

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения



NanoTech-2015

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ МОЛОДЕЖНОЙ НАУЧНОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

*В рамках VI Фестиваля науки Юга России
К 100-летию Южного федерального университета*

г. Таганрог, Ростовская область, Россия
21– 25 сентября 2015г.

Таганрог
Издательство Южного федерального университета
2015

УДК 592.546.28:539.21.621.79:621.315

Молодежная научная конференция «NanoTech-2015» проводится в г. Таганроге 21–25 сентября 2015 г.

NanoTech-2015: сборник докладов молодежной научной конференции – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2015. – 131 с.

ISBN978-5-9275-1579-0

Сопредседатели конференции

академик РАН Минкин В.И.
профессор Коноплев Б.Г.

Программный комитет

профессор Абрамов И.И. (Белоруссия)
ЗАО «НТО» Алексеев А.Н.
ЗАО «НТМДТ» Быков А.В.
профессор Быков В.А.
академик НАН Достанко А.П. (Белоруссия)
академик НАН Казарян Э.М. (Армения)
чл.-корр. РАН Квардаков В.В.
профессор Конакова Р.В. (Украина)
профессор Лучинин В.В.
чл.-корр. НАН Пилипенко В.А. (Белоруссия)
профессор Понарядов В.В. (Белоруссия)
профессор Рыгалин Б.Н.
академик РАН Сигов А.С.
профессор Хлебников Ю.И. (США)
профессор Хуанг Ч. (КНР)

Оргкомитет

д.т.н., проф. Агеев О.А.
к.т.н., доцент. Денисенко М.А.
к.т.н., н.с. Исаева А.С.
к.т.н., доцент Коломийцев А.С.
к.т.н., доцент Куликова И.В.
д.т.н., проф. Лысенко И.Е.
зав. лаб. Молчанова Л.Ф.
к.т.н., доцент Поляков В.В.
к.т.н., доцент Смирнов В.А.
к.т.н., доцент Федотов А.А.

Редакционная коллегия

Коноплев Б.Г. (отв. редактор), Агеев О.А., Поляков В.В., Рындин Е.А., Лысенко И.Е., Смирнов В.А., Авилов В.И.

