

» 2010

ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ПЕРЕПОДГОТОВКИ



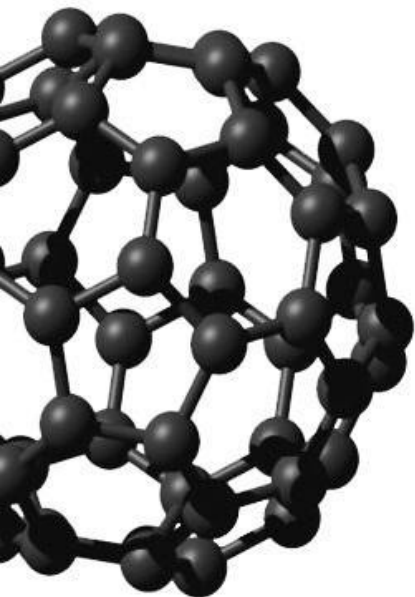
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ



ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ
"РОССИЙСКАЯ КОРПОРАЦИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ"



ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ



ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО
НАНОГЕТЕРОСТРУКТУРНЫХ МИС СВЧ
ДИАПАЗОНА И ДИСКРЕТНЫХ
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

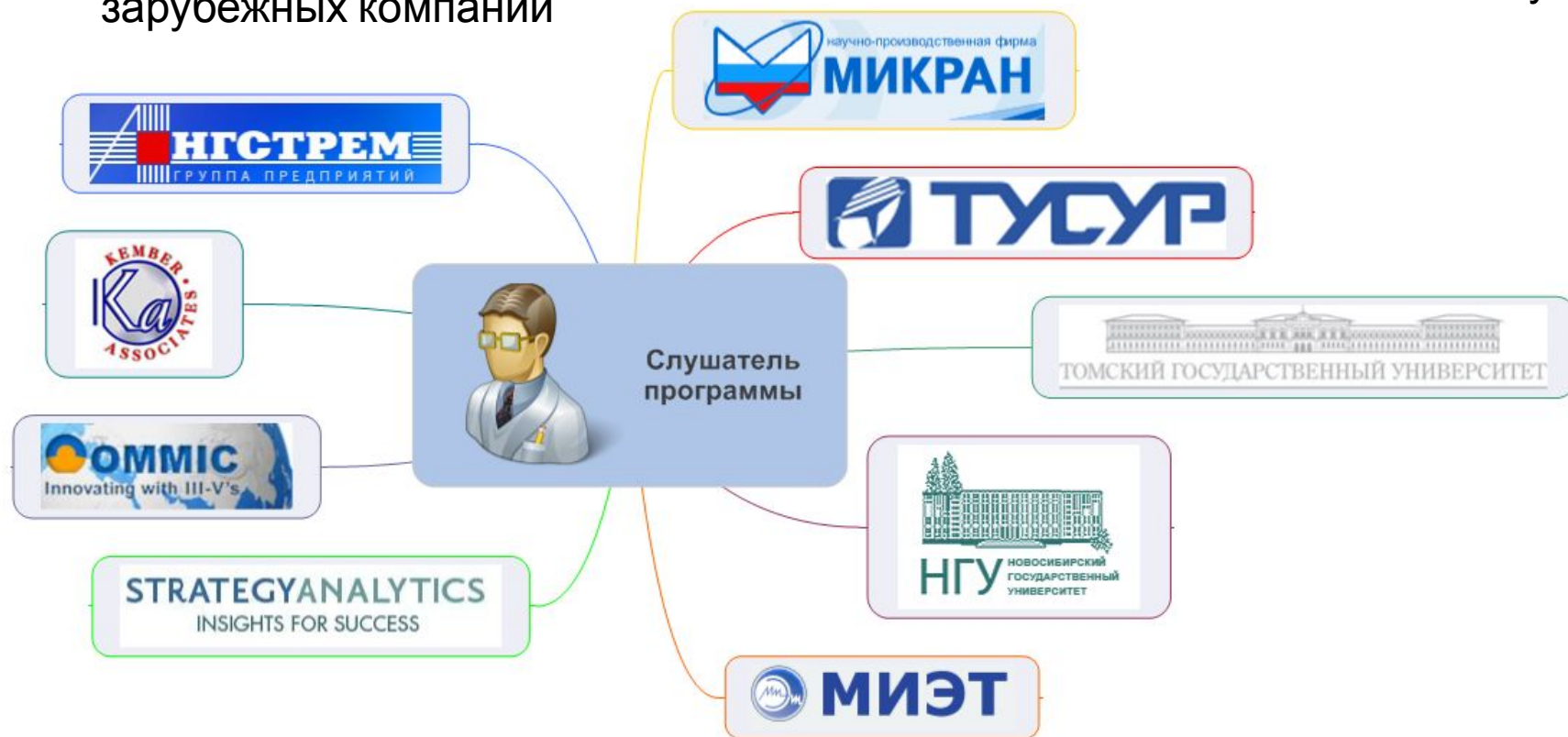
Карта участников и партнеров программы

5

Ведущих отечественных и зарубежных компаний

4

Ведущих Российских вуза



Ведут подготовку технологов и проектировщиков СВЧ МИС мирового уровня

Преподаватели программы

10

Докторов
наук

16

Кандидатов
наук

16

Ведущих отечественных и зарубежных
специалистов

42

Преподавателя

Участники выполнения программы (вузы)

ТУСУР	
Малютин Н.Д.	д.т.н., проф., координатор программы
Анищенко Е.В.	вед.инженер, НОЦ ТУСУР
Бабак Л.И.	к.т.н., доцент, каф. КСУП
Битнер Л.Р.	к.т.н., доцент, каф. ФЭ
Газизов Т.Р.	к.т.н., доцент, каф. ТУ
Данилина Т.И.	к.т.н., доцент, каф. ФЭ
Зариковская Н.В.	к.ф.-м.н., каф. ФЭ
