

Проект SfP–973799 Полупроводники Программы НАТО “Наука для Мира”. Результаты

L.K.J.Vandamme^{NPD)}

*Eindhoven University of Technology, Department of Electrical Engineering,
EN 9.13, 5600 MB Eindhoven, The Netherlands*

А.В.Якимов^{PPD)}

*Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского
проспект Гагарина 23, Нижний Новгород 603950, Россия*

Приводятся сведения о целях и задачах Проекта SfP–973799 Полупроводники “Разработка радиационно стойких полупроводниковых приборов для систем связи и прецизионных измерений с использованием шумового анализа”, выполненного в рамках Программы “Наука для Мира” Отделения Науки НАТО. Дается сводка результатов, полученных за время работы над Проектом.

Использованные сокращения

AFM	–атомно-силовая микроскопия
LD	–лазерный диод
LED	–светодиод
MOVPE	–металло–органическая эпитаксия из паровой фазы
NPD	– руководитель Проекта со стороны натовской Страны–Партнера
PPD	– руководитель Проекта со стороны не–натовской Страны–Партнера
QD	–квантовая точка
QSS	–квантово–размерная структура
QW	–квантовая яма
RTP	–радиационный технологический процесс
TUE	–Эйндховенский технологический университет
ННГУ	–Нижегородский государственный университет
ППШ	–полевой транзистор с затвором Шотки

Содержание

1. Введение	9
2. Область действия и Цели Проекта	10
3. Реализация Проекта	12
4. Научные результаты и пути их использования	13
5. Реализация результатов	16
6. Заключение	17
7. Приложения	18

^{NPD)} Phone/Fax: +31-40-243 0712; E-mail: L.K.J.Vandamme@ele.tue.nl

^{PPD)} Тел.: +7-8312-656153; Fax: +7-8312-656416; E-mail: yakimov@rf.unn.ru

1. Введение

Цель проекта – снижение шумов, повышение надежности и радиационной стойкости микроволновых и оптических приборов на основе полупроводниковых гомо- и гетеро-структур, в том числе с квантово-размерными слоями (диодов, транзисторов и других). Решение указанной задачи необходимо для создания полупроводниковых приборов, предназначенных для использования в системах связи, прецизионных измерений и мониторинга окружающей среды. Одной из важнейших областей использования таких приборов являются системы, работающие при воздействии вредных внешних факторов: на атомных электростанциях и системах спутниковой связи.

Радиация может изменять структуру полупроводниковых материалов. В связи с этим особую роль играла разработка полупроводниковых приборов на основе сложных полупроводниковых соединений A^3B^5 , характеризующихся малыми временами жизни неосновных носителей тока и, следовательно, высокой радиационной стойкостью по сравнению с элементарными полупроводниками (*Si* и *Ge*).

Развивалась технология производства полупроводниковых лазерных диодов (LD) на структурах, в которых в качестве активной области используются квантовые ямы (QW) *InGaAs/GaAs*, что позволило значительно улучшить параметры этих полупроводниковых приборов (например, уменьшить пороговый ток). Производилось изготовление лазерных диодов с использованием в качестве активной области слоя самоорганизованных квантовых точек (QD).

Большое внимание уделено изучению процессов образования дефектов в этих структурах и приборах под действием радиационных и других воздействий, а также влиянию дефектов на технические и эксплуатационные характеристики этих приборов. Это необходимо для прогнозирования поведения приборов в условиях повышенной радиации и выработки рекомендаций по повышению их радиационной стойкости.

Для модификации полупроводниковых приборов, с целью повышения их надежности и радиационной стойкости, использовались радиационные технологические процессы (RTP) – ионное легирование, облучение различными видами излучений (оптическими, ИК, рентгеном, гамма-излучением). Это приводит к направленной, положительной целевой модификации свойств материала.

Одним из основных RTP является облучение протонами и последующее геттерирование – процесс релаксации дефектно-примесных комплексов путем диффузии и/или рекомбинации при внешнем (обычно радиационном) воздействии.

Существенное внимание было уделено адаптации существующих неразрушающих методов для контроля внутренних дефектов с целью создания надежных малошумящих радиационно стойких приборов.

На всех этапах проектирования, исследования характеристик материалов и отработки технологии использовались оригинальные программные продукты.

2. Область действия и Цели Проекта

2.1. Научные цели

Целью Проекта являлось снижение электрических шумов, повышение надежности и радиационной стойкости микроволновых и оптических приборов на полупроводниковых гомо- и гетеро-структурах (диодов, транзисторов и других), предназначенных для использования в системах связи, прецизионных измерений и мониторинга окружающей среды. При этом предполагалось решение следующих основных задач.

- Прогнозирование надежности и радиационной стойкости прибора путем адаптации существующих неразрушающих методов для контроля внутренних дефектов.
- Выработка рекомендаций по модификации структуры приборов, работающих при воздействии вредных внешних факторов (например, на атомных электростанциях, в системах спутниковой связи), с целью улучшения эксплуатационных параметров приборов и, особенно, надежности и радиационной стойкости.

2.2. Участие других национальных учреждений, отраслей промышленности

В первую очередь, к участию в Проекте привлечены три организации Конечных Пользователей, данные о которых приводятся ниже.

Конечный Пользователь 1 – ЗАО “Время-Ч”

Ул. Ошарская 67, Нижний Новгород 603105, Россия

- 1) БЕЛЯЕВ Александр Алексеевич, директор, кандидат наук
Телефон / Fax: +7-8312-354294
E-mail: admin@vremya-ch.com; belyaev@vremya-ch.com
- 2) САХАРОВ Борис Александрович, главный инженер, кандидат наук
Телефон / Fax: +7-8312-354294
E-mail: sakharov@vremya-ch.com
- 3) ЧЕРНЫШОВ Иван Никитович, научный сотрудник, кандидат наук
Телефон: +7-8312-358633

Конечный Пользователь 2 – “НИИИС” НИИ Измерительных систем

НИИИС, ГСП486, Нижний Новгород 603600, Россия

- 1) КАЧЕМЦЕВ Александр Николаевич, начальник сектора
Телефон: +7-8312-666130; Fax: +7-8312-668752
- 2) СКУПОВ Владимир Дмитриевич, начальник сектора, кандидат наук
Телефон: +7-8312-695508

Конечный Пользователь 3 – НПО “Салют”

Ул. Кашенко 23, Нижний Новгород 603000, Россия

- 1) ФЕФЕЛОВ Андрей Геннадьевич, начальник сектора
Телефон: +7-8312-668044; Fax: +7-8312-665020
- 2) КИТАЕВ Михаил Анатольевич, начальник сектора, кандидат наук
Телефон: +7-8312-668044

Кроме того, к решению задач Проекта привлекались научные сотрудники следующих родственных организаций.

- 1) Нижегородский технический университет, Нижний Новгород: проф. В.В.Беляков, кандидат наук М.Е.Бушуева
- 2) Институт физики микроструктур РАН, Нижний Новгород: академик А.А.Андронов, проф. В.А.Козлов
- 3) Институт общей физики РАН, Москва: В.А.Сычугов, И.Ф.Салахутдинов.

2.3. Обучение

Обучение молодых ученых в Н.Новгороде

Обучение российских молодых ученых в Нижнем Новгороде осуществлялось на регулярной основе, см. Приложение 1.

Кроме того, г-н **А.В.Беляков** и г-н **В.А.Гурьев** были командированы в Технический государственный университет им. Н.Баумана (Москва, Россия) для участия в “LabVIEW BASICS I Тренировочном Курсе”, организованном российским отделением National Instruments Inc. (Декабрь 2001).

Обучение молодых ученых в Эйнховене

Молодые российские ученые **А.Беляков** и **М.Перов** обучались в TUE (Группа **NPD**) в течение сентября – октября 2002 года (два месяца). В выполненных там совместных экспериментах показано, что метод измерения электрического шума весьма чувствителен при выявлении дефектов полупроводниковых структур. Проф. А.Якимов (**PPD**) был в группе **NPD** первые 10 дней этого визита с целью выполнения предварительных экспериментов и участия в планировании остальных экспериментов.

2.4. Расширение научной инфраструктуры

Группа **PPD** создала стенд у Конечного Пользователя 2 (“НИИИС”) для исследования дефектов в полевых транзисторах. Этот стенд использовался для проведения совместных экспериментов.

В экспериментальные установки **NPD** и **PPD** установлено новое оборудование и программное обеспечение. Оборудование основано на интерфейсе ADS224x48 (“Инструментальные Системы”, Москва, Россия), предназначенном для обработки сигналов и шумов. Программное обеспечение основано на 777448-28 LabVIEW for Windows/ PCI-MIO-16E-1 Starter Kit. Краткое описание новой установки опубликовано в [53]. Установка использована для экспериментов в группах **NPD** и **PPD**.

Дополнительным примером успешного использования пакета LabVIEW Корпорации National Instruments (USA) является создание лабораторной работы [95], занявшей первое место в конкурсе указанной фирмы, проведенном в августе 2002 года.

Плодотворное внедрение пакета LabVIEW, как средства решения задач Проекта, инициировало приобретение Радиофизическим факультетом ННГУ факуль-

тетской лицензии на использование данного пакета в учебном процессе и научных исследованиях (Соглашение между ННГУ и Российским Представительством National Instruments в Москве от 1 октября 2002 года).

Участник Проекта, молодой ученый **В.А.Гурьев**, обеспечил обучение 17 сотрудников Радиофизического факультета методам работы с пакетом LabVIEW, а также выдачу сертификатов Корпорации National Instruments международного образца (апрель 2003 года).