ISBN978-5-9275-1579-0

©ИНЭП ЮФУ, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ

Н.М. Парфёнов, С.П. Тимошенко, А.С. Тимошенко, Ю.Н. Тиняков ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АХТ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДАТЧИКОВ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН.....	8
А.А. Залуцкая, А.В. Проказников РЕЗОНАНСНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КЛАСТЕРНЫХ НАНОСТРУКТУР С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ	10
Г.И. Глушков, А.В. Тучин, Л.А. Битюцкая РАЗМЕРНАЯ МОДУЛЯЦИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ УЛЬТРАКОРОТКОЙ УГЛЕРОДНОЙ НАНОТРУБКИ (5, 5) В СИНГЛЕТНОМ И ТРИПЛЕТНОМ СОСТОЯНИЯХ.....	12
В.А. Тяпкина, А.В. Тучин, Л.А. Битюцкая РЕГИБРИДИЗАЦИЯ ОРБИТАЛЕЙ УЛЬТРАКОРОТКОЙ УГЛЕРОДНОЙ НАНОТРУБКИ (5, 5) ПРИ АДСОРБЦИИ ГИДРОКСИЛА.....	14
А.В. Тучин, Л.А. Битюцкая ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВОЗБУЖДЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПОЛЯМИ СОСТОЯНИЙ ФУЛЛЕРЕНОВ ОПТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.....	16
Д.А. Жукалин, А.В. Тучин, Т.В. Куликова, Л.А. Битюцкая О МЕХАНИЗМАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОРОТКИХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК С АЭРОСИЛОМ В ВЫСЫХАЮЩЕЙ КАПЛЕ.....	18
Ю.Ф. Блинов, М.В. Ильина, В.А. Смирнов МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМАЦИИ ВЕРТИКАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОЙ УГЛЕРОДНОЙ НАНОТРУБКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ.....	19
С.П. Малоков, Ю.В. Клунникова, А.В. Саенко, Д.А. Бондарчук ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЛАЗЕРНОГО ОТЖИГА СПАЯ НА ОСНОВЕ КЕРАМИКИ И СТЕКЛОВИДНОГО ДИЭЛЕКТРИКА	21
С.П. Малоков, А.В. Саенко ЛАЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА НАНОЧАСТИЦ ПЛЕНКИ TiO_2 НА ГИБКОЙ ПОДЛОЖКЕ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ	23
Д.С. Рошаль, С.Б. Рошаль ИЗМЕНЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СФЕРИЧЕСКИХ КОЛЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ В ХОДЕ РЕЛАКСАЦИИ ВНЕДРЁННЫХ ПОЗИЦИЙ.....	25
Д.Ю. Лаврик С.П. Авдеев, О ФОРМИРОВАНИИ АВТОЭМИССИОННЫХ СТРУКТУР ЭЛЕКТРОННЫМ ЛУЧОМ.....	27
С.В. Балакирев, И.А. Михайлин, М.С. Солодовник ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭПИТАКСИАЛЬНОГО РОСТА $\text{GaAs}/\text{GaAs}(001)$ С УЧЕТОМ СООТНОШЕНИЯ ПОТОКОВ V/III	28
Е.Г. Замбург, И.А. Шшулин РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ СЕЛЕКТИВНОСТИ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ НА ОСНОВЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ПЛЕНОК ZnO	30

Н.К. Плуготаренко, А.И. Бахмацкая РАЗВИТИЕ МОДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПОВЕРХНОСТИ ПЛЕНОК ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	32
В.С. Климин, К.С. Сергиенко ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ КОНДЕНСАЦИЕЙ ИЗ АТОМАРНЫХ ПОТОКОВ НИКЕЛЯ, ДЛЯ РОСТА МАССИВА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК МЕТОДОМ PECVD	34
О.И. Ильин, К.С. Сергиенко, В. М. Чинь, Н.Н. Рудык ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМАХ Ni/Ti/Si И Fe/W/Si ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К СТРУКТУРАМ НА КОТОРЫХ ПРОИСХОДИТ ФОРМИРОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МАССИВОВ УНТ	36
В.В. Полякова, В.И. Авилов, Д.С. Зубкова ЛОКАЛЬНОЕ АНОДНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПОДЛОЖКИ КРЕМНИЯ С ПОМОЩЬЮ АТОМНО СИЛОВОГО МИКРОСКОПА.....	38
Е.Ю. Гусев, Ю.Ю. Житяева, В.В. Бесполудин ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ ФОТОРЕЗИСТА В КИСЛОРОДНОЙ ПЛАЗМЕ.....	40
Р.В. Томинов, В.А. Смирнов, Д.С. Зубкова РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ПЛЕНКИ ФОТОРЕЗИСТА МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ.....	41
О.А. Ежова, Ф.М. Бондарев РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРИЗУЕМОЙ МОДЕЛИ ПОСТРОЕНИЯ ТОПОЛОГИИ ТУННЕЛЬНОГО СЕНСОРА ЛИНЕЙНЫХ УСКОРЕНИЙ	43
Н.Н. Рудык, О.И. Ильин, А.А. Федотов, В.М. Чинь ЭСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА НА ПАРАМЕТРЫ ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ХОГФ УНТ....	45
С.А. Лисицын, А.С. Коломийцев, И.Н. Коц ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ИОННО-СТИМУЛИРОВАННОГО ОСАЖДЕНИЯ С И W МЕТОДОМ ФОКУСИРОВАННЫХ ИОННЫХ ПУЧКОВ.....	47

НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Н.П. Абаньшин, А.П. Логинов, Д.С. Мосияш, А.Н. Якунин ПЛАНАРНЫЙ АВТОЭМИССИОННЫЙ КАТОД И ВОПРОСЫ ЭФФЕКТИВНОГО ТРАНСПОРТА ЭЛЕКТРОННОГО ПОТОКА НА АНОД.....	49
В.И. Авилов, В.А. Смирнов, О.Г. Цуканова ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАТЕРИАЛА ВЕРХНЕГО ЭЛЕКТРОДА НА МЕМРИСТОРНЫЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ОКСИДА ТИТАНА	51
Е.Н. Осадчий, Е.С. Стариков АНАЛИЗ ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННЫХ ИСКАЖЕНИЙ И ПОТЕРЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СВЧ СМЕСИТЕЛЕЙ НА НАНОРАЗМЕРНЫХ РЕЗОНАНСНО-ТУННЕЛЬНЫХ ДИОДАХ И НЕМТ-ТРАНЗИСТОРАХ	53
И.В. Писаренко ФИЗИКО-ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОТОДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ P-I-N СТРУКТУР И ДИОДОВ С БАРЬЕРОМ ШОТТКИ ДЛЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОПТИЧЕСКОЙ КОММУТАЦИИ	55

В.С. Климин, А.С. Семенов ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОЭМИССИОННЫХ И ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ МАКЕТА ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ОСНОВЕ МАССИВА ВЕРТИКАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК, ВЫРАЩЕННЫХ МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ	57
П.Ю. Волощенко, Ю.П. Волощенко, В.Г. Вавилов, Л.Д. Астахов МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕМЕНТЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СХЕМЕ СВЧ.....	59
П.Ю. Волощенко, Ю.П. Волощенко, В.Г. Вавилов, Л.Д. Астахов АНАЛИЗ ИМПЕДАНСНЫХ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ В ИЗДЕЛИЯХ КОГЕРЕНТНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ	61
М.А. Денисенко ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ОПТИЧЕСКОЙ КОММУТАЦИИ.....	63
И.Л. Житяев, Е.Ю. Волков, А.М. Светличный, О.Б. Спиридонов МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАНАРНОГО ГРАФЕНОВОГО АВТОКАТОДА В ФОРМЕ ДИСКА	65
А.С. Синюкин РАЗРАБОТКА ОДНОКРИСТАЛЬНОГО КОМАНДНОГО ПРИЕМНИКА ПО ТЕХНОЛОГИИ СИСТЕМА-НА-КРИСТАЛЛЕ В СРЕДЕ САПР MICROWIND	67

НАНОМАТЕРИАЛЫ

И.Н. Коц, А.С. Коломийцев ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ НАНОРАЗМЕРНОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ СТРУКТУРЫ Ti/SiO ₂ /Si ФОКУСИРОВАННЫМ ИОННЫМ ПУЧКОМ ГАЛЛИЯ.....	69
С.В. Балакирев, М.М. Еременко, М.С. Солодовник ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ПЛЕНОК ZnO С ЭПИТАКСИАЛЬНЫМ GaAs В ПРОЦЕССЕ МЛЭ GaAs.....	71
Р.В. Томинов, В.А. Смирнов, Е.Г. Замбург, Д.С. Зубкова ИССЛЕДОВАНИЕ МЕМРИСТОРОГО ЭФФЕКТА МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ ОКСИДА ЦИНКА.....	73
Т.А. Моисеева, Е. В. Шишляникова, Т. Н. Мясодова, Е.Ф.Дерягина ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАНИЛИНА.....	75
М.М. Фалчари, В.В. Петров, Т.В. Семенистая, Н.К. Плуготаренко ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НАНОМАТЕРИАЛОВ ПОЛИМЕРНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ НА ОСНОВЕ МЕДЬСОДЕРЖАЩЕГО ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА МЕТОДАМИ ТЕОРИИ САМООРГАНИЗАЦИИ.....	77
Ю.А. Тихонов СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВЕРХРЕШЕТОК	79
А.С. Анохин, Д.В. Стрюков, В.М. Мухортов, Ю.И. Юзюк СПЕКТРЫ КРС ПЛЕНОК ТИТАНАТА БАРИЯ-СТРОНЦИЯ С РОМБООДРИЧЕСКОЙ СИММЕТРИЕЙ.....	80