Зыков Д.Д.	к.т.н. доц. каф. КИБЭВС
Сахаров Ю.В.	к.т.н., доцент, каф. ФЭ
Семенов Э.В.	к.т.н. доц. каф. РЗИ
Смирнов С.В.	д.т.н., проф., каф. ФЭ
Сычёв А.Н.	д.т.н., проф., каф. КСУП
Троян П.Е.	д.т.н., проф., зав. каф. ФЭ
Черкашин М.В.	к.т.н., доц., каф. КСУП
Чистоедова И.А.	к.т.н., доцент, каф. ФЭ
Шеерман Ф.И.	к.т.н. доц. каф. КСУП

Участники выполнения программы (вузы)

ТГУ

Гермогенов В.П.	д.ф.-м.н., профессор, каф. ППЭ
Калыгина В.М.	к.ф.-м.н., доцент, каф. ППЭ
Караваев Г.Ф.	д.ф.-м.н., профессор, зав. лаб. ТФ СФТИ
Толбанов О.П.	д.т.н., профессор, каф. ППЭ

МИЭТ

Неволин В.К.	д.ф.-м.н., профессор
Шмелев С.С.	к.т.н., ст. преподаватель
Бобринецкий И.И.	к.т.н., с.н.с.

Участники выполнения программы (компании)

ЗАО «НПФ Микран»

Арыков В. С.	зам. главного технолога НПК «Микроэлектроника»
Баров А.А.	ведущий специалист отделения МИС департамента СВЧ электроники
Великовский Л.Э.	гл. технолог
Кондратенко А.В.	начальник отделения МИС департамента СВЧ электроники
Коротаев В.М.	ведущий специалист департамента СВЧ электроники
Шестериков Е.В.	начальник НПК «Микроэлектроника»

ОАО «Ангстрем»

Гладких П.А.	начальник отдела сверхчистых материалов
--------------	---

ООО «Субмикронные технологии»

