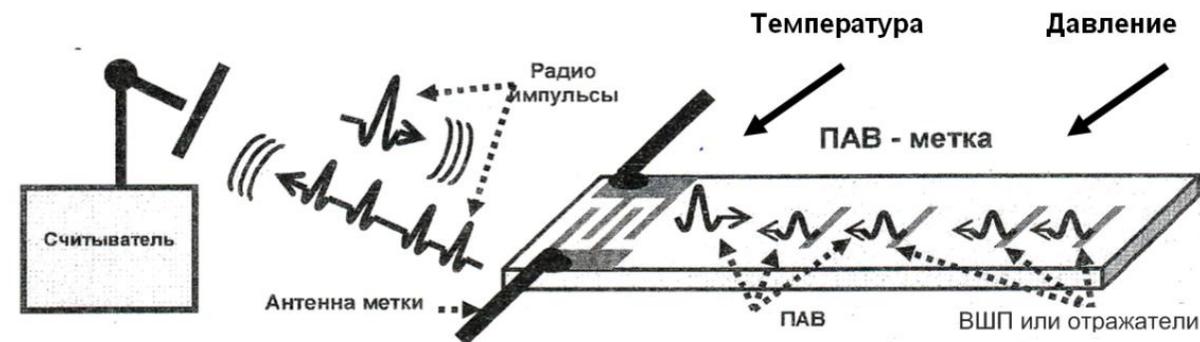
Перспективные системы альтернативной и интеллектуальной энергетики уже в ближайшее время будут включать множество устройств на поверхностных акустических волнах: датчиков, радиометок и др.



Радиометки, объединённые с датчиками физических параметров

Объединение радиометок с различными датчиками привело к созданию интеллектуальных устройств на ПАВ с возможностью измерения, например, давления, температуры, изгиба, и радиопередачи сигнала с радиометки, содержащего информацию о коде метки и измеряемых физических величинах.

Беспроводной высокотемпературный датчик - ПАВ-радио метка на кристалле лангасита, пьезосвойства которого сохраняются до 1200°C . Известно успешное использование решетки из шести ПАВ-датчиков на лангасите, совмещенных с радиометками на частоты 280-300 МГц, для измерения температуры в диапазоне $355-406^{\circ}\text{C}$ на ТЭЦ вместо устаревших и громоздких термопар



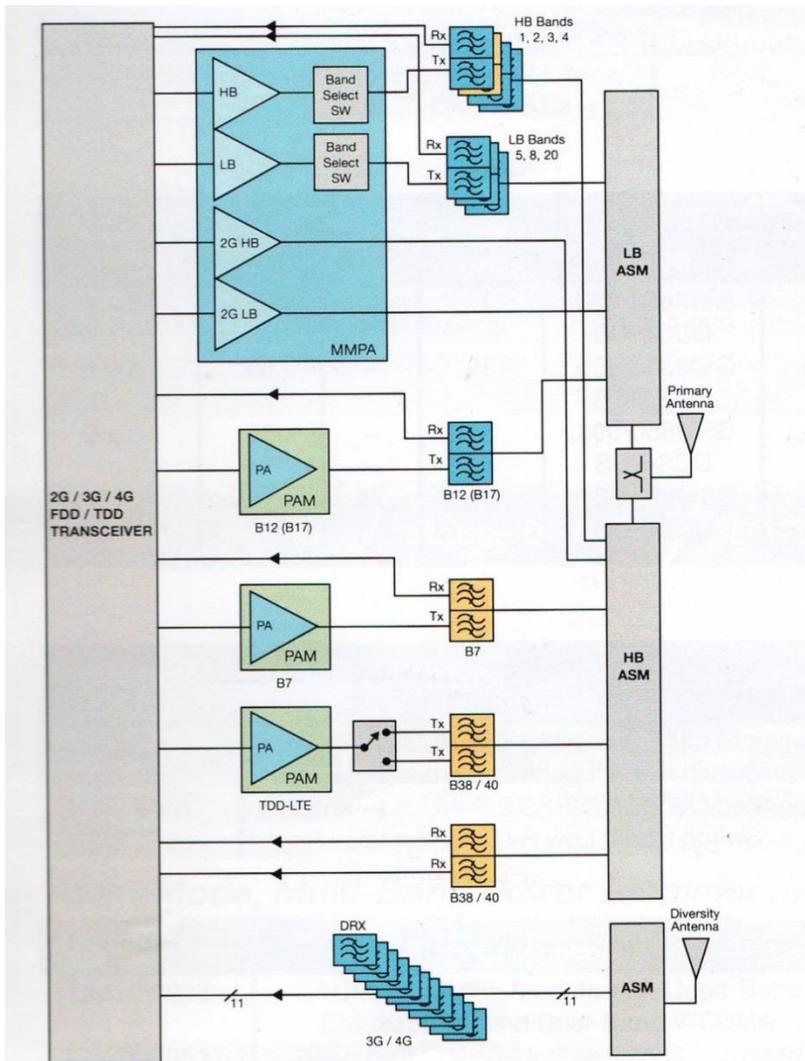
Патент РФ № 2296950 03.09. Датчик дистанционного контроля физической величины на поверхностных акустических волнах. Багдасарян А.С., Багдасарян С.А., Гуляев Ю.В., Карапетьян Г.Я.

