

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова (Ленина)"

УТВЕРЖДАЮ

ректор  
д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ / Кутузов В. М./

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2013 г.

**ОТЧЕТ О РАБОТЕ**

по реализации программы стратегического развития  
за 2012

Отчетный период 01.01.2012 - 31.12.2012

Руководитель работ по программе  
стратегического развития

Заместитель первого проректора  
б/с без ученого звания

\_\_\_\_\_ / Рябов В. Ф./

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2013 г.

## Список исполнителей

Кутузов В.М., д.т.н., профессор, ректор университета – руководитель работ по программе, координатор работ по направлениям 1, 5

Шелудько В.Н., к.т.н., доцент, первый проректор – заместитель руководителя работ по программе, координатор работ по направлениям 3, 4

Шестопалов М.Ю., к.т.н., доцент, проректор по научной работе, координатор работ по направлению 2

Рябов В.Ф., заместитель первого проректора, ответственный секретарь Управляющего комитета программы

### Проект 1.1.1.

Аббакумов К. Е., зав. каф.

Авдеев Б. Я., профессор.

Алексеев А. А., доцент.

Алексеев В. В., зав. каф.

Алексеева О. Г., ст. преподаватель.

Альмяшев В. И., ассистент.

Альмяшева О. В., доцент.

Альтмарк А. М., доцент.

Андреева О. М., доцент.

Аникин А. П., доцент.

Антонюк Е. М., профессор

Анушина Е. С., доцент

Бабушкина О. А., ассистент

Баранова Л. Ю., ст. преподаватель

Бегун П. И., профессор

Белопольский А. Л., доцент

Бишард Е. Г., доцент

Блажко Н. В., ассистент

Блинов Ю. И., зав. каф.

Богачев М. И., доцент

Бодунов Н. А., зав. каф.

Бойцов А. А., доцент

Большев А. К., ассистент

Боронахин А. М., доцент

Бузников А. А., профессор

Буканин В. А., доцент

Буланова Г. В., доцент

Булатов В. И., доцент

Вавилов А. В., инженер

Василевская А. К., ассистент

Вейнмейстер А. В., ассистент

Водяхо А. И., профессор

Второв В. Б., доцент

Гасюк Д. П., профессор

Глухова Н. В., зав. каф.

Голик С. Е., доцент

Горячев А. В., доцент

Грязнов А. Ю., профессор

Гурьева Т. С., ст. преподаватель

Давыдов В. Б., доцент  
Данилин А. А., доцент  
Демидович О. В., ст. преподаватель  
Дерягин А. Г., доцент  
Друян Е. В., ассистент  
Дюделев В. В., ассистент  
Железняк А. В., ассистент  
Житенева М. И., ст. преподаватель  
Жуков И. Б., доцент  
Жуков И. Б., доцент  
Завьялов А. Е., доцент  
Зайцев Ю. Е., доцент  
Захаров И. С., доцент  
Зубакин И. А., доцент  
Зуев В. А., доцент  
Зуев И. С., доцент  
Иванов А. Н., ассистент  
Иванов А. А., доцент  
Иванов Б. В., доцент  
Иванов С. Г., ассистент  
Ивановский С. А., зав. каф.  
Иншаков Ю. М., профессор  
Ипатов В. П., профессор  
Ишин В. В., ассистент  
Кадиев И. Г., доцент  
Казакевич В. Г., ассистент  
Казаков В. П., ассистент  
Калиникос Д. А., доцент  
Картажов В. Б., доцент  
Качанов Б. Я., доцент  
Ким С. В., зав. лабораторией  
Кириллова С. А., ассистент  
Колпаков А. С., ассистент  
Комарова Г.В., доцент  
Комков О. С., доцент  
Кондратьева Н. Ю., инженер  
Коновалов С. И., доцент  
Корляков А. В., профессор  
Кормилицын О. П., зав. каф.  
Коточигов А. М., зав. каф.  
Кочетова Л. Б., старший преподаватель.  
Красичков А. С., доцент  
Кривошеева А. Н., доцент  
Крупенко Н. Б., старший диспетчер  
Кузнецов В. Е., доцент  
Кузнецов И. Р., доцент  
Кузнецова С. Н., доцент  
Куприянов М. С., декан  
Кучинский В. И., профессор  
Лавров А. А., программист

Лазарева Н. П., доцент  
Лановенко Е. В., доцент  
Лебедева Е. А., доцент  
Леонтьев В. В., профессор  
Лукомский Ю. А., зав. каф.  
Лучинин В. В., зав. каф.  
Любомиров А. М., доцент  
Ляхова Е. А., специалист  
Малышев В. Н., декан  
Малышев М. Н., доцент  
Манило Л. А., доцент  
Манцветов А. А., доцент  
Марасина Л. А., доцент  
Мартынов А. П., ассистент  
Маругин А. С., ассистент  
Меньшиков Д. Н., ассистент  
Мироненко И. Г., зав. каф.  
Михалков В. А., доцент  
Михеев А. В., доцент  
Мовнин С. М., доцент  
Москалец Д. О., ст. преподаватель  
Мустафин Н. Г., профессор  
Немирко А. П., профессор  
Никитин А. А., ассистент  
Никола А. В., доцент  
Николаева М. В., доцент  
Новакова Н. Е., доцент  
Одит М. А., доцент  
Односумова Л. И., ст. преподаватель  
Орлов В. К., доцент  
Павлов В. Н., зав. каф.  
Павлова В. А., доцент  
Падерно П. И., профессор  
Пантелеев М. Г., доцент  
Парфенов В. А., доцент  
Пашковский Е. А., ассистент  
Печенков А. Ю., доцент  
Пивоваров И. Ю., доцент  
Подгорная Л. Н., ассистент  
Пожаров А. В., доцент  
Поздняков С. Н., профессор  
Поливанов В. В., доцент  
Поляхов Н. Д., профессор  
Попечителей Е. П., профессор  
Попов Ю. И., доцент  
Потрахов Н. Н., зав. каф.  
Похвалин А. А., ассистент  
Приходько И. А., доцент  
Прокофьев Г. И., зав. каф.  
Процкая Е. С., инженер

Пузанков Д. В., зав. каф.  
Путов А. В., ассистент  
Путов В. В., декан  
Пыко С. А., доцент  
Рахимова О. В., доцент  
Русяева Т. Л., начальник ОДС  
Ряховский Е. П., доцент  
Савосин С. В., доцент  
Садькова Е. В., доцент  
Сарафов Б. В., доцент  
Семенов В. П., доцент  
Сергиенко А. Б., доцент  
Сидоренко В. М., зав. каф.  
Сидоренко В. М., зав. каф.  
Советов Б. Я., зав. каф  
Соклакова М. В., ст. преподаватель.  
Соколов А. А., ассистент  
Соколов С. С., профессор  
Соколовский Г. Г., профессор  
Соловьев А. А., профессор  
Соловьева Е. Б., зав. каф.  
Соломонов А. В., декан  
Соколова А. А., ассистент  
Сосновский Н. Н., доцент  
Старовойтова Н. М., ст. преподаватель  
Степанов В. В., доцент  
Стоцкая А. Д., ассистент  
Строгеецкая Е. В., зав. каф.  
Тарасов С. А., доцент  
Татаринцев Н. И., ст. преподаватель.  
Ткач В. В., зав лабораторий  
Ткаченко А. Н., ассистент  
Торопов Ю. А., доцент  
Трусов А. О., доцент  
Туркин Д. Н., ассистент  
Узлова И. В., доцент  
Ульяницкий Ю. Д., профессор  
Федоров Р. В., доцент  
Федорова И. А., ассистент  
Федотова Г. В., доцент  
Филатов Д. М., ассистент  
Филатов Ю. В., декан  
Филиппова Ю. В., доцент  
Фирсова З. В., ассистент  
Худоложкин В. Н., доцент  
Цветков В. Н., зав. каф.  
Червинская Н. М., доцент  
Шавыкин В. А., доцент  
Шануренко А. К., доцент  
Шаповалов В. В., зав. каф.

Шевелько М. М., доцент  
Шевченко М. Е., доцент  
Широков В. В., доцент  
Ширяева Т. П., доцент  
Шмидт Н. Ю., специалист  
Шпекторов А. Г., доцент  
Шукейло Ю. А., доцент  
Щербина А. В., доцент  
Юлдашев З. М., профессор  
Яковлев В. Б., ст. преподаватель  
Ялышев Р. А., ст. преподаватель  
Янкевич В. Б., заведующий каф.  
Яновский В. В., доцент

#### Проект 1.1.2.

Антипов Б. Л., доцент.  
Александрова О. А., доцент  
Аминева М. Р., инженер  
Афанасьев А. В., зам. директора НОЦ НТ  
Азарьева В. В., директор ЦМКО  
Афанасьев В. П., зав. каф.  
Агафонова Д. С., ассистент  
Ахлаков М. К., директор ИНМИО  
Буренева О. И., ассистент  
Буб Л. В., техник  
Баранов С. Н., профессор.  
Бабушкина О. А., ассистент  
Василевский А. М., профессор.  
Вендик И. Б., профессор.  
Гайворовский Д. В., доцент.  
Грушвицкий Р. И., доцент.  
Гурецкая Н. А., специалист.  
Головков А. А., доцент.  
Демина Е. А., нач. отд.  
Ежов С. Н., доцент.  
Журавлева О. Н., директор ИРВЦ  
Замешаева Е. Ю., ассистент  
Иванушкина Л. М., гл. бухгалтер  
Иванов П. А., ассистент  
Кустов Т. В., зам. первого проректора  
Каплун Д. И., ассистент  
Корляков А. В., директор НОЦ НТ  
Кривошеева А. Н., науч. сотрудник.  
Колинько П. Г., ассистент  
Коноплев Г. А., доцент.  
Лучинин В. В., зав. каф.  
Лысенко Н. В., проректор по учебной работе  
Матвеева И. В., ст. преподаватель  
Молодцов В. О., доцент.  
Мустафин Н. Г., профессор.

Маругин А. С., доцент.  
Миргородский В. В., зав. лаб.  
Малышев В. Н., декан  
Никифоров В. В., профессор.  
Орлова А. С., инженер  
Орлов В. К., доцент.  
Одит М. А., доцент.  
Пелевин М. С., инженер  
Прыткова С. Н., специалист.  
Полякова С. А., нач. ОСПДО  
Пивоваров И. Ю., доцент.  
Пузанков Д. В., зав. каф.  
Первицкий А. Ю., доцент.  
Рябов В. Ф., зам. первого проректора  
Ранчин А. В., ст. преподаватель.  
Семенов Н. Н., нач. отдела  
Степанов С. А., декан, зав. каф.  
Степанов В. В., доцент.  
Тупик В. А., проректор по международной деятельности  
Терукова Е. С., ассистент  
Торопов Ю. А., доцент.  
Туральчук П. А., ассистент  
Татаринов Ю. С., начальник УИТ  
Тимофеев А. В., начальник ОНТО  
Федорова И. П., нач. юр. отдела  
Филатов Ю. В., декан  
Холодняк Д. В., доцент.  
Шнайдер В. В., директор ИНО

#### Проект 1.2.1.

Степанов С. А., научный руководитель, декан  
Азарьева В. В., доцент  
Алексеева О. Г., ст. преподаватель  
Баранова Л. Ю., ст. преподаватель  
Белаш О. Ю., директор ЦМ  
Безруков А. А., ассистент  
Бурнашев М. Н., ст. преподаватель  
Вишнякова Е. А., ассистент  
Глухова Н. В., зав. каф.  
Гольдберг Р. С., ассистент  
Гущина Л. Б., доцент  
Кадиев И. Г., доцент  
Королёв П. Г., доцент  
Кохно А. Г., ассистент  
Кузьмина А. Д., ассистент  
Лосева И. Н., инженер  
Малиновский В. В., инженер  
Мелкова П. Г., директор ЦПНИ  
Назарова Е. В., инженер  
Павловская И. В., ассистент

Романцова Н. В., инженер  
Семёнов Б. М., инженер  
Семёнов Н. Н., директор ЦПАТ

Проект 1.2.2.

Белаш А. Г. - техник  
Белаш О. Ю., директор ЦМ  
Веремьева О. Е. - инженер  
Кивит Е. Б., инженер  
Кораблев Ю. А. - с.н.с.  
Муравьев А. В. - начальник управления  
Никифорова О. Н. - инженер  
Олехова Н. И. - инженер  
Рыжов Н. Г., зам. проректора по научной работе  
Шестопалов М. Ю., с.н.с.

Проект 2.1.1.

Баранов П. С., ассистент  
Бархатов А. В., с.н.с.  
Бахвалов М. В., ассистент  
Богачев М. И., доцент, к.т.н.  
Быков Р. Е., профессор, д.т.н.  
Вендик И. Б., профессор, д.т.н.  
Воронов А. В., доцент, к.т.н.  
Гайворонский Д. В., доцент, к.т.н., отв. исполнитель  
Гаркавая Л. И., электроник  
Головков А. А., вед.н.сотр., д.т.н.  
Данилин А. А., доцент, к.т.н.  
Дмитриева А. Ю., инженер  
Зубакин И. А., доцент, к.т.н.  
Иванов А. А., м.н.с., к.т.н.  
Иванова А. В., инженер  
Ипатов В. П., профессор, д.т.н.  
Калениченко С. П., вед.н.сотр., к.т.н.  
Кершис С. А., м.н.с.  
Козлов А. С., инженер  
Коновалов А. А., н.с.  
Красичков А. С., доцент, к.т.н.  
Корнеев А. Д., зам. директора НИИРТ  
Кудряшова Л. П., м.н.с.  
Леонтьев В. В., профессор, д.т.н.  
Лысенко Н. В., зав. каф., профессор, д.т.н.  
Мазуров К. А., м.н.с.  
Малахов К. А., ассистент  
Малашин Д. О., инженер  
Манцветов А. А., доцент, к.т.н.  
Мальшев В. Н., декан, д.т.н., руководитель проекта  
Марголин В. И., профессор, д.т.н.  
Маркелов О. А., ассистент  
Маругин А. С., доцент, к.т.н.



Мироненко И. Г., профессор, д.т.н.  
Михайлов В. Н., ассистент  
Москалец Д. О., ст. преподаватель  
Немов А. В., с.н.с., к.т.н.  
Орлов В. К., доцент, к.т.н.  
Очкур С. В., м.н.с.  
Пивоваров И. Ю., доцент, к.т.н.  
Пучка Е. Ю., инженер.  
Пыко С. А., доцент, к.т.н.  
Сергиенко А. Б., доцент, к.т.н.  
Сергеева Е. Ф., инженер  
Соколов А. А., ассистент  
Соловьев А. А., профессор, д.т.н.  
Ушаков В. Н., зав. каф., профессор, д.т.н.  
Филиппова И. О., техник  
Холодняк Д. В., доцент, к.т.н.  
Хомяков М. Ю., инженер.  
Хомяков Ю. Н., с.н.с. к.т.н.  
Цинадзе Ш. Ш., доцент, к.т.н.

#### Проект 2.1.2.

Авров Д. Д., с.н.с., к.т.н.  
Алтынников А. Г., м.н.с.  
Альтмарк А. М., доцент, к.т.н.  
Андреева В. В., инженер  
Анохина Т. И., инженер  
Афанасьев А. В., доцент, к.т.н.  
Барченко В. Т., доцент, к.т.н.  
Батурин С. С., ассистент  
Белявский П. Ю., инженер  
Богачев Ю. В., доцент, к.т.н.  
Варфоломеев А. В., электроник  
Витько В. В., техник  
Вольпяс В. А., доцент, к.т.н.  
Гагарин А. Г., с.н.с., к.т.н.  
Гайдуков М. М., с.н.с., к.т.н.  
Григорьева Н. Ю., с.н.с.  
Дедык А. И., доцент, к.т.н.  
Драпкин В. З., руководитель НИЛ ЭПР  
Дроздовский А. В., ассистент  
Ерёмин И. В., с.н.с.  
Зиновьев С. В., техник  
Зубко С. П., доцент, к.т.н.  
Калиникос Б. А., зав. каф.  
Канарейкин А. Д., зав. каф.  
Клименков Б. Д., техник  
Князев М. Н., н.с.  
Ковшиков Н. Г., доцент, к.т.н.  
Козлов М. Г., профессор, д.ф.-м.н.  
Козырев А. Б., профессор, д.ф.-м.н.

Комлев А. А., техник  
Кондрашов А. В., инженер  
Корляков А. В., директор НОЦ НТ, д.т.н.  
Косогоров С. Л., с.н.с.  
Косьмин Д. М., инженер  
Котельников И. В., инженер  
Крамар Г. П., с.н.с., к.т.н.  
Кузьмин П. В., м.н.с.  
Кузьмина Н. Н., старший преподаватель  
Левшаков С. А., профессор, д.ф.-м.н.  
Легостаев Д. О., техник  
Ликандров В. К., слесарь  
Лисенков А. А., профессор, д.т.н.  
Мальшев М. Н., доцент, к.т.н.  
Медведева Н. Ю., доцент, к.т.н.  
Наумова А. Н., инженер  
Нефедова Ю. А., экономист  
Никитин А. А., ассистент  
Никитин А. А., техник  
Осадчий В. Н., с.н.с.  
Осипов В. Ю., с. н. с.  
Перепеловский В. В., техник  
Петров А. А., профессор, д.т.н.  
Петрова Е. А., инженер  
Платонов Р. А., техник  
Потрахов Н. Н., зав. каф.  
Разумов С. В., с.н.с., к.т.н.  
Самойлова Т. Б., с.н.с.  
Семенов А. А., с.н.с., к.т.н.  
Смирнов Е. А., доцент, к.т.н.  
Солдатенков О. И., с.н.с.  
Тодуа Д. А., зав. лаб.  
Тумаркин А. В., доцент, к.т.н.  
Устинов А. Б., доцент, к.т.н.  
Ухов А. А., доцент, к.т.н.  
Черкасский М. А., ассистент  
Черненко Ю. С., м.н.с.  
Черниговский В. В., доцент, к.т.н.  
Шакунов Ю. М., вед. инженер  
Шаповалов В. И., профессор, д.ф.-м.н.  
Шейман И. Л., доцент, к.т.н.

### Проект 2.1.3.

Агафонова Д.С., м. н. с.  
Афанасьев А.В., к. т. н., с. н. с.  
Афанасьев В.П., д. т. н, профессор, зав. каф.  
Афанасьев П.В., к. т. н., с. н. с.  
Белов М.П., к. т. н., с. н. с.  
Бондаренко Д.Н., к. т. н., с. н. с.

