

*Infocommunications and Radio Technologies*, vol. 6, no. 2, pp. 250–259, 2023.

*Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии*. 2023. Т. 6, № 2. С. 250—259.

ISSN: 2587-9936

DOI: 10.29039/2587-9936.2023.06.2.19

УДК 621.396(091)

## Проект IEEE oral history: академик Ю. В. Гуляев. Часть 4

Кондратова Е. В., Коломийченко В. П.

*Черноморское высшее военно-морское училище имени П. С. Нахимова  
ул. Дыбенко, д. 1а, Севастополь, Российская Федерация, 299028  
elenakondratovaa@mail.ru, v.p.kolomiychenko@mail.ru*

Получено: 4 марта 2023 г.

Отрецензировано: 24 марта 2023 г.

Принято к публикации: 24 марта 2023 г.

**Аннотация:** *Статья представляет собой фрагменты интервью, взятого у академика Ю. В. Гуляева Центром истории IEEE в Горжсье, Швейцария, 13 июля 2017 г. Из 14 разделов интервью в статье представлены следующие два: Будущие разработки в области акустических волновых технологий и Друзья и награды. В статье устранены библиографические несоответствия. Цель публикации — ознакомление в этой части профильного русскоязычного сообщества с основными положениями интервью.*

**Ключевые слова:** *Центр истории IEEE в Горжсье, будущие разработки, акустические волновые технологии.*

**Для цитирования (ГОСТ 7.0.5—2008):** Кондратова Е. В., Коломийченко В. П. Проект IEEE oral history : академик Ю. В. Гуляев. Часть 4 // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. 2023. Т. 6, № 2. С. 250—259.

**Для цитирования (ГОСТ 7.0.100—2018):** Кондратова, Е. В. Проект IEEE oral history : академик Ю. В. Гуляев. Часть 4 / Е. В. Кондратова, В. П. Коломийченко // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. — 2023. — Т. 6, № 2. — С. 250—259.

### 1. Введение

Концепт устной истории был популяризирован в США в 1940-е годы в связи с деятельностью американского журналиста Джо Гулда (Joseph Ferdinand Gould; 1889—1957), заявлявшего о своей работе над огромной книгой «Устная история нашего времени», полностью составленной из записи рассказов разных людей. В 1948 году центр устной истории был открыт при Колумбийском университете. В 1967 году была создана Ассо-

циация устной истории США, двумя годами позже аналогичная организация появилась в Великобритании.

Не остался в стороне от этого тренда и IEEE — к настоящему времени американским Институтом инженеров электротехники и электроники собрано более 804 персональных устных истории. Подавляющее большинство персоналий в этом собрании — известные американские и «западные» специалисты. И, тем не менее, весьма значимым является то, что в этом списке появился известный российский ученый, академик Ю. В. Гуляев.

Интервью у российского академика для Центра истории IEEE взяли Виктор Плесски (Victor Plessky) и Клеменс Руппель (Clemens Ruppel) в Горжье, Швейцария (Gorgier, Switzerland) 13 июля 2017 г. (интервью № 784).<sup>1</sup>

Это событие нашло некоторое отражение только в небольшом интервью на портале «Правда.Ру».<sup>2</sup>

Интервью состоит из 14 разделов:

- [Детство, семья];
- Образование;
- Диссертация под руководством проф. В. Л. Бонч-Бруевича;
- Советский Союз после Сталина;
- Изобретение встречно-штыревого преобразователя в 1965 г.;
- Заведующий лабораторией во Фрязино;
- Волны Блюстейна — Гуляева;
- Другие типы акустических волн;
- Изготовление устройств на ПАВ в Советском Союзе;
- Будущие разработки в области акустических волновых технологий;
- Друзья и награды;
- Саратовский институт;
- Углеродные нанотрубки;
- Исследования в области медицины.