2.5. Международная кооперация

Д-р Н.В.Демарина неоднократно принимала участие в семинаре профессора K.Renk в *Institut für Angewandte und Experimentelle Physik*, Universität Regensburg, 93040 Regensburg, Germany, [72]. Научная группа Института была информирована относительно целей и перспектив проекта. Обсуждены перспективы дальнейшего сотрудничества для получения опыта в области моделирования электронного переноса в различных полупроводниковых структурах. Выполнены совместные научные публикации [16], [17].

Осуществлялось научное взаимодействие с Университетом Твенте (The University of Twente, Enschede, The Netherlands, Prof. H.J.W.M.Hoekstra). Результаты совместных исследований опубликованы в работах [8], [73], [74].

2.6. Визиты Экспертов

В январе 2002 доктор Сусанна Михаелис (**Susanne Michaelis**), заместитель Директора Программы, и профессор Вацлав Пачес (**Vaclav Pačes**), член Консультационного Комитета SfP, посетили Группу **PPD**. Гости посетили все лаборатории Группы, были представлены руководству Нижегородского Государственного Университета и, в частности, Радиофизического факультета. Был обеспечен визит в ЗАО “Время-Ч” (Конечный Пользователь 1 Проекта), и встреча со всей Группой и представителям НИИИС и Салюта (Конечные Пользователи 2 и 3). PPD и членам его Группы были даны ценные рекомендации по выполнению Проекта.

3. Реализация Проекта

Основная работа по организации исследований в рамках Проекта осуществлялась со-руководителями со стороны Нидерландов (страна – партнер, член НАТО) и России (страна – партнер, не член НАТО).

- **Prof. L.K.J.Vandamme**, Eindhoven, The Netherlands. Эйнховенский технологический университет. **NPD**; Координация исследований; разработка методов шумовой диагностики; обеспечение обучения в Группе **NPD**.
- **Проф. А.В.Якимов**, Н.Новгород, Россия. ННГУ. **PPD**; координация исследований; разработка методов шумовой диагностики; организация совещаний и участие в них; поездки в группу **NPD**.

Существенный вклад в выполнение Проекта внесли Ключевые исследователи, в число которых входят как сотрудники Нижегородского государственного университета, так представители Конечных Пользователей.

- **Проф. Г.А.Максимов**, ННГУ. Координация исследований и разработок светоизлучающих диодов и квантово-размерных структур, организация рабочих совещаний и участие в них.
- **Проф. И.А.Карпович**, ННГУ. Исследование радиационной стойкости квантово-размерных структур методом фотоэлектрической спектроскопии.
- **Проф. В.К.Киселев**, ННГУ. Исследование процессов старения фотодиодов при радиационном воздействии.
- **Д-р Н.В.Байдусь**, ННГУ. Фотолюминесцентная спектроскопия квантово-размерных структур.
- **Д-р С.В.Оболенский**, ННГУ. Исследование процессов деградации в *n-GaAs* при радиационном воздействии.
- **Д-р А.А.Беляев, Д-р Б.А.Сахаров**, ЗАО “Время-Ч”, Конечный Пользователь 1. Регулярные обсуждения с Группой **PPD**, и использование произведенных устройств в собственных изделиях.
- **Г-н А.Н.Качемцев**, НИИИС, Конечный Пользователь 2. Радиационная обработка и тестирование приборов, регулярные обсуждения с Группой **PPD**, использование приборов в собственных изделиях.
- **Д-р В.Д.Скупов**, НИИИС, Конечный Пользователь 2. Разработка RTP (геттерирование, обработка протонами и гамма - квантами).
- **Г-н А.Г.Фефелов, Д-р М.А.Китаев**, Салют, Конечный Пользователь 3. Производство приборов - прототипов и предоставление их (бесплатно) Группе **PPD**, измерение DC/AC характеристик и высокочастотных шумов, регулярные обсуждения с Группой **PPD**, использование приборов в собственных изделиях.

4. Научные результаты и пути их использования

4.2.1. Основные результаты

1. Модифицированы методы неразрушающего контроля дефектов в полупроводниковых структурах. Создана установка для исследования дефектов в структуре полевых транзисторов. Впервые исследован биспектр $1/f$ шума *GaAs* эпитаксиальных пленок, изготовленных в ТУЕ, и наноразмерных полупроводниковых структур, изготовленных в ННГУ. Определены и исследованы различные типы ошибок численного анализа шума. Это позволило получить новые данные об эксплуатационных свойствах широкого класса современных полупроводниковых приборов.
2. Достигнуты успехи в создании и исследовании квантово-размерных полупроводниковых структур.
 - а) Развита методика легирования полупроводниковых слоев висмутом для улучшения однородности массивов *InAs/GaAs* квантовых точек, оптического и структурного качества слоев *InGaP*.

- b) Развита метод фотоэлектрической спектроскопии квантово-размерных структур в системе полупроводник/электролит. Метод обладает высокой чувствительностью, позволяет модифицировать поверхность структур и исследовать *in situ* процессы образования и пассивации дефектов при поверхностных электрохимических реакциях.
 - c) Развита новый метод атомно-силовой микроскопии для исследования утолщенных *InAs/GaAs* квантовых точек с контролем *in situ* процесса травления с помощью фотоэлектрической и фотолюминесцентной спектроскопии.
 - d) Исследованы фотоэлектрические и фотолюминесцентные свойства поверхностных квантовых точек. Выяснено влияние релаксации упругих напряжений, отличий в морфологии и химическом составе поверхностных квантовых точек на их энергетический спектр.
 - e) Показано, что обработка слоя квантовых точек *InAs/GaAs* в процессе роста в парах CCl_4 улучшает его морфологию. Она приводит к стравливанию крупных релаксированных кластеров, содержащих дислокации, при этом псевдоморфные кластеры (квантовые точки) остаются.
 - f) Развита технология изготовления светодиодов для длин волн 1,2–1,4 мкм, содержащих слой квантовых точек *InAs/GaAs*, встроенный внутри p-n перехода.
3. Исследовано влияние радиационных дефектов на полупроводниковые структуры, изготовленные на основе *GaAs*.
- a) Впервые методом Монте-Карло выполнено моделирование процессов переноса в полупроводниковых структурах, основанных на *GaAs* с радиационными дефектами. Вместе с Конечным Пользователем 2 выполнены экспериментальные исследования влияния нейтронной радиации на баллистическое движение носителей заряда в *GaAs* ПТШ (в том числе с гетеробуфером *AlGaAs*).
 - b) Теоретически и экспериментально исследован электроперенос в нанометровых *n-GaAs* структурах. Показано, что производство приборов, основанных на высокоэнергетических электронах, дает возможность улучшения радиационной стойкости. Выполнено моделирование интегральной схемы (фотодиод + FET усилитель). Развита технология создания интегральной схемы по RTP. Конечный Пользователь 3 произвел прототипы интегральных схем. Вместе с Конечными Пользователями 2 и 3 определены физические свойства и стабильность модифицированных прототипов.
 - c) Исследованы основные особенности возникновения нанокластеров радиационных дефектов в канале баллистического *GaAs* ПТШ с V-образным затвором (рабочая длина затвора 30 нм), подвергнутого нейтронной бомбардировке. Экспериментальные данные показывают, что характеристики V-ПТШ устойчивы в высоком нейтронном потоке ($3 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$). Моделированием на ЭВМ развита специальный RTP. Это позволяет производить ПТШ с более высокой радиационной стойкостью.
 - d) С целью обеспечения заданной радиационной стойкости разработана технология дальнедействующего ионно-лучевого геттерирования, повышающая радиационную стойкость субмикронных полевых транзисторов. Исследовано

влияние ионно-лучевого и лазерного дальнедействующего геттерирования на электрические характеристики $GaAs$ $n^{+}nn^{-}$ структур с изготовленными на них полевыми транзисторами с затвором Шоттки. Показано, что сходство процессов геттерирования при воздействии ионно-лучевого и лазерного излучений объясняется аналогичными механизмами генерации упругих волн в полупроводниковой структуре, приводящих к модификации границ раздела эпитаксиальный слой – подложка и металл-полупроводник в исследуемых структурах. Комплексное нейтронное и лазерное облучение субмикронных структур квази-баллистических ПТШ с длиной канала 0,05...0,1 мкм позволяет создать в канале транзисторов особую структуру радиационных дефектов, при которой отрицательная дифференциальная проводимость транзистора сохраняется, а высокочастотные свойства транзистора улучшаются. Экспериментально апробирована процедура дальнедействующего ионно-лучевого геттерирования, улучшающая высокочастотные параметры и радиационную стойкость мощных субмикронных полевых транзисторов в 2...3 раза [2, 3].

4.2.2. Потребности для дальнейшего развития научно-исследовательской деятельности после завершения Проекта

Благодаря выполнению данного Проекта удалось качественно улучшить экспериментальную базу группы PPD. Это позволило получить новые научные результаты и определить перспективы дальнейших исследований.

Для повышения эффективности последующей научно-исследовательской деятельности желательны дополнительные инвестиции. Направлениями таких инвестиций могли бы быть:

- активизация международной научной кооперации, в особенности обеспечение молодым российским ученым возможности зарубежных научных стажировок и участия в международных научных мероприятиях (конференциях, симпозиумах, и т.д.);
- обновление приборного парка, в особенности систем автоматизации экспериментальных научных исследований;
- создание парка высокопроизводительных компьютеров, в том числе создание кластерных вычислительных систем для моделирования процессов старения полупроводниковых приборов, в том числе при радиационном воздействии;
- дополнительная оплата работы сотрудников, в особенности молодых ученых и технического персонала.

4.2.3. Возможности исследований и разработок на контрактной основе

Создана база для выполнения научных исследований и научно-технических разработок в интересах промышленных предприятий:

- неразрушающий контроль полупроводниковых приборов и структур методами анализа их электрофизических характеристик и электрических шумов с целью выявления недостатков технологии и прогнозирования надежности;

- моделирование процессов электропереноса в полупроводниковых приборах, в том числе при радиационном воздействии.