Бохов О.С., к. т. н., с. н. с.  
Вейнмейстер А.В., м. н. с.  
Гудовских А.С., к. т. н., с. н. с.  
Демидович В.Б., д. т. н, профессор  
Дзлийев С.В., д. т. н, профессор  
Друян Е. В., м. н. с.  
Ильин В.А., д. т. н, профессор  
Казаков В. П., к. т. н., с. н. с.  
Кекконен А.В., м. н. с.  
Ким Б.Х., ведущий инженер  
Лучинин В.В., д. т. н, профессор, зав. каф.  
Миргородский В.В., инженер  
Морозов Д.А., к. т. н., с. н. с.  
Никитин А.А., м. н. с.  
Прокофьев Г.И., д. т. н, профессор, зав. каф.  
Путов А. В., к. т. н., с. н. с.  
Путов В. В., д. т. н, профессор, декан, руководитель проекта  
Русяева Т. Л., к. э. н., с. н. с.  
Семенов А.А., к. т. н., с. н. с.  
Семенов А.В., инженер  
Соклакова М.В., к. т. н., с. н. с.  
Соловьева Е.Б., д. т. н, профессор, зав. каф.  
Стоцкая А. Д., м. н. с.  
Теруков Е.И., д. т. н, профессор  
Терукова Е.Е., к. т. н., с. н. с.  
Тимофеев А. В., к. т. н., с. н. с.  
Филатов Д.М., м. н. с.  
Филатова (Анушина) Е.С., к. т. н., с. н. с.  
Чернышов Э.П., к. т. н, профессор  
Чмиленко Ф.В., к. т. н., с. н. с.

#### Проект 2.1.4.

Балберин В. В., вед.н.сотр.  
Богданов А. В., профессор  
Большев А. К., ассистент  
Герасимов И.В., зав. каф.  
Головина Л. К., электроник  
Гордеев А.В., вед.н.сотр.,  
Губарев Н. В., аспирант  
Дорохов А.В., специалист  
Ежов С. Н., с.н.с.,  
Ивановский С. А., с.н.с.,  
Калмычков В. А., с.н.с.,  
Каплун Д.И., программист  
Клионский Д. М., м.н.с.  
Кораблев Ю.А., доц.  
Коточигов А. М., зав. каф.  
Кочетков А. В., ассистент  
Кузьмин Н. Н., зав. каф.  
Куприянов М. С., декан

Матвеева И.В., н.с.  
Падерно П. И., профессор  
Перченков О.В., м.н.с.  
Поздняков С. Н., вед.н.сотр.  
Пузанков Д. В., зав. каф.  
Сальникова Е. А., программист  
Серебрянская Е. О., программист  
Советов Б. Я., зав. каф.  
Холод И. И., доцент  
Цехановский В. В., вед.н.с  
Шестопапов М. Ю., с.н.с  
Шичкина Ю.А., с.н.с  
Яновский В. В., доцент

#### Проект 2.1.5.

Аббакумов К.Е., д. т. н, профессор, зав. каф.  
Алексеев В.В., д. т. н, профессор, зав. каф.  
Баринаева Е. А., к. т. н., н. с.  
Боронахин А. М., к. т. н., доцент, с. н. с.  
Бурнашев М.Н., н. с.  
Вейнмейстер А.В., м. н. с.  
Великосельцев А.А., к. т. н., с. н. с.  
Друян Е. В., м. н. с.  
Евгеньев В.А., н. с.  
Захаров А.Н., инженер  
Казаков В. П., к. т. н., с. н. с.  
Колесников К.В., инженер  
Коновалов Р.С., к. т. н., м. н. с.  
Королев П.Г., к. т. н., доцент  
Лукомский Ю.А., д. т. н, профессор, зав. каф.  
Лукьянов Д. П., д. т. н, профессор  
Масленок Е.Д., н. с.  
Николаев М.С., к. т. н., инженер  
Павлов П. А., д. т. н, профессор  
Подгорная Л. Н., к. т. н., н. с.  
Поликарпова Т.И., инженер  
Путов А. В., к. т. н., с. н. с.  
Путов В. В., д. т. н, профессор, декан  
Русяева Т. Л., к. э. н., с. н. с.  
Стоцкая А. Д., м. н. с.  
Теплякова А.В., к. т. н., м. н. с.  
Ткаченко А. Н., к. т. н., н. с.  
Филатов Д.М., м. н. с.  
Филатов Ю. В. д. т. н, профессор, декан, руководитель проекта  
Филатова (Анушина) Е.С., к. т. н., доцент  
Шевченко С. Ю., к. т. н., доцент  
Шпекторов А.Г., к. т. н., с. н. с.

#### Проект 2.1.6.

Баранов И.М., студент, инженер  
Бессонов В.Б., ассистент  
Богачев Ю.В., доцент, к.т.н.  
Болсунов К.Н., доцент, к.т.н.  
Бройко А.В., доцент, к.м.н.  
Василевский А.М., профессор, д.т.н.  
Григорьев Е.Б., студент, инженер  
Грязнов А.Ю., профессор, д.т.н.  
Драпкин В.З., доцент, к.т.н.  
Жамова К.К., аспирант, инженер  
Зими́на Т.М., с.н.с., к.т.н.  
Игушева Е.Ю., студент, инженер  
Калиниченко А.Н., профессор, д.т.н.  
Князев М.Н., н. с.  
Коноплев Г.А., доцент, к.т.н.  
Красичков А.С., доцент, к.т.н.  
Лопатенко О.С., аспирант, инженер  
Марьяский Е.Л., аспирант, инженер  
Машевский Г.А., аспирант, н. с..  
Михайлов В.Н., ассистент  
Михайлов В.Н., ассистент, м.н.с.  
Немирко А.П., профессор, д.т.н.  
Пахарьков Г.Н., доцент, к.т.н.  
Потрахов Е.Н., аспирант, н.с.  
Потрахов Н.Н., профессор, д.т.н.  
Потрахов Ю.Н., студент, инженер  
Савенков Д.В., студент, инженер  
Садыкова Е.В., доцент, к.т.н.  
Семенова Е.А., ассистент, м.н.с.  
Семченков А.А., аспирант, инженер  
Цуркина Е.М., студент, инженер  
Шаповалов В.В., профессор, д.т.н., научный руководитель  
Шевченко М.А., студент, инженер  
Шишов Д.И., аспирант, инженер  
Юлдашев З.М., профессор, д.т.н.  
Яфаров А.З., аспирант, инженер

#### Проект 2.2.1.

Алешин А. Н., профессор  
Алтынников А. Г., ассистент  
Андреева В. В., инженер  
Анохина Т. И., инженер  
Афанасьев П. В., рук. лаборатории  
Барченко В. Т., доцент  
Гагарин А. Г., доцент  
Глинский Г. Ф. профессор  
Григорьев А. Д., профессор  
Дедык А. И., доцент  
Зубков В. И., профессор  
Иванов А. С., доцент

Калиникос Б. А., зав. кафедрой  
Канарейкин А. Д., зав. кафедрой  
Козырев А. Б., профессор  
Корляков А. В., рук. НОЦ  
Косьмин Д. М., инженер  
Котельников И. В., инженер  
Лучинин В. В., зав. кафедрой  
Михайлов А. К., ассистент  
Мошников В. А., профессор  
Панов М. Ф., доцент  
Петров А. А., профессор  
Потрахов Н. Н., зав. кафедрой  
Тупицын А. Д., доцент  
Ухов А. А., доцент  
Хмельницкий И. К., научный сотрудник  
Черкасский М. А., ассистент  
Шейнман И. Л., доцент

#### Проект 2.2.2.

Альтмарк А. М., доцент  
Батурин С. С., ассистент  
Богачев Ю. В., доцент  
Бороденков Н. И., инженер  
Боронахин А. М., доцент  
Бохов Олег Сергеевич, рук. лаборатории  
Выговский Л. С., доцент  
Глинский Г. Ф. профессор  
Грачева И. Е., доцент  
Грибкова Е. С., ассистент  
Давыдов С. Ю., профессор  
Евгеньев В. А., ст.преподаватель  
Иванов А. С., доцент  
Канарейкин А. Д., зав. кафедрой  
Кармокова Р. Ю., научный сотрудник  
Козлов М. Г., профессор  
Левшаков С. А., профессор  
Лукьянов Дмитрий Павлович, профессор  
Лучинин В. В., зав. кафедрой  
Масленок Е. Д., научный сотрудник  
Молдовян Н. А., профессор  
Мошников В. А., профессор  
Мухин М. С., научный сотрудник  
Наумова А. Н., инженер  
Павлов П. А., профессор  
Пилюгин С. Ю., научный сотрудник  
Поликарпова Т. И., инженер  
Потрахов Е. Н., научный сотрудник  
Сергушичев А. Н., зам. директора НОЦ  
Тарасов С. А., доцент  
Ухов А. А., доцент

Филатов Ю. В., зав. кафедрой  
Цехановский В. В., доцент  
Шейнман И. Л., доцент

Проект 3.1.1.

Артемьева Е. В., специалист  
Бруслиновский Б. В., доцент  
Великосельцев А. А., доцент  
Венедиктов В.Ю., доцент  
Виноградова Т. Н., ст. преподаватель  
Владимилова М. В., ст. преподаватель  
Второв В. Б., доцент  
Вьюгинова А. А., ассистент  
Генина Ю. Б., ст. преподаватель  
Данилова О. В., начальник ОСО  
Донченко М. К., ст. преподаватель  
Евграфова Н. А., ст. преподавател  
Ивановский С. А., зав. кафедрой  
Кабанова Н. А., инженер ОМС  
Казаков В. П., доцент  
Кипа Н. С., специалист  
Киселева М. А., начальник отдела  
Клеонский Д. М., ассистент  
Коваленко Ю. В., специалист  
Косарева Т. А., специалист  
Краснова А. И., доцент  
Кринкин К. В., доцент  
Кузьмин Н. Н., зав. кафедрой  
Марголин В. И., профессор  
Михалков В. А., доцент  
Овчаренко Н. Н., преподаватель  
Односумова Л. И., преподаватель  
Павлов В. Н., зав. кафедрой  
Павлов П. А., профессор  
Павлова В. А., доцент  
Павловская М. В., доцент  
Парфенов В. А., доцент  
Петровская О. И., инженер  
Погодин А. А., доцент  
Поливанов В. В., доцент  
Поляхов Н. Д., профессор  
Пушкина Г. Н., специалист  
Сафонов А. В., программист  
Сейфетдинова Л. Ш., ст. преподаватель  
Симонова Ю. А., специалист  
Соловьева Е. Б., профессор  
Татаринев Ю. С., доцент  
Умова Е. В., доцент  
Филатов Ю. В., зав. кафедрой  
Филимонович О. А., зам. директора издательства

Филиппович А. Н., ст. преподаватель  
Чухлова Е. В., инженер  
Шавыкин В. А., зам. проректора  
Юлдашев З. М., профессор

#### Проект 3.1.2.

Агеева Т. М., ведущий инженер  
Новиков Б. А., директор Технопарка  
Полякова А. А., инженер  
Рыжов Н. Г., зам. проректора  
Фомина Н. Н., руководитель МИЦ

#### Проект 3.2.1

Алексеев В. В., зав. кафедрой  
Альмяшев В.И., ассистент  
Андреева А.В., доцент  
Баранов П.С., ассистент  
Бахвалов М.В., ассистент  
Боронахин А.М., доцент  
Бугров А. Н., ассистент  
Вавилов А.В., электроник  
Василевская А.К., ассистент  
Ветчинкин А.С., доцент  
Вирьянский З.Я., доцент  
Волосова Т.Л., ст. преподаватель  
Воронов А.В., доцент  
Гаркуша В.Н., доцент  
Головков А.А., профессор  
Гуляева О.А., доцент  
Давыдов В.Б., доцент  
Давыдова Е.Б., профконсультант  
Железняк А.В., ассистент  
Жукова Е.Е., доцент  
Зубарев А.В., ассистент  
Иванов С.Г., ассистент  
Исаева Д.А., профконсультант  
Кириллова С.А., ассистент  
Комаров Б.Г., доцент  
Коновалов Р.С., ассистент  
Коновалова В.С., ассистент  
Коробкина Т.Г., документовед  
Косаревская Г.Н., документовед  
Красичков А.С., доцент  
Кудрявцева М.Е., профессор  
Львов Р.Г., инженер  
Манцветов А.А., доцент  
Мардас Д.А., ассистент  
Минина А.А., ассистент  
Орлов В.К., доцент  
Орлова Н.В., ассистент



Петрова Е.С., документовед  
Подгорная Л.Н., ассистент  
Поздняков С.Н., профессор  
Посов И.А., ассистент  
Преображенская О.А., доцент  
Путов А.В., доцент  
Пыко С.А., доцент  
Ранчин А.В., ст. преподаватель  
Сентябрев Ю.В., доцент  
Соколова А.А, ассистент  
Соловьев А.А., профессор  
Степаненко Н.В., ассистент  
Стоцкая А.Д., ассистент  
Сыч Г.Н., профконсультант  
Татаринцев Н.И., ст. преподаватель  
Ульяницкий Ю.Д., профессор  
Филатов Д.М., ассистент  
Челкак С.И., доцент  
Чигирь М.В., зав. кафедрой  
Шейнман И.Л., доцент  
Шульженко Т.В., зав. кафедрой  
Энтина С.Б., доцент  
Юдовин М.И., доцент

#### Проект 4.1.1.

Афанасьев П. В., рук. лаборатории НОЦ  
Бохов О. С., рук. лаборатории НОЦ  
Грачева И. Е., ассистент  
Иванов А. С., доцент  
Лучинин В. В., зав. кафедрой

#### Проект 4.1.2.

Афанасьев П. В., рук. лаборатории НОЦ ЦМИД  
Бохов О. С., рук. лаборатории НОЦ ЦМИД  
Иванов А. С., доцент каф. РТЭ  
Лучинин В. В., зав. кафедрой  
Молдовян Н. А., профессор  
Филатов Ю. В., зав. кафедрой  
Цехановский В. В., доцент

#### Проект 4.1.3.

Вертегел В.Е., техник  
Кокшаров В.В., начальник отдела  
Мамистов С.В., проректор  
Потехин М.Е., инженер

#### Проект 4.2.1.

Артёмов В.А., начальник управления  
Багрова В.И., маляр  
Доронина Н.А., маляр

Доросевич А.П., начальник ремонтной службы  
Зайцев В.Ф., плотник  
Катеренчук Е.О., инженер  
Котов М.А., столяр  
Лях В.И., инженер  
Мамистов С.В., проректор  
Мамченко Н.С., инженер  
Минаев А.В., инженер  
Пашутова Л.И., начальник технического отдела  
Праведный В.А., главный инженер  
Румянцев А.Б., инженер

#### Проект 4.2.2.

Артёмов В.А., начальник управления  
Багрова В.И., маляр  
Богданов М.Г., кровельщик  
Гусева А.М., маляр  
Доронина Н.А., маляр  
Доросевич А.П., начальник ремонтной службы  
Зайцев В.Ф., плотник  
Катеренчук Е.О., инженер  
Котов М.А., столяр  
Ласс З.А., маляр  
Лях В.И., инженер  
Мажар Н.А., маляр  
Мамистов С.В., проректор  
Мамченко Н.С., инженер  
Мамченко С.В., рабочий  
Минаев А.В., инженер  
Обухов Г.К., рабочий  
Пашутова Л.И., начальник технического отдела  
Петров С.В., плотник  
Праведный В.А., главный инженер  
Румянцев А.Б., инженер  
Фатыхова И.А., маляр  
Цыпарыгина Л.Н., маляр

#### Проект 5.1.1.

Альмяшев В. И., ассистент  
Афанасьев А. В., доцент  
Бибичева М. В., нач. отдела  
Боер И. Л., бухгалтер  
Борисова С.В., нач. отдела  
Белов В. А., юристконсульт  
Волошина И. С., бухгалтер  
Васильева О.Л., бухгалтер  
Воробьева К. А., юристконсульт  
Дроздовская Л. В., бухгалтер  
Зайцева Т. А., помощник первого проректора  
Иванушкина Л. М., главный бухгалтер

Иванова М. В., инженер  
Игнатова И. Б., нач. отдела  
Иванова А. П., экономист  
Куприянов М. С., декан  
Корнеев А. Д., зав. лабораторией  
Кокшаров В. В., нач. отдела  
Калмычков В. А., доцент  
Корабанова Г. Н., зам. главного бухгалтера  
Кириченкова О. В., бухгалтер  
Кабыш К. А., бухгалтер  
Лысенко Н. В., проректор  
Лоренц А. Е., нач. отдела  
Лукина Н. В., инженер  
Лужбина Н. Ю., бухгалтер  
Миколенко И.А., экономист  
Мохова Н. В., вед. бухгалтер  
Мамистов С.В., проректор  
Мальчикова Е. А., помощник первого проректора  
Малышев В. Н., декан  
Митряева К. И., инженер  
Меркулов К. В., нач. отдела  
Николаева Е. Ф., вед. экономист  
Орехова Е. Ю., зав. лабораторией  
Павлов В.Н., проректор  
Писаренко Н. Ю., секретарь проректора  
Петрова Н. В., нач. отдела  
Плешакова Т. П., вед. экономист  
Рубанова З.Е., нач. отдела  
Рябов В. Ф., зам. первого проректора  
Русяева Т. Л., доцент  
Рыжов Н. Г., зам. проректора  
Родионова Н. С., бухгалтер  
Русакова О.Р., экономист  
Соколова Т. В., зам. главного бухгалтера  
Сучкова Н. В., зам. главного бухгалтера  
Сергушичев А. Н., зам.директора НОЦ  
Соломонов А. В., декан  
Сараев Н. А., зам. начальника ОК  
Соколова М. В., инженер  
Сутырин А. О., зав. лабораторией  
Семенов К. А., юристконсульт  
Склярский Ю. А., проректор  
Тупик В. А., проректор  
Трусов А. О., доцент  
Филимонова Е. В., зам. главного бухгалтера  
Филатов Ю. В., декан  
Федорова И. П., начальник юротдела  
Храпова Т. Е., зам. главного бухгалтера  
Чернигава М. С., бухгалтер  
Шестопалов М. Ю., проректор

Шаповалов В. В., зав. кафедрой  
Шелудько В. Н., первый проректор  
Шубинский В. Н., начальник ОК  
Шуктомова М. А., нач. отдела

## Реферат

ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА, ИННОВАЦИИ, ИССЛЕДОВАНИЕ, ИНТЕГРАЦИЯ, ИНФРАСТРУКТУРА, КАЧЕСТВО, СТРАТЕГИЯ, РАЗВИТИЕ, МОДЕРНИЗАЦИЯ, КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ, ВОСТРЕБОВАННОСТЬ, ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ, НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА, ЦЕНТР ПРЕВОСХОДСТВА, БАЗИС, ЭКОНОМИКА ЗНАНИЙ, НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА, УСТОЙЧИВОСТЬ, СТАБИЛЬНОСТЬ, УПРАВЛЕНИЕ.