Ранее [1], [2], [3] были опубликованы фрагменты интервью, в которых были отражены такие разделы, как «Изобретение встречно-штыревого преобразователя в 1965 г.» и «Волны Блюстейна — Гуляева», «Диссертация под руководством проф. В. Л. Бонч-Бруевича», «Советский Союз после Сталина», «Другие типы акустических волн» и «Изготовление устройств на ПАВ в Советском Союзе». В настоящей статье представлены еще два раздела швейцарского интервью: «Будущие разработки в области акустических волновых технологий» и «Друзья и награды» Цель настоящей статьи — ознакомление в этой части профильного русскоязычного сообщества с основными положениями интервью.

<sup>1</sup> [http://ethw.org/Oral-History:Yury\\_Gulyaev](http://ethw.org/Oral-History:Yury_Gulyaev) (дата обращения 13.07.2018).

<sup>2</sup> <https://www.prawda.ru/science/02-08-2017/1343721-gulyaev-0/> (дата обращения 13.07.2018).

## 2. Будущие разработки в области акустических волновых технологий

Ruppel:

Чего вы ожидаете от будущего развития технологии ПАВ?

Гуляев:

Какое будущее я вижу для акустоэлектронных устройств (в частности для устройств SAW)? Я укажу на несколько направлений, которые уже видны:

1. В первую очередь — это будут SAW-RFID-метки; после доработок (повышение чувствительности приема, решения проблем «наезда» и т. д.) их можно будет широко использовать везде — от промышленных товаров до самолетов, ракет, оружия, поездов, автомобилей и т. п. — вплоть до идентификации личности.

2. Использование в акустоэлектронных устройствах объемных акустических волн очень высокой частоты (более 3 ГГц), где ПАВ Рэлея имеет большие потери в поверхностном слое из-за полирующей обработки. Эти фильтры будут использоваться в часах, телекоммуникациях, сотовых телефонах, системах навигации (типа GPS), технике измерений и управления, ракетно-космической технике и т. д. Альтернатива существующим подходам — использование волн Блюстейна — Гуляева или «квази-BGW», которые проникают в твердое тело гораздо глубже и поэтому обработка поверхности менее вредна.

3. Разработка датчиков на ПАВ. Сегодня они уже используются для идентификации газов, паров и жидкостей. Усовершенствования конструкций с использованием различных новых типов режимов ПАВ, ОАВ (BAW) и пластин (см. например [4]) позволят использовать эти датчики для обнаружения ядов и наркотиков.

4. Четвертое направление, на мой взгляд, может быть связано с взаимодействием SAW и BAW со свободными электронами в пьезоэлектрических полупроводниках и слоистых структурах пьезоэлектрик — полупроводник. Я мог бы упомянуть как минимум 5 таких устройств:

— Уже упоминавшееся усиление ПАВ при сверхзвуковом дрейфе электронов в слоистых структурах пьезоэлектрик — полупроводник типа TWT (ЛБВ) [5]. Этот усилитель имеет преимущество по сравнению с транзисторным усилителем — его вход и выход электрически полностью изолированы друг от друга.

— Так называемый «акусто-инжекционный транзистор» [6], в котором усиление сигнала связано с модуляцией проводимости между коллекторными электродами за счет группирования электронов акустической волной.

— Устройства зарядовой связи (ПЗС), связанные с переносом заряда акустической волной.

— Конвольверы (свертки) и корреляторы на основе поперечного акустоэлектрического эффекта ПАВ [7, 8]. Из-за их гораздо более высокой эффективности по сравнению с конвольверами (свертками) на пьезоэлектриках можно надеяться на их широкое применение для распознавания образов и другой обработки информации.

— Еще одним применением поперечного акустоэлектрического эффекта является устройство для считывания изображений с помощью короткого акустического импульса, распространяющегося в слоистой структуре пьезоэлектрофоточувствительного полупроводника. Этот импульс создает локальный поперечный акустоэлектрический эффект [7] в соответствии с локальной проводимостью. Это твердотельный аналог известного «видикона», где считывание токопроводящих профилей осуществляется электронным лучом в вакууме.

