

*На правах рукописи*



**СЮРИК Юлия Витальевна**

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ  
СОЗДАНИЯ ПЛЕНОК ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ С  
УГЛЕРОДНЫМИ НАНОСТРУКТУРАМИ ДЛЯ УСТРОЙСТВ  
МИКРОЭЛЕКТРОННОЙ СЕНСОРИКИ**

Специальность 05.27.01 - Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Таганрог - 2012

Работа выполнена в Технологическом институте  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Южный федеральный университет» в г. Таганроге  
на кафедре «Технологии микро- и нанoeлектронной аппаратуры»

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор  
Агеев Олег Алексеевич

Официальные оппоненты: Кужаров Александр Сергеевич, доктор  
технических наук, профессор, ДГТУ, г.  
Ростов-на-Дону, заведующий кафедрой  
«Химия»;

Милешко Леонид Петрович, доктор  
технических наук, доцент, ТТИ ЮФУ, г.  
Таганрог, профессор кафедры Химии и  
Экологии.

Ведущая организация: ОАО «НПП КП «КВАНТ», г. Ростов-на-  
Дону.

Защита состоится 17 мая 2012 г. в 14 ч. 20 мин. на заседании  
диссертационного совета Д212.208.23 в Технологическом институте Южного  
федерального университета в г. Таганроге по адресу: г. Таганрог, ул. Шевченко,  
2 ауд. Е-306.

С диссертацией можно ознакомиться в Зональной библиотеке Южного  
федерального университета.

Автореферат подготовлен 17 мая 2012 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Старченко Ирина Борисовна



0,99) к  $\text{NO}_2$  и (0,04 и 0,66) к  $\text{NH}_3$ , при концентрациях газов (70 и 5000) ppm, соответственно.

6 Разработаны технологические маршруты изготовления чувствительных элементов датчиков на основе использования многофункционального сверхвысоковакуумного нанотехнологического комплекса НАНОФАБ НТК-9.

### **ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. McCullough, R.L. Generalized Combining Rules for Predicting Transport Properties of Composite Materials// Composites Science and Technology. 1985. V. 22. P.3-21.
2. Sheng, P. Fluctuation-induced tunneling conduction in disordered materials// Physical Review B. 1980. V. 21. № 6. P. 2180-2195.
3. Stauffer D, Aharony A. Introduction to Percolation Theory// London: Taylor and Francis, 1991, 304 p.
4. Castro, M., Lu, J., Bruzard, S., Kumar, B., Feller, J.-F. Carbon nanotubes/poly( $\epsilon$ -caprolactone) composite vapour sensors // Carbon. 2009. V. 47. №8. P. 1930-1942.
5. Ansari, S., Gianelis, E. P. Functionalized Graphene Sheet—Poly(vinylidene fluoride) Conductive Nanocomposites // Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics. 2009. V. 47. № 9. P. 888-897.

### **ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

#### Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Alekseev, A., Syurik, Yu. V. et al. Local organization of graphene network inside graphene/polymer composites// Advanced Functional Materials 2012. V.22. №6, P.1311-1318.
2. Сюрник, Ю.В., Агеев, О.А., Коломийцев, А.С., Сербу Н.И. Исследование влияния концентрации углеродных нанотрубок на электрическое сопротивление пленок полимерного нанокомпозита// Нано- и Микро системная техника. 2011. №10. С. 2-6.
3. Агеев, О. А., Варзарев, Ю. Н., Смирнов, В. А., Сюрник, Ю. В., Сербу, Н. И. Исследование электрических свойств полимерных нанокомпозитов на основе графена // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. Т.4. № 117. С. 77-86.
4. Агеев, О.А., Федотов, А.А., Климин, В.С., Сюрник, Ю. В. Получение нанокомпозитных полимерных материалов модифицированных углеродными наноструктурами на основе НАНОФАБ НТК-9 // Известия ЮФУ, Технические науки. 2009. №1, С. 135-142.