Основной целью работы является создание условий и обеспечение устойчивого развития вуза как инновационного исследовательского университета международного уровня с глубокой интеграцией и развитой инфраструктурой научной, образовательной и инновационной деятельности, обеспечивающее качество, конкурентоспособность и востребованность выпускников, образовательных программ, научных исследований и разработок в интересах приоритетных отраслей российской экономики.

В рамках научно-технологического и кадрового обеспечения приоритетных направлений развития науки, технологии и техники в Российской Федерации в процессе реализации Программы стратегического развития вуза должна быть создана научно-технический задел и инновационная научно-образовательная инфраструктура, обеспечивающие наибольшую эффективность достижения одной из основных целей Программы – приведение содержания и структуры профессионального образования в соответствии со стратегией социально-экономического развития России.

Прогнозируя развитие ключевых направлений деятельности вуза, отражающих его научно-образовательную культуру и необходимый организационно-экономический базис, в основу инфраструктурных преобразований положено развитие на базе вуза, в кооперации с отраслевыми и академическими организациями, шести «Научно-образовательных платформ» как базиса для формирования системы профессионально - ориентированного образования и двух «Центров превосходства» для генерации новых знаний в рамках прорывных направлений науки и технологий, поддержки и развития междисциплинарных исследований и научно-педагогических школ. Базовые направления профессиональной ориентации научно-образовательных платформ и центров превосходства соответствует приоритетным направлениям развития науки, технологии и техники в Российской Федерации, а также критическим технологиям федерального уровня.

Основными целями для базовых элементов Программы стратегического развития вуза, определяющих современный инновационный облик университета как ведущего государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования, являются:

- Формирование обновленного содержания, педагогических технологий и инфраструктуры профессионально-ориентированного инженерного образования;
- генерация новых знаний и их применение как необходимое условие перехода на экономику знаний;
- сохранение и развитие научно-педагогических школ, реализация программ непрерывного и дополнительного образования;
- международная кооперация и интеграция в международный рынок наукоемкой продукции и образовательных услуг;
- реализация инновационного потенциала университета и результатов интеллектуальной деятельности в модернизации и технологическом развитии экономики;
- обеспечение финансовой устойчивости вуза и социальной стабильности в коллективе;
- реализация проектного менеджмента и гибкой корпоративной системы управления.

Такие критерии как профессионализм, качество, востребованность, конкурентоспособность, мобильность и мотивированность, безусловно, являются доминирующими, определяя эффективность формируемых в рамках программы стратегического развития вуза научно-образовательного и инфраструктурного базиса и систем управления. Особое значение в

приоритетах развития вуза приобретает, безусловно, конкурентоспособность на внутрироссийском и международном уровнях, проявляющаяся в востребованности выпускников и наукоемкой продукции на рынках труда, инновационных разработок и образовательных услуг.

Реализация Программы развития повысит конкурентоспособность результатов научных исследований и качества подготовки выпускников для высокотехнологичных секторов промышленности за счет:

- формирования системы научного и технологического прогнозирования и реализации научных и технологических приоритетов, системной интеграции науки, образования и производства;
- использования новейших результатов и достижений науки и техники в содержании образовательных программ университета;
- эффективного трансфера технологий, внедрения и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, формирования пояса малых инновационных предприятий;
- совместной реализации научных, инновационных и образовательных программ и проектов со стратегическими партнерами с привлечением их кадровых, технологических и интеллектуальных ресурсов для практико-ориентированной подготовки студентов;
- контроля качества подготовки специалистов с помощью механизмов общественно – профессиональной аккредитации образовательных программ и сертификации выпускников;
- формирование профессиональных компетенций студентов через участие в научных исследованиях и разработках.

Влияние Программы на развитие вуза, региона и системы высшего профессионального образования заключается в:

- повышении качества подготовки и востребованности выпускников всех уровней;
- развитии ориентированных фундаментальных и прикладных исследований и активном использовании новейших научных достижений в подготовке высококвалифицированных специалистов;
- повышении эффективности внедрения и коммерциализации результатов научных исследований;
- повышении квалификации ППС, качества учебно-методического, материально-технического и информационного обеспечения образовательного процесса;
- усилении влияния работодателей на структуру и содержание образовательных программ, и качество подготовки специалистов;
- развитии системы непрерывной подготовки и управления карьерным ростом выпускников.

Для региона и отрасли реализация Программы развития позволит:

- обеспечить конкурентные преимущества и устойчивые темпы развития радиоэлектронных и инфотелекоммуникационных отраслей экономики и потребности национальной безопасности за счет эффективной координации научных исследований, кооперации и интеграции с ведущими инновационно-промышленными кластерами региона и приоритетных отраслей экономики и развития регионально-отраслевых сегментов национальной инновационной системы;
- повысить конкурентоспособность, как вуза, так и системы высшего профессионального образования на международных рынках образования и научно-технических услуг;
- создать новые малые и средние инновационные предприятия и дополнительные рабочие места в Санкт-Петербурге.

## Введение

В соответствии с принятой программой стратегического развития СПбГЭТУ на 2012-2016 годы «Развитие междисциплинарных исследований и инструментально-технологической базы как основа непрерывного инженерного образования по приоритетным направлениям российской экономики» основные усилия коллектива университета в 2012 году были направлены на достижение следующих стратегических целей:

- подготовка высококвалифицированных специалистов, обладающих навыками самообразования, академической и профессиональной мобильности, способных на основе глубоких фундаментальных знаний и специализированной практической подготовки внести весомый вклад в развитие российской промышленности, науки, образования и культуры;
- активное участие в экономическом, социальном, культурном и нравственном развитии общества;
- удовлетворение потребностей личности и общества в качественном профессиональном образовании, интеллектуальном, культурном и нравственном развитии;
- развитие в университете фундаментальной и прикладной науки как основы высокого качества образования, базы создания конкурентоспособной техники и технологий;
- системная интеграция деятельности университета со стратегическими партнерами, направленная на формирование долговременной научной и образовательной кооперации, активизацию инновационной деятельности и формирование единого информационно - образовательного пространства;
- интеграция в мировое образовательное и научное пространство, активное международное сотрудничество в сфере образования, науки и культуры.

Достижение поставленных целей предполагает реализацию ряда основополагающих принципов деятельности вуза в научной, образовательной и инновационной сферах, среди которых:

- развитие общественно - профессиональных механизмов участия бизнес - сообщества в управлении вузом и обеспечении качества образования;
- внедрение инновационного менеджмента на всех уровнях управления университетским комплексом;
- мониторинг, прогнозирование и активное формирование рынка профессионального труда, рынка образовательных услуг и рынка наукоемких технологий с целью опережающего кадрового и научно-технического обеспечения приоритетных отраслей промышленности;
- сочетание углубленной фундаментальной подготовки с практической направленностью обучения и вариативностью образовательных программ, обеспечивающих высокую конкурентоспособность и профессиональную мобильность выпускников;
- активное привлечение работодателей и стратегических партнеров к процессу подготовки и воспитания инновационно мыслящих специалистов;
- создание интегрированной с бизнес - сообществом, научными и образовательными учреждениями системы непрерывного профессионального образования, удовлетворяющей потребности высокотехнологичных промышленных кластеров, карьерного роста выпускников и населения;
- обязательного участия преподавателей в выполнении фундаментальных и прикладных исследований по приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий;
- внедрение инновационных педагогических технологий, основанных на участии обучаемых в научных исследованиях и единстве процесса получения и применения новых знаний в образовательной деятельности;
- синергетическая интеграция и стратегическое партнерство университета с предприятиями и организациями, укрепляющие интеллектуальный потенциал и материально-техническую базу научно-образовательного процесса;
- развитие инновационной инфраструктуры вуза, содействующей участию преподавателей и студентов в реальной инновационной деятельности;

- активное позиционирование вуза на международном рынке образования и науки.

Долгосрочными стратегическими задачами развития университета в основных направлениях деятельности являются:

#### Образовательная деятельность

- завоевание лидирующих мировых позиций в подготовке специалистов в области электроники, радиотехники, информационных технологий, автоматизации и управления, приборостроения, биомедицинской инженерии за счет повышения качества содержания образования и применения передовых образовательных технологий на основе новых образовательных стандартов ВПО, создания центров превосходства и инженерных компетенций мирового уровня, усиления интеграции учебного процесса и научных исследований;
- развитие системы многоуровневого непрерывного профессионального образования специалистов в течение всего периода их трудовой деятельности, основанной на использовании современных инфотелекоммуникационных технологий, в том числе дистанционного и открытого образования;
- укрепление позиций университета как федерального центра компетенции в профильных областях науки, техники и технологий, достижение признанного профессиональным сообществом статуса международного научно-образовательного центра;
- создание инновационной образовательной среды в целях диверсификации и трансфера педагогических и образовательных технологий в подготовку конкурентоспособных специалистов для высокотехнологичных отраслей экономики, способных решать задачи по преодолению технологического отставания производства страны от мирового уровня.

#### Научная деятельность

- развитие и укрепление научного потенциала университета в приоритетных направлениях развития науки, техники и технологий;
- обеспечение конкурентоспособности и востребованности научной продукции университета;
- интеграция университета в мировое научное пространство, усиление публикационной активности и конгрессной деятельности;
- превращение научной деятельности университета в фактор инновационного экономического развития региона и приоритетных отраслей экономики страны.

#### Информатизация и развитие телекоммуникаций

- развитие университета как центра научной и образовательной инфокоммуникационной среды, интегрированного в мировое информационное пространство;
- достижение нового качества образовательной и научной деятельности за счет использования информационных и телекоммуникационных инноваций.

#### Международная деятельность

- укрепление авторитета университета на международной арене как признанного лидера в профильных областях техники и технологий;
- вхождение в мировую экономику с конкурентоспособными научно-технической продукцией и образовательными услугами;
- развитие международной академической мобильности студентов, аспирантов и преподавателей.

#### Воспитательная работа со студентами

- создание условий для личностного и профессионального развития студента, способствующего его эффективной адаптации в социокультурной среде регионального, российского и международного сообщества;
- развитие студенческого самоуправления и толерантности.

#### Кадровая политика и социальная сфера

- развитие кадрового потенциала как носителя и источника знаний, культуры, традиций,



гарантирующего устойчивое развитие университетского комплекса;

- развитие корпоративной культуры, экономических стимулов и социальных гарантий с целью создания условий для наиболее полной самореализации работников и обучающихся.

Управление университетом и университетским комплексом

- создание условий для эффективной реализации миссии университета путем укрепления партнерских отношений субъектов университетского комплекса, интеграция и рациональное использование потенциала и ресурсов профессионального сообщества;
- внедрение эффективных форм и технологий управления университетом для улучшения условий профессиональной деятельности и социальных условий работников и обучающихся.

Финансово-экономическая деятельность

- переход от бюджета стабилизации к бюджету развития университета на основе увеличения объема и качества предоставляемых образовательных и научных услуг, развития инновационной деятельности при оптимизации издержек;
- создание условий для значительного увеличения уровня доходов сотрудников университета, обеспечивающих закрепление и приток высокопрофессиональных кадров профессорско-преподавательского состава и научных работников.

Хозяйственная деятельность и материальная база

- развитие материально-технической базы и имущественного комплекса университета;
- снижение энергоресурсопотребления;
- повышение эффективности хозяйственной деятельности, выполнение мероприятий программы эффективного управления имущественным комплексом университета с целью обеспечения реализации Программы стратегического развития университета.

Реализация Программы в 2012 году направлена на решение трех основных задач:

Задача 1. Развитие междисциплинарных исследований и обеспечение опережающей инженерной подготовки кадров с востребуемым набором компетенций по приоритетным направлениям модернизации и технологического развития российской экономики.

Задача 2. Совершенствование системы управления, организационной структуры и инновационной инфраструктуры университета на основе стратегического планирования, программно-целевого финансирования и проектного менеджмента.

Задача 3. Повышение конкурентоспособности университета и качества непрерывной практико-ориентированной профессиональной подготовки кадров в соответствии с прогнозами развития высокотехнологичных отраслей промышленности, потребностями инновационных промышленно-технологических кластеров региона и развивающихся технологических платформ РФ.

## Деятельность вуза по реализации программы

### Основные результаты, полученные в 2012 году при реализации программы стратегического развития

Проект 1.1.1. Разработка учебно-методических комплексов основных и дополнительных образовательных программ в рамках приоритетных научно-образовательных направлений программы стратегического развития университета

Целью проекта является совершенствование фундаментальной и профессионально-ориентированной непрерывной подготовки бакалавров, магистров и специалистов. Основное направление реализации проекта - разработка или усовершенствование технологии обучения и достижение качественно нового уровня подготовки, обеспечивающей мобильность, гибкость, инновационность и конкурентоспособность профессионально ориентированного инженерного образования, отвечающего современным требованиям формирования высокотехнологичного сектора экономики страны.

В концепции развития университета для достижения целей проекта основными направлениями решения задач проекта явились разработка, модернизация, апробация, корректировка, настройка и внедрение набора новых учебно-методических комплексов дисциплин (УМКД) или элементов УМКД по программам фундаментальной и профессионально ориентированной подготовки бакалавров, магистров, специалистов и, отчасти, аспирантов. Проект направлен на создание новых или глубокую модернизацию имеющихся учебных программ практико - ориентированной инженерной подготовки по ключевым для университета направлениям (научно - образовательным платформам): «Инфокоммуникационные технологии, телекоммуникации и радиотехнические системы»; «Технологии создания электронной компонентной базы»; «Технологии новых и возобновляемых источников энергии и энергосбережения»; «Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем»; «Технологии информационных, управляющих и навигационных систем»; «Биомедицинские технологии».

Были приняты следующие критерии эффективности проводимого совершенствования технологий и качества подготовки в университете:

- направленность на непрерывность профессионально ориентированного инженерного образования, его мобильность, соответствие требованиям инициативы CDIO (усиление инженерной направленности и проектной ориентированности подготовки);
- безусловность реализации целей и задач подготовки, определенных образовательными стандартами третьего поколения (ФГОС);
- обязательное и первоочередное внедрение в учебный процесс результатов научно-исследовательской деятельности ученых университета;
- внедрение инновационной системы и технологий обучения, ориентированных на проведение учебных научных исследований и использование интерактивных форм проведения занятий;
- ориентация на использование в лабораторно - практической составляющей обучения самого новейшего измерительного, исследовательского и технологического оборудования, в том числе из состава оборудования НОЦ, ресурсных центров и лабораторий стратегических партнеров университета;
- ориентация на использование технологий электронного или дистанционного доступа к образовательным ресурсам, в том числе к электронным учебно - методическим материалам (ЭУММ).

При разработке элементов УМКД или УМКД в целом, на организационно - аналитическом этапе работ по проекту определены следующие приоритеты и обязательные условия разработки:

- уточнение связи последовательностей дисциплин, выработка рекомендаций по модернизации (корректировке) учебных планов бакалавров и магистров, оптимизация распределения компетенций по дисциплинам для унифицированных ООП, реальное достижение всех компетенций,

представленных в требованиях ФГОС;

- аналитические исследования комбинаций дисциплин в составе учебных планов как в стандартном методическом наполнении, так и с учетом требований стандартов CDIO;
- разработка методически более совершенных учебных планов для новых направлений и профилей подготовки, ориентированных на эффективное (более равномерное, логически последовательное) получение и освоение требуемых компетенций, с усилением акцента на практико - ориентированную инженерную подготовку;
- разработка отдельных элементов УМК и ЭУММ, конспектов лекций;
- разработка комплексов технических средств для выполнения новых лабораторных работ, и методических указаний для новых лабораторных и практических работ с учетом требований ФГОС 3.

Сформирована концепция работ проекта на весь период выполнения ПСР, определяющая его задачи, этапы и привлекаемые ресурсы.

В составе проекта выделено 6 подпроектов, ориентированных как на самостоятельные направления подготовки (5 подпроектов), так и на обеспечение высококачественной базовой инженерной подготовки.

Построена жесткая иерархическая система управления подпроектами с возложением функций научно-методического и административного руководства проектом на деканов профильных факультетов университета.

Были разработаны, а потом и реализованы планы – графики реализации работ подпроектов в составе проекта, и была разработана и утверждена многоступенчатая технология сдачи и приемки работ с привлечением компетентных специалистов и общественных объединений специалистов.

В целом реализация проекта проводилась по подпроектам путем последовательной реализации следующих этапов:

- определены задания на выполнение работ в направлении проекта, финансируемых как за счет средств проекта Программы, так и за счет средств университета от приносящей доход деятельности;
- сформирована команда руководителей и исполнителей проекта. Разработана система планирования, контроля и отчетности за результаты работ, достигнутые при выполнении проекта;
- разработаны служебные задания исполнителям работ проекта и оформлено привлечение работников к выполнению конкретных видов работ. На отчетном этапе выданы задания и силами более 600 исполнителей проводятся работы по разработке почти 200 элементов, к выполнению которых привлечено 215 работников университета;
- разработана структура и сформирован состав экспертных органов университета, обеспечивающий контроль и приемку работ;
- приказом ректора университета введены в действие задание на проект, структура органов управления и контроля проекта, их персональный состав, внедрены положения о руководителе проекта (подпроекта). Программы, утверждены планы - графики выполнения работ проекта ПСР, утверждены органы и порядок сдачи-приемки работ по отдельным заданиям в составе подпроектов, по отдельным подпроектам в составе проекта, и по проекту в целом;
- в полном объеме и в соответствии с утвержденной технологией были проведены процедуры приемки работ по подпроектам и проекту в целом;
- результаты работ в форме бумажных отчетных документов и электронных носителей с записью электронных версий всех разработанных методических материалов переданы для использования, контроля и учета в заинтересованные структурные подразделения университета (кафедры и факультеты) и в управление образовательных программ университета.