5. Реализация результатов

Для описания достижений по данному Проекту в терминах, доступных широкому кругу специалистов и экспертов, установлены Критерии успеха (см. Таблицу).

Критерии Успеха, одобренные заседанием Группы Управления SfP: 23 сентября 1999	%	Критерии Успеха: Достижения на 30.04.2003	%
<i>В терминах научного воздействия развиваемых методов</i>			
1. Если к окончанию Проекта Конечные Пользователи улучшат собственные разработки и технологические процессы для 3 типов приборов при помощи результатов Проекта. Улучшение означает здесь уменьшение коэффициента шума в 2 раза и увеличение оценки срока службы прибора на 50%.	3×15=45	1. См. ниже	45
2. Если в течение двух лет после окончания Проекта Конечные пользователи начнут производство и продажу модифицированных полупроводниковых приборов 2 типов.	15	2. См. ниже	15
3. Если к окончанию Проекта будет получено 2 авторских свидетельства (патента) на изобретения по разработкам, выполнявшимся в рамках Проекта.	10	3. Получено два патента на изобретения, выполненные в рамках Проекта, [2, 3]	10
4. Если к окончанию Проекта будет опубликовано в международных журналах или доложено на международных конференциях 12 статей или докладов по проблемам, решенным в Проекте.	10	4. Сделано 14 докладов на международных конференциях. В рецензируемых журналах опубликовано 14 статей	23
<i>В терминах подготовки молодых ученых</i>			
5. Если в течение двух лет после завершения Проекта не менее трех молодых ученых, вовлеченных в выполнение Проекта, защитят кандидатские диссертации.	10	5. Успешно защищены три кандидатские диссертации (Н.В.Демарина, С.В.Макаров, С.В.Морозов)	10
6. Если в течение года после завершения Проекта не менее шести молодых ученых, вовлеченных в выполнение Проекта, получают работу в вузе или промышленности по похожей тематике.	10	6. Тринадцать российских молодых ученых, вовлеченных в выполнение Проекта, получили работу в вузе или промышленности по похожей тематике, см. с.22	10
ВСЕГО:	100%	ВСЕГО:	113%

Комментарии к Разделам 1 и 2 Таблицы Критериев Успеха

1. Конечный Пользователь 3 (“Салют”) произвел полевой транзистор с баллистическим пролетом носителей заряда. Коэффициент шума 1,2 дБ (на 12 ГГц), и 6 дБ (на 60 ГГц). Эти транзисторы начали производиться Конечным Пользователем для продажи.

2. Конечный Пользователь 3 произвел новый тип баллистического полевого транзистора с уменьшенной длиной затвора (15 нм). В измененных структурах коэффициент шума уменьшен в 1,5 раза: 0,8 дБ на 12 ГГц, и 4 дБ на 60 ГГц.
3. Конечный Пользователь 3 произвел баллистический полевой транзистор с гетеробуфером *AlGaAs* с коэффициентом шума 0,7 дБ (на 12 ГГц), и 2,9 дБ (на 60 ГГц), имеющий повышенную радиационную стойкость. Эти транзисторы начали производиться Конечным Пользователем для продажи.
4. Конечный Пользователь 3 произвел *GaAs* полевой транзистор повышенной мощности со специальной схемой отвода тепла, который по сравнению с предыдущими модификациями имеет в 1,5 раза большую выходную мощность.

Оценка экономической эффективности полученных результатов

- Разработанная автоматизированная измерительно–управляющая система (в среде LabVIEW 6i National Instruments), предназначенная для исследования статистических характеристик низкочастотных шумов, в несколько раз дешевле известных специализированных приборов. Новая система обладает существенно большей гибкостью по отношению к выбору измеряемых характеристик и режимов обработки данных измерений. В зависимости от выбранной конфигурации, стоимость системы может составлять 6–10 тысяч долларов США, что существенно ниже стоимости специализированного прибора, предназначенного для исследования лишь ограниченного набора статистических характеристик (например, либо спектра, либо гистограммы шума).
- Снижение коэффициента шума транзистора в 2 раза позволяет снизить цену входного канала связанных систем в 3–5 раз. При совместном увеличении радиационной стойкости (реализованном в нашем Проекте) приемник системы спутниковой связи может стать дешевле в 10–15 раз.
- Увеличение выходной мощности транзистора в 1,5 раза эквивалентно уменьшению количества каскадов выходного усилителя системы связи на 1–2 каскада. Поскольку такие усилители, как правило, формируются в виде монолитной интегральной схемы, то ее цена может снизиться от 1,5 до 3 раз. Это очень важный показатель, так как стоимость мощных транзисторов в 30–100 раз выше, чем малощумящих. Стоимость мощных ПТШ составляет от 20 до 300 \$ за штуку, поэтому стоимость выходного усилителя может уменьшиться на 100–500 \$.

6. Заключение

Выполнение настоящего Проекта позволило существенно углубить интеграцию между учеными России и стран НАТО.

Значительное внимание в Проекте уделялось повышению квалификации молодых российских ученых, в частности в интересах отечественной науки и промышленности.

Инвестиции НАТО, а также национальный вклад (в особенности, поддержка Конечных Пользователей), позволили существенно улучшить экспериментальную

базы группы PPD и, как следствие, качественно повысить уровень научных исследований.

Важным достижением Проекта является проведение совместных исследований в группе NPD, объединивших научные знания обеих групп и позволивших получить новые научные результаты.

Одобренный бюджет НАТО для Проекта – **237 978 Евро**.

Бюджет НАТО, выделенный на выполнение Проекта (по состоянию на 30 апреля 2003 года) – **198 736 Евро**.

Национальный вклад в выполнение Проекта – **198 315 Евро**.

7. Приложения

Приложение 1. Список сотрудников

Молодые ученые группы PPD

В выполнение Проекта были вовлечены следующие молодые ученые из Группы PPD.

1. **Ахлестина С.А.**, Г-жа, аспирантка, руководитель д-р А.В.Ершов. Исследования временной стабильности зеркал и просветляющих покрытий полупроводниковых лазеров и поиск методов их усовершенствования [47].
2. **Антонов Д.А.**, Г-н, магистрант, руководитель проф. Г.А.Максимов. Исследования на сканирующем туннельном микроскопе [61]. Вошел в Группу в 2002 г.
3. **Беляков А.В.**, Г-н, аспирант, руководитель проф. А.В.Якимов. Исследования шумов в полупроводниковых структурах, [14], [18], [24], [29], [33], [34], [35], [36], [37], [38], [53], [54], [77], [78], [92].
4. **Бирюков А.В.**, Г-н, студент, руководитель д-р Б.Н.Звонков. Исследование *InGaP/GaAs* гетерозпитаксиальных слоев методами атомно-силовой микроскопии и фотолуминесценции, [59]. Вошел в Группу в 2000.
5. **Божко А.В.**, Г-н, студент, руководитель д-р С.В.Оболенский. Модификация измерительной установки (с использованием интерфейса National Instruments, приобретенного на средства НАТО, выделенные для Проекта) и измерение электрических характеристик *GaAs* FET, облученных быстрыми частицами. Вошел в Группу в 2002 г.
6. **Чучмай (Казанцева) И.Г.**, Г-жа, молодой ученый, аспирантка до 01.09.01. Участвовала в Проекте в 2001 г. Сейчас работает по специальности на Физическом факультете ННГУ. Руководители – проф. А.Ф.Хохлов и д-р А.В.Ершов. [60].
7. **Демарина Н.В.**, Г-жа, молодой ученый. Перешла в категорию докторов в связи с защитой кандидатской диссертации.
8. **Донских Д.А.**, Г-н, аспирант, руководитель проф. А.В.Якимов. Проектирование программного обеспечения для компьютерно-ориентированных измерений. Покинул Группу в 2000.

9. **Галушкин М.**, Г-н, ЗАО “Время-Ч” (Конечный Пользователь 1), руководитель д-р С.Ю.Медведев. Разработка прецизионных блоков для экспериментальных установок.
10. **Глухарев А.П.**, Г-н, студент, руководитель проф. А.В.Якимов. Исследовал тонкие характеристики $1/f$ шума (в связи с особенностями преобразования АЦП) чтобы выявить радиационные дефекты в полупроводниках, [80]. Покинул Группу в 2002 г.
11. **Громский М.Ю.**, Г-н, студент, руководитель д-р С.В.Оболенский. Участвовал в разработке измерительной установки в НИИИС (Конечный Пользователь 2). Вошел в Группу в 2000. Покинул Группу в сентябре 2001 для работы в НИИИС.
12. **Гурьев В.А.**, молодой ученый, руководитель академик А.А.Андронов. Исследовал характеристики мощных лазеров на квантовых точках, [50], [53]. Вошел в Группу в 2001.
13. **Гушина Ю.Ю.**, Г-жа, молодой ученый, руководитель проф. Г.А.Максимов, исследования по атомно-силовой микроскопии, [5], [61]. Вошла в Группу в 2002.
14. **Касьянов Д.Е.**, Г-н, студент, руководитель д-р А.В.Ершов. Исследовал оптические свойства аморфных $Si_{1-x}Ge_x$ пленок [46].
15. **Киселева Е.В.**, Г-жа, студент, руководитель д-р С.В.Оболенский, исследование электрических свойств MESFET с затвором 30 нм, со специальными радиационными дефектами в канале [91]. Вошла в Группу в декабре 2001.
16. **Козлов А.К.**, Г-н, аспирант, руководитель проф. А.В.Якимов. Исследовал эффект $1/f$ шума в сложных системах на примере Водородного Эталона частоты (Вместе с Конечным Пользователем 1, ЗАО “Время-Ч”), [19], [20], [23], [44], [75]. Покинул Группу в 2002 г.
17. **Круглов А.В.**, Г-н, молодой ученый, руководитель проф. Г.А.Максимов. Предварительные исследования в рамках развития методики топографии и локальной спектроскопии фотопроводимости полупроводниковых гетероструктур на основе метода ближнеполевой оптической микроскопии [47].
18. **Левичев С.Б.**, Г-н, аспирант, руководитель проф. И.А.Карпович. Исследовал морфологию и фотоэлектронные свойства объединенных квантово-размерных слоев в $InGaAs$ и квантовых точек $InAs$ в матрице $GaAs$, [6], [15], [19], [31], [32], [45]. Покинул Группу в 2002 году для работы в ННГУ.
19. **Макаров С.В.**, Г-н, аспирант, руководитель проф. А.В.Якимов. Исследовал статистические свойства $1/f$ шума $GaAs$ эпитаксиальных пленок (изготовленных в Эйндховенском Технологическом Университете) с целью поиска неразрушающего инструмента для выявления радиационных дефектов, [4], [25], [40], [81]. Покинул Группу в 2001 после защиты кандидатской диссертации.
20. **Мельников Д.А.**, Г-н, аспирант, руководитель д-р С.Ю.Медведев, разрабатывал цифровые измерительные системы для водородного стандарта частоты.

