

## Литература

1. Брусин В.А. Об управлении динамическими системами в условиях неопределенности // Соросовский Образовательный Журнал. – 1996. – № 6. – С. 115-121.
2. Фомин В.Н. Некоторые общие принципы построения адаптивных систем управления // Соросовский Образовательный Журнал. – 1996. – № 12. – С. 102-108.
3. Негушила А.В. Теория автоматического управления. – М.: Высшая школа, 1976.

Ганго С.Е., Соловьёв В.Г.

## ИЗМЕРЕНИЕ ТЕРМО-Э.Д.С. МИКРОСКОПИЧЕСКИХ МОНОКРИСТАЛЛОВ ЦЕОЛИТОВ ИМПУЛЬСНЫМ МЕТОДОМ

В работе [1] описана методика импульсного измерения на образцах размерами 30–100 мкм термо-э.д.с. относительно золота при комнатной температуре. При этом микрообразец зажимался между верхним «холодным» электродом (золотой иглой) и нижним электродом (золотой фольгой), температура которого скачком повышалась на 10 К. Как показывает теория [2] и опыт, это приводит к линейному росту термо-э.д.с. в первые секунды нагрева и последующему ее экспоненциальному спаду после выключения нагревателя (рис. 1).

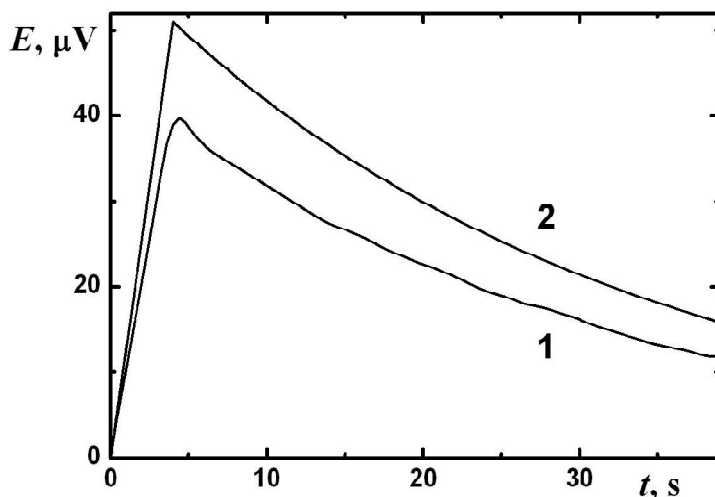


Рис. 1. Зависимость термо-э.д.с. от времени [1,2]:  
1 – полученная экспериментально, 2 – рассчитанная теоретически.

Описанная в работе [1] методика успешно применялась нами для определения величины и знака удельной термо-э.д.с. микрообразцов новых нанокomпозиционных материалов o-InSb, o-Te, o-Pb, o-Bi [3], полученных в результате заполнения полостей регулярной пористой диэлектрической матрицы синтетического благородного опала [4] ультрадисперсным антимонидом индия, теллуром, свинцом или висмутом по методу В.Н. Богомолова [5,6].

Как показывают проведенные в настоящей работе эксперименты, этот метод может использоваться и для исследования образцов нанокomпозиционных материалов на основе микроскопических монокристаллов цеолитов и цеолитоподобных алюмофосфатов типа AFI [7], имею-

щих существенно меньшие размеры, чем образцы на основе опалов. При этом для установки столь малых образцов в измерительную ячейку оказалось целесообразным заменить золотую иглу более жесткой вольфрамовой, которая ранее использовалась для измерения электропроводности микрокристаллов цеолитов на аналогичной установке [8]. Возможность использования вольфрамовой иглы и для измерения термо-э.д.с. микрообразцов связана, на наш взгляд, с тем, что величины абсолютной термо-э.д.с. золота и вольфрама близки друг к другу:  $S_{Au} \approx +1,94 \mu\text{V/K}$  и  $S_W \approx +1,07 \mu\text{V/K}$  при  $T=300 \text{ K}$  [9]. Недостатком вольфрамовой иглы по сравнению с золотой является окисление вольфрама, что может приводить к невоспроизводимости результатов измерений [10]. Однако эта проблема решается, если перед проведением экспериментов «освежать» вольфрамовую иглу в растворе КОН с последующим промыванием дистиллированной водой и высушиванием, как это рекомендуется делать в отношении вольфрамовых зондов сканирующих зондовых микроскопов (СЗМ) [11]. В этом случае результаты измерений воспроизводятся в пределах ошибок эксперимента, а градуировочные кривые, полученные на системах «золото–микрообразец–золото» и «вольфрам–микрообразец–золото», оказываются близкими друг к другу (рис. 2).

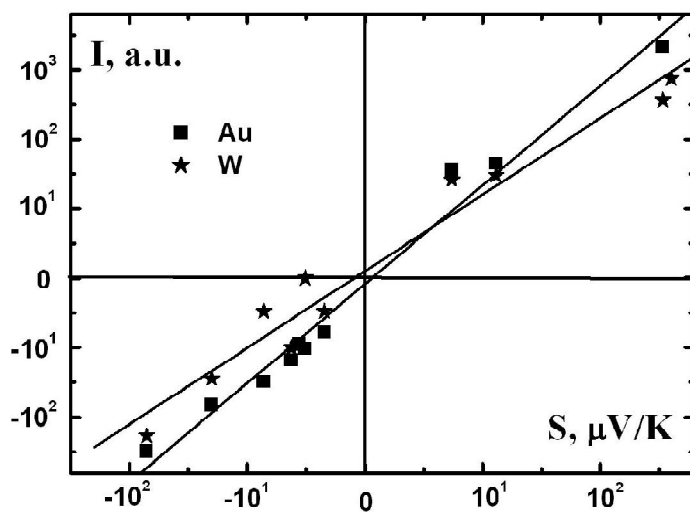


Рис. 2. Градуировочные графики для определения термо-э.д.с. микрообразцов, установленных между золотой (Au) или вольфрамовой (W) иглой и золотой фольгой, полученные при комнатной температуре.