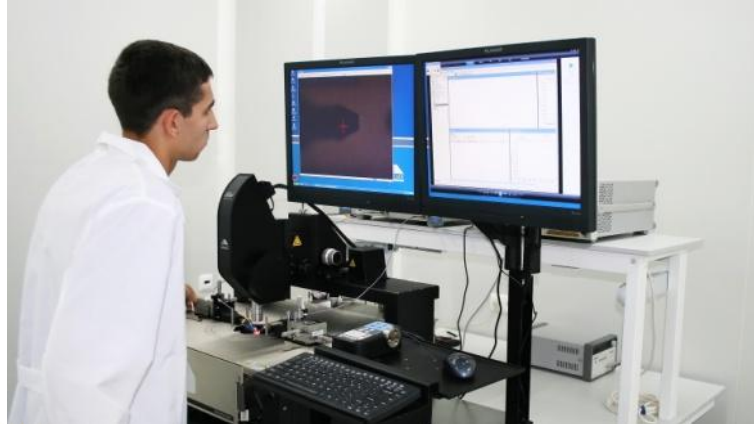
Кагадей В.А.	Д.ф.-м.н, профессор каф. ФЭ ТУСУР, директор
--------------	---

Иностранные участники

Жан-Пьер Тесье	Профессор, XLIM C ² S ² Lemoges, Франция
Азиф Анвар	Директор Strategic Technologies Practice, Англия
Гребенников А.В.	Bell Labs, Alcatel-Lucent, Dublin, Ирландия
Питер Кембер	Компания Кембер Ассошиэйтс, Англия
Смит Дерек	Компания OMMIC, Франция
Хасан Мокен	Компания OMMIC, Франция
Паоло Колантонио	Профессор, Италия
Г.Леутци	Профессор, Италия



Направления подготовки специалистов



**Технология СВЧ
МИС**

**Проектирование СВЧ
монолитных
интегральных схем
(МИС)**

**Оборудование для
производства
монолитных
интегральных схем
(МИС)**



Очная форма обучения

Программа профессиональной подготовки

№ модуля	Наименование модулей, состав учебных дисциплин	Объем аудиторных занятий, час
1	Физика наноматериалов и физико-химические основы нанотехнологий. Учебные дисциплины: 1.1. Основные законы физики твердого тела в решении задач моделирования полупроводниковых материалов и структур (обзорный курс); 1.2. Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов и структур; 1.3. Физика полупроводников и полупроводниковых приборов.	36
2	Гетероструктурная наноэлектроника. Учебные дисциплины: 2.1. Полупроводниковая наногетероструктурная инженерия; 2.2. Наноэлектроника.	36
3	Основы моделирования и проектирования СВЧ компонент наноэлектроники. 3.1. Электродинамическое моделирование СВЧ.	14
4	Технология и оборудование наноэлектроники. Учебные дисциплины: 4.1. Оборудование для создания и исследования свойств объектов наноэлектроники; 4.2. Технологии и оборудование производства наногетероструктурных материалов; 4.3. Технология кремниевой наноэлектроники; 4.4. Технологии промышленного производства наногетероструктурных СВЧ монолитных интегральных схем; 4.5. Оборудование и технологические процессы для производства наногетероструктурных СВЧ монолитных интегральных схем.	100

Программа профессиональной подготовки

5	<p>Проектирование и моделирование СВЧ МИС, а также технологических процессов их производства.</p> <p>Учебные дисциплины:</p> <p>5.1. Информатизация процессов проектирования и моделирования СВЧ элементов МИС. Элементы и функциональные узлы СВЧ устройств, реализация в СВЧ МИС;</p> <p>5.2. Линии передачи и согласующие цепи для СВЧ МИС;</p> <p>5.3. СВЧ-полупроводниковые устройства на основе МИС;</p> <p>5.4. Основы проектирования СВЧ - полупроводниковых устройств;</p> <p>5.5. Моделирование и проектирование СВЧ нелинейных устройств;</p> <p>5.6. Теория и проектирование высокоэффективных гибридных и монолитных СВЧ транзисторных модулей;</p> <p>5.7. Методы измерения характеристик СВЧ устройств и МИС;</p> <p>5.8. Системы автоматизированного проектирования СВЧ МИС;</p> <p>5.9. Системы автоматизированного моделирования и проектирования технологических процессов и технологических маршрутов производства СВЧ МИС, оптимизация производства.</p>	154
6	<p>Методы и оборудование для измерения и контроля в нанoeлектронике СВЧ.</p> <p>Учебные дисциплины:</p> <p>6.1. Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монолитных интегральных схем;</p> <p>6.2. Методы исследования надёжности наногетероструктурных монолитных интегральных схем.</p>	6