21. **Мокеева П.В.**, Г-жа, студент, руководитель д-р Н.В.Байдусь, исследовала квантовые точки, [30], [59], [89]. Покинула Группу в 2002 году для работы в ННГУ.
22. **Морозов С.В.**, Г-н, аспирант, руководитель проф. И.А.Карпович. Был занят развитием метода фотоэлектрической спектроскопии QDH *InAs/GaAs* в системе полупроводник–электролит, [5], [7], [15] (покинул Группу в 2001 году).
23. **Моряшин А.В.**, Г-н, студент, руководитель проф. А.В.Якимов. Исследовал влияние дефектов на $1/f$ шум в полупроводниках, [28], [35], [37], [38], [56], [79], [94].
24. **Нежданов А.В.**, Г-н, студент, руководитель проф. А.И.Машин. Исследовал оптические свойства аморфных $Si_{1-x}Ge_x$ пленок, [46].
25. **Некоркин С.М.**, Г-н, аспирант, руководитель д-р Б.Н.Звонков. Обеспечивал развитие технологического процесса *InGaAs/GaAs/InGaP* светоизлучающего и лазерных диодов, [8], [37], [47], [48], [59], [87], [90].
26. **Николаев Д.С.**, Г-н, студент, руководитель д-р А.В.Ершов. Участвовал в Проекте в 2001, покинул Группу для работы в НИИИС (Конечный Пользователь 2), [60].
27. **Перов М.Ю.**, Г-н, аспирант, руководитель проф. А.В.Якимов. Исследовал тонкие характеристики $1/f$ шума (с учетом особенностей преобразования АЦП) для выявления радиационных дефектов в полупроводниках, [13], [18], [21], [26], [27], [33], [34], [35], [36], [37], [38], [43], [55], [76], [80], [93].
28. **Шевнина Е.И.**, Г-жа, магистрант, руководитель д-р Н.В.Байдусь. Вошла в Группу в 2002 году.
29. **Шоболов Е.В.**, Г-н, аспирант, руководитель проф. И.А.Карпович. Исследование влияния водорода на свойства квантово-размерных гетеронаноструктур *GaAs/InGaAs*. Покинул Группу в 2001.
30. **Смирнов П.М.**, Г-н, ЗАО “Время-Ч” (Конечный Пользователь 1), руководитель Д-р С.Ю.Медведев. Разработка прецизионных блоков для экспериментальных установок.
31. **Сушилкина Ю.Н.**, Г-жа, студентка, руководитель д-р С.В.Оболенский. Занималась моделированием процессов переноса носителей в ПТШ с затвором V-типа. Вошла в Группу в 2000 и покинула ее в сентябре 2001 для работы в НПО “Салют” (Конечный Пользователь 3).
32. **Тресков С.А.**, Г-н, магистрант, руководитель д-р С.В.Оболенский. Теоретическое исследование влияния лучевых дефектов в канале на характеристики ПТШ. Вошел в Группу в 2000, и оставил ее в 2001 после окончания обучения и получения работы в Институте Физики Микроструктур РАН.
33. **Уткин А.Г.**, Г-н, аспирант, руководитель д-р С.Ю.Медведев. Развивал цифровые измерительные системы для водородного стандарта частоты, и исследовал физические процессы, происходящие в колбе водородного лазера. Вошел в Группу в 2000.
34. **Виценко А.Ю.**, Г-н, руководитель проф. А.В.Якимов. Выполнял основную работу по созданию и модификации WWW-сайта “Design of radiation-hard semi-

- conductor devices for communication systems and precision measurements using noise analysis. NATO, Project SfP-973799 (Semiconductors)" [1].
35. **Здоровейцев А.В.**, Г-н, аспирант, руководитель проф. И.А.Карпович. Исследовал гетероструктуры с *InAs/GaAs* квантовыми точками методами фотолюминесценции и атомно-силовой микроскопии, [6], [7], [19], [22], [30], [31], [45], [59], [88]. Вошел в Группу в 2000.
 36. **Зеленов С.С.**, Г-н, студент, руководитель д-р С.Ю.Медведев. Развивал цифровые измерительные системы для водородного стандарта частоты, и исследовал физические процессы, происходящие в колбе водородного лазера. Вошел в Группу в 2000 году, и покинул ее в 2001 году, после окончания обучения, для работы в ФГУП НПП "Полеет".
 37. **Звонков Н.Б.**, Г-н, физик, руководитель проф. Г.А.Максимов. Исследовал нелинейную генерацию промежуточного инфракрасного излучения в лазере на квантовых ямах [47], [73], [74]. Оставил Группу в 2000 г. в связи с переходом на другую работу.

Молодые ученые группы NPD

В дополнение к этому списку, должно быть показано участие молодых ученых Группы NPD (руководитель профессор L.K.J.Vandamme).

38. **J-F.Bido**, вошел в Группу в 2002 и получил степень магистра в сентябре 2002.
39. **J.Briaire**, исследование $1/f$ шума в однодоменных $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ пленках, [110]. Оставил Группу в 2000 для работы в научно-исследовательских лабораториях фирмы Philips (после защиты докторской диссертации).
40. **R.Feyaerts**, исследование объемного и контактного $1/f$ шума в *GaN* TLM структурах, [96], [104], [108], [111]. Получил степень магистра в 2001.
41. **A.Hoel**, использование $1/f$ шума как диагностического инструмента для оценки качества WO_3 многочастичных пленок, [105], [114].
42. **R.Jongen**, вошел в Группу в 2002. Исследует $1/f$ шум как диагностический инструмент, [106].
43. **M.C.J.C.M.Krämer**, исследование объемного и контактного $1/f$ шума в *GaN* TLM структурах, [108].
44. **A.Mercha**, исследование уплотнения потока и $1/f$ шума в поликристаллических кремниевых тонкопленочных транзисторах, [96], [101].
45. **F.Otten**, измерение шума в *PbS* многочастичных пленках, [98], [102].
46. **G.Trefan**, Исследование шума в органических и полупроводниковых структурах, [100], [103], [104], [108], [109], [111], [113], [123]. Закончил работу в 2002.
47. **E.P.Vandamme**, критический анализ универсальных моделей $1/f$ шума для MOSFETs, [97], [99].
48. **A.P. van der Wel**, моделирование и измерение RTS шума в MOSFETs с n-каналом при переключаемом смещении, [112].

Сотрудники, защитившие диссертации

Список защищенных диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, выполненных в рамках Проекта, со ссылкой на поддержку НАТО, Проект SfP-973799 Полупроводники.

1. Г-жа **Н.В.Демарина**. “Электронный транспорт *GaAs* структурах при радиационном воздействии”. Кандидатская диссертация, руководитель Д-р С.В. Оболенский. Нижегородский госуниверситет, 20 июня 2000 г.
2. Г-н **С.В.Макаров**. “Развитие методов выявления негауссовости $1/f$ шума для исследования его природы”. Кандидатская диссертация, руководитель проф. А.В.Якимов. Нижегородский госуниверситет, 19 сентября 2001 г.
3. Г-н **С.В.Морозов**. “Фотоэлектрическая спектроскопия гетероструктур с квантовыми точками *GaAs/InAs*”. Кандидатская диссертация, руководитель проф. И.А.Карпович. Нижегородский госуниверситет, 9 сентября 2002 г.

Молодые российские ученые, получившие работу по теме

1. **Чучмай (Казанцева) И.Г.** после окончания Физического факультета ННГУ (2001) работает на том же факультете.
2. Д-р Г-жа **Н.В.Демарина**, стала преподавателем Радиофизического факультета Нижегородского Государственного Университета (2000).
3. Г-н **М.Ю.Громский**, после окончания Радиофизического факультета Нижегородского Государственного Университета (2001) получил работу у Конечного Пользователя 2 (НИИИС).
4. Г-н **А.И.Круглов**, после аспирантуры получил работу в Исследовательском – образовательном центре Сканирующей зондовой микроскопии (ННГУ, 2001).
5. Г-н **С.В.Левичев** после окончания аспирантуры получил работу в НИЧ ННГУ (2002).
6. Г-жа **П.В.Мокеева**, после окончания Физического факультета ННГУ (2002) получила работу в ННГУ.
7. Г-н **С.В.Морозов**, после аспирантуры получил работу в ИФМ РАН, 2001.
8. Г-н **Д.С.Николаев**, после окончания Физического факультета ННГУ (2001) получил работу в НИИИС (Конечный Пользователь 2).
9. Г-н **Е.В.Шоболов**, после аспирантуры получил работу в НИИИС (Конечный Пользователь 2, 2001).
10. Г-жа **Ю.Н.Сушилкина**, после окончания Радиофизического факультета Нижегородского Государственного Университета (2001) получила работу у Конечного Пользователя 3 (“Салют”).
11. Г-н **С.А.Тресков**, после окончания Радиофизического факультета Нижегородского Государственного Университета (2001) получил работу в ИФМ РАН.
12. Г-н **С.С.Зеленов** после окончания Радиофизического факультета ННГУ (2001) получил работу в ФГУП НПП “Полет”.
13. Г-н **Н.Б.Звонков**, получил работу в НИИ ПМК (2000).