Авторы признательны В.Л. Вейсману, С.Г. Романову и С.В. Трифонову за предоставление образцов для исследования, М.Н. Кондратьевой и Ю.Б. Романенко за помощь при проведении экспериментов. Работа поддержана целевой программой «Развитие научного потенциала высшей школы» Федерального агентства образования Российской Федерации.

### Литература

1. Ганго С.Е., Марков В.Н., Соловьёв В.Г. Ячейка для измерения термо-э.д.с. микрообразцов импульсным методом // Приборы и техника эксперимента. – 1998. – № 6. – С. 123–124.
2. Ганго С.Е. Исследование одномерного нестационарного температурного поля и термоэлектрического отклика, возникающего в проводящем микрообразце под действием теплового импульса // Вестник НовГУ. – Сер.: Естественные и технические науки. – 2003. – № 23. – С. 30–35.
3. Богомолов В.Н., Ганго С.Е., Курдюков Д.А., Мисиорек Х., Парфеньева Л.С., Романов С.Г., Смирнов И.А., Соловьёв В.Г., Ханин С.Д. Термоэлектрические свойства регулярных матричных композитов на основе опалов с наноструктурированными полупроводниками, металлами и полуметаллами // Нанотехника. – 2006. – № 1. – С.10–13.

4. Балакирев В.Г., Богомолов В.Н., Журавлёв В.В., Кумзеров Ю.А., Петрановский В.П., Романов С.Г., Самойлович Л.А. Трехмерные сверхрешетки в матрицах опалов // Кристаллография.– 1993.– Т. 38.– № 3.– С. 111–120.
5. Богомолов В.Н. Жидкости в ультратонких каналах (Нитяные и кластерные кристаллы) // Успехи физических наук.– 1978.– Т. 124.– № 1.– С. 171–182.
6. Astratov V.N., Bogomolov V.N., Kaplyanskii A.A., Prokofiev A.V., Samoilovich L.A., Samoilovich S.M., Vlasov Yu.A. Optical spectroscopy of opal matrices with CdS embedded in its pores: Quantum confinement and photonic band gap effects // Il Nuovo Cimento.– 1995.– V. 17D.– No. 11–12.– P. 1349–1354.
7. Trifonov S.V., Ivanova M.S., Markov V.N., Pan'kova S.V., Veisman V.L., Solov'ev V.G. Synthesis and physical properties of single crystals of zeolite-like aluminophosphates of the AFI type // Glass Physics and Chemistry.– 2007.– V. 33.– No. 3.– P. 259–261.
8. Марков В.Н., Соловьёв В.Г. Ячейка для измерения электропроводности микрокристаллов цеолитов // Приборы и техника эксперимента.– 1990.– № 5.– С. 232–234.
9. Физические величины: Справочник / Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова.– М.: Энергоатомиздат, 1991.– С. 563.
10. Ito K., Hijikata K., Torikoshi K., Phelan P.E. Thermoelectric voltage at metallic point contacts from nonequilibrium effects // Transactions of the ASME.– 1995.– V. 117.– No. 4.– P. 822–827.
11. Нанотехнологический комплекс «Умка» (сканирующий туннельный микроскоп): Руководство пользователя.– М.: ИНАТ, 2006.– С. 19.

**Павлов Е.В.**

## **ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЕ ИДЕИ ТЕОРИИ СТРУН И М-ТЕОРИИ**

Один из создателей и разработчиков струнной теории Эдвард Виттен сказал, что теория струн - это теория XXI века, и она случайно оказалась в XX веке.

Необходимость разработки и изучения этой проблемы объясняется тем, что теория струн дает определенный способ объяснения свойств всех взаимодействий и всех видов материи. Это значит, что теория струн может претендовать на роль единой теории поля.

Поэтому представляется необходимым познакомить с основными базовыми положениями струнной теории, в первую очередь, студентов физико-математических факультетов, а также студентов других факультетов, слушающих курс "Концепции современного естествознания", уделяя внимание физическим сторонам теории струн.

Частицы, которые известны как фундаментальные (кварки, лептоны), а также частицы, переносящие взаимодействия (фотон, гравитон, глюоны, промежуточные векторные бозоны), согласно стандартной модели рассматриваются как нуль-мерные объекты, т.е. материальные точки. Каждая из этих частиц, известных как "элементарные", в теории струн представляет собой своеобразную колеблющуюся нить, названную струной, которая принимается как одномерное образование.

В 1968 г. молодой физик - теоретик Габриэле Венециано обдумывал способы объяснения многочисленных экспериментально наблюдаемых характеристик сильного ядерного взаимодействия. Этой проблемой он занимался в течение нескольких лет. В то время Венециано работал в Женеве в ЦЕРНЕ. Однажды не без удивления он понял, что экзотическая математическая формула, придуманная Леонардом Эйлером в 1730 г. в чисто математических целях - так называемая бета-функция Эйлера, - похоже, способна описать все многочисленные свойства частиц, участвующих в сильном ядерном взаимодействии. Это свойство бета-функции позволяло дать математическое описание многим огромным массивам данных, накопленным при изучении особенностей сильного взаимодействия.