Wireless Harsh Environment SAW Array System for Power Plant Application / M. Pereira da Cunha [et al.] // Proc. IEEE Ultrasonics Symposium. 2014. P. 381–384.

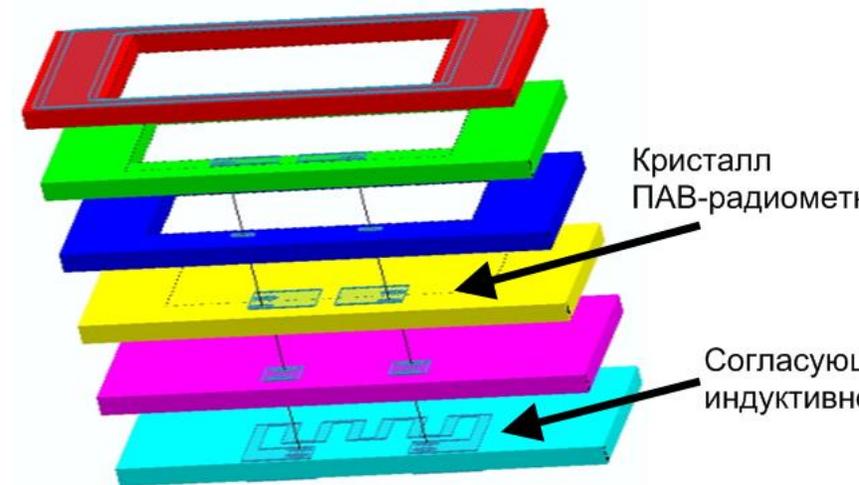


Платформы с интеграцией ПАВ-, WLP-, LTCC-технологий

Название доклада УСТРОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ В АЛЬТЕРНАТИВНОЙ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ: НОВЫЕ ВЫЗОВЫ



Фильтрация в чипсете смартфона европейского стандарта EMEA осуществляется ПАВ-фильтрами в разрешенных диапазонах частот



ПАВ-фильтры, корпусированные по технологии WLP (Wafer Level Package) с размерами кристалла 1,4x1,1 мм, входят в состав такого модуля, изготовленного по технологии LTCC (низкотемпературная совместно обжигаемая керамика) с толщиной менее 1 мм.



Интеллектуальные устройства на ПАВ в системах мониторинга и системах управления доступом на критически важные объекты

Отличительными особенностями ПАВ датчиков различных физических величин и радиочастотных меток являются:

- устойчивость к радиации,
- невосприимчивость к электромагнитным помехам,
- отсутствие возможности клонирования, подделки,
- широкий температурный режим работы,
- невозможность обнаружения иными средствами, помимо средств, входящих в состав системы мониторинга с одновременной радиочастотной идентификацией.
- Дальность считывания пассивных акустоэлектронных датчиков

может достигать десятков метров



ВЫВОДЫ:

На основе последних мировых достижений представлены количественные и качественные характеристики “интеллектуальных” устройств на ПАВ с новыми возможностями:

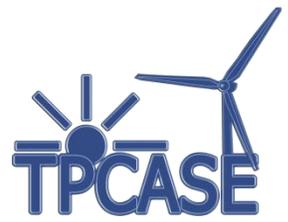
ПАВ-фильтры с малыми потерями, высокой избирательностью с такими расширенными возможностями, как преобразование импедансов, балансное включение и самосогласование для совмещения с современными балансными микросхемами.

ПАВ-микросборки, комбинирующие ПАВ-фильтры и усилитель развиваются не только по диапазону частот, но и по избирательности и функциональному назначению. При использовании балансных ПАВ-фильтров в таких микросборках увеличивается затухание в полосе задерживания до предельного значения 90 дБ, а при объединении их в набор с внешней электронной коммутацией возможно создание компактных высокоизбирательных переключаемых ПАВ-преселекторов.

В настоящее время платформы с интеграцией ПАВ, -WLP, -LTCC – технологий для дуплексоров, мультиплексоров и входных модулей смартфонов – самые массовые позиции техники ПАВ. Такие платформы расширяют диапазон частот и функциональные возможности современных смартфонов, составляют одну из основ их минитюаризации и “интеллектуальности”.

Отмечается, что объединение радиометок на ПАВ с датчиками различных физических величин привело к созданию “интеллектуальных” устройств на ПАВ для измерения высокой температуры до 1200 ° С и радиопередачи сигнала с радиометок, содержащего информацию о коде меток и температуре для замены устаревших и громоздких термопар на АЭС, ТЭЦ и др. энергетических предприятиях.

Работа поддержана РФФИ (гранты 18-07-00282 А и 18-29-02076 МК).



Спасибо за внимание