Приложение 2. Список публикаций по Проекту

Список научных публикаций, выполненных в рамках Проекта, со ссылкой на поддержку НАТО, Проект SfP-973799 Полупроводники.

В Нижегородском государственном университете для оперативного отражения решаемых задач и получаемых результатов создан WWW сайт:

- [1] “Радиационно стойкие полупроводниковые приборы для систем связи и прецизионных измерений. Разработка с использованием шумового анализа. НАТО, Проект SfP-973799 Полупроводники”; <http://www.rf.unn.ru/NATO/index.html>

Сайт создан на двух языках: русском и английском. Выбор языковой версии осуществляется через главную страницу. Основная работа по созданию сайта выполнена молодым ученым А.Ю.Виценко.

Авторские свидетельства (патенты) на изобретения

Список патентов, полученных в рамках Проекта, со ссылкой на поддержку НАТО, Проект SfP-973799 Полупроводники.

- [2] В.К.Киселев, С.В.Оболенский, В.Д.Скупов. “Способ контроля структурного совершенства монокристаллических полупроводниковых пластин”. Патент РФ №2156520.
- [3] В.К.Киселев, С.В.Оболенский, В.Д.Скупов. “Способ геттерирующей обработки эпитаксиальных слоев полупроводниковых структур”. Патент РФ №2176422; 28.06.2001.

Статьи в рецензируемых журналах

- [4] **Макаров С.В.**^{у)}, **Медведев С.Ю.**, **Якимов А.В.** “Корреляция между интенсивностями спектральных компонент 1/f шума”. *Известия вузов. Радиофизика*. 2000. Т.43, №11. С.1016–1023.
- [5] **B.N.Zvonkov, I.A.Karpovich, N.V.Baidus, D.O.Filatov, S.V.Morozov**^{у)}, and **Yu.Yu.Gushina**^{у)}. “Surfactant effect of bismuth in the MOVPE growth of the InAs quantum dots on GaAs”. *Nanotechnology* 2000, 11, P.221–226.
- [6] **I.A.Karpovich, N.V.Baidus, B.N.Zvonkov, D.O.Filatov, S.B.Levichev**^{у)}, **A.V.Zdoroveishev**^{у)}, **V.A.Perevoshikov**. “Investigation of the buried InAs/GaAs Quantum Dots by Atomic Force Microscopy combined with selective chemical etching”. *Phys. Low-Dim. Struct.* 3/4 (2001) 3412–348.
- [7] **I.A.Karpovich, N.V.Baidus, B.N.Zvonkov, S.V.Morozov**^{у)}, **D.O.Filatov, and A.V.Zdoroveishev**^{у)}. “Morphology and photoelectronic properties of InAs/GaAs surface quantum dots grown by metal-organic vapor-phase epitaxy”. *Nanotechnology* 2001, 12, P.425–429.
- [8] **N.V.Baidus, I.F.Salakhutdinov**^{ИОФАН)}, **H.J.W.M.Hoekstra**^{NL)}, **B.N.Zvonkov, S.M.Nekorkin**^{у)}, **V.A.Sychugov**^{ИОФАН)}. “A compact, tunable, narrow band LD based

^{у)} Молодой ученый
^{ИОФАН)} Институт Общей Физики РАН, Москва.

- on emission through the substrate and an external abnormal-reflection mirror". *IEEE Photonics Technology Letters* **13**, No.11 (2001) 1155–1157.
- [9] **Оболенский С.В., Китаев М.А.**³⁾ “Исследование процессов генерации в баллистическом полевом транзисторе”. *Микроэлектроника*, 2001, Т.30, №1, С.7–12.
- [10] **Оболенский С.В., Китаев М.А.**³⁾ “Отрицательная дифференциальная подвижность в квазибаллистическом полевом транзисторе”. *Микроэлектроника*, 2001, №3, С.23–29.
- [11] **Козлов В.А.**^{ИФМ)}, **Оболенский С.В., Китаев М.А.**³⁾ “Нанометровая модификация материала методом электродинамической локализации оптического излучения” Письма в ЖТФ. 2001. Т.27, №19. С.32–38.
- [12] **Демарина Н.В., Оболенский С.В.** “Электронный транспорт в нанометровых GaAs структурах при радиационном воздействии”. *ЖТФ*. 2002. №1. С.66–71.
- [13] **Медведев С.Ю., Перов М.Ю.**^{У)}, **Якимов А.В.** “Влияние дискретного преобразования Фурье на оценку спектра сигнала”. *Известия вузов. Радиофизика*. 2002. Т.45, №3. С.263–270.
- [14] **Беляков А.В.**^{У)}, **Якимов А.В.** “Влияние АЦП на вероятностные характеристики гауссова шума”. *Известия вузов. Радиофизика*. 2002. Т.45, №6. С.533–537.
- [15] **I.A.Karpovich, S.B.Levichev**^{У)}, **S.V.Morozov**^{У)}, **B.N.Zvonkov, D.O.Filatov, A.P.Gorshkov, and A.Yu.Ermakov.** “Photoelectric spectroscopy of InAs/GaAs quantum dot structures in a semiconductor/electrolyte system”. *Nanotechnology* **13** (2002) 445–450.
- [16] **D.A.Ryndyk, N.V.Demarina, J.Keller, and E.Schomburg.** “Superlattice with hot electron injection: an approach to a Bloch oscillator”. *Physical Review B*, **67** (2003) 33305.
- [17] **E.Schomburg, N.V.Demarina, K.F.Renk.** “Amplification of a terahertz field in semiconductor superlattice via phase-locked k-space bunches of Bloch oscillating electrons”. *Physical Review B* **67** (2003) 155302.
- [18] **A.V.Belyakov**^{У)}, **L.K.J.Vandamme**^{У)}, **A.V.Yakimov.** “The different physical origins of $1/F$ noise and superimposed RTS noise in light-emitting quantum dot diodes”. Submitted to *Fluctuation and Noise Letters*.

Доклады на международных конференциях

- [19] **I.A.Karpovich, S.B.Levichev**^{У)}, **A.V.Zdoroveishev**^{У)}, **N.V.Baidus, B.N.Zvonkov, V.A.Perevoshikov, D.O.Filatov.** “Investigation of the buried InAs/GaAs quantum dots by SPM combined with selective chemical etching”. Proc. International Workshop “*Scanning Probe Microscopy – 2001*”. Nizhni Novgorod, Institute for Physics of Microstructures. February 25– March 01, 2001, p. 14–16.
- [20] **Козлов А.К.**^{У)}, **Якимов А.В.** “Влияние флуктуационных процессов на стабильность частоты водородного стандарта”. 31-й Международный семинар

^{NL)} The University of Twente, Enschede, The Netherlands.

³⁾ Конечный Пользователь 3, НПО “Салют”.

^{ИФМ)} Институт физики микроструктур РАН, Нижний Новгород

- “Шумовые и деградационные процессы в полупроводниковых приборах” 20–24 ноября 2000 года. –М.: МНТОРЭИС им. А.С.Попова, МЭИ, 2001, с.38–42.
- [21] **Перов М.Ю.**^{у)}, **Медведев С.Ю.**, **Якимов А.В.** “Влияние БПФ на оценку спектра сигнала. Эффективная разрядность гармонического сигнала”. (Там же), с.43–48.
- [22] **I.A.Karpovich, N.V.Baidus, B.N.Zvonkov, S.V.Morosov, D.O.Filatov, and A.V.Zdoroveishev**^{у)}. “Morphology and photoelectronic properties of *InAs/GaAs* surface quantum dots grown by vapor phase epitaxy”. Proc. 9-th Int. Symposium “*Nanostructures: Physics and Technology*”. St.-Petersburg, Ioffe Institute, 2001, June 18–22, p.51–54.
- [23] **A.A.Belyaev**¹⁾, **B.A.Sakharov**¹⁾, **A.K.Kozlov**^{у)}, and **A.V.Yakimov**. “The influence of the main noise sources on frequency stability of the quantum frequency standard”. Proc. 16th Int. Conference “*Noise in Physical Systems and 1/f Fluctuations. ICNF-2001*”, Gainesville, Florida, USA, October 22–25, 2001. Ed. by G.Bosman. Word Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. P.479–482.
- [24] **A.V.Belyakov**^{у)}, and **A.V.Yakimov**. “The ADC–transformation of probability characteristics of Gaussian noise”. (Ibid.) P.537–540.
- [25] **S.V.Makarov**^{у)}, **S.Yu.Medvedev, and A.V.Yakimov**. “The comparative analysis of methods of the 1/f noise non-Gaussianity test”. (Ibid.) P.717–720.
- [26] **S.Yu.Medvedev, M.Yu.Perov**^{у)}, and **A.V.Yakimov**. “The influence of ADC and FFT on the spectrum estimation”. (Ibid.) P.729–732.
- [27] **Перов М.Ю.**^{у)}, **Якимов А.В.** “Функция бикогерентности 1/f шума”, 32-й Международный семинар “*Шумовые и деградационные процессы в полупроводниковых приборах*” 4–7 декабря 2001 года. –М.: МНТОРЭИС им. А.С.Попова, МЭИ, 2002, с.74–79.
- [28] **Моряшин А.В.**^{у)}, **Якимов А.В.** “1/F шум GaAs эпитаксиальных пленок в модели двухуровневых систем”, (Там же), с. 80–84.
- [29] **Беляков А.В.**^{у)} “Негауссовость, обусловленная аналого-цифровым преобразованием”, (Там же), с. 95–99.
- [30] **Байдусь Н.В., Звонков Б.Н., Здоровейшев А.В.**^{у)}, **Мокеева П.Б., Филатов Д.О.** “Самоорганизованный рост многослойных массивов квантовых точек *InAs/GaAs* методом МОС-гидридной эпитаксии” // Тезисы докладов XIV Уральской международной зимней школы по физике полупроводников “*Электронные свойства низкоразмерных полу- и сверхпроводниковых структур*”, 18–22 февраля 2002 года, С.10–13.
- [31] **I.A.Karpovich, N.V.Baidus, B.N.Zvonkov, S.V.Morozov, S.B.Levichev**^{у)}, **D.O.Filatov, A.V.Zdoroveishev**^{у)}, **A.P.Gorshkov**. “Morphology, optical and photoelectrical properties of the *InAs/GaAs* quantum dots grown by Metal Organic Vapor Phase Epitaxy”. Abstracts of 26th International Conference on the Physics of Semiconductors. Edinburgh, Scotland, UK, 29 July –2 August 2002. Part 11, P. 320, H251.