В.Н. Джуплин, В.С. Климин, А.А. Гелдаш СРАВНЕНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ ПЛЕНОК ХРОМА, ТИТАНА, АЛЮМИНИЯ И НИКЕЛЯ НА ПОДЛОЖКАХ КАРБИДА КРЕМНИЯ, КРЕМНИЯ И СТЕКЛА	82
А.В. Иваненко, Т.В. Семенистая ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ НА ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО Cd- СОДЕРЖАЩЕГО ПАН.....	84
А.А. Воронова, Т.В. Семенистая ПОЛУЧЕНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА.....	86
Т.С. Михайлова, Т.Н. Мясоедова ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ СОСТАВА $\text{SiO}_2\text{-ZrO}_x$ ПО ОТНОШЕНИЮ К АММИАКУ	87
В.С. Климин, Н.Н. Петров ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РОСТА ПЛЕНОК НИТРИДА КРЕМНИЯ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ.....	89
О.А. Агеев, В.С. Климин, В.И. Авилов, А.В. Еськов, Н.Н. Петров, Ал.В. Быков ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ТРАВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ АРСЕНИДА ГАЛЛИЯ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ.....	91
В.И. Авилов, О.А. Агеев, С.Ю. Краснобородько, В.А. Смирнов, М.С. Солодовник, О.Г. Цуканова ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЭПИТАКСИАЛЬНОГО GaAs С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОКАЛЬНОГО АНОДНОГО ОКИСЛЕНИЯ.....	93
С.В. Балакирев, М.М. Еременко, М.С. Солодовник ВЛИЯНИЕ СОБСТВЕННОГО ОКСИДА НА ЭПИТАКСИАЛЬНЫЙ РОСТ GaAs МЕТОДОМ МЛЭ	95
Ю.Ф. Блинов, М.В. Ильина ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ИМПУЛЬСА НАПРЯЖЕНИЯ НА ПРОЦЕСС ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОЙ УГЛЕРОДНОЙ НАНОТРУБКИ.....	97
С.П. Малоков, Ю.В. Клунникова, А.В. Саенко, Д.А. Бондарчук РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ КЕРАМИКА-СТЕКЛОВИДНЫЙ ДИЭЛЕКТРИК ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ.....	99

НАНОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

И.В. Куликова, И.Е. Лысенко, Н.К. Приступчик, О.А. Ежова АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ НА РАБОТУ НАНОМЕХАНИЧЕСКОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА.....	101
Д.А. Коваленко, В.В. Петров, В.Г. Клиндухов РАЗРАБОТКА МАКЕТНОГО ОБРАЗЦА ДАТЧИКА СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА НА ОСНОВЕ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЕНОК ЦТС103	