#### Публикации в других изданиях:

5. Агеев, О.А., Сюрник, Ю.В. Исследование методов модификации полимерных пленок для приборов микро- и наносистемной техники// Труды МНТК «Научно-технический прогресс и современная авиация», Баку, Азербайджан 12-14 февраля 2008г., С. 335-337.
6. Сюрник, Ю.В. Разработка технологического процесса создания и исследование механических свойств пленок нанокомпозита УНТ/Полиимид// Материалы V Ежегодной НКСтудентов и аспирантов базовых кафедр Южного научного центра РАН, Ростов-на-Дону, Россия, 8-27 апреля 2009 г., С. 170-171.
7. Сюрник, Ю.В. Модификация свойств полимерных матриц углеродными наночастицами// Сборник тезисов докладов победителей студенческих научных конференций, проходящий в рамках «Недели науки», Ростов-на-Дону, Россия, 2008г., С. 168-171.
8. Сюрник, Ю.В., Федотов А.А. Разработка и исследование рентгеновских фототаблонов для LIGA-технологий на основе полимерных нанокомпозитных материалов// Материалы Межрегиональной НТК студентов, аспирантов и молодых ученых Южного федерального округа «Студенческая научная весна-2009», 2009 г., г. Новочеркасск, Россия, С. 325.
9. Смирнов, В.А., Сюрник, Ю.В., Алябьева, Н.И. Исследование параметров

- наноразмерных структур на нанотехнологическом комплексе НАНОФАБ НТК-9 и зондовой нанолaborатории NTEGRA VITA// Сборник тезисов докладов победителей студенческих научных конференций, проходящий в рамках «Недели науки», Ростов-на-Дону, Россия, 2008г., С. 150-154.
10. Сюрин Ю.В., Агеев, О.А., Коломыйцев, А.С., Федотов, А.А., Климин, В.С. Polymeric Matrixes Characteristic's Modification By Carbon Nanostructures// Тезисы докладов конференции Nanotech Europe 2009, Берлин, Германия, Abstract ID: NTE09-7452288, [www.nanotech.net](http://www.nanotech.net)
  11. Сюрин, Ю.В. и др. Модификация свойств полимерных матриц углеродными наночастицами //Материалы III Всероссийской конференции по наноматериалам НАНО 2009, 20-24 апреля 2009 г, г. Екатеринбург, Россия, С. 877-879.
  12. Сюрин, Ю.В., Агеев, О.А., Федотов, А.В., Климин, В.С. Создание полимерного нанокompозитного материала с углеродными нанотрубками, модифицированными металлическими частицами// Материалы IX МНК«Химия твердого тела: монокристаллы, наноматериалы, нанотехнологии», 11-16 октября 2009 г, г. Кисловодск, Россия, С. 318-320.
  13. Syurik, Yu.V. Formation modes research of polymeric nanocompounds based on carbon nanostructures for elements micro- and nanosystem technique// Materials of The Second International Competition of Scientific Papers in Nanotechnology for Young Researchers, 6-8 oct.2009, Moscow, Russia, P. 326-327.
  14. Сюрин, Ю.В. Исследование режимов формирования полимерных нанокompозитов с углеродными наноструктурами для элементов микро- и наносистемной техники// Сборник тезисов докладов участников Второго международного конкурса научных работ молодых ученых в области нанотехнологий, 6-8 октября 2009г, г. Москва, Россия, С. 365-367.
  15. Сюрин, Ю.В., Коломыйцев, А.С. Получение и исследование электропроводящих свойств нанокompозита полиимид/углеродные нанотрубки// Сборник тезисов докладов Симпозиума «Нанотехнологии-2009», Таганрог, Россия, 23-26 ноября 2009г., С. 16.
  16. Сюрин, Ю.В. Селективные хемосенсоры на основе нанокompозитных полимерных материалов с углеродными наноструктурами// Сборник тезисов докладов победителей студенческих научных конференций, проходящий в рамках «Недели науки», Ростов-на-Дону, Россия, 2009г., С. 94-98.
  17. Сюрин, Ю.В. Исследование режимов формирования пленок полимерного нанокompозита с регулируемым электрическим сопротивлением// Материалы VI Ежегодной НК студентов и аспирантов базовых кафедр Южного научного центра РАН, Ростов-на-Дону, Россия, 19-30 апреля 2010 г., С. 209-210.
  18. Сюрин, Ю.В. Исследование влияния режимов формирования на электрическое сопротивление пленок полимерного нанокompозита с углеродными нанотрубками// Материалы 17-й Всероссийской межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Микроэлектроника и информатика - 2010», Москва, 28-30 апреля 2010. С. 55.
  19. Сюрин, Ю.В. Исследование электрофизических свойств полимеров, модифицированных углеродными наноструктурами// Тезисы докладов VIII Межрегиональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Молодежь XXI века - будущее Российской науки 2010", 17 - 20 мая 2010г., Ростов-на-Дону, 2010. С. 54-55.
  20. Сюрин, Ю.В., Смирнов, В.А., Сербу, Н.И., Варзарев, Ю.Н. Исследование электрических характеристик полимерного нанокompозита с углеродными наноструктурами// Труды МНТК и молодежной школы-семинара Нанотехнологии-2010г. Геленджик Краснодарский край, Россия 19-24 сентября 2010, С. 121-123.