¹⁾ Конечный Пользователь 1, ЗАО “Время-Ч”.

- [32] **I.A.Karpovich, S.B.Levichev^{y)}, N.V.Baius, B.N.Zvonkov, D.O.Filatov, and A.Yu.Ermakov.** Influence of the thickness and composition of a cup layer on photo-electronic properties of the InGaAs/GaAs quantum dot heterostructures. Abstracts of the Fifth ISTC Scientific Advisory Committee Seminar “*Nanotechnologies in the area of physics, chemistry and biotechnology*”. St. Petersburg, Russia, May 27 – 29, 2002. Session A, P. 18, A.007p.
- [33] **L.K.J.Vandamme^{NPD)}, A.V.Belyakov^{y)}, M.Yu.Perov^{y)}, A.V.Yakimov^{PPD)}.** “On the differences in dependence of 1/f and RTS noise on current in quantum dot light emitting diodes (Invited Paper)”. *Proceedings of SPIE Vol. 5113 Noise in Devices and Circuits*, edited by M. Jamal Deen, Zeynep Celik-Butler, Michael E. Levinshtein, (SPIE, Bellingham, WA, 2003) p.40–48.
- [34] **A.V.Yakimov^{PPD)}, A.V.Belyakov^{y)}, M.Yu.Perov^{y)}, L.K.J.Vandamme^{NPD)}.** “Bispectrum of the 1/f noise in diodes on quantum dots and wells”. *Proceedings of SPIE Vol. 5115 Noise and Information in Nanoelectronics, Sensors, and Standards*, edited by Laszlo B. Kish, Frederick Green, Giuseppe Iannaccone, John R. Vig, (SPIE, Bellingham, WA, 2003) p.368–378.
- [35] **A.Belyakov^{y)}, S.Medvedev, A.Moryashin^{y)}, M.Perov^{y)}, A.Yakimov.** “Measurement technique for investigation of non-Gaussian and non-stationary properties of LF noise in nanoscale semiconductor devices”. Submitted to *NATO Advanced Research Workshop “Advanced Experimental Methods for Noise Research in Nanoscale Electronic Devices*”. Brno, Czech Republic, August 2003.
- [36] **A.V.Belyakov^{y)}, L.K.J.Vandamme^{NPD)}, M.Yu.Perov^{y)}, and A.V.Yakimov^{PPD)}.** “Burst noise and 1/f noise in light emitting structures with quantum dots”. Submitted to *17th International Conference on Noise and Fluctuations*, Prague, Czech Republic, August 2003.
- [37] **M.Yu.Perov^{y)}, N.V.Baidus, A.V.Belyakov^{y)}, G.A.Maksimov, A.V.Moryashin^{y)}, S.M.Nekorkin^{y)}, L.K.J.Vandamme^{NPD)}, A.V.Yakimov^{PPD)}, and B.N.Zvonkov.** “1/f noise in InAs/GaAs quantum dots and InGaAs/GaAs/InGaP quantum well LEDs and in quantum well laser diodes”. Submitted to *17th International Conference on Noise and Fluctuations*, Prague, Czech Republic, August 2003.
- [38] **A.V.Yakimov^{PPD)}, A.V.Belyakov^{y)}, A.V.Moryashin^{y)}, M.Yu.Perov^{y)}, and L.K.J.Vandamme^{NPD)}.** “Bispectrum of the 1/f noise in semiconductor devices”. Submitted to *17th International Conference on Noise and Fluctuations*, Prague, Czech Republic, August 2003.

^{NPD)} Соруководитель Проекта SfP-973799 Полупроводники от страны-партнера НАТО

^{PPD)} Соруководитель Проекта SfP-973799 Полупроводники от не-натовской страны-партнера

Труды 1-го рабочего совещания по проекту НАТО SfP-973799 Полупроводники

- [39] **Vandamme L.K.J.**^{NPД}, **Якимов А.В.**^{PPD} “Проект SfP-973799 Semiconductors Программы НАТО “Наука для Мира”. Цели и задачи”. *Труды 1-го рабочего совещания по проекту НАТО SfP-973799 Полупроводники “Разработка радиационно стойких полупроводниковых приборов для систем связи и прецизионных измерений с использованием шумового анализа”, Апрель 2001 г.* /Ред. А.В.Якимов. –Нижний Новгород: ТАЛАМ, 2001. С.7–20.
- [40] **Макаров С.В.**^У, **Медведев С.Ю.**, **Якимов А.В.** “Анализ погрешностей методов контроля гауссовости $1/f$ шума”, (Там же), с.34–47.
- [41] **Карпович И.А.** “Квантово-размерные гетеронаноструктуры на основе GaAs”, (Там же), с. 48–62.
- [42] **Бушуева М.Е.**, **Беляков В.В.** “Диагностика сложных технических систем”, (Там же), с.63–98.
- [43] **Медведев С.Ю.**, **Перов М.Ю.**^У, **Якимов А.В.** “Точность цифровой оценки спектра сигнала”, (Там же), с.99–108.
- [44] **Беляев А.А.**, **Сахаров Б.А.**, **Козлов А.К.**^У, **Якимов А.В.** “Флуктуации частоты водородного стандарта”, (Там же), с.109–117.
- [45] **I.A.Karpovich, S.B.Levichev**^У, **A.V.Zdoroveishev**^У, **N.V.Baidus, B.N.Zvonkov, D.O.Filatov, V.A.Perevoshikov.** “Investigation of the buried *InAs/GaAs* Quantum Dots by Atomic Force Microscopy combined with selective chemical etching”. *Ibid.* P. 118–123.
- [46] **Ершов А.В.**, **Машин А.И.**, **Хохлов А.Ф.**, **Касьянов Д.Е.**^У, **Нежданов А.В.**^У, **Машин Н.И.**, **Карабанова И.А.** “Оптические свойства аморфных пленок $Si_{1-x}Ge_x$ ”, (Там же), с.124–135.
- [47] **Филатов Д.О.**, **Круглов А.В.**^У, **Звонков Б.Н.**, **Звонков Н.Б.**^У, **Некоркин С.М.**^У, **Ахлестина С.А.**^У “Исследование пространственной структуры излучения полупроводниковых ИК–лазеров в ближней и дальней зонах с субволновым разрешением”, (Там же), с.136–140.
- [48] **Алёшкин В.Я.**, **Звонков Б.Н.**, **Байдусь Н.В.**, **Некоркин С.М.**^У “Модовый состав излучения полупроводникового лазера, содержащего в активной области два типа квантовых ям”, (Там же), с.141–144.
- [49] **N.V.Demarina, S.V.Obolensky, and V.K.Kiselev.** “Influence of high energy radiation on transport characteristics of electrons in semiconductor structures. Simulation by Monte Carlo method”. *Ibid.* P.145–156.
- [50] **A.A.Andronov**^{ИФМ}, **I.A.Grishin, V.A.Guryev**^У, **A.P.Savikin, and B.N.Zvonkov.** “Application of powerful QW *InGaAs/GaAs* laser as excitation source for TR^{3+} – doped fluoride and telluride fiber lasers and amplifiers”. *Ibid.* P.157–159.
- [51] **Оболенский С.В.**, **Китаев М.А.**³, **Киселев В.К.** “Исследование отрицательной дифференциальной проводимости квазибаллистического полевого транзистора”, (Там же), с.160–169.