Проект 1.1.2. Целевая профессиональная подготовка и повышение квалификации конкурентоспособных кадров по запросам высокотехнологичных промышленных кластеров и в интересах устойчивого развития социально-экономического комплекса региона

В рамках выполненного проекта реализовано внедрение обучения в формате проектной деятельности, обеспечивающей раннее трудоустройство студентов на будущем рабочем месте. С этой целью сформулированы задачи дополнительной целевой подготовки студентов, разработан и представлен пакет документов, обеспечивающих нормативное сопровождение процесса целевой подготовки. Осуществлена разработка механизмов обучения в формате проектной деятельности, разработана методика целевой практико-ориентированной подготовки студентов для кластеров региона. Проведен анализ трудоустройства выпускников университета.

Разработаны учебно-методические документы, обеспечивающие целевую профессиональную подготовку студентов и аспирантов, а также повышение квалификации конкурентоспособных кадров по запросам высокотехнологичных кластеров в интересах устойчивого развития социально-экономического комплекса региона. Проведено анкетирование предприятий региона с целью определения их текущих и долгосрочных потребностей в выпускниках университета. По результатам анкетирования составлен банк данных кадровых потребностей профильных предприятий по специальностям и направлениям подготовки университета. Кроме того, была сформирована сеть предприятий – стратегических партнеров университета, структурированных по факультетам и кафедрам. На основе этого было сформулировано методическое обеспечение целевой практико-ориентированной подготовки (ЦПОП) студентов путем гармонизации учебных планов в рамках регионального компонента федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) третьего поколения, а также за счет использования производственно-технологической базы предприятий.

Была разработана анкета выпускника университета. Анкетированием было охвачено до 80% выпускников разных направлений подготовки. За счет раннего трудоустройства студентов на стадии производственно-технологической практики, выполнения курсовых и аттестационных работ, участия в группах дополнительной целевой подготовки по заказам предприятий количество официально зарегистрированных безработных выпускников университета составляет доли процента от выпуска.

В рамках второй составляющей проекта была проведена разработка и реализация в модульном формате вариативных основных и дополнительных образовательных программ целевой подготовки и повышения квалификации специалистов в соответствии с требованиями к профессиональным компетенциям, сформированных предприятиями и организациями приоритетных отраслей промышленности региона.

В соответствии с поставленной целью были сформированы следующие задачи:

1. Аналитическое исследование и выявление конкурентоспособных направлений ДПО университета.
2. Разработка учебно-методических комплексов программ ДПО по выявленным направлениям, включающих аннотацию программы и базовый учебный план.
3. Систематизация полученных материалов и разработка структуры Каталога программ ДПО.
4. Разработка и редактирование пилотной версии Каталога.
5. Компьютерная вёрстка, подбор видеоряда и окончательное редактирование материалов. Создание оригинал-макета и подготовка к типографскому изданию.
6. Разработка учебно-методических комплексов 6-ти программ ДПО по приоритетным направлениям научно-технического развития и их реализация.

В результате решения задач 1. – 5. получены следующие результаты:

• Сформированы 25 основных направлений ДПО университета:

1. Автоматизация и управление в судостроительной, нефтегазовой и других отраслях промышленности
2. Альтернативные источники энергии
3. Биомедицинская инженерия
4. Диагностика микро- и наносистем

5. Иностранные языки, социокультурные и бизнес коммуникации
  6. Информационные технологии в офисе
  7. Компьютерные технологии проектирования
  8. Корпоративные информационно-управляющие системы
  9. Материаловедение микро - и наносистем
  10. Прикладная математика. Теория и практика современной радиоэлектроники и электротехники.
  11. Менеджмент качества, инновации, экономика
  12. Микро- и наносистемная техника
  13. Мультимедиа технологии, визуализация, web-технологии
  14. Приборостроение и информационно-измерительные технологии
  15. Проектирование, анализ и технология современных СВЧ приборов и устройств
  16. Программная инженерия
  17. Сетевое программирование и эксплуатация программных систем
  18. Системы автоматизированного проектирования и моделирования
  19. Современная схмотехника: микропроцессоры, микроконтроллеры, вторичные источники электропитания.
  20. Современная схмотехника: системы на кристалле, программируемые логические интегральные схемы
  21. Современные вопросы физики твердого тела и наноструктур
  22. Физические основы нанотехнологии
  23. Экология, эргономика, рациональное природопользование
  24. Индивидуальные технологии работы в Microsoft Office
  25. Компьютерные инструменты в творческой деятельности и web-дизайне
- Разработаны учебные планы и аннотации более 244 программ ДПО.
  - Выполнена вёрстка, редактирование, подбор видеоряда, компьютерная верстка оригинал-макета Каталога и передача в типографию для тиражирования.
- В результате реализации проекта подготовлено 10 новых программ ДПО, 2 из них – по заказам предприятий, 8 программ подготовлено на конкурс Президентской программы повышения квалификации инженерных кадров.
- По заказам предприятий подготовлены следующие программы:
- для ОАО «Авангард» - «Современная схмотехника устройств СВЧ»; научный руководитель - проф. Вендик И.Б.;
  - для ОАО «НПО «Аврора» - Современные методы схмотехнического проектирования радиоустройств в САПР OrCAD»; научный руководитель - проф. Головков А.А.
- Для представления на конкурс Президентской программы повышения квалификации инженерных кадров в 2012 году подготовлено 8 программ:
- «Нано- и микросистемная техника», руководитель - проф. Корляков А.В.;
  - «Технология и диагностика тонкоплёночной гетероструктурной фотовольтаики»; руководитель – проф. Афанасьев В.П.;
  - «Современные технологии в проектировании интегрированных информационно-аналитических систем гидроакустического мониторинга», руководитель – доц. Ежов С.Н.;
  - «Автоматизированное проектирование устройств на базе ПЛИС», руководитель – проф. Пузанков Д.В.;
  - «Современные проблемы радиолокации», руководитель – доц. Орлов В.К.;
  - «Технология разработки программного обеспечения для систем реального времени», руководитель – проф. Мустафин Н.Г.;
  - «Проектирование, оформление чертежей в САПР Creo (Pro/ENGINEER)», руководитель – проф. Филатов Ю.В.;

• «Обеспечение качества на этапах жизненного цикла продукции (услуги) на основе современных методов статистического управления процессами и стандартизации», руководитель – доц. Степанов С.А.

Все программы успешно прошли конкурсные процедуры, включены в банк программ и успешно реализованы в 2012 году по заказам ведущих предприятий, таких как: ОАО «Авангард», ОАО «Электроприбор», ОАО «РЖД», ОАО «Малахит» и др.

Проект 1.2.1. Обеспечение гарантий качества образования и сертификации квалификаций выпускников

Цель проведения работ по проекту: разработка и апробация системы гарантий качества образования, а также сертификации квалификаций выпускников с участием работодателей и их профессиональных ассоциаций

Целями данного этапа проекта являются:

- формирование методических подходов к независимой оценке системы качества образовательного учреждения,
- обеспечение руководства факультета объективной и своевременной информацией о степени соответствия деятельности в системе и ее результатов установленным требованиям, для обеспечения гарантий качества образования,
- документирование деятельности структурных подразделений,
- обеспечение записей о качестве и выявление типового набора критериев и соответствующих им требований, используемых при проведении внешней независимой оценки образовательных программ высшего профессионального образования (общественно-профессиональной аккредитации).

Задачи этапа исследования:

- подготовить предложения по разработке модели независимой оценки качества образования;
- организовать и провести внутренние аудиты СМК ФЭМ;
- провести анализ и оценку СМК ФЭМ;
- разработать методические рекомендации по повышению качества образования через привлечение студентов бакалавриата и магистратуры к научной работе;
- провести анализ критериев, применяемых органами по аккредитации при проведении внешней оценки образовательных программ;
- провести анализ подходов к сертификации специалистов;
- подготовить предложения по разработке модели сертификации специалистов;
- организовать проведение инспекционной проверки системы менеджмента качества факультета экономики и менеджмента СПбГЭТУ;
- формировать перечень показателей качества процессов СМК;
- разработать электронные формы сбора и обработки показателей качества процессов СМК;
- провести анализ показателей результативности предоставления услуг по проведению технологических практик;
- провести анализ технологий внешней оценки образовательных программ, реализуемых органами по аккредитации;
- подготовить методические указания для администрации и ППС вуза по подготовке материалов самообследования для прохождения внешней оценки образовательных программ;
- подготовить программу и учебные материалы для повышения квалификации администрации и ППС вуза по подготовке материалов самообследования.

В ходе выполнения данного этапа исследования получены следующие основные результаты:

1. Предложения по разработке модели независимой оценки качества образования.

Подготовлены предложения по модели проведения конкурса, с целью оценки качества образовательного учреждения. Оценка качества базируется на идентификации уровней зрелости образовательного учреждения и определении соответствия деятельности образовательного учреждения стандартам и рекомендациям ENQA.

## 2. План внутренних аудитов, отчет о внутренних аудитах

В соответствии с «Программой проведения внутренних аудитов» проведено 8 внутренних проверок в следующих подразделениях - Деканат ФЭМ, ИМЦ ФЭМ, ИМЦ РИО, ЦМКО, кафедра ПЭ, кафедра ЭТ, кафедра МСК, кафедра ИМ. По выявленным несоответствиям, замечаниям и рекомендациям подразделениями были сформированы планы работ. Корректирующие и предупреждающие мероприятия по результатам предыдущих проверок, в том числе ресертификационного аудита, выполнены. Повторных несоответствий обнаружено не было. Проведение корректирующих и предупреждающих мероприятий можно считать результативным. Систематически проводимые внутренние аудиты обеспечивают руководство ФЭМ объективной и своевременной информацией о степени соответствия деятельности в системе и ее результатов установленным требованиям.

## 3. Отчет по качеству

Подготовлен отчет, в который вошли: обобщенные данные о функционировании процессов СК ФЭМ, полученных по результатам внутренних проверок; показатели качества, представленные руководителями процессов; анализа со стороны руководства функционирования СК ФЭМ. На заседании Совета по качеству были рассмотрены отчеты руководителей подразделений о выполнении установленных целей, а также планировании целей в области качества на следующий период.

## 4. Методические рекомендации по повышению качества образования через привлечение студентов бакалавриата и магистратуры к научной работе.

Проведен анализ действующей системы привлечения студентов к научно-исследовательской работе. Система нацелена на обеспечение вуза преподавательскими кадрами и подготовку кадров высшей квалификации для вуза и стратегических партнеров.

В связи с появлением факторов, усложняющих работу вуза по подготовке кадрового резерва ППС и научных сотрудников, необходимо предпринять ряд организационных мероприятий, обеспечивающих вовлечение социально ориентированных студентов в научные процессы вуза и, таким образом, способствовать повышению качества образования.

Разработаны методические рекомендации, предназначенные для руководства кафедр и научных групп, позволяющие повысить качество подготовки студентов бакалавриата и магистрантов через привлечение к научной работе в структурных подразделениях вуза с последующей защитой ВКР и трудоустройством в университете и (или) у стратегических партнеров.

## 5. Аналитическая записка

Проведен анализ критериев оценки качества программ высшего профессионального образования, используемых аккредитационными агентствами в России, Европе и США. Выделен типовой набор критериев, соответствующий обобщенному, принятому в мире подходу проведению внешней независимой оценки образовательных программ в области инженерного образования инженерного образования.

## 6. Аналитическая записка о подходах к сертификации специалистов

В результате выполнения работ подготовлена аналитическая записка о подходах к сертификации специалистов (объем – 13 п. л.), включающая:

– обзор систем сертификации специалистов;

– обзор подходов к сертификации специалистов в РФ в рамках системы независимой оценки качества образования. Проведенный обзор является основой для разработки модели сертификации специалистов, используемой для сертификации выпускников СПбГЭТУ.

– монография «Сертификация персонала». Авторы: В.В. Азарьева, И.В. Степанов, С.А. Степанов, В.В. Яценко (объем – 10 п. л.). Монография будет полезна для руководителей, преподавателей и сотрудников высших учебных заведений, руководителей организаций, занимающихся

сертификацией персонала. В монографии рассматриваются вопросы, связанные с сертификацией персонала в России и за рубежом; с разработкой документации органов по сертификации персонала в соответствии со стандартом ИСО/МЭК 17024; с созданием системы независимой оценки качества образования и центров по сертификации персонала высокотехнологичных отраслей экономики в рамках Федеральной целевой программы развития образования на 2011-2015 годы.

#### 7. Предложения по разработке модели сертификации специалистов

В результате выполнения работ сформированы предложения по разработке модели сертификации специалистов (объем – 3 п. л.), включая методику сертификации специалистов, регламентирующую процесс сертификации и разработанную с учетом требований международного стандарта по сертификации персонала ИСО 17024, что в дальнейшем будет использовано при сертификации выпускников СПбГЭТУ.

#### 8. Договор с органом по сертификации, отчет органа по сертификации

Заключен договор с Ассоциацией по сертификации «Русский Регистр». В июле 2012 года был проведен инспекционный аудит СК ФЭМ, в результате было установлено, что система качества поддерживается в действии, развивается в соответствии с принципом постоянного улучшения, результативна и соответствует требованиям МС ИСО 9001:2008. Подтверждение сертификата повышают уверенность у абитуриентов, студентов и других потребителей в качестве предоставляемых услуг.

#### 9. Перечень показателей качества процессов СМК

Сформированы показатели для 10 процессов, учитывающие федеральные государственные требования и лицензионные нормативы для образовательных учреждений.

Сформированные показатели качества в системе качества позволяют оценить эффективность и результативность отдельных процессов СК, и учесть влияние результатов на выполнение образовательным учреждением показателей государственной аккредитации и лицензионных нормативов.

#### 10. Электронные формы сбора и обработки показателей качества процессов СМК

Разработаны электронные формы сбора и обработки показателей качества 10 процессов СМК ФЭМ. Включающие в себя, закрепленные за показателями, методы анализа, позволяющие сделать выводы о соответствии характеристики показателя требованиям, что упрощает систематизированный анализ со стороны руководства функционирования СК ФЭМ.

#### 11. Показатели результативности предоставления услуг по проведению технологических практик

Разработаны показатели результативности проведения технологических практик и опросные формы для ответственных за практики, позволяющие осуществить мониторинг взаимодействия со стратегическими партнерами, предоставляющими услуги по проведению практик, а также найти возможности для повышения качества подготовки выпускников.

#### 12. Аналитическая записка

Проведен анализ технологий внешней оценки образовательных программ в области инженерного образования и выявлено базовое (инвариантное) содержание такой технологии, свойственное большинству органов по аккредитации, с целью подготовки вуза и его образовательных программ к уверенному прохождению процедуры внешней оценки его программ и получения международного признания качества их реализации. Полученные результаты предполагается использовать при проведении обучения вузовских методистов и администраторов учебного блока решению задач, связанных с подготовкой образовательных программ вуза к прохождению общественно-профессиональной (независимой) аккредитации.

#### 13. Методические указания по подготовке материалов самообследования для прохождения внешней оценки образовательных программ

Разработаны методические указания для сотрудников вуза (администраторов учебного процесса и ППС) по подготовке материалов самообследования образовательных программ для прохождения их внешней независимой оценки. Методические указания предназначены для проведения занятий с



администраторами учебного процесса и преподавателями, участвующими в подготовке материалов самообследования образовательных программ.

#### 14. Рабочая программа, учебные материалы

Разработана рабочая программа курса повышения квалификации академических администраторов и профессорско-преподавательского состава университета по подготовке материалов самообследования для прохождения внешней независимой оценки образовательных программ. Рабочая программа рассчитана на 18 часов аудиторных занятий с администраторами учебного процесса и преподавателями, участвующими в подготовке материалов самообследования образовательных программ. Подготовлены учебные материалы для методического обеспечения курса повышения квалификации, представляющие примеры составления различных разделов отчета по самообследованию образовательных программ для прохождения их внешней независимой оценки.

Проект 1.2.2. Развитие прогнозно-аналитической и маркетинговой деятельности университета в соответствии с приоритетными направлениями модернизации и технологического развития российской экономики

Целью проведения работ по проекту является совершенствование системы управления образовательной деятельностью университета на рынках образовательных услуг, труда и научно-технической продукции/услуг.

На 2012 год в соответствии с планом-графиком проекта были поставлены следующие задачи:

1. Разработка методики ценообразования основных образовательных программ СПбГЭТУ.
2. Проведение мониторинга маркетинговой среды университета на основе опросов выпускников (бакалавров, магистров, специалистов).
3. Анализ конкурентной среды Санкт-Петербурга по направлению подготовки «Реклама и связи с общественностью».
4. Разработка методики исследований потребностей работодателей в специалистах по профильным для университета направлениям.

Основные результаты, полученные в 2012 году при реализации проекта

#### 1. Методика ценообразования основных образовательных программ СПбГЭТУ.

Разработанная методика ценообразования основных образовательных программ университета включает несколько этапов, использующих как качественные, так и количественные исследования. Общая структура методики показана на рисунке 1.

Рисунок 1 – Общая структура методики ценообразования основных образовательных программ университета

Методика ценообразования основных образовательных программ университета:

- позволяет учитывать при установке и корректировке цен на образовательные программы не только затратные параметры, но и рыночные характеристики, такие как уровень платежеспособного спроса на образовательные программы, чувствительность этого спроса к цене, а также характеристики профильных образовательных программ конкурентов;
- может применяться для ценообразования как бакалаврских, так и магистерских образовательных программ университета;
- может быть взята за основу для установки и корректировки цен на дополнительные образовательные программы университета.

С целью формирования в университете системы ценообразования образовательных программ с

учетом анализа рынка образовательных услуг целесообразно в дальнейшем:

- провести апробацию разработанной методики ценообразования основных образовательных программ;
- на основе результатов апробации выполнить корректировку методики ценообразования;
- разработать организационные мероприятия для введения процесса ценообразования основных образовательных программ как постоянно действующего механизма в университете.

2. Результаты мониторинга маркетинговой среды университета на основе опросов выпускников (бакалавров, магистров, специалистов).

Проведенный мониторинг выпускников позволил получить данные по следующим характеристикам:

- удовлетворенность полученным в СПбГЭТУ образованием,
- предложения по улучшению качества образования в СПбГЭТУ,
- потребности в дополнительном образовании,
- трудоустройство во время учебы в СПбГЭТУ,
- трудоустройство выпускников.