21. Сюрик, Ю.В., Смирнов, В.А., Сербу, Н.И. Исследование механических свойств полимерного нанокompозита с углеродными наноструктурами// Труды МНТК и молодежной школы-семинара Нанотехнологии-2010 Геленджик Краснодарский край, Россия 19-24 сентября 2010, С. 202-204.
22. Агеев, О.А., Сюрик, Ю.В. Исследование влияния концентрации углеродных нанотрубок на ТКС пленок полимерного нанокompозита// Материалы X МНК «Химия твердого тела: наноматериалы, нанотехнологии», 17-22 октября 2010, г. Кисловодск, Россия, С. 324-326.
23. Syurik, Yu.V. Electrophysical properties' research of polymers with carbon nanostructures for a static electricity protection's systems// Materials of The Third International Competition of Scientific Papers in Nanotechnology for Young Researchers, 6-8 oct.2010, Moscow, Russia, <http://rusnanotech10.rusnanofrum.ru/Section.aspx/Print/30281>
24. Сюрик, Ю.В. Создание полимерного нанокompозитного материала на основе массива ориентированных углеродных нанотрубок// Сборник тезисов X Всероссийской НТК студентов и аспирантов КРЭС, 2010., Т.2, С. 18.
25. Сюрик, Ю.В. Исследование хемосенсоров на основе пленок полимерных нанокompозитов с графеном// Сборник трудов всероссийской школы-семинара студентов, аспирантов и молодых ученых по тематическому направлению деятельности национальной нанотехнологической сети «Наноинженерия», 24-26 октября 2011 г, г.Казань, С. 98-102.
26. Сюрик, Ю.В. Исследование хемосенсоров аммиака и диоксида азота на основе пленок полимерных нанокompозитов с графеном// Сборник трудов 14-й научной молодежной школы «Физика и технология микро- и наносистем»24-25 ноября 2011 г., Санкт-Петербург, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», С. 101.

#### Патенты:

27. Сюрик, Ю.В., Коноплев, Б.Г., Агеев, О.А. Способ изготовления полимерного композита с ориентированным массивом углеродных нанотрубок// Патент РФ на изобретение № 2417891, 2009.
28. Сюрик, Ю.В., Коноплев, Б.Г., Агеев, О.А. Способ изготовления полимерного композита с ориентированным массивом углеродных нанотрубок регулируемой плотности// Заявка на патент РФ № 2011118647, 2011.
29. Сюрик, Ю.В., Агеев, О.А. Способ изготовления композита полимер/углеродные нанотрубки на подложке// Патент на изобретение РФ № 2400462, 2009.
30. Сюрик, Ю.В., Коноплев, Б.Г., Агеев, О.А. Датчик магнитного поля// Патент на полезную модель РФ № 102813, 2010.
31. Коноплев, Б.Г., Агеев, О.А., Сюрик, Ю.В. и др. Структура маски рентгеновской литографии для LIGA-технологии// Патент на полезную модель РФ № 88187, 2009.

В работах, опубликованных в соавторстве, лично автору принадлежат: в [2,3, 8-9, 12, 15, 20-21] –разработка методики проведения экспериментальных исследований, обработка результатов экспериментов; [1, 4, 12] – разработка методик получения ПНК с УНС, проведение исследования морфологии и электропроводности образцов методом АСМ; [10] – составление литературного обзора; [2-3, 5, 9, 10] – проведение экспериментальных исследований влияния режимов получения на электрофизические свойства ПНК с УНС, анализ экспериментальных зависимостей; [5, 13, 15] – исследование экспериментальных образцов; [27-31] –проведение обзора, выбор аналогов и прототипа, написание и согласование заявки на патент.