Программа профессиональной подготовки

7	Перспективы развития нанoeлектроники: 7.1. Проблемы и пути развития нанoeлектроники;	4
8	Приглашённые лекции. Учебные дисциплины: 8.1. Организация и экология производства, логистика и маркетинг; 8.2. Логистика поставок материалов и сред и вопросы экологии в производстве наногетероструктурных СВЧ монолитных интегральных схем; 8.3. Вопросы создания, регистрации, защиты и коммерциализации объектов интеллектуальной собственности при проектировании и производстве наногетероструктурных МИС.	26
9	Английский язык (специальный курс).	20
10	10.1. Лабораторные работы общего цикла «Полупроводниковая электроника СВЧ».	36
	10.2. Лабораторные работы по специализации	52
11	Подготовка и защита выпускной квалификационной работы	24
Итого:		508

Основные профессиональные компетенции

- 1** **Владение** основными понятиями, законами и моделями **полупроводниковой гетероструктурной инженерии** на базе знаний:
- элементов квантовой механики;
 - физики гетеропереходов;
 - физики низкоразмерных структур;
 - транспортных и оптических явлениях в низкоразмерных полупроводниковых структурах;
 - приборов на гетеропереходах и низкоразмерных структурах;
 - направлений дальнейших исследований и инженерных разработок в области наноэлектроники.

Основные профессиональные компетенции

- 2 Владение** основными понятиями, законами и моделями **наноэлектроники**, основными видами и свойствами **нанообъектов, наноматериалов**, типовыми методами **исследования свойств нанообъектов, технологическими процессами** их получения на базе знаний:
- физических основ наноэлектроники;
 - квантовых структур и наноматериалов;
 - современных методов формирования наноструктур; актуальных способов формирования квантово-размерных наноструктур; квантовых эффектов;
 - устройств наноэлектроники;
 - зондовых нанотехнологий создания элементной базы наноэлектроники;
 - элементной базы наноэлектроники на основе

Основные профессиональные компетенции

3 Владение оборудованием для создания и исследования свойств объектов наноэлектроники на базе знаний:

- методов исследования наноструктур с помощью сканирующей зондовой микроскопии;
- технологий и оборудования оптической литографии и литографии с помощью сканирующих электронных и ионных пучков;
- методов анализа технологии и выбора требуемого оборудования для исследований и изготовления наноструктур

Основные профессиональные компетенции

4 Владение основами схемотехники, разработки и проектирования наногетероструктурных СВЧ монолитных интегральных схем на основе полупроводниковых соединений и твёрдых растворов, автоматизированными средствами проектирования на базе знаний:

- классических матриц многополюсников;
- связи между различными системами параметров;
- применения классических матриц многополюсников;
- волновой системы параметров;
- коэффициента отражения;
- матрицы рассеяния волн мощности;
- связи матрицы параметров рассеяния с классическими матрицами;
- обобщенных параметров рассеяния;
- свойств матрицы рассеяния для различных классов СВЧ цепей;
- матриц рассеяния простейших четырехполюсников и их соединений и умения проводить анализ СВЧ цепей с применением общей теории

Основные профессиональные компетенции

6 Владение основами технологии производства интегральных схем на кремнии с нанометровыми топологическими нормами на базе знаний:

- геттерирования, очистки и пассивации поверхности полупроводниковых подложек;
- субмикронной литографии;
- ионного легирования полупроводников;
- быстрого термического отжига;
- ионного и плазмохимического травления микроструктур;
- осаждения металлов и диэлектриков;
- планаризации рельефа;
- формирования транзисторов в приповерхностных слоях кремния (FEOL);
- формирования межэлементных соединений и межуровневой разводки (BEOL)