Труды 2-го рабочего совещания по проекту НАТО SfP-973799 Semiconductors

- [52] **Vandamme L.K.J.**^{NPД}, **Якимов А.В.**^{PPD} “Проект SfP-973799 Полупроводники Программы НАТО «Наука для Мира». Цели и задачи”. *Труды 2-го рабочего совещания по проекту НАТО SfP-973799 Полупроводники “Разработка радиационно стойких полупроводниковых приборов для систем связи и прецизионных измерений с использованием шумового анализа”, Апрель 2002 г.* /Ред. А.В.Якимов. –Нижний Новгород: ТАЛАН, 2002. С.8–23.
- [53] **Андронов А.А.**^{ИФМ}, **Беляков А.В.**^У, **Гурьев В.А.**^У, **Якимов А.В.** “Интерактивная визуальная разработка приложений автоматизации научных и промышленных измерительно–управляющих систем в среде LabVIEW 6i National Instruments”, (Там же), с.38–46.
- [54] **Беляков А.В.**^У “Ошибки алгоритмов оценивания моментной функции случайного процесса”, (Там же), с.47–58.
- [55] **Перов М.Ю.**^У “Биспектр пуассоновского процесса, как модели 1/f шума, построенной на основе ДУС в полупроводниках”, (Там же), с.59–67.
- [56] **Моряшин А.В.**^У, **Якимов А.В.** “Исследование негауссовости 1/f шума GaAs эпитаксиальных пленок”, (Там же), с.68–73.
- [57] **Бушуева М.Е., Беляков В.В.** “Многокритериальная оптимизация контролепригодности сложных систем”, (Там же), с.74–83.
- [58] **Карпович И.А., Горшков А.П., Байдусь Н.В.** “Исследование эффекта Штарка на экситонах в квантовой яме InGaAs/GaAs методом фотоэлектрической спектроскопии в системе полупроводник/электролит”, (Там же), с.84–92.
- [59] **Байдусь Н.В., Бирюков А.А.**^У, **Звонков Б.Н., Здоровейщев А.В.**^У, **Мокеева П.Б.**^У, **Некоркин С.М., Ускова Е.А.** “Электролюминесценция p-n структур с квантовыми точками InAs/GaAs, выращенных методом газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений”, (Там же), с.93–99.
- [60] **Ершов А.В., Чучмай И.А.**^У, **Хохлов А.Ф., Николаев Д.С.**^У “Многослойные аморфные кремниевые наноструктуры, полученные испарением”, (Там же), с.100–110.
- [61] **Максимов Г.А., Филатов Д.О., Гушина Ю.Ю.**^У, **Антонов Д.А.**^У, **Пушкин М.А., Зенкевич А.В., Тронин В.Н., Троян В.И., Неволин В.Н.** “СТМ исследование фрактальных нанокластеров золота на поверхности ВОПГ, полученных импульсным лазерным осаждением”, (Там же), с.111–116.
- [62] **Демарина Н.В.** “Исследование влияния рассеяния на атомах ионизированной примеси на электронный транспорт в GaAs/AlAs сверхрешетке с различной шириной минизоны”, (Там же), с.117–125.
- [63] **Оболенский С.В., Козлов В.А.**^{ИФМ}, **Китаев М.А.**³, **Киселев В.К.** “Новый метод модификации материала с помощью электродинамической локализации оптического излучения”, (Там же), с.126–133.
- [64] **Оболенский С.В.** “Моделирование характеристик полевого транзистора при инжекции атомов Au затвора в GaAs, стимулированной нейтронным облучением”, (Там же), с.134–141.

- [65] **Оболенский С.В.** “Идентичность процессов дальнедействующего геттерирования при ионном и лазерном облучении транзисторных структур”, (Там же), с.142–145.
- [66] **Оболенский С.В.** “Определение электрофизических констант GaAs при радиационном воздействии”, (Там же), с.146–154.
- [67] **Оболенский С.В.** “Структура кластера радиационных дефектов при нейтронном облучении полупроводников”, (Там же), с.155–164.
- [68] **Качемцев А.Н.²⁾, Киселев В.К.²⁾, Семьин Г.Н.²⁾, Труфанов А.Н.²⁾** “Гибридная оптическая система питания электронных устройств”, (Там же), с.165–170.
- [69] **Киселев В.К.²⁾, Семьин Г.Н.²⁾, Труфанов А.Н.²⁾, Оболенский С.В.** “Исследование КПД преобразования оптического излучения GaAs-фотопреобразователями”, (Там же), с.171–177.
- [70] **Киселев В.К.²⁾, Семьин Г.Н.²⁾, Труфанов А.Н.²⁾, Оболенский С.В.** “Использование быстродействующих фотоуправляемых полупроводниковых переключателей в интегральных микросхемах”, (Там же), с.178–183.
- [71] **Киселев В.К.²⁾, Семьин Г.Н.²⁾, Труфанов А.Н.²⁾, Оболенский С.В.** “Радиационно-стойкая схема подключения лазерного диода, обеспечивающая устойчивость к изменению температуры окружающей среды”, (Там же), с.184–188.

Другие публикации

- [72] **Demarina N.V.** “Influence of high energy radiation on transport characteristics of semiconductor materials and devices. Simulation by Monte Carlo method”. Report at the seminar by Prof. K.Renk in *Institut für Angewandte und Experimentelle Physik, Universität Regensburg*, Germany, December 2000.
- [73] **Baidus N.V., Salakhutdinov I.F., Hoekstra H.J.W.M.^{NL)}, Zvonkov B.N., Zvonkov N.B.^{Y)}, V.A.Sychugov.** “High-power laser diode with external waveguide-grating mirror”. X Conference on Laser Optics, St. Petersburg, Russia, June 26–30, 2000.
- [74] **Байдусь Н.В., Звонков Б.Н., Звонков Н.Б.^{Y)}, Ершов А.В., Салахутдинов И.Ф., Сычугов В.А., Хукстра Х.^{NL)}** “Характеристики мощного полупроводникового лазера с внешним волноводно-решеточным зеркалом” //Труды четвертой научной конференции по радиофизике. 5 мая 2000 г. /Ред. А.В.Якимов. –Нижний Новгород: ТАЛАН, 2000. С.56–57.
- [75] **Kozlov A.K.^{Y)}, Yakimov A.V.** “Main sources of instability of the quantum frequency standard”. Ibid. P.242–243.
- [76] **Перов М.Ю.^{Y)}, Медведев С.Ю., Якимов А.В.** “Влияние БПФ на эффективную разрядность гармонического сигнала”, (Там же), с.254–255.
- [77] **Беляков А.В.^{Y)}, Якимов А.В.** “Вероятностные характеристики квантованного гауссова шума”, (Там же), с.266–267.
- [78] **Belyakov A.V.^{Y)}, Yakimov A.V.** “Transformation of probability characteristics of random process due to ADC treatment”. *Proceedings of the (5th) Scientific Conference*

²⁾ Конечный Пользователь 2, “НИИИС”

- on Radiophysics devoted to the 100-th Anniversary of A.A.Andronov's Birth*. May 7, 2001. Ed. by A.V.Yakimov. Nizhni Novgorod. TALAM Press, 2001. P.197–198.
- [79] **Моряшин А.В.**^{у)} “Оценка концентрации дефектов, отвечающих за 1/f шум в полупроводниках” //Труды (пятой) научной конференции по радиофизике, посвященной 100–летию со дня рождения А.А.Андропова. 7 мая 2001 г. /Ред. А.В.Якимов. –Нижний Новгород: ТАЛАМ, 2001. С.216–217.
- [80] **Glukharev A.P.**^{у)}, and **Perov M.Yu.**^{у)} “Estimation of the 1/f noise bispectrum”. *Ibid.* P.219–220.
- [81] **Макаров С.В.**^{у)}, **Медведев С.Ю.**, **Якимов А.В.** “Анализ методов выявления негауссовости 1/f шума”, (Там же), с.221–222.
- [82] **Obolensky S.V.**, **Kitaev M.A.**³⁾, **Kiselev V.K.**, **Gromov V.T.** “Investigation of generation processes in ballistic field-effect transistor subjected to neutron irradiation”. *Proc. Russian scientific and technical conference “Radiation tolerance of electronic systems”*, Lytkarino, 2001, p.56–57 (in Russian).
- [83] **Obolensky S.V.**, **Kitaev M.A.**³⁾, **Kiselev V.K.**, **Gromov V.T.** “Self-consistency of spatial charge field of radiation defects clusters in the case of their embedding to MESFET channel”. *Ibid.* p.117–118.
- [84] **Obolensky S.V.**, **Kitaev M.A.**³⁾, **Kiselev V.K.** “Nanometer modification of *GaAs* by method of optical radiation electrodynamic localization and its comparison with neutron influence”. *Ibid.* p.132–133.
- [85] **Kozlov V.A.**^{ИФМ)}, **Obolensky S.V.**, and **Kitaev M.A.**³⁾ “Self-sizing of clusters of radiation defects inserted into the FET channel”. Submitted to *J. Semiconductor Physics* (in Russian).
- [86] **Pavel'ev D.G.**, **Koshurinov Yu.I.**, **Vasil'ev A.P.**, **Mikhrin S.S.**, **Ustinov V.M.**, **Zhukov A.E.**, **Kop'ev P.S.** Frequency multiplication with high repetition factor by semiconductor superlattice. *Proc. of Conference “Nanophotonics”*, N.Novgorod, Russia, 2002, March 11–14. P.116–119 (in Russian).
- [87] **Zvonkov B.N.**, **Baidus N.V.**, **Birukov A.A.**, **Viryasova N.V.**, **Nekorkin S.M.**^{у)}, **Uskova E.A.** “Electroluminescence of heterostructures with high doped *InAs/GaAs* quantum dots obtained by MOVPE”. *Ibid.* P.230–233.
- [88] **Baidus N.V.**, **Birukov A.A.**, **Zvonkov B.N.**, **Zdoroveishev A.V.**^{у)}, **Uskova E.A.** “The perularities of *InAs/GaAs* quantum dots formation by MOVPE at presence of *CCl4*”. *Ibid.* P.207–210.
- [89] **Baidus N.V.**, **Zvonkov B.N.**, **Mokeyeva P.B.**^{у)}, **Uskova E.A.** “Thermal stability of self-assembled *InAs* quantum dot heterostructures grown by MOVPE”. *Ibid.* P.211–214.
- [90] **Aleshkin V.Ya.**, **Zvonkov B.N.**, **Nekorkin S.M.**^{у)} “The generation of several transverse modes in quantum well semiconductor laser”. *Ibid.* P.274–276.
- [91] **Киселева Е.В.**^{у)}, **Оболенский С.В.** “Моделирование транспорта электронов в квазибаллистическом полевом транзисторе с квантовыми отверстиями” //Труды (шестой) научной конференции по радиофизике, посвященной 100–летию со дня рождения М.Т.Греховой. 7 мая 2002 г. /Ред. А.В.Якимов. –Нижний Новгород: ТАЛАМ, 2002. С.79–80.