### 3. Дружья и награды

Ruppel:

А как насчет друзей и наград?

Гуляев:

Более подробную историю развития акустоэлектроники в мире в 60—70-е годы смотрите в нашей обзорной статье с моим другом и коллегой выдающимся ученым и инженером Фредом С. Хикернеллом, который, к сожалению, скончался несколько лет назад.

В целом я должен сказать, что по моему опыту научной работы все коллеги, с которыми я работал (включая, конечно моих учеников) обычно становятся моими довольно близкими друзьями, отчасти потому, что я никогда не завидовал успехам своих коллег и всегда радовался, когда у моих учеников и друзей были какие-то хорошие достижения. Может быть это связано с главным жизненным принципом моего отца — «Не будь подлецом и работай усердно» — который он перенял от крестьян родного села Гуляево и привил мне в детстве. Мне повезло: в каждой области науки, где я работал, у меня всегда были хорошие друзья-коллеги. Их так много, что я не могу назвать здесь все имена. Могу только назвать (в произвольном порядке) нескольких ученых старого поколения, которые были основоположниками акустоэлектроники, таких как Владислав Пустовойт, Вадим Гуревич, Игорь Яковкин, Игорь Викторов, Сергей Богданов, Виталий Лямов, Сергей Каринский, Владимир Шевчик, Николай Синицын, Юрий Зюрюкин, Эдгар Семенов, Питер Зильберман, Эрик Эпштейн, Анатолий Морозов, Валерий

Проклов, Георгий Мансфельд, Сергей Иванов, Владимир Анисимкин, Анатолий Кмита, Александр Медведь, Александр Багдасарян (СССР), Dick White, Cal Quate, John Shaw, Gerry Farnell, Bert Auld, Gordon Kino, Ken Lakin, Don White, Henry Spector, Art Oliner, Pankaj Das, Wen Wang, Clinton Hartmann (USA), Eric Ash, Ted Paige, Jeff Collins, Richard De La Rue (Great Britain), Pierre Tournois, Charles Maerfeld, Eugene Dieulesaint, Philippe Nosier, Gerard Quentin (France), Nobuo Mikoshiba, Kasuo Ioshida, Jun-Ichi Nishizawa, Tetsuo Sasaki, Kimio Shiosaki, Sumio Hamakawa (Japan), Kjell Ingbriгtsen, Helge Egan (Norway), Clemens Ruppel (Germany), etc. Многие из них, к сожалению, уже ушли из жизни... Я также могу назвать своих непосредственных учеников, которые внесли большой вклад в разработку акустоэлектроники, таких как (в произвольном порядке) Александр Бугаев, Геннадий Шкердин, Виктор Плесский, Сергей Никитов, Иосиф Котелянский, Александр Козорезов, Наталья Ползикова и более молодые коллеги, такие как Виктор Орлов, Сергей Алексеев, Наталья Науменко, Ирен Кузнецова и др.

В других областях науки, в которых я работал, у меня также есть много друзей-коллег, таких как Николай Сеницын, мой соавтор в открытии сильной электронной эмиссии из углеродных нанотрубок, или Петр Зильберман, мой соавтор в области магнитоэлектроники и спинтроники, или Владимир Черепенин, с которым я сейчас работаю, исследуя влияние сильных импульсных электрических полей на различные среды. Владимир Черепенин и Юрий Масленников также являются моими близкими коллегами по исследованиям в области биомедицинской радиоэлектроники.

За мою долгую жизнь в науке (около 60 лет!) У меня было более 80 аспирантов, большинство из которых получили докторскую степень и около 25 из них стали докторами наук и профессорами физики. Я считаю это одним из своих главных достижений в науке.

В 1979 году пять европейских ученых Э. Эш, Дж. Коллинз, Ю. Гуляев, К. Ингебригтсен и Э. Пейдж были награждены престижной премией Европейского физического общества за разработку физических основ устройств на поверхностных акустических волнах.