Проведение опросов выпускников в 2012 году явилось продолжением ежегодных опросов, что позволяет рассматривать этот процесс как начало формирования в университете системы мониторинга маркетинговой среды.

В процессе проведения мониторинга в 2012 году были организованы следующие опросы выпускников факультетов ФРТ, ФЭЛ, ФКТИ, ФИБС, ФЭМ:

- Специалисты – 315 (89%) (февраль 2012 г.).
- Бакалавры – 492 (80%) (июнь 2012 г.).
- Магистры – 260 (65%) (июнь 2012 г.).

Результатом проведенного анкетирования выпускников явились аналитические отчеты:

- Вуз (по факультетам) (специалисты, бакалавры, магистры).
- ФРТ (по кафедрам) (специалисты, бакалавры, магистры).
- ФЭЛ (по кафедрам) (специалисты, бакалавры, магистры).
- ФКТИ (по кафедрам) (специалисты, бакалавры, магистры).
- ФИБС (по кафедрам) (бакалавры, магистры).
- ФЭМ (по кафедрам) (специалисты, бакалавры, магистры).

Полученные аналитические отчеты на основе результатов анкетирования выпускников (бакалавров, магистров, специалистов):

- позволяют получить обратную связь от потребителей основных образовательных программ университета (выпускников специалитета, бакалавриата и магистратуры) с целью оценки качества образования в СПбГЭТУ и анализа трудоустройства выпускников во время учебы и после окончания университета;
- могут использоваться руководством вуза, факультетов и кафедр для корректировки основных образовательных программ и усовершенствования процесса и условий предоставления образовательных услуг.

С целью развития в университете системы мониторинга маркетинговой среды на основе опросов выпускников целесообразно в дальнейшем:

- выполнить корректировку методики опроса выпускников с учетом текущих потребностей руководства вуза, факультетов и кафедр, для чего провести глубинные интервью с заинтересованными лицами руководящего состава университета;
- разработать организационные мероприятия для отладки процесса мониторинга маркетинговой среды университета на основе опросов выпускников (бакалавров, магистров, специалистов) как постоянно действующего механизма в университете.

3. Результаты анализа конкурентной среды Санкт-Петербурга по направлению подготовки «Реклама и связи с общественностью»

Анализ конкурентной среды Санкт-Петербурга по направлению подготовки «Реклама и связи с общественностью» проводился по 28 кафедрам из 26 вузов Санкт-Петербурга, осуществляющим подготовку специалистов исследуемого профиля.

В процессе проведения работ осуществлялся анализ следующих характеристик конкурентов:

- общая информация (местоположение, опыт работы, материально-техническое и организационное обеспечение, позиционирование),
- виды, формы и стоимости образовательных услуг,
- кадровый потенциал,
- направления работы с абитуриентами и студентами,
- методы трудоустройства выпускников,
- степень участия в жизни профессиональных сообществ.

Сбор информации по указанным характеристикам выполнялся на основе следующих методов:

- анализ Интернет-сайтов вузов Санкт-Петербурга и Интернет-источников в области PR,
- телефонные консультации по вопросам поступления в вузы на исследуемое направление,
- полевое исследование (сбор информации о кафедрах в приемных комиссиях вузов).

Результатом проведенных работ явился отчет, содержащий анализ конкурентной среды Санкт-Петербурга по направлению подготовки «Реклама и связи с общественностью», включающий перечень рекомендаций по обеспечению конкурентоспособности кафедры связи с общественностью СПбГЭТУ на рынке образовательных услуг Санкт-Петербурга по исследуемому направлению подготовки.

Полученный аналитический отчет:

- содержит информацию о достоинствах и недостатках конкурентов на рынке образовательных услуг Санкт-Петербурга в направлении подготовки «Реклама и связи с общественностью», что позволяет оценить положение СПбГЭТУ в конкурентной среде по исследуемому направлению подготовки и выработать рекомендации по повышению конкурентоспособности университета в указанном секторе рынка образовательных услуг;
- может быть использован для корректировки основных образовательных программ СПбГЭТУ и усовершенствования процесса и условий предоставления образовательных услуг по направлению подготовки «Реклама и связи с общественностью».

Разработанную и использованную методику для анализа конкурентной среды университета на рынке образовательных услуг Санкт-Петербурга по направлению подготовки «Реклама и связи с общественностью» целесообразно в дальнейшем:

- использовать для анализа конкурентной среды других профильных направлений подготовки университета,
- включить как постоянную составляющую системы мониторинга маркетинговой среды университета на рынке образовательных услуг.

В аналитическом отчете содержатся результаты проведенного анализа конкурентной среды Санкт-Петербурга по направлению подготовки «Реклама и связи с общественностью».

4. Методика исследований потребностей работодателей в специалистах по профильным для университета направлениям.

При оценке потребностей работодателей в специалистах по профильным для университета направлениям целесообразно различать количественную и качественную потребность, а также масштаб анализа (уровень объекта исследования: научно-образовательное направление (факультет), направление подготовки (специальность), образовательная программа).

В связи с этим разработанная методика представляет собой совокупность различных видов исследований, что показано в таблице 1 в виде матрицы исследований потребностей работодателей в специалистах.

Таблица 1 – Матрица исследований потребностей работодателей в специалистах

Масштаб анализа Тип потребности

Количественная потребность Качественная потребность

Научно-образовательное направление (факультет) Исследование количественной потребности работодателей в специалистах по научно-образовательному направлению Исследование качественной потребности работодателей в специалистах по научно-образовательному направлению

Направление подготовки (специальность) Исследование количественной потребности работодателей в специалистах по направлению подготовки (специальности) Исследование качественной потребности работодателей в специалистах по направлению подготовки (специальности)

Образовательная программа Исследование количественной потребности работодателей в специалистах, подготавливаемых образовательной программой Исследование качественной потребности работодателей в специалистах, подготавливаемых образовательной программой

На рисунке 2 показана общая структура методик исследований количественной потребности работодателей в специалистах вне зависимости от масштаба анализа, а на рисунке 3 – общая структура методик исследований качественной потребности.

Рисунок 2 – Общая структура методик исследований количественной потребности работодателей в специалистах

Рисунок 3 – Общая структура методик исследований качественной потребности работодателей в специалистах

Разработанная методика исследований потребностей работодателей в специалистах по профильным для университета направлениям:

- позволяет при выявлении потребностей работодателей в специалистах учитывать как количественную, так и качественную составляющую потребностей с учетом динамики рынка труда;
- является типовой методикой, что позволяет брать ее за основу при исследовании потребностей работодателей в специалистах для различных уровней анализа (научно-образовательное направление (факультет), направление подготовки (специальность), образовательная программа).

Формирование в университете системы мониторинга потребностей работодателей в специалистах позволит осуществлять целенаправленную корректировку не только номенклатуры образовательных программ университета, но и содержания образовательных программ, направленных на формирование требуемых на рынке труда компетенций специалистов.

В связи с этим целесообразно в дальнейшем:

- провести апробацию разработанной методики исследований потребностей работодателей в специалистах по профильным направлениям университета для различных уровней анализа;
- на основе результатов апробации выполнить корректировку методики исследований потребностей работодателей в специалистах;
- разработать организационные мероприятия для введения процесса исследований потребностей

работодателей в специалистах по профильным направлениям университета как постоянно действующего механизма в университете для разработки и корректировки образовательных программ.

Результаты проекта 1.2.2 программы стратегического развития СПбГЭТУ оформлены в виде следующих документов:

1. Методика ценообразования основных образовательных программ СПбГЭТУ.

2. Аналитический отчет содержащий:

- результаты мониторинга маркетинговой среды университета на основе опросов выпускников (бакалавров, магистров, специалистов).

- анализ конкурентной среды Санкт-Петербурга по направлению подготовки «Реклама и связи с общественностью».

3. Методика исследований потребностей работодателей в специалистах по профильным для университета направлениям.

Полученные результаты проекта 1.2.2 полностью соответствуют целям и задачам, которые должны были быть достигнуты в течение отчетного 2012 года.

Основным исполнителем проекта 1.2.2 явился Центр маркетинга СПбГЭТУ, обеспечивающий решение задач маркетинговой деятельности университета, в том числе реализующий прогнозно-аналитические функции.

Проект 2.1.1. Проведение НИОКР и решение комплексных проблем по приоритетному направлению «Инфокоммуникационные технологии, телекоммуникации и радиотехнические системы» на базе профильной научно-образовательной платформы

Цели проведения исследований в рамках Программы стратегического развития университета по данному проекту на 2012 год:

- Выбор и обоснование направлений исследований на основе анализа современного состояния инфокоммуникационных, телекоммуникационных и радиотехнических систем.

- Исследование перспектив развития технологий мониторинга факторов риска, предупреждения ЧС и обеспечения информационной безопасности.

- Теоретические и экспериментальные исследования принципов построения перспективных инфокоммуникационных, телекоммуникационных и радиотехнических систем, модернизации навигационных систем и систем связи, технологий обработки изображений, комплексного мониторинга факторов риска, предупреждения ЧС и обеспечения информационной безопасности.

В настоящее время одним из перспективных направлений создания плат для СВЧ и КВЧ техники является использование структур на основе керамика – диэлектрическая подложка – нанокompозитная сегнетоэлектрическая пленка. Такая структура, позволяет создавать различные функциональные элементы и блоки СВЧ и КВЧ техники с электрическим управлением. Подобные платы фазовращателей найдут широкое применение в гражданской сфере.

Аналогами по функциональному назначению разрабатываемых плат фазовращателей, являются фазовращатели СВЧ диапазона на основе сосредоточенных  $\text{pin}$  элементов и ферритов. Сравнение разрабатываемых плат фазовращателей возможно только с ферритовыми устройствами, т.к. фазовращатели на  $\text{pin}$  элементах в рассматриваемом диапазоне частот не разрабатываются. Преимущества перед ферритовыми устройствами определяются, прежде всего, электрическим способом управления фазовой скоростью в линиях передачи на основе структуры керамика нанокompозитная сегнетоэлектрическая пленка – диэлектрическая подложка.

Существующая элементная база СВЧ и КВЧ техники, позволяет проектировать и изготавливать устройства (в том числе, фазовращатели) с электронной перестройкой и реализованных на сосредоточенных элементах ( $\text{p-i-n}$  диодах), или с использованием ферритов. Применение сосредоточенных элементов ведет к усложнению технологии, а при переходе в верхнюю область СВЧ диапазона техническая реализация устройства становится зачастую невыполнимой из-за отсутствия специальной элементной базы. Вторым недостатком устройств на  $\text{p-i-n}$  диодах, является

повышенная потребляемая мощность, которая ведет к усложнению конструктива фазовращателя, за счет применения систем отвода тепла. Поскольку фазовращатель изменяет фазу дискретно, требуется применение большого числа р-і-п диодов.

Отличием предлагаемой к разработке технологии является формирование плат на основе керамики, (в том числе низкотемпературной), планарных многоцелевых линий передачи с сегнетоэлектрической пленкой с возможностью электрической перестройки их параметров и высокой температурной стабильностью.

Цель составной части проекта: разработка и исследование принципов построения информационно-измерительных систем и методов контроля местоположения и физиологического состояния персонала с целью обеспечения координации действий при работе в экстремальных условиях.

Задачи на отчетный год: Выбор и обоснование направлений исследований на основе анализа современного состояния информационно-измерительных радиотехнических систем. Исследование перспектив развития технологий контроля местоположения и физиологического состояния персонала, работающего в экстремальных условиях. Теоретические и экспериментальные исследования принципов построения перспективных инфокоммуникационных, телекоммуникационных и радиотехнических систем, модернизации навигационных систем и систем связи, технологий обработки изображений, комплексного мониторинга факторов риска, предупреждения ЧС и обеспечения информационной безопасности.

Для осуществления оперативного всепогодного дистанционного мониторинга представляется актуальным и эффективным использование радиолокационных средств. При этом наиболее перспективным является совместное использование РЛС различных частотных диапазонов, что обусловлено несколькими причинами. В зависимости от частотного диапазона меняются характеристики взаимодействия переотражаемого сигнала с объектами наблюдения. Это объясняется разными соотношениями размеров наблюдаемых структур и длиной радиоволн. Особенно эффективным с точки зрения получения информации является резонансное взаимодействие радиоволн с наблюдаемыми объектами. От частотного диапазона зависит и зона охвата, что обусловлено механизмом распространения радиоволн. В сантиметровом диапазоне радиоволн дальность действия радиолокационного гидрографического инструмента при сравнительно малом волнении составляет несколько километров. В дециметровом диапазоне радиоволн поверхностная волна может распространяться благодаря рефракции вдоль морской поверхности до 200-300 км.

Многодиапазонные радиолокационные инструменты наблюдения дополняют друг друга. Более высокочастотные имеют, как правило, меньшую дальность действия, но высокую разрешающую способность по дальности и углу. Потому при создании радиолокационных систем мониторинга целесообразно комплексировать РЛС различных частотных диапазонов.

Построение многодиапазонного радиолокационного комплекса базируется на объединении в его составе разнородных РЛС, каждая из которых, решая поставленные перед ней задачи, предоставляет информацию об обнаруженных ею целях в специализированный центр, где осуществляется совместная обработка. Для объединения в составе комплекса отбираются независимо работающие РЛС, имеющие перекрывающиеся зоны видимости. Каждая РЛС производит обнаружение целей, измерение их координат, формирование отметки и передачу ее в центр обработки.

При объединении результатов обнаружения целей в независимо работающих РЛС возможен выбор между объединением отметок и траекторий (трасс). В первом случае в центр обработки передается информация обо всех обнаруженных целях, во втором – только о целях, траектории которых обнаружены и взяты на сопровождение в самой РЛС. Каждый из подходов имеет свои преимущества и недостатки.

При объединении траекторий снижаются требования к пропускной способности линий связи между РЛС и центром обработки за счет фильтрации ложных отметок; снижается нагрузка на вычислительные устройства центра обработки, поскольку часть обработки осуществляется самой

РЛС; имеется возможность адаптации алгоритмов траекторной обработки к обстановке, складывающейся в зоне видимости каждой РЛС.

При объединении отметок информации в центр обработки поступает больше, и начинает приходить она туда раньше – еще до того, как РЛС обнаружит траекторию, что способствует более раннему обнаружению новой траектории. За счет большего числа информации при объединении отметок увеличивается средняя продолжительность сопровождения траектории, уменьшается вероятность срыва сопровождения, повышается точность сопровождения. Наиболее заметно преимущество объединения отметок перед объединением траекторий проявляется в зоне неуверенного обнаружения, где в отдельной РЛС не удастся завязать траекторию вследствие недостаточного числа отметок, а в комплексе вероятность обнаружения траектории по отметкам от нескольких РЛС будет существенно выше. Отметим также необходимость создания только одной системы траекторной обработки, что облегчает ее наладку и эксплуатацию, позволяет оперативно вносить изменения при необходимости решения комплексом новых задач, например, сопровождения целей других типов. Для реализации в МДРК был выбран вариант объединения на уровне отметок.

Непосредственно после обнаружения и формирования каждая отметка по линии связи поступает в центр обработки. Эта обработка включает в себя преобразование координат, отождествление отметок с сопровождаемыми траекториями и сопровождение траекторий, состоящее из обнаружения траектории, фильтрации ее параметров и сброса траектории с сопровождения

Реализация комплексной системы радиолокационного мониторинга на основе взаимодействия радиолокационных средств различных диапазонов волн приводит к необходимости использования специальных алгоритмов объединения данных.

Проанализированы современное состояние и перспективы совершенствования пользовательского радиointерфейса спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС с точки зрения повышения точности и надежности навигационно-временных определений, улучшения разрешающей способности по отношению к многолучевым отражениям и, как результат, снижения ошибок измерений, вызванных многолучевыми помехами, а также уменьшение уровня боковых лепестков автокорреляционных (АКФ) и взаимокорреляционных функций (ВКФ) сигналов. Разработаны алгоритмы генерации и корреляционного анализа дальномерных сигналов нового поколения.

Широкое распространение технологий беспроводных локальных сетей, персональных беспроводных сетей, перспективы развития высокоскоростных региональных беспроводных сетей, а также массовое распространение портативных, карманных, носимых и мобильных устройств с радиointерфейсами делают задачу защиты информации в таких сетях актуальной. Анализ применяемых и перспективных технологий беспроводного доступа, аппаратной и программной реализации коммуникационных подсистем, протоколов обмена, особенностей реализации стеков протоколов беспроводных сетей, подсистем обработки и хранения информации показывает, что существуют многочисленные угрозы информационной безопасности в беспроводных сетях. Принципиальная невозможность ограничить доступ к среде передачи данных в беспроводных сетях порождает разнообразные угрозы информационной безопасности, связанные как с пассивным мониторингом трафика, так и активным воздействием на узлы сети на всех уровнях сетевого взаимодействия – от физического до уровня приложений. Средства обнаружения и предотвращения вторжений в беспроводных сетях необходимо строить комплексно, охватывая как специфичные для используемых радиointерфейсов задачи защиты информации, так и традиционные для сетевых технологий проблемы информационной безопасности.

В связи с широким распространением беспроводных средств передачи информации актуальным является вопрос обеспечения информационной безопасности, одним из аспектов которого является возможность контроля активности, в особенности несанкционированной, беспроводных устройств. Специфика функционирования беспроводных сетей зачастую затрудняет определение подлинности устройств с беспроводными сетевыми интерфейсами – даже если устройство прошло штатную аутентификацию и сетевые атрибуты соответствуют допустимым, остается вероятной подмена

устройства, и потому для обеспечения информационной безопасности беспроводных сетей актуальной является задача повышения надежности методик идентификации устройств с беспроводными интерфейсами.

Методики и алгоритмы контроля активности и идентификации устройств с беспроводными интерфейсами могут быть основаны как на анализе трафика, так и на анализе радиосигналов на физическом уровне.

Анализ сетевого трафика позволяет сформировать индивидуальные профили устройств, применяемого системного и прикладного ПО, пользователей. Для сетей WiFi (группа стандартов 802.11) задачи мониторинга активности, а также «слепого» захвата трафика не представляют технических сложностей и могут быть решены применением типовых аппаратно-программных средств. Однако для такой распространенной технологии, как Bluetooth, само обнаружение устройств и захват трафика без априорной информации об адресах устройств возможны лишь путем приема и цифровой обработки сигнала в сравнительно широкой полосе частот. Анализ же беспроводного трафика на уровнях сетевом и выше требует дешифрации, что составляет отдельную проблему, а возможности идентификации устройств по данным уровня Data Link в целом весьма ограничены.