А.Б. Гоманов ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЕМКОСТЬ-ЧАСТОТА ДЛЯ ОДНОКРИСТАЛЬНОГО МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА- АКСЕЛЕРОМЕТРА	105
О.А. Ежова, И.Е. Лысенко, И.В. Куликова, Н.К. Приступчик ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИИ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО СЕНСОРА ЛИНЕЙНЫХ УСКОРЕНИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ СОБСТВЕННОЙ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ.....	107
О.А. Агеев, Чон-Гул Юн, Е.Г. Замбург, Ю.Н. Варзарев, Д.А. Хахулин ИЗГОТОВЛЕНИЕ УФ-ДЕТЕКТОРА НА ОСНОВЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК ZnO МЕТОДОМ СПРЕЙ ПИРОЛИЗА	109
Н.К. Приступчик, И.В. Куликова, Ф.М. Бондарев, И.Е. Лысенко МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЗОСКОПИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЛЕЗВИЙНОГО ТИПА	111
А.С. Исаева МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ УСТАЛОСТНОГО АНАЛИЗА МЭМС УСТРОЙСТВ	113
А.С. Коломийцев, С.А. Лисицын, И.Н. Коц ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ КРЕМНИЕВЫХ МЕМБРАН МЕТОДОМ ФОКУСИРОВАННЫХ ИОННЫХ ПУЧКОВ	115
А.А. Федотов, О.И. Ильин, Н.Н. Рудык РАЗРАБОТКА И ЭСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАКЕТА ИОНИЗАЦИОННОГО ВАКУУМЕТРА НА ОСНОВЕ МАССИВА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК	117
БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ	
П.А. Шевченко, Н.А. Кононенко ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ИЗДЕЛИЯХ БИОМЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	119
В.Н. Вязьмитин, В.В. Поляков МИКРОФЛЮИДНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СЕПАРАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ	121
И.В. Мальшев, Н.В. Паршина СТЕПЕНИ КИРАЛЬНОСТИ ВОДОСОДЕРЖАЩИХ ДИСПЕРСНЫХ СРЕД С РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ МИКРО-И НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ	122
А.Н. Дмитриев, В.В. Поляков МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ЮФО МИКРОСИСТЕМНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ	124
В.О. Агеев, Ал.В. Быков, М.В. Ильина ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОЗРАСТА ЧЕЛОВЕКА НА УПРУГОСТЬ КОЖИ МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ	126

УДК 621.385.21

И.Л. Житяев, Е.Ю. Волков, А.М. Светличный, О.Б. Спиридонов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАНАРНОГО ГРАФЕНОВОГО АВТОКАТОДА В ФОРМЕ ДИСКА

Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета

г. Таганрог, ул. Шевченко, 2, корп. Е

e-mail: jityaev.igor@gmail.com

Для начала автоэлектронной эмиссии необходимо создать у поверхности катода электрическое поле высокой напряженности. Достичь требуемых значений напряженности поля при меньших напряжениях можно, используя катоды с большой кривизной поверхности – в форме острия, лезвия, торцов нитей и т.д. [1]. В работе [2] были исследованы автоэмиссионные катоды в форме лезвия прямоугольного сечения. Уменьшение толщины катода способствует повышению напряженности электрического поля у его поверхности. Выявлено, что на краях напряженность поля в 1,5-2 раза больше, чем в центральной области катода. Для исключения неоднородности распределения электрического поля вдоль эмитирующей поверхности катода в нашей работе предлагается использование планарных автоэмиссионных структур в форме диска (Рис. 1).

В качестве материала катода используется графен. Графен – перспективный углеродсодержащий материал автоэмиссионной микро- и наноэлектроники [3]. На его основе можно формировать планарные автокатоды малой толщины (≤ 10 нм).

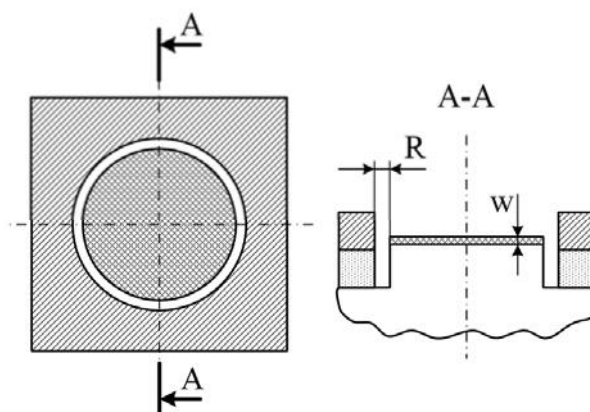


Рис. 1. Общий вид планарного автоэмиссионного катода в форме диска, где: R – межэлектродное расстояние; w – толщина автоэмиссионного катода