Основные профессиональные компетенции

7 **Владение основами технологии и оборудованием для производства наногетероструктурных монокристаллических интегральных схем на основе полупроводниковых соединений и твёрдых растворов** на базе знаний элементной базы цифровых ИС на основе наноструктур арсенида галлия; омических контактов к эпитаксиальным структурам и гетероструктурам арсенида галлия; приборов и ИС на основе туннельно-резонансных гетероструктур; электрических схем на основе ТРД и ПТШ, изготовления дискретных РТД, проверки воспроизводимости РТД структур; отработки технологии выращивания полупроводниковых гетероструктур с туннельно-связанными квантовыми ямами для создания монокристаллических интегрированных

Ресурсы программы



Научно-образовательный центр по направлению «нанотехнологии» ТУСУРа



Лаборатории кафедр ТУСУРа - физической электроники (ФЭ), компьютерных систем управления и проектирования (КСУП)



Пилотная линия микро-наноэлектроники ЗАО «НПФ «Микран»

Дизайн-центр ЗАО «НПФ «Микран», НИИ Систем электрической связи ТУСУРа и кафедры КСУП



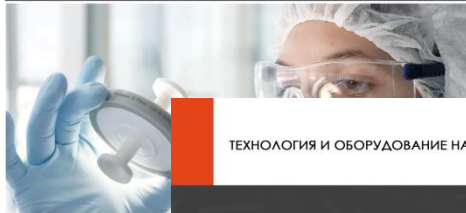
Ресурсы Национального исследовательского Московского института (технического университета) электронной техники (МИЭТ)

Перечень УМК (образцы пособий)

ФИЗИКА НАНОМАТЕРИАЛОВ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ФИЗИКИ
ТВЕРДОГО ТЕЛА В РЕШЕНИИ
ЗАДАЧ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ
МАТЕРИАЛОВ И СТРУКТУР

В.М. Калыгина



ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

ТЕХНОЛОГИЯ КРЕМНИЕВОЙ
НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

В.А. Кагадей, Т.И. Данилина, Е.В. Анищенко



2010

ГЕТЕРОСТРУКТУРНАЯ НАНОЭЛЕКТРОНИКА

НАНОЭЛЕКТРОНИКА

П.Е. Троян, Ю.В. Сахаров

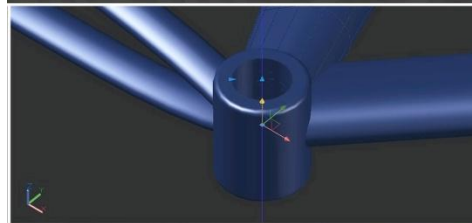


2010

ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЧ
КОМПОНЕНТ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЧ
КОМПОНЕНТ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Т.Р. Газизов



2010

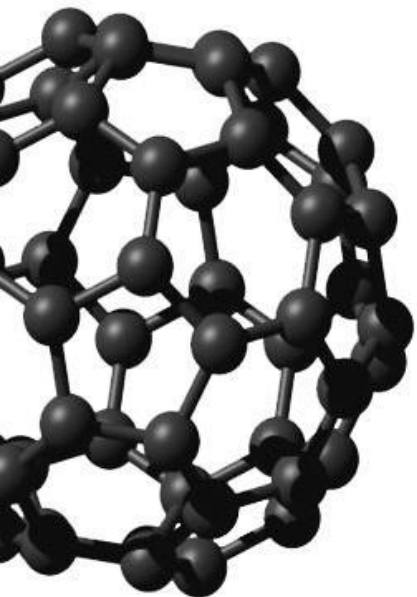
ФИЗИКА НАНОМАТЕРИАЛОВ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ
МАТЕРИАЛОВ И СТРУКТУР

Л.Р. Битнер, Е.В. Анищенко



2010



Спасибо за
внимание!



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ



ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ
"РОССИЙСКАЯ КОРПОРАЦИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ"



ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