В 2006 году я получил премию IEEE Рэля за свои работы по физике и технологии устройств на ПАВ для обработки информации. За свои работы в области акустоэлектроники я был удостоен Государственной премии СССР (дважды в 1974 и 1984 гг.) и России (также дважды в 1993 и 2006 гг.).

Plessky:

Каким еще направлениям исследований вы следовали?

Гуляев:

Еще одним интересом в то время была так называемая спин-волновая электроника. Дело в том, что система атомных спинов в магне-

тиках в каком-то смысле «легче», чем система самих атомов, поэтому спин-волновые устройства должны работать на более высоких частотах, чем их акусто-волновые аналоги, основанные на движении тяжелых атомов. В 1965 г. я предсказал существование так называемых «вторых спиновых волн» в ферромагнетиках [9] (аналог «второго звука» в жидком гелии, предсказанный Л. Д. Ландау) — волн спин-волновой плотности. Мною была разработана гидродинамическая теория этих волн, которая впоследствии была подтверждена в работах физиков уральской школы.

В дальнейшем совместно с П. Е. Зильберманом, Э. М. Эпштейном, В. П. Плесским, С. А. Никитовым и нашими сотрудниками была разработана кинетическая теория спин-волнового взаимодействия со свободными электронами в ферритах, слоистых структурах феррит — полупроводник и в периодических структурах на поверхности ферромагнетиков. На этой основе могут быть разработаны высокочастотные (и с высокой добротностью) фильтры и линии задержки на СВЧ. Нами были проведены широкие исследования<sup>3,4,5</sup> явлений, связанных со спин-ориентированными токами (это направление называется «спинтроника») и экспериментально наблюдалось терагерцовое электромагнитное излучение за счет спиновой инжекции в ферромагнетиках<sup>6,7</sup>.

Совместно с В. П. Плесским и С. А. Никитовым мы ввели новый тип метаматериалов — «магنونные кристаллы» — периодическую среду с периодом, равным длине спиновой волны (аналог известных «фотонных» и «фононных» кристаллов). Сейчас эти магнитные метаматериалы широко исследуются как новые материалы для обработки информации.

Третьим направлением моей научной деятельности с 1980 года была вакуумная микроэлектроника, основанная на явлении эмиссии «холодных» электронов в вакуум из микроигл, изготовленных из молибдена и других материалов. Эти работы проводились в Саратовском отделении нашего института, которое я организовал в 1977—1979 гг. по предложению академика Н. Н. Гусева, химика по образованию. Для создания отделения ИРЭ в Саратове были объективные причины, так как здесь находил-

---

<sup>3</sup> Yu. V. Gulyaev, P.E. Zilbermann, R&E, 23, 898, 1978 (настоящая и последующие сноски представлены в соответствии с оригиналом [http://ethw.org/Oral-History:Yury\\_Gulyaev](http://ethw.org/Oral-History:Yury_Gulyaev)).

<sup>4</sup> R.J. Elliott, E.M. Epstein, Yu.V. Gulyaev, P.E. Zilbermann, J. of Magnetism and Magnetization, 271, 83, 2004.

<sup>5</sup> Yu. V. Gulyaev, P.E. Zilbermann, A.I. Panas, E.M. Epstein, UFN (Soviet Physics - Uspekhi), 179, 359, 2009.

<sup>6</sup> Yu. V. Gulyaev, P.E. Zilbermann, I.V. Malikov, F.M. Mikhailov, A.I.Panas, S.G. Chigarev, E.M. Epstein, JETP Lett, 93, 289, 2011.

<sup>7</sup> Yu. V. Gulyaev, P.E. Zilbermann, I.V. Malikov, F.M. Mikhailov, S.G. Chigarev, E.M. Epstein, R&E, 57, 372, 2012.