В работе исследовано влияние межэлектродного расстояния на напряженность электрического поля. Для нахождения распределения напряженности поля в межэлектродном промежутке автоэмиссионной структуры проведено трехмерное моделирование с учетом геометрических параметров и используемых материалов. Параметры моделирования приведены в Таблице. Численным методом решалось уравнение Лапласа для трехмерной декартовой системы координат (1) при заданных граничных условиях первого рода: для границ анода – $U_i = \text{const}$; для границ катода – $U_k = \text{const}$; для границ автоэмиссионной ячейки – $U_y = 0$.

$$\Delta U = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0 \quad (1)$$

Параметры моделирования

Параметр	Толщина катода (w), нм	Радиус катода (r), нм	Межэлектродное расстояние (R), нм	Материал катода
Значение	10	100	10-50	графен

На рис. 2 показан результат моделирования распределения напряженности электрического поля при межэлектродном расстоянии 30 нм. Видно, что для планарной автоэмиссионной структуры в форме диска характерна однородность поля вдоль эмитирующей части катода. Согласно результатам моделирования была получена зависимость напряженности поля в эмиссионной структуре от межэлектродного расстояния. Определено, что увеличение межэлектродного расстояния до 50 нм приводит к снижению напряженности поля более чем в 2 раза.

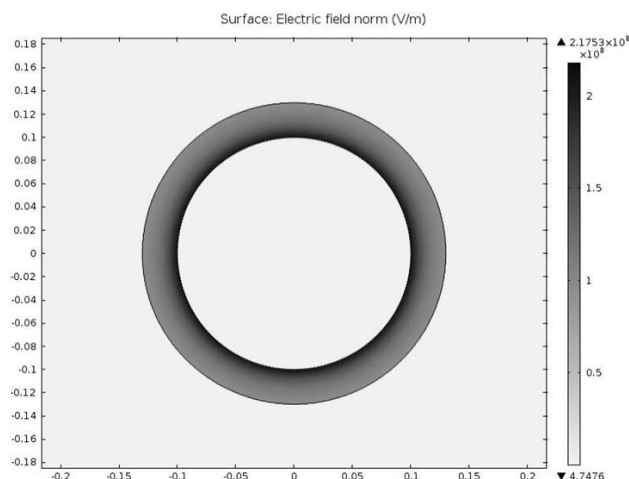


Рис. 2. Распределение электрического поля в автоэмиссионной структуре в форме диска

Таким образом, использование планарных автоэмиссионных катодов в форме диска на основе пленок графена способствует получению однородного поля у эмитирующей поверхности. При этом, меньших пороговых напряжений можно достичь, уменьшая межэлектродное расстояние.

Исследование выполнено в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности (Задание №16.1154.2014/К).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конакова Р.В., Охрименко О.Б., Светличный А.М., Агеев О.А., Волков Е.Ю., Коломийцев А.С., Житяев И.Л., Спиридонов О.Б. Характеризация автоэмиссионных катодов на основе пленок графена на SiC // Физика и техника полупроводников. – 2015. Т. 49, вып. 9. – С. 1278-1281.
2. Светличный А.М., Спиридонов О.Б., Житяев И.Л., Волков Е.Ю., Демьяненко М.В. Моделирование распределения напряженности электрического поля в наноструктурах с катодом прямоугольного сечения на основе пленок графена на SiC // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2015. №2. – С. 225-236.
3. Житяев И.Л., Светличный А.М., Спиридонов О.Б., Демьяненко М.В., Магомеднебиев З.М. Перспективные углеродные материалы для вакуумной автоэмиссионной наноэлектроники // Микро- и нанотехнологии в электронике. Материалы VII Международной научно-технической конференции – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т. – 2015. – С. 256-260.