Формирование и анализ «радиоотпечатков» – характерных особенностей радиосигналов – позволяет с другой стороны подойти к проблеме идентификации устройств с беспроводными интерфейсами. Анализ показывает, что огибающая радиосигнала, даже оставаясь в пределах, установленных стандартами, несет индивидуальные черты. Удаётся сформировать набор признаков, характеризующих особенности радиосигналов. Экспериментально подтверждена возможность различения сигналов беспроводных устройств, построенные на базе различных чипсетов. Методы радиочастотной идентификации достаточно универсальны и с незначительными изменениями могут применяться для сигналов различных стандартов.

Задачу идентификации устройств с беспроводными сетевыми интерфейсами целесообразно решать комплексно, как на основе анализа трафика и формирования «сетевых отпечатков» – набора атрибутов, характеризующих программное обеспечение собственно беспроводных интерфейсов, операционную систему, прикладное ПО; так и на основе анализа радиосигналов на физическом уровне по «радиоотпечаткам», характеризующим особенности формирования радиосигналов конкретными устройствами. Сочетание этих подходов повысит надежность проверки подлинности устройств с беспроводными сетевыми интерфейсами.

К настоящему времени разработаны и готовятся к серийному выпуску полосовые фильтры и диплексоры на основе связанных  $\pi/2$  ступенчатых резонаторов для диапазонов L1 и L2. Как правило, в приемной аппаратуре СРНС ГЛОНАСС и GPS используются единые широкополосные или многорезонансные антенны для двух диапазонов L1 и L2, что потребовало также разработки двухполосовых фильтров для выделения сигналов, относящихся только к этим системам, к которым близко примыкают диапазоны мобильной связи, интенсивность сигналов в которых более чем на 70 дБ выше.

Миниатюрные полосовые фильтры и диплексоры изготавливались по толстоплёночной технологии на керамических подложках с  $\epsilon_r=80$  и толщиной 0.5 мм с формированием топологии серебряных проводников с помощью лазера. Конструкции частотно-избирательных элементов приемных трактов были выполнены для монтажа с помощью SMD технологий и имеют выводы портов на нижней стороне подложки. Свободная от выводов часть нижней стороны подложки имеет сплошную металлизацию.

Первый вариант полосовых фильтров на литерные частоты диапазонов L1 и L2 выполнен на основе связанных  $\pi/2$  резонаторов. Фильтры имеют одинаковую структуру, но различные размеры (9\*8 мм<sup>2</sup> – L1 и 7\*8 мм<sup>2</sup> – L2).

Хорошая повторяемость характеристик фильтров позволила реализовать на их основе диплексор для разделения сигналов СРНС. Топология варианта диплексора с улучшенным подавлением сигналов в диапазонах мобильной связи была выполнена на основе  $\pi/2$  фильтров диапазонов L1 и



L2.

Размеры печатной платы диплексора составляют  $17 \times 8 \times 0.5$  ммЗ.

Также были разработаны топология и конструкция простейшего двухчастотного полосового фильтра, пропускающего сигналы диапазонов L1 и L2 на основе  $\mu$ -образных двухчастотных резонаторов.

В простейшем случае данный двух частотный резонатор представляет собой два  $\pi/2$  резонатора, симметрично включенных с общей точкой. Если потенциал этой точки хотя бы на одной из двух резонансных частот равен нулю, то изменение длины второго резонатора, а как следствие, его резонансной частоты, не будет влиять на резонансную частоту первого резонатора, и их резонансные частоты окажутся развязанными.

Размеры двухчастотного фильтра  $12 \times 12 \times 0.5$  ммЗ. Предлагаемые фильтры имеют дополнительные нули передачи в наиболее употребительных диапазонах связи.

В данной работе представлены результаты разработки конструкций миниатюрных фильтров и диплексоров для СНРС GPS ГЛОНАСС.

При цифровом диаграммообразовании обеспечивается управление фазовым распределением поля в раскрыве антенной решетки, адаптивное и гибкое формирование нужного числа лучей на заданных частотах с низким уровнем боковых лепестков, появляется возможность осуществлять формирование нулей диаграммы направленности в направлениях помехи. При этом возможно формирование в одном тракте диаграммы направленности сложной формы и широкополосных сигналов, их фильтрация, модуляция, демодуляция, кодирование, декодирование.

В зависимости от необходимой функциональности диаграммообразование может выполняться следующими методами. Прямое сложение значений сигналов, принятых каждым излучателем решетки и оцифрованных в различные моменты времени, что позволяет перекрыть совокупностью диаграмм от каждого излучателя нужную зону пространства. Сложение значений сигналов от излучателей, обеспечивающее дискретно-непрерывное перемещение лепестка или лепестков диаграммы направленности в пространстве (между двумя последовательными моментами квантования).

Для исследования алгоритмов и методов формирования диаграммы сложной пространственной формы предлагается прототип аппаратно-программного комплекса.

В состав аппаратно-программного комплекса входит до восьми (в конкретной реализации) антенных модулей. Диапазон частот определяется типом и конструкцией антенн, на основе которых строится модуль. Полоса частот зависит от характеристик малошумящих усилителей и предельной частоты дискретизации АЦП. Оцифрованные сигналы поступают на быстродействующий вычислитель. Для вторичной обработки используется персональный компьютер.

С выхода АЦП сигналы поступают в вычислитель, который целесообразно реализовать по традиционной на настоящее время схеме обработки сигналов на основе ПЛИС и высокопроизводительного цифрового сигнального процессора ЦСП. Такой подход позволяет осуществить первичную обработку сигналов, а на персональный компьютер возложить интерфейс с пользователем, отображение результатов и генерацию команд управления.

Проведен аналитический обзор существующих высокоточных звездных датчиков, предназначенных для ориентации космических аппаратов. Выбрана и обоснована структурная схема звездного датчика, определена элементная база и выбран тип фотоприемника. Предлагаемое решение звездного датчика предполагает получение 15-ти битного разрешения по амплитуде при разрешающей способности фотоприемника  $1024 \times 1024$  и частоте кадров 15 Гц. По информационной скорости в 600 Мбит/с предложенное решение звездного датчика не имеет аналогов в мире.

Для определения точности определения координат звезд проведено аналитическое исследование проникающей способности звездного датчика. Получены аналитические выражения для среднего значения сигнала для объекта заданной звездной величины при известной функции рассеяния точки объектива или телескопа. Выражения для среднего значения сигнала получены впервые в мире.

Помимо этого необходимо провести аналитический расчет проникающей способности, разработать и изготовить макет Звездного датчика.

Проведен анализ современного состояния методов проектирования акустооптических спектроанализаторов. По результатам анализа выявлено, что наибольший интерес с точки зрения совокупности достижимых характеристик и параметров представляют акустооптические спектроанализаторы с пространственным интегрированием, т.к. они способны обеспечивать полосы анализа до единиц гигагерц при относительно неплохом разрешении по частоте (единицы мегагерц). При этом спектроанализаторы с временным интегрированием, способные обеспечить более высокую разрешающую способность, по совокупности характеристик уступают цифровым реализациям на основе быстрого преобразования Фурье.

Стоит отметить, что простейший вариант акустооптического спектроанализатора с пространственным интегрированием обладает малым (порядка 30 дБ) односигнальным динамическим диапазоном. Однако, для акустооптических процессоров эта характеристика несколько непоказательна, т.к. учитывает работу устройства в условиях, когда вся мощность входного сигнала сосредоточена в минимально возможном (соответствует разрешающей способности по частоте) диапазоне частот. В случае же, если мощность входного сигнала распределена по полосе анализируемых частот нелинейные искажения возникают заметно позже, и в пределе при равномерном распределении мощности диапазон допустимых уровней сигнала может достигать 60 дБ.

Заметного увеличения односигнального динамического диапазона можно достичь, если использовать интерференционные оптические схемы, известные, как гетеродинный и гомодинный акустооптические спектроанализаторы. При этом последняя схема предпочтительнее с точки зрения практической реализации на основе доступной элементной базы. Известна [1] математическая модель гомодинного акустооптического спектроанализатора, построенная в идеализированных условиях и не учитывающая, соответственно, ряд практически важных факторов. Также необходимо подробно исследовать алгоритм формирования спектра в данном устройстве, чтобы определить потенциально достижимые возможности такие как: работа без пропусков сигнала по времени и частоте, обнаружение коротких одиночных импульсов, возможность получения информации о фазовом спектре сигнала.

По результатам исследований было определено, что для построения спектроанализатора с потенциально высокими характеристиками на основе гомодинной схемы необходимо разработать источник опорного сигнала, в качестве которого могут быть рассмотрены сигналы с равномерным в полосе анализа спектром и малой (единицы микросекунд) длительностью. Примерами таких сигналов являются: периодическая последовательность ЛЧМ-импульсов, периодическая последовательность квази-дельта-импульсов, периодическая М-последовательность, квази-белый шум.

Одно из приближений, которое применяется при построении математических моделей спектроанализаторов с пространственным интегрированием, нивелирует факт расходимости оптического пучка, что на практике невозможно и неинтересно с точки зрения физических принципов работы таких устройств. Анализ показал, что наличие этой расходимости является причиной следующих важных при оценке достижимых параметров фактов:

- разрешающая способность по частоте ухудшается к краям рабочего диапазона частот. При относительно малых фокусных расстояниях линзы, выполняющей пространственное преобразование Фурье, разрешающая способность может снижаться в разы;
- в зависимости от положения в рабочем диапазоне частот наблюдается заметное искажение формы аппаратной функции спектроанализатора: боковые лепестки возрастают и трансформируются в пьедестал, нарушается симметрия аппаратной функции;
- нарушается линейная зависимость между частотой входного сигнала и значениями пространственных частот, что без дополнительной калибровки при постобработке может привести к неверному определению частотных параметров сигнала.

Результаты теоретического анализа согласуются с наблюдаемыми на практике явлениями, а, значит, разработанная математическая модель позволяет более адекватно, чем известная ранее идеализированная модель, оценить достижимые на практике значения параметров и вид характеристик разрабатываемого устройства.

Основные результаты, полученные в 2012 году при реализации проекта

1. Аналитический обзор современного состояния инфокоммуникационных, навигационных, телекоммуникационных и радиотехнических систем, технологий мониторинга факторов риска, предупреждения ЧС и обеспечения информационной безопасности.

2. Принципы построения и модернизации перспективных инфокоммуникационных, телекоммуникационных, радиотехнических, навигационных и систем связи. Технологии обработки изображений, комплексного мониторинга факторов риска, предупреждения ЧС и обеспечения информационной безопасности.

3. Практически важным результатом является то, что лучшие параметры BSTO пленок были получены для образцов с легированием  $Mg+2$  (3 мол. %) и  $Mn+2$  (2 мол. %). Используемые легирующие элементы оказывают схожее влияние на процесс дефектообразования в BSTO пленках и на их диэлектрические характеристики. Следует отметить, что легирование примесью Mg предпочтительно в том случае, когда необходимо уменьшение  $tg\delta$ , но при этом коэффициент управляемости снижается незначительно. Легирование примесями Mn обеспечивает большее понижение  $tg\delta$ , при сравнимом количестве легирующей примеси в пленках BSTO, но и управляемость K испытывает более значительное уменьшение. Однако для легированных образцов было обнаружено значительное снижение воспроизводимости технологического процесса. Это может быть объяснено появлением дополнительного фактора технологического процесса, требующего прецизионной регулировки.

В процессе изготовления пленок (состав порошковой мишени  $BaxSr_{1-x}TiO_3$   $x = 0.03$  и  $0.65$ ) были использованы следующие технологические режимы: давление кислорода во время процесса распыления 5-80 Па; расстояние между пленкой и подложкой 15-50 мм; мощность ВЧ разряда 6 -10 Вт / см<sup>2</sup>; температура подложки 650 - 850 0С; скорость роста пленки составляла 1,5 - 2 нм / мин.

Обнаружено, что если температура подложки составляла менее 7000С, давление кислорода не более 20 Па и обеспечивалась достаточно высокая скорость осаждения, то происходило формирование BSTO пленки с ориентацией [100]. Пленки альтернативной ориентации [110] формируются при высоком давлении кислорода (выше, чем 20 Па), температуре подложки более 8000С и скорости осаждения ниже 1.5 нм/мин.

В работе было исследовано влияние перегрева подложек высокоэнергетичными частицами плазмы. Максимально данный эффект проявлялся при давлениях рабочего газа 15Па. Разогрев составлял 100 градусов сверх температуры подложкодержателя. В дальнейшем это учитывалось при проведении технологических процессов.

Исследование начальных стадий роста пленок BSTO показало, что эпитаксиальный рост может быть реализован только на подложках LAO и MgO. При температуре подложки больше, чем 700 0С и достаточно высоком давлении кислорода (более 20 Па) были получены высоко-ориентированные пленки на подложках обоих типов.

Особенностью проектирования элементов СВЧ устройств с электрическим управлением их АЧХ и ФЧХ, является применение нанокompозитных сегнетоэлектрических пленок с толщиной, не превышающей приблизительно 1 мкм в составе щелевых и многощелевых линий. В ходе выполнения этапа разработаны программы численного расчета электродинамических характеристик многощелевых и щелевых линий. Выполнены экспериментальные исследования температурных зависимостей нанокompозитных сегнетоэлектрических пленок.

4. Проведен анализ научно-технической литературы, нормативно-технической документации по информационно-измерительным системам и методам контроля местоположения и физиологического состояния персонала. Определены основные направления дальнейших

исследований.

5. Разработаны структура, формат и алгоритмы обработки сигналов информационно-измерительной системы контроля местоположения и физиологического состояния персонала, действующего в экстремальных ситуациях.

6. Разработаны специальные алгоритмы объединения данных в системах РЛС. Эта обработка включает в себя преобразование координат, отождествление отметок с сопровождаемыми траекториями и сопровождение траекторий, состоящее из обнаружения траектории, фильтрации ее параметров и сброса траектории с сопровождения.

7. Разработаны программные модули генерации и корреляционного анализа сигналов нового поколения СРНС ГЛОНАСС, обладающие лучшими качественными показателями по сравнению с существующими в настоящее время дальномерными кодами.

8. Разработан программный модуль идентификации устройств с беспроводными сетевыми интерфейсами, а также программно-аппаратный комплекс анализа радиосигналов на физическом уровне по «радиоотпечаткам», характеризующим особенности формирования радиосигналов конкретными устройствами.

9. Разработаны методы синтеза, топология и конструкция полосовых фильтров и диплексоров на основе ступенчатых резонаторов для СРНС GPS ГЛОНАСС.

10. Разработан прототип аппаратно-программного комплекса для исследования алгоритмов и методов формирования диаграммы сложной пространственной формы.

11. В процессе выполнения этапа был разработан и изготовлен макет звездного датчика на матричном ПЗС фирмы TrueSense Imaging KAI-4022. Матричный ПЗС был использован в режиме суммирования зарядовых пакетов  $2 \times 2$ , разрешающая способность составила  $1024 \times 1024$  пиксела при эквивалентном размере пиксела  $14,8 \times 14,8$  мкм<sup>2</sup>. В качестве устройства управления была использована ПЛИС фирмы Altera семейства Cyclone III. Видеопроцессор был реализован на микросхеме AD9979 фирмы Analog Devices. Ввод изображения в компьютер реализован на основе контроллера интерфейса USB2.0. Особое внимание было уделено проектированию малошумящего блока питания на специализированных микросхемах фирмы Linear Technology.

В звездном датчике был использован объектив «Юпитер-3» с относительным отверстием 1:1,5 и фокусным расстоянием 50 мм. При использовании данного объектива угол поля зрения составил 15°.

В видеопроцессоре реализовано 15-ти битное аналого-цифровое преобразование с частотой от 1 до 40 МГц. Контроллер USB2.0 позволял выводить на экран только восьмибитные данные, в связи с чем в звездном датчике был предусмотрен режим сдвига данных.

При частоте считывания 20 МГц частота кадров составила 10 Гц. Динамический диапазон звездного датчика составил не менее 86 дБ.

Экспериментальные исследования проводились по реальным участкам неба. Было показано, что звездный датчик имеет пронизательную способность не менее 6-й звездной величины, что позволяет вести обработку от 8 до 60 изображений звезд в зависимости от положения оптической оси звездного датчика – поперек и вдоль плоскости Галактики.

Габаритные размеры макета звездного датчика  $60 \times 60 \times 150$  мм. Потребляемая мощность – не более 4 Вт, напряжение питания +9...+12 В.

12. Проанализированы теоретически и подтверждены экспериментально ряд аспектов работы акустооптического спектроанализатора с пространственным интегрированием.

Для достижения поставленных задач в 2012 году были закуплены и собраны следующие стенды:

- Стенд для анализа и реализации алгоритмов и методов обработки сигналов модернизированных радионавигационных и радиолокационных систем в составе: системный блок с монитором (3 шт.), коммутатор (1 шт.), генератор сигналов произвольной формы (1 шт.), осциллограф (1 шт.) + пассивный щуп (1 шт.), осциллограф (1 шт.) + диф. щуп (1 шт.), источник питания (1 шт.), ВЧ

генератор (1 шт.);

- Стенд для выполнения сложных электродинамических расчетов специализированных САПР микроволновой техники и проектирования моделей устройств в САПР конструкторского назначения в составе: сервер (1 шт.), программное обеспечение MS Server 2008 (1 шт.), системный блок с монитором (3 шт.);

- Стенд для исследования гомодинного акустооптического спектроанализатора, алгоритмов мониторинга в широкой полосе частот источников радиоизлучения, подключаемый к персональному компьютеру, в составе: оцифровщик (1 шт.), генератор сигналов - тип 1 (2 шт.), генератор сигналов - тип 2 (2 шт.);

- Стенд регистрации изображений при наблюдении малоразмерных объектов в составе: системный блок с монитором (1 шт.).

- Стенд обработки потока видеоданных в режиме реального времени в составе: системный блок с двумя мониторами (1 шт.), системный блок с монитором (1 шт.), ТВ-тюнер /устройство видеозахвата (2 шт.), плата видеозахвата (1 шт.), источники питания постоянного тока (2 шт.), оптоволоконный кабель (2 шт.), RLC- метр (1 шт.);

- Стенд для разработки и исследования элементов СВЧ–узлов приемо-передающей аппаратуры, алгоритмов мониторинга в широкой полосе частот источников радиоизлучения телекоммуникационных и радионавигационных систем в составе: рабочая станция с монитором (1 шт.), ресивер (1 шт.), анализатор спектра (2 шт.), генератор сигналов (3 шт.), осциллограф - тип 1 (1 шт.), осциллограф - тип 2 (1 шт.), источник питания (2 шт.);

- Мобильный стенд для разработки и исследования алгоритмов мониторинга источников радиоизлучения и обеспечения информационной безопасности телекоммуникационных систем в составе: wifi роутер (1 шт.), ноутбук - тип 1 (1 шт.), ноутбук - тип 2 (1 шт.), нетбук (1 шт.).

Проект 2.1.2. Проведение НИКОР и решение комплексных проблем по приоритетному направлению «Технологии создания электронной компонентной базы» на базе профильной научно-образовательной платформы

Цель работы — создание и устойчивое развитие на факультете электроники эффективной инфраструктуры научно-технического процесса, обеспечивающей мобильность, гибкость, инновационность и конкурентоспособность технологий электронной компонентной базы. Необходимость определяется современными требованиями формирования высокотехнологичного сектора электроники в инновационной экономике страны.

Основные результаты, полученные в 2012 году

1. Анализ свойств алмазоподобных материалов пригодных для создания микромеханических ключей

Наиболее подходящим технологическим методом для получения особо чистых алмазных нанокристаллических плёнок с низкой шероховатостью поверхности является осаждение из СВЧ-плазмы при низких температурах и, возможно, с использованием более сложных, чем известные, газовых смесей типа метан-водород-аргон.

Коэффициент теплопроводности монокристаллического алмаза при комнатной температуре достигает 25 Вт/(см<sup>2</sup>·К), в то время как для кремния данный параметр составляет порядка 1.49 Вт/(см<sup>2</sup>·К), а для меди – порядка 4 Вт/(см<sup>2</sup>·К). Теплопроводность алмазных поликристаллических пленок примерно вдвое хуже теплопроводности монокристаллов алмаза, однако остается рекордной для материалов, обычно используемых в электронике. Уникальными механическими и трибологическими свойствами с точки зрения реализации МЭМС/НЭМС устройств обладают ультрананокристаллические алмазные пленки. По механическим и трибологическим свойствам такие пленки значительно превосходят материалы, обычно используемые в МЭМС/НЭМС устройствах.

Карбид кремния относится к алмазоподобным материалам, свойства которого зависят от порядка чередования наноразмерных слоев. Среди семейства широкозонных материалов карбид кремния

выделяет высокая температура Дебая, характеризующая такой параметр материала как устойчивость к внешним воздействиям. Чрезвычайно ценным качеством SiC является его достаточно высокая теплопроводность, уступающая лишь алмазу, но в несколько раз превосходящая аналогичный параметр у меди. В области силовой, в том числе, быстродействующей электроники наибольший интерес представляют эпитаксиальные структуры на основе карбида кремния. Для микросистемной техники важны такие свойства SiC как твердость и теплопроводность.

В результате анализа критических параметров и режимов эксплуатации микромеханических ключей выявлены основные факторы, приводящие к деградации характеристик и структуры микромеханического элемента:

• Возникновение значительной напряженности электрического поля в управляющем зазоре и разделительном диэлектрическом слое, приводящей к пробое и деградации диэлектрика.

• Влияние температуры на изменение и деградацию механических параметров подвижной структуры микромеханического ключа, часто формируемой на основе пленок металлов (Al, Au), что приводит к «залипанию» подвижного электрода.

• Влияние внешних виброускорений, приводящих к ложному срабатыванию микромеханических ключей.

• Критический саморазогрев структуры при коммутации больших мощностей в условиях вакуумирования и низкого теплоотвода через подвижные элементы микроструктуры ключа.

Уникальные электрические, тепловые и механические свойства алмазоподобных материалов могут быть эффективно использованы для повышения эксплуатационных параметров микромеханических ключей.

Высокие значения модуля упругости пленок на основе алмаза и карбида кремния позволяют реализовать конструкции микромеханических элементов с повышенной виброустойчивостью, а с учетом более низкой плотности материала (по сравнению с металлами), значительно повысить резонансную частоту микромеханической структуры, что позволяет снизить время срабатывания (переключения) микромеханического ключа.

Применение алмазных и алмазоподобных диэлектрических пленок с высоким значением пробивного напряжения позволяет снизить деградационные явления при высоких управляющих напряжениях.

Высокие значения коэффициента теплопроводности структур на основе алмаза и карбида кремния позволяют реализовать конструкции микромеханических ключей с большими токами коммутации. Высокая механическая прочность основы для коммутирующих структур должна снизить механическую деградацию контактных областей.

Тепловая стойкость, низкие температурные коэффициенты теплового расширения и модуля упругости позволяют значительно расширить температурный диапазон эксплуатации микромеханических ключей при использовании в качестве подвижных деформируемых элементов структур на основе алмаза и карбида кремния.

## 2. Разработка технологии микромеханических ключей.

Наиболее важным этапом формирования структуры микромеханического элемента ключа является получение алмазоподобных пленок на инородной изолирующей подложке. Для низкотемпературного синтеза выбраны пленки карбида кремния. В качестве базовой технологии «низкотемпературного» получения карбида кремния было выбрано реактивное ионно-плазменное осаждение. Нанесение слоев осуществлялось в системе, оснащенной высоковакуумной камерой, турбомолекулярным насосом и магнетронными системами распыления. В качестве источника атомно-молекулярного потока использовались: поликристаллическая SiC мишень при распылении в инертном газе аргоне. Пленки SiC получали на различных подложках (Si, SiC, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AlN, SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) с различной кристаллической структурой и ориентацией в диапазоне температур от 20 до 1200 °С. Определено влияние температуры подложки и скорости роста пленок на их структурное и

химическое упорядочение. Так при температуре подложки от 20 до 350 °С образование химических связей обусловлено случайными процессами встраивания адсорбированных атомов. В этом диапазоне температур получены аморфные структуры метастабильной фазы твердого раствора Si – C переменного состава. А в диапазоне температур 350 – 700 °С получены поликристаллические слои SiC. При температурах 700 – 950 °С определяющее влияние начинает оказывать кинетика процессов на ростовой поверхности. В этом диапазоне температур наблюдается образование пленок SiC с упорядоченной кристаллической структурой на монокристаллической подложке.

Пленки SiC, полученные методом ионно-плазменного осаждения, имеют, как правило, высокое значение удельного сопротивления. Высокая концентрация дефектов в пленке определяет низкую подвижность носителей.

Представленные результаты демонстрируют, что метод реактивного ионно-плазменного осаждения представляет определенную альтернативу другим высокотемпературным технологиям нанесения SiC и позволяет использовать его при создании изделий микросистемной техники. Особенно важно, что в условиях реализации композиции SiC-AlN, нитрид алюминия может выполнять функции жертвенного слоя при идеальной кристаллохимической и достаточно хорошей термомеханической совместимости с карбидом кремния.

Получение пленок нитрида алюминия проводилось методом реактивного высокочастотного магнетронного распыления Al в аргоно-азотной газовой смеси на установке вакуумного модуля “Вершина”.

Реализованные параметры осаждения пленок нитрида алюминия:

- Давление газов в рабочей камере при соотношении Ar : N=1 : 1

$P = 3 \cdot 10^{-3}$  мм рт. ст.

- Напряжение смещения на мишени:

$U_{см} = 330$  В

- Температура нагревателя:

$T = 500 \dots 600$  °С ( $I_{н} = 1.7$  А)

Было установлено, что пленки AlN, полученные магнетронным распылением при приведенных параметрах процесса, обладают напряженной структурой. Полученные пленки обладают большим удельным сопротивлением. Измерение показателя преломления пленок AlN на кремнии методом эллипсометрии также свидетельствует о наличии кислорода. Показатель преломления монокристаллического нитрида алюминия – 2,14. Значения показателя преломления полученных пленок находятся в диапазоне 1,85...3,07. Пленки с наилучшей текстурой имеют показатель преломления 1,96...2,26. Более низкий показатель преломления имеют пленки с присутствием кислорода, а более высокий говорит о некотором избытке алюминия.

Полученные пленки необходимой толщины могут быть использованы в качестве жертвенных слоев при реализации микромеханической структуры переключателя на основе пленок карбида кремния.

Одним из ключевых этапов производства механической части микромеханических переключателей является прецизионное формирование упругих элементов подвеса подвижной управляющей обкладки в виде профилированных карбидокремниевых структур.

Для проведения реактивного ионно-плазменного травления пленок SiC использовалась установка с ВЧ магнетронным разрядом. Внутри реакционной камеры расположен ВЧ-электрод (катод), на котором располагаются обрабатываемые подложки. Катод электрически изолирован от металлических заземленных стенок камеры. Для профилирования пленок SiC необходима стойкая маска, выдерживающая длительное и интенсивное воздействие ионных пучков. Применение толстых слоев резиста часто приводит к сильному задубливанию и «перепылению» его на дно и стенки травящейся канавки с образованием сложного полимеризованного слоя. Применение маски на основе пленки Al значительно улучшает качество травления. Медленная скорость травления Al во фторсодержащей плазме связана с образованием нелетучего соединения AlF<sub>3</sub>.

Для контроля травления в этом методе также можно использовать стоп-слои, в связи с селективностью химических реакций по отношению к различным материалам пленок. Так, для профилирования композиции SiC/AlN в плазме фторсодержащих газов (CF<sub>4</sub>, CHF<sub>3</sub>, SF<sub>6</sub>) AlN выступает в качестве стоп-слоя. Остановка плазмохимического травления часто используется в технологии поверхностной микромеханики для травления механических микроструктур до жертвенного слоя, в качестве которого, в нашем случае, выступает пленка нитрида алюминия.

Выбор композиции «карбид кремния–нитрид алюминия» для формирования поверхностных микроструктур обусловлен свойствами SiC как материала для экстремальных условий эксплуатации. Композиция SiC/AlN обладает следующими свойствами:

• кристаллохимическая совместимость, сопряжение кристаллических решёток, возможность формирования гетероэпитаксиальной композиции;

• термомеханическая совместимость (близкие значения температурных коэффициентов расширения);

• тепловая стойкость, высокая теплопроводность подвижных частей, обеспечивающая быстрый отток тепла из механически нагруженных элементов конструкции и исключая дрейф механических параметров;

• механическая стойкость, высокое значение модуля упругости;

• устойчивость объёмной структуры, свойств поверхности и механических частей к неблагоприятным воздействиям среды и перегрузок.

Основные технологические операции формирования поверхностной микроструктуры на основе композиции SiC/AlN с емкостным методом управления подвижной микромеханической структурой представлены на Рисунке 1. Унифицированный процесс включает в себя:

1. подготовка поверхности изолирующей подложки;
2. нанесение металлизации (W), фотолитография для формирования рисунка нижней обкладки;
3. нанесение жертвенного слоя (AlN), фотолитографию для вскрытия окон к контактам нижней обкладки;
4. нанесение рабочего слоя (SiC),
5. фотолитографию для формирования рисунка подвижной обкладки, ПХТ слоя SiC до AlN;
6. нанесение контактной металлизации (Ni), фотолитографию для формирования контактов к обкладкам;
7. удаление жертвенного слоя AlN в растворе ортофосфорной кислоты (полное или частичное), контроль.

Рисунок 1. Типовая последовательность основных технологических операций «поверхностной микромеханики» для формирования микро-механической структуры на основе композиции SiC / AlN



На основе типового технологического процесса формирования микромеханической структуры SiC / AlN была разработана технология для изготовления микромеханических ключей. Разрабатываемая совокупность технологических операций

включала:

• отмытки;

• фотолитографию;

• нанесение композиции из трех слоев металлов Cr/Au(Pt)/V;

• получение слоев нитрида алюминия;

• жидкостное травление металлов;

• получение слоев карбида кремния на слоях нитрида алюминия, нанесенного ранее на подложки;

• избирательное локальное травление слоев карбида кремния по заданному топологическому рисунку;

• избирательное локальное травление или тотальное удаление слоев нитрида алюминия.

На лицевую поверхность подложки наносится композиция из трех слоев металла: Cr/Au/V. Слой Cr обеспечивает адгезию золота к подложке, золото обеспечивает проводимость, ванадий наносится для обеспечения адгезии нитрида алюминия к поверхности золота. Ванадий удаляется на завершающем этапе технологического процесса, обеспечивая разделение металлизации нижнего и верхнего электродов. Проводится фотолитография с последующим жидкостным травлением для формирования топологии нижнего электрода.

Наносится жертвенный слой нитрида алюминия. Метод получения эпитаксиального слоя AlN - магнетронное распыление алюминиевой мишени в среде аргона и азота (50 об. %), ток разряда 0.7 А. При температурах 300 – 450 °С. Скорости роста около 1 мкм/ч. Проводится фотолитография для формирования окон в слое AlN в области якоря и контактов к микрополоску. Травление AlN осуществляется в горячей ортофосфорной кислоте или в растворе KOH (33 %).

Наносится трехслойная композиция металлов для формирования верхнего электрода: V/Au/Cr. Проводится фотолитография с последующим жидкостным травлением для формирования топологии верхнего электрода.

Наносится структурный слой карбида кремния. Метод нанесения - магнетронное распыление. Температура подложки в процессе ~ 600 °С. При этом получают пленки SiC n-типа с удельным сопротивлением порядка ~10 Ом•см. Проводится фотолитография с последующим реактивным ионно-плазменным травлением (РИПТ) в плазме SF6 на установке ВЧ-магнетронного травления для формирования кантилевера. Маской при РИПТ служит слой алюминия, нанесенный поверх слоя SiC. Для SiC, характеризующегося большими энергиями связи кремния и углерода актуальность приобретает реактивное ионно-плазменное травление (РИПТ) со значительным вкладом физического распыления. Основными задачами «сухого» травления является достижение высоких скоростей травления и селективности, большого значения отношения глубины рельефа к боковому подтраву. Для обеспечения текущего контроля глубины травления используется метод

измерения коэффициента отражения зондирующего излучения от поверхности обрабатываемой пластины. Слой AlN выступает как «стоп»-слой, он не травится во фторсодержащей плазме.

Проводится жидкостное травление жертвенных слоев: нитрида алюминия в концентрированной ортофосфорной кислоте при температуре 85 °С и ванадия в растворе перекиси водорода. Финишная отмывка и сушка пластины. Разделение на кристаллы.

Разработанный технологический процесс позволяет изготовить микромеханический ключ на основе пленок карбида кремния в качестве подвижных элементов микромеханической структуры.

3. Разработка технологии наноструктурированных пленок для мемристорных структур.

Нанесения тонких пленок оксида свинца осуществлялось методом ВЧ-магнетронного реактивного распыления (13,56 МГц). Рабочим газом являлась смесь аргона и кислорода в пропорции 76%Ar и 24%O<sub>2</sub>. В качестве мишени использовался порошок PbO<sub>2</sub> (ЧДА), распределенный равномерным слоем по всей поверхности магнетрона.

Последовательность операций, при синтезе конденсаторных структур, следующая: на окисленную поверхность кремния наносился тонкий адгезионный слой титана (~ 30 нм), после чего проводилось напыление нижнего электрода (Pt ~ 150 нм). Осаждение тонкой пленки оксида свинца (~ 1 мкм) проводилось на сплошной слой нижнего платинового электрода. Температура подложек изменялась в пределах 150 - 400 °С. Толщина пленок оксида свинца варьировалась от 200 до 1000 нм.

После нанесения слоя оксида свинца (стехиометрия близкая к PbO<sub>2</sub> подтверждается методом электронной Оже-спектроскопии) осуществлялся отжиг структур в кислородосодержащей среде при температурах 250, 400 и 580 °С. Выбор характерных температур отжига диктовался известным температурным рядом разложения диоксида PbO<sub>2</sub> на воздухе при нагревании [3]. Заключительной стадией являлось нанесение верхних платиновых электродов (d ~ 300 мкм) методом ионно-плазменного осаждения с использованием маски.

4. Исследование наноструктурированных пленок металлооксидов и мемристорных структур на их основе.

Исследование морфологии поверхности, микроструктуры, элементного и фазового состава пленок оксида свинца проводилось с использованием растровой электронной микроскопии, рентгеноспектрального микроанализа, электронной Оже-спектроскопии, технологии остросфокусированного ионного пучка. Непосредственно после нанесения пленки характеризуются столбчатой мелкозернистой структурой с типичным размером зерен ~ 300 нм. Отжиг при температурах 200, 400 и 580 °С приводит к формированию слоев с фазовым составом соответствующим следующим стехиометрическим соотношениям: Pb<sub>12</sub>O<sub>17</sub>, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> и PbO. С ростом температуры отжига происходит увеличение размера зерен. На Рисунке 2 приведены результаты исследования морфологии поверхности пленки толщиной 300 нм при температуре отжига 580 °С

Исследование ВАХ структур Pt-PbO-Pt, полученных при вариации технологических параметров (толщина, температура отжига) и режимов измерения (схема измерения, температура, окружающая среда) убедительно демонстрирует проявление мемристивности (гистерезис, переключение сопротивления).

Рисунок 2. АСМ-изображение (топологический контраст) поверхности пленки оксида свинца (300 нм, 580 °С). Размер: 15 × 15 мкм

ВАХ структур Pt-PbO-Pt (отжиг в кислородосодержащей среде при температуре 580 °С) нелинейны и симметричны (относительно полярности напряжения).

На Рисунке 3 приведена типичная ВАХ (в двойном логарифмическом масштабе) структуры Pt-PbO-Pt прошедшей температурную обработку при 580 °С.

Рисунок 3. ВАХ структуры Pt-PbO-Pt (двойной логарифмический масштаб)

Рисунок 4. Гистерезис ВАХ структур Pt-PbO-Pt

ВАХ спрямляется с несколькими характерными областями, когда участок с линейной (омической) зависимостью  $J$  от  $U$  сменяется зависимостью  $J \sim U^2$ , после чего происходит резкий переход к безловушечному ТОПЗ. Подобный вид ВАХ должен наблюдаться для материала с дискретными ловушечными уровнями в запрещенной зоне материала.

Исследование ВАХ структур Pt-PbO-Pt выявило нетривиальную особенность электронного транспорта, проявляющуюся в отличии ВАХ в зависимости от направления изменения напряжения смещения. Своеобразный гистерезис проявляется для обеих полярностей напряжения смещения. Для примера наблюдаемого эффекта на Рисунке 3 приведены зависимости  $J \sim U$  в «прямом» направлении (плюс на верхнем электроде) при изменении напряжения смещения от нуля до 2,4 В и в обратном направлении. Гистерезис проявляется независимо от пределов изменения напряжения смещения, во всяком случае, до 3,5 В.

Увеличение напряжения смещения существенно изменяет характер наблюдаемых зависимостей. При  $U > U_{\text{крит}}$  происходит переход системы из высокоомного состояния в низкоомное, сохраняющееся при многократном сканировании (Рисунок 5). Изменение полярности напряжения смещения не отражается на характере наблюдаемых закономерностей. В двойном логарифмическом масштабе при увеличении напряжения зависимости спрямляются с двумя характерными областями ( $J \sim U$  и  $J \sim U^n$  где  $n > 2$ ). При обратном ходе зависимость носит квадратичный характер. Обратный перевод системы в высокоомное состояние возможен при смене полярности напряжения смещения и достижении некоторого критического потенциала, то есть структура демонстрирует биполярное поведение.

Таким образом, синтезируемые структуры Pt-PbO-Pt проявляют эффект памяти, управляемый изменением тока через структуру (мемрестивность). Физика явления пока остается непонятной. В принципе, это может быть связано с заполнением ловушечных центров (и как следствие, изменением положения уровня Ферми и проводимости пленки, на что указывает характер ВАХ в этом состоянии), изменением фазового состояния оксида свинца (полиморфный переход  $\text{PbO} \rightarrow \text{PbO}$ ), шнурованием тока, на что указывает S-образность ВАХ, и т. д.

Рисунок 5. ВАХ структуры Pt-PbO-Pt (двойной логарифмический масштаб) при  $U = 3,5$  В (переход из высокоомного состояния в низкоомное)

5. Исследование сверхвысокочастотных свойств нелинейных диэлектриков, управляемых электрическим или магнитным полями

Построена электродинамическая модель, описывающая процесс распространения гибридных электромагнитно-спиновых волн в исследуемой гетероструктуре, найдено соответствующее дисперсионное уравнение. С помощью полученной модели описаны волновые процессы в гетероструктурах феррит-сегнетоэлектрик, проанализированы дисперсионные характеристики и влияние на них различных параметров гетероструктуры. Показано, что управление дисперсионными характеристиками гибридных ЭМСВ, распространяющихся в гетероструктуре, возможно за счет изменения диэлектрической проницаемости сегнетоэлектрического слоя, т.е. структура может эффективно управляться внешним электрическим полем.

Показано, что величина возможной перестройки значительно увеличивается при увеличении толщины пленки феррита и сегнетоэлектрического слоя.

Проведено исследование нелинейного фазового набега и нелинейного затухания электромагнитно-спиновых волн в слоистой феррит-сегнетоэлектрической структуре. Результаты показали, что увеличение входной мощности выше порогового значения приводит к ограничению

переносимой мощности электромагнитно-спиновых волн из-за четырехволновых процессов рассеяния основной волны на волны, далеко отстоящие по частоте от основной волны. При этом наблюдается увеличение потерь, вносимых фазовращателем в СВЧ тракт, что приводит к росту ослабления распространяющегося СВЧ сигнала. Величины этой пороговой мощности сравнительно невысоки. Для спиновых волн, распространяющихся в касательно намагниченных пленках, они составляли около 5 мВт.

Полученные результаты показывают, что при численных расчетах и проектировании нелинейных спин-волновых приборов, содержащих нелинейный сверхвысокочастотный фазовращатель на основе слоистой феррит-сегнетоэлектрической структуры, необходимо учитывать нелинейное затухание спиновых волн.

Теоретические и экспериментальные исследования линейных и нелинейных волновых процессов в гетероструктурах феррит-сегнетоэлектрик позволяют рассчитать рабочие характеристики СВЧ устройств в основе, которых лежит вышеупомянутый электродинамический эффект. На основании теоретической модели может быть создана упрощенная инженерная модель, позволяющая наглядно и достаточно точно рассчитать рабочих характеристик устройств на основе таких гетероструктур.

6. Разработка технологии синтеза тонкопленочных гетероструктур, изготовленных из оксидов металлов

В результате проведенных структурных исследований пленок сегнетоэлектрика, полученных методом ионно-плазменного распыления при различных температурах осаждения, установлено, что температура синтеза пленок оказывает прямое влияние на такие структурные свойства как фазовый состав пленок, ориентация кристаллической решетки пленки относительно подложки, внутренние напряжения в решетке. В данных технологических условиях наилучшими свойствами обладают пленки, полученные при температуре 800°C. Они имеют достаточно совершенную кристаллическую структуру, что оказывает положительное влияние на электрофизические характеристики, в частности на уровень диэлектрических потерь.

Пленки как STO, так и BSTO в структурах феррит/сегнетоэлектрик имеют размытый фазовый переход и демонстрируют аномальную тенденцию к сдвигу максимума зависимости в сторону низких температур при приложении малого управляющего напряжения. Причиной такого аномального поведения температурных зависимостей может быть «встроенный» заряд, локализованный в приэлектродных областях и создающий внутреннее поле в пленке.

Анализ спектров РФС многослойной структуры BST/YIG/GGG показывает, что в поверхностный слой пленки BSTO толщиной  $\approx 0,035$  мкм (при толщине всей пленки 0,4 мкм) является восстановленным. Начиная с этой толщины распределение всех основных компонентов пленки однородно. Из компонентов пленки YIG в пленке BST обнаруживаются лишь следы Y. Область интерфейса на границе BST/YIG составляет  $\approx 0,1$  мкм (при толщине пленки YIG 8 мкм).

Разработаны методы исследования магнитных и диэлектрических свойств полученных структур в широком диапазоне частот и температур.

В результате серии экспериментов было установлено, что до напыления пленок БСТ полуширина линии ферромагнитного резонанса пленок феррита имела величину  $\approx 0,55$  Э, а после напыления –  $\approx 0,5$  Э. Уменьшение величины  $\approx 0,5$  Э было обусловлено термическим отжигом пленки ЖИГ в процессе ВЧ-ионно-плазменного распыления БСТ.

7. Моделирование сегнетоэлектрических СВЧ элементов высокой и средней мощности для ускорительных структур и СВЧ компонентов.

Областью применения новых сегнетокерамических материалов являются адаптивные СВЧ элементы высокой мощности в тюнерах СВЧ источников ускорителей высоких энергий, а также кильватерные ускорительные структуры. Управляемые ускорительные структуры, основанные на кильватерном принципе ускорения, возбуждаются посредством релятивистского электронного пучка. В связи с этим проведен анализ с помощью численного моделирования возбуждения двухслойного волновода, позволяющего реализовать схему управления частотным спектром. В отличие от стандартных

ускорительных структур с диэлектрическим заполнением, в настоящей структуре имеется дополнительный слой керамики (сегнетоэлектрика), помещенный между линейным диэлектриком и металлической оболочкой. Управление спектром в данном волноводе может осуществляться изменением диэлектрической проницаемости сегнетоэлектрика при воздействии на него внешним электрическим полем. Получены расчетные соотношения для кильватерных полей, создаваемых релятивистским электронным пучком в диэлектрико-сегнетоэлектрической управляемой ускорительной структуре.

Анализ поперечного распределения поля проведен в ускорительной структуре цилиндрической геометрии. Доказано относительно малое влияние собственных полей пучка на поле внутри сегнетоэлектрического слоя, что обуславливает возможность стабильного внешнего управления спектром волновода путем статических электрических полей, прикладываемых к дополнительному сегнетоэлектрическому слою. Вариация диэлектрической проницаемости сегнетоэлектрика дает возможность варьировать частотой волновода в пределах  $\pm 7\%$  от центральной частоты кильватерного поля. Увеличение диэлектрической проницаемости и управляемости сегнетоэлектрика ведет, как правило, к увеличению диапазона управляемости частоты.

Помимо изменения базовой частоты ускорительной структуры вариация диэлектрической проницаемости сегнетоэлектрика оказывает значительное влияние на амплитуду возбуждаемого кильватерного поля, причем уменьшение диэлектрической проницаемости ведет к увеличению возбуждаемых полей.

Приведенный выше анализ кильватерных полей в сегнетокерамических волноводах проведен для волноводов цилиндрической геометрии. В то же время, в последнее время в ряде случаев рассматриваются также прямоугольные в сечении структуры с диэлектрическим заполнением. Это вызвано как технологическими сложностями изготовления цилиндрических структур с высокими требованиями к допускам на геометрические параметры и однородность диэлектрической проницаемости заполнения вдоль структур, так и возможным использованием для генерации плоского электронного сгустка. Прямоугольные структуры могут быть использованы для тестовых экспериментов при анализе новых ускорительных схем и для изучения свойств материалов, перспективных для высоких темпов ускорения и импульсного нагрева структуры (алмаз, сапфир).

В настоящее время производится перспективная разработка и анализ управляемых волноводов с сегнетоэлектрическими слоями прямоугольной геометрии, обеспечивающих ряд технологических преимуществ в изготовлении, по сравнению с цилиндрическими волноводами. В рамках настоящего проекта разработана методика расчета кильватерных полей в прямоугольных волноводах, при этом использован подход на основе разложения кильватерных полей по собственным функциям поперечных операторов компонент электрических и магнитных полей, позволяющий провести унификацию методов анализа кильватерных полей для структур различных геометрий.

В ходе выполнения работы был проведен электродинамический анализ диэлектрических структурах на основе полученных аналитических выражений для компонент электромагнитного поля. С использованием аналитических выражений были рассчитаны зависимости кильватерного ускоряющего поля от параметров волновода.

Из полученных зависимостей следует, что максимальное значение ускоряющего поля достигается при наименьших значениях радиуса внутреннего вакуумного канала волновода. В то же время радиус канала ускорительной структуры не может быть сделан сколь угодно малым в связи с необходимостью транспортировки в нем электронного сгустка значительного заряда (до 100 нКл).

Уменьшение диэлектрической проницаемости заполнения волновода ведет к росту амплитуды кильватерного поля. Из высокодобротных материалов, традиционно используемых для создания ускорительных структур (кордиерит:  $Q=4.76$ , форстерит:  $Q=6.8$ , алмаз:  $Q=5.7$ ,  $Al_2O_3$ :  $Q=9.8$ ) максимизации поля наилучшим образом отвечает кордиерит.

Из частотных зависимостей поля видно, что на частотах до 30 ГГц амплитуда кильватерного поля

незначительно возрастает, на частотах выше 30 ГГц имеет место существенное спадание амплитуды.

Таким образом, в качестве оптимальных параметров для ускорительной структуры могут быть выбраны:  $\beta = 4.76$  (материал кордиерит),  $R_c = 0.3$  см,  $f = 30$  ГГц.

Для соответствия исходно указанному в заявке на данный проект рабочему частотному диапазону вблизи 10 ГГц выбраны параметры управляемой ускорительной структуры  $\beta = 6.8$  (материал форстерит),  $R_c = 0.479$  см,  $R_d = 0.699$  см,  $R_w = 0.749$  см, частоты преобладающих возбуждаемых мод  $f_1 = 7.8$  ГГц,  $f_2 = 14.1$  ГГц.

Представленные в отчете результаты демонстрируют успешность подстройки рабочей частоты и возможность максимизации кильватерного поля, создаваемого тестовым пучком в управляемой кильватерной структуре путем изменения ее рабочей температуры.

8. Исследование сегнетоэлектрических композитных материалов методами магнитного резонанса.

При разработке методического обеспечения исследования свойств керамики на основе BST сегнетоэлектрика методами магнитного резонанса на имеющемся комплексе магнитно-резонансной аппаратуры использованы следующие основные моменты:

В исследовании кубических, а также аксиальных и ромбических компонент локального кристаллического поля сегнетоэлектриков нашли широкое применение методы магнитного резонанса, такие как методы электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и метод Мёссбауэра. Так, с помощью метода ЯМР и метода Мёссбауэра до настоящего времени измерялись квадрупольные расщепления (обращающиеся в нуль в кубическом окружении), хотя при ядерном спине  $I > 3/2$  в принципе можно наблюдать ядерные расщепления более высоких порядков. Известные на сегодняшний день результаты применения методов магнитного резонанса для структурных исследований сегнетоэлектриков показали, что метод ЭПР превосходит методы ЯМР и Мёссбауэра.

Хотя большинство известных сегнетоэлектриков не обладает электронным парамагнетизмом, использование метода ЭПР для исследования структуры сегнетоэлектриков является весьма привлекательным из-за высокой чувствительности, быстроты и уникальной информативности метода.

Для эффективного использования метода ЭПР при исследовании сегнетоэлектриков, не обладающих парамагнетизмом, необходимо, следовательно, искусственно вводить (допировать) парамагнитные центры в их решетку.

Наиболее удобными магнитными ионами, используемыми в данном случае в качестве зондов, являются, очевидно, те, которые меньше всего искажают окружение и имеют достаточно большие спиновые квантовые числа  $S$ , для которых наблюдаются расщепления при высокой, а также и при низкой симметрии. Возможно, что наиболее подходящими (хотя использовались и многие другие) являются ионы с наполовину заполненными  $d$ - или  $f$ -оболочками, а именно  $3d^5$ :  $\text{Cr}^+$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  с  $S = 5/2$  или  $4f^7$ :  $\text{Eu}^{2+}$ ,  $\text{Gd}^{3+}$ ,  $\text{Tb}^{4+}$  с  $S = 7/2$ ; при этом окончательный выбор зависит от положения в решетке, размера и валентности замещаемого катиона. Все эти ионы имеют орбитально-невырожденные основные состояния ( $L = 0$ ) и не вызывают дополнительных искажений в решетке, которые могут иметь место при  $L \neq 0$ , например, в результате эффекта Яна — Теллера. При этом наблюдаются большие времена спин-решеточной релаксации, что позволяет легко проводить исследования структурных изменений в очень широком температурном интервале.

Довольно часто в номинально чистых материалах уже имеется достаточная концентрация ( $\sim 10^{-4}$  -  $10^{-5}$ ) ионов  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Mn}^{2+}$  и допирование не является необходимым. Следует иметь в виду, что слишком большая концентрация дефектов вызывает магнитные дипольные взаимодействия и, следовательно, чрезмерное уширение резонансных линий, что в свою очередь, мешает проведению точных измерений.

Парамагнитные центры в сегнетоэлектриках можно также создать в виде дефектов, получающихся при облучении кристалла рентгеновскими лучами или  $\gamma$ -квантами. Этот метод чаще

применялся к сегнетоэлектрикам с водородными связями. Обычно облучение создает молекулярный ион при захвате электрона, что эквивалентно взаимодействию неспаренного электрона ( $S = 1/2$ ) со спином соседнего ядра I.

Метод ЭПР применим к решению обширного ряда задач в физике конденсированных сред, в частности, сегнетоэлектрической керамики на основе BST, поскольку позволяет детектировать малые содержания парамагнитных примесей в диамагнитных материалах; определять точечную симметрию парамагнитного иона, в частности, различать позиции внедрения и замещения; легко различать ионы различных элементов; определять валентное состояние иона; измерять концентрацию парамагнитной примеси, а также относительное содержание различных парамагнитных примесей или различных валентных состояний определенной примеси в данном веществе; в ряде случаев устанавливать степень упорядоченности, эффекты деформации в кристаллах и др.

Кроме парамагнитных примесей в естественном состоянии с помощью ЭПР возможно исследование и диамагнитных ионов, переводимых в парамагнитное состояние посредством облучения (гамма, рентгеновское, ультрафиолетовое и др.).

9. Разработка методики определения кристаллографической ориентации монокристаллов по Лауэ-методу.

Предметом контроля является монокристалличность, то есть отсутствие «лишних» кристаллитов, разориентированных относительно основного кристалла сверх заданного предела, и величина отклонения ориентации основного кристалла от заданной.

На имеющих плоскую поверхность образцах малого размера такие измерения могут с высокой точностью выполняться на дифрактометрах общего назначения в характеристическом излучении. Но исследование крупных образцов, или контроль участков поверхности отливок сложной формы вызывает затруднения. Поэтому уже несколько десятилетий предпринимаются попытки возврата к съёмкам по методу Лауэ (с использованием новых детекторов и компьютерной обработки результатов).

В результате интерференции рентгеновские лучи в кристалле распространяются только в тех направлениях, в которых разность хода двух волн, рассеянных соседними атомами, составляет целое число длин волн. В этих направлениях они имеют одинаковые интенсивности.

Условие, которому должны удовлетворять направления дифракционных лучей  $\theta$ , связывает расстояние между атомами  $a$ , длину волны излучения  $\lambda$  и угол падения лучей  $\theta_0$  (Рисунок 5), и называется условием Лауэ. Для атомного ряда условие Лауэ выглядит следующим образом:

$$a (\cos \theta - \cos \theta_0) = p \lambda; \quad (1)$$

Оно позволяет определить направления всех дифрагированных атомным рядом лучей как  $\cos \theta = \cos \theta_0 + p (\lambda/a)$ , где  $p = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$

Целое число  $p$ , равное разности хода лучей (в длинах волн), рассеянных соседними атомами, характеризует дифракционное направление и называется индексом дифракции. Общее число направлений определяется соотношением между  $\lambda$  и  $a$ ; правая часть равенства должна оставаться меньше единицы. Соотношение  $\lambda/a < 2$  является условием существования дифракционного эффекта.

Рисунок 6. Схема к выводу условия Лауэ

Совокупность всех направлений с дифракционным индексом  $p$  образует конус, осью которого является атомный ряд, а угол полураствора равен  $\theta$ .

Для получения дифракции от трехмерной системы необходимо добиться таких специальных условий, при которых осуществлялось бы пересечение по одной прямой всех трех конусов. Одним из таких условий является определенное значение длины волны  $\lambda$ , при которой все три условия Лауэ выполняются одновременно. Другим дополнительным условием может являться изменение ориентации решетки относительно падающего луча, т.е. изменение значений углов

Таким образом, трехмерная решетка дает дифракционный эффект лишь при соответствующем подборе длин волн или ориентаций решетки. Целые числа  $pqr$  называются индексами дифракционного луча. Одновременное удовлетворение трех условий Лауэ определяет как направление луча, дифрагированного трехмерной системой атомов, так и положение решетки в момент возникновения луча или длину волны этого луча.

Рисунок 7. Интерференционные конусы при рассеянии трехмерной системой атомов.

Выражение, связывающее эти три параметра (угол падения луча, межплоскостное