ся исторически превосходный классический университет с сильным радиоэлектронным факультетом и многими крупными промышленными предприятиями в области СВЧ-электроники, некоторые из которых были перенесены из Москвы и Ленинграда во время Второй мировой войны. Война. Действительно, Саратов был интеллектуальным центром Нижнего Поволжья. В 1977 г. в Саратов приехала представительная делегация АН СССР во главе с вице-президентом Академии, директором нашего института академиком В. А. Котельниковым, в результате чего Президиум АН СССР принял решение о создании Саратовского научного центра АН СССР, состоящего из нескольких институтов различных научных направлений — точной механики, биологии, сельского хозяйства и радиоэлектроники. Организация Центра была поручена мне, так как я уже с начала 60-х тесно сотрудничал с учеными Саратовского университета в области акустоэлектроники и СВЧ-акустики.

#### 4. Заключение

Интервью, взятое у академика Ю. В. Гуляева Центром истории IEEE — свидетельство мирового признания его научных достижений. Не рассмотренные в настоящем докладе фрагменты интервью представляют интерес для дальнейшего ознакомления профильного русскоязычного сообщества с основными его положениями.

#### Список литературы

1. Ермолов П. П. Проект IEEE oral history : академик Ю. В. Гуляев. Часть 1. В кн.: 28-я Междунар. Крымская конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» — КрыМиКо'2018 (Севастополь, 9—15 сент. 2018 г.). 2018. С. 1827—1834.
2. Ермолов П. П., Коломийченко В. П., Свиридова Е. И. Проект IEEE oral history: академик Ю. В. Гуляев. Часть 2 // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. 2019. Т. 2, № 2. С. 257—263.
3. Кондратова Е. В., Коломийченко В. П. Проект IEEE oral history : академик Ю. В. Гуляев. Часть 3 // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. 2023. Т. 6, № 2. С. 257—263.
4. Multichannel acoustic tool for sensing in liquid microdroplets / I. Anisimkin, V. I. Anisimkin, Yu. Gulyaev, A. Cimmino, E. Verona. In : Proceedings of the IEEE Ultrasonics Symposium. 2000. Vol. 1.
5. Гуляев Ю. В., Пустовойт В. И. Усиление поверхностных волн в полупроводниках // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 1964. Т. 47, № 6. С. 2251—2253.
6. Gulyaev Yu. V., Mansfeld G. D., Orlova G. A. Acoustoinjection transistor-a new type of electrically controlled transducer // Electronics Letters. 1981. Vol. 17, no. 12. P. 396.
7. К теории электронного поглощения и усиления поверхностных звуковых волн в пьезокристаллах / Ю. В. Гуляев и др. // Физика твердого тела. 1970. Т. 12, № 9. С. 2595—2601.

8. Кмита А. М., Медведь А. В. Поперечный акусто-электрический эффект в слоистой структуре  $\text{LiNbO}_3$  — Si // Письма в ЖЭТФ. 1971. Т. 14, № 8. С. 455—458.
9. Гуляев Ю. В. О возможности «вторых» спиновых волн в ферромагнетиках // Письма в ЖЭТФ. 1965. Т. 2, № 1. С. 3—6.

### Информация об авторах

**Кондратова Елена Васильевна**, доцент кафедры физики и общетехнических дисциплин Черноморского высшего военно-морского училища имени П. С. Нахимова, Севастополь, Российская Федерация.

**Коломийченко Виктория Павловна**, старший преподаватель кафедры физики и общетехнических дисциплин Черноморского высшего военно-морского училища имени П. С. Нахимова, Севастополь, Российская Федерация.



## IEEE oral history project: Academician Yu. V. Gulyaev. Part 4

Ye. V. Kondratova<sup>1</sup> and V. P. Kolomiychenko

*Black Sea Higher Naval School n. a. P. S. Nakhimov  
1a, Dybenko Str., Sevastopol, Russian Federation, 299028  
elenakondratovaa@mail.ru, v.p.kolomiychenko@mail.ru*

Received: March 4, 2023

Peer-reviewed: March 24, 2023

Accepted: March 24, 2023

**Abstract:** *The article is a fragment of an interview taken by Academician Yu. V. Gulyaev by the IEEE History Center in Gorgier, Switzerland, July 13, 2017. Of the 14 interview sections, the article presents the following two: Future developments in the field of acoustic wave technology and Friends and awards. The article eliminated bibliographic inconsistencies. The purpose of the report is to familiarize in this part of the profile Russian-speaking community with the main provisions of the interview.*

**Keywords:** *Center for IEEE History in Gorgier, types of acoustic waves, SAW devices fabrication, Soviet Union.*

**For citation (IEEE):** Ye. V. Kondratova<sup>1</sup> and V. P. Kolomiychenko, “IEEE oral history project : Academician Yu. V. Gulyaev. Part 4,” *Infocommunications and Radio Technologies*, vol. 6, no. 2, pp. 250–259, 2023, doi: 10.29039/2587-9936.2023.06.2.19. (In Russ.).

### References

- [1] P. P. Yermolov, “IEEE oral history project : Academician Yu. V. Gulyaev. Part 1,” in *28<sup>th</sup> International Conference “Microwave & Telecommunication Technology”*, Sevastopol, 2018, pp. 1827–1834. (In Russ.).
- [2] P. P. Yermolov, V. P. Kolomiychenko, and Ye. I. Sviridova, “IEEE oral history project : Academician Yu. V. Gulyaev. Part 2,” *Infocommunications and Radio Technologies*, vol. 2, no. 2, pp. 257–263, 2019. (In Russ.).
- [3] Ye. V. Kondratova and V. P. Kolomiychenko, “IEEE oral history project : Academician Yu. V. Gulyaev. Part 3,” *Infocommunications and Radio Technologies*, vol. 6, no. 1, pp. 108–114, 2023, doi: 10.29039/2587-9936.2023.06.1.09. (In Russ.).
- [4] I. Anisimkin, V. I. Anisimkin, Yu. Gulyaev, A. Cimmino, and E. Verona, “Multichannel acoustic tool for sensing in liquid microdroplets,” in : *Proceedings of the IEEE Ultrasonics Symposium*, vol. 1, 2000, doi: 10.1109/ULTSYM.2000.922646.
- [5] Yu. V. Gulyaev and V. I. Pustovoi, “Amplification of surface waves in semiconductors,” *Journal of Experimental and Theoretical Physics*. vol. 47, no. 6. pp. 2251–2253, 1964. (In Russ.).
- [6] Yu. V. Gulyaev, G. D. Mansfeld, and G. A. Orlova, “Acoustoinjection transistor-a new type of electrically controlled transducer,” *Electronics Letters*, vol. 17, no. 12, p. 396, 1981, doi: <https://doi.org/10.1049/el:19810275>.

- [7] Yu. V. Gulyaev, A. Yu. Karabanov, A. M. Kmita, A. V. Medved, and Sh. S. Tursunov, "On the theory of electronic absorption and amplification of surface sound waves in piezocrystals," *FTT*, 1970, vol. 12, no. 9, pp. 2595–2601.
- [8] A. M. Kmita and A. V. Medved', "Transverse Acoustoelectric Effect in a Layered  $\text{LiNbO}_3$ -Si Structure," *Journal of Experimental and Theoretical Physics Letters*, vol. 14, pp. 310, 1971.
- [9] Yu. V. Gulyaev, "Possible Existence of 'Second' Spin Waves in Ferromagnets," *JETP Letters*, 1965, Vol 2, no. 1, pp. 1–2.

### **Information about the authors**

**Yelena V. Kondratova**, Associate Professor at the Department of Physics and General Engineering, Black Sea Higher Naval School n. a. P. S. Nakhimov, Sevastopol, Russian Federation.

**Viktoriya P. Kolomiychenko**, Senior Lecturer, Department of Physics and General Engineering, Black Sea Higher Naval School n. a. P. S. Nakhimov, Sevastopol, Russian Federation.