- [92] **Belyakov A.V.** ^{У)} “Rounding errors on calculation of random process statistical moments”. *Ibid.* P.224–225.
- [93] **Перов М.Ю.** ^{У)} “Оценка биспектра 1/f шума в модели двухуровневых систем”, (Там же), с.242–243.
- [94] **Моряшин А.В.** ^{У)}, **Якимов А.В.** “Оценка спектра и биспектра 1/f шума *GaAs* эпитаксиальных пленок”, (Там же), с.244–245.
- [95] **Alexander A.Andronov** ^{ИФМ)}, **Alexander P.Savikin, Valery V.Sharkov and Arkady V.Yakimov.** “Investigation of a Solid-State Laser Dynamics at Various Operation Modes”. Distant Laboratory Work for students. Submitted to NIWeek2002 as the presentation for the Measurement and Automation Experiments Contest, August 2002, The First Prize. http://ni.com/academic/mae_featured_author_yakimov.htm

Примечания.

- 1) “Научная конференция по радиофизике” проводится ежегодно на базе Нижегородского государственного университета (Нижний Новгород, Россия). Указанная конференция отмечена в одобренном Плане Проекта (Раздел 4.1) в числе регулярных конференций, на которых обсуждаются проблемы снижения шумов, повышения надежности и радиационной стойкости полупроводниковых микроволновых и оптических приборов.
- 2) Международный семинар “Шумовые и деградационные процессы в полупроводниковых приборах” проводится ежегодно на базе Московского энергетического института (Москва, Россия). Указанный семинар отмечен в одобренном Плане Проекта (Раздел 4.1) в числе регулярных конференций, на которых обсуждаются проблемы снижения шумов, повышения надежности и радиационной стойкости полупроводниковых микроволновых и оптических приборов.

Публикации членов группы профессора L.K.J.Vandamme (NPD)

Статьи в рецензируемых журналах

- [96] **A.Mercha** ^{У)}, **R.Feyaerts** ^{У)}, and **L.K.J.Vandamme.** “Comment on ‘comparison of excess 1/f noise spectra in trimmed and untrimmed thick film resistors’”. *Int. J. Electronics* **88**, No.3 (2001) 315–319.
- [97] **E.P.Vandamme** ^{У)}, **L.K.J.Vandamme.** “Current crowding and its effect on 1/f noise and 3rd-harmonic distortion - a case-study for quality assessment of resistors”. *Microelectronics and Reliability* **40**, No.11, (2000) 1847–1853.
- [98] **F.Otten** ^{У)}, **L.B.Kish, C.G.Granqvist, L.K.J.Vandamme, R.Vajtai, F.E.Kruis, H.Fissan.** “Charge diffusion noise in monocrystalline *PbS* nanoparticle films”. *Applied Physics Letters* **77**, No.21 (2000) 3421–3422.
- [99] **E.P.Vandamme** ^{У)}, **L.K.J.Vandamme.** “Critical discussion on unified 1/f noise models for MOSFETs”. *IEEE Trans. on Electron Dev.* **47**, No.11 (2000) 2146–2152.
- [100] **L.K.J.Vandamme and Gy.Trefán** ^{У)}. “1/F Noise in Homogeneous and Inhomogeneous Media”. Invited paper. *IEE Proc. Circuits and Devices Systems* **149**, No.1 (2002) 3–12.

- [101] **A.Mercha**^{y)}, **L.K.J.Vandamme**, **L.Pichon**, **R.Carin**, and **O.Bonnaud**. “Current crowding and 1/f noise in polycrystalline silicon thin film transistors”. *J. Appl. Phys.* **90**, No.8 (2001) 4019–4026.
- [102] **L.B.Kish**, **F.Otten**^{y)}, **J.Ederth**^{y)}, **P.Chaoguang**, **L.K.J.Vandamme**, **B.Marlow**, **R.Vajtai**, **E.Kruis**, and **C.G.Granqvist**. “Noise Measurements in *PbS* Nanoparticle Films *In-situ* Conductance Measurement in Gold Nanoparticle Films During and After Deposition”. Invited paper, *Physica E* **11** (2001) 131–136.
- [103] **Vandamme L.K.J.**, and **Trefan G.**^{y)} “A review of 1/f noise in terms of mobility fluctuations and white noise in modern submicron bipolar transistors - BJTs and HBTs”. *Fluctuation and Noise Letters* **1** No.4 (2001) R175–R199.
- [104] **Vandamme L.K.J.**, **Feyaerts R.**^{y)}, **Trefan Gy.**^{y)}, and **Detcheverry C.** “1/f noise in pentacene and poly-thienylene-vinylene thin film transistors”. *J. Appl. Phys.* **91**, No.2 (2002) 719–723.
- [105] **Hoel A.**^{y)}, **Vandamme L.K.J.**, **Kish L.B.**, **Olsson E.** “Current and voltage noise in WO₃ nanoparticle films”. *J. Appl. Phys.* **91**, No.8 (2002) 5221–5226.
- [106] **R.J.J.M.Jongen**^{y)}, **L.K.J.Vandamme**, **H.H.Bonné**, and **J.W.C. de Vries**. “1/f noise as a diagnostic tool to investigate the quality of anisotropic conductive adhesive (ACA) bonds for ball grid arrays (BGA’s)”. *Fluctuation and Noise Letters (FNL)* **3**, No.1, March (2002) L31–L50.
- [107] **A.P. van der Wel**, **A.E.M.Klumperink**, **L.K.J.Vandamme** and **B.Nauta** “Modelling random telegraph noise under switched bias conditions using cyclostationary RT-signals”. IEEE trans. Electron Devices 2003 (Accepted).

Доклады на Международных Конференциях

- [108] **R.Feyaerts**^{y)}, **L.K.J.Vandamme**, **Gy.Trefán**^{y)}, **M.C.J.C.M.Krämer**^{y)}, and **C.Zellweger**. “Bulk and Contact 1/f noise in *GaN* TLM structures”. Proc of 31st ESSDERC 2001: 11 - 13 September 2001, Nuremberg, Germany, eds. H.Ryssel, G.Wachutka, H.Grunbacher, Frontier Group, p.355–358.
- [109] **L.K.J.Vandamme**, and **Gy.Trefán**^{y)}. “Review of low-frequency noise in bipolars over the last decades”. IEEE Proceedings of BCTM, Bipolar/BiCMOS Circuits and Technology Meeting (BCTM) October 1-2, 2001, Minnesota, p.67–73.
- [110] **J.Briaire**^{y)}, **L.K.J.Vandamme**. “1/f Noise in thin single domain Ni₈₀Fe₂₀ films”. See [23], p.25–30.
- [111] **R.Feyaerts**^{y)}, **L.K.J.Vandamme**, and **Gy.Trefán**^{y)}, **C.Detcheverry**. “1/F Noise in organic thin film transistors: dependence on geometry, voltage and illumination”. *Ibid*, p.281–284.
- [112] **A.P. van der Wel**^{y)}, **E.A.M.Klumperink**, **B.Nauta**, **L.K.J.Vandamme**, and **A.L.J.Gierkink**. “Simulation and Measurement of RTS Noise in N-channel MOSFETs under Switched Bias Conditions”. *Ibid*, p.391–394.
- [113] **Gy.Trefan**^{y)}, **C.Pennetta**, and **L.Reggiani**. “A percolative approach to current fluctuations in the soft breakdown of ultrathin oxides”. *Ibid*, p.735–738.
- [114] **A.Hoel**^{y)}, **L.K.J.Vandamme**, **L.B.Kish**, and **E.Olsson**. “1/f Noise in WO₃ Nanoparticle Films as a Diagnostic Tool”. *Ibid*, p.755–758.

- [115] **L.K.J.Vandamme**. “Noise Sources, Measurements, MOSFETs and Bipolar Transistors”. Invited contribution for BCTM short course at Monterey (USA), 29th September 2002.
- [116] **L.K.J.Vandamme**. “1/f noise in MOSFETs, the faster, the noisier” (see [35]).
- [117] **L.K.J.Vandamme**. “Low frequency noise measurement techniques” (see [35]).
- [118] **L.K.J.Vandamme**. “Opportunities and limitations to use low-frequency noise as a diagnostic tool for device quality” (see [36], invited).
- [119] **R.J.J.M.Jongen, L.K.J.Vandamme, and H.H.Bonne**. “1/f noise, a faster and quantitative tool to investigate the quality of anisotropic conductive adhesive (ACA) bonds for ball grid arrays (BGA's)”. Ibid. (accepted).
- [120] **J.S.Kolhatkar, L.K.J.Vandamme, C.Salm, and H.Wallinga**. “Separation of Random Telegraph Signals from 1/f noise in MOSFETs under Constant and Switched Bias Conditions”. ESSDERC 2003 (accepted).
- [121] **N.Nenadovic, S.Mijalkovic, L.K.Nanver, L.K.J.Vandamme, H.Schellevis, V.d'Alessandro, and J.W.Slotboom**. “Extraction and modeling of self-heating and mutual thermal coupling impedance of bipolar transistors”. BCTM 2003, Toulouse (accepted).
- [122] **G.Leroy, G.Velu, J.Gest, L.K.J.Vandamme and J-C.Carru**. “Caracterisation en bruit basse frequence de couches minces BST”. 17 Colloque international Optique Hertzienne et dielectriques, Calais, France, September 2003 (accepted).

Другие публикации

- [123] **Vandamme L.K.J, and Trefan G.**^{y)} “*Proc. of the 4th Annual Workshop on Semiconductor Advances for Future Electronics*”. Nov. 28-29, 2001, Veldhoven, The Netherlands, ISBN – 90 – 73461 – 29 – 4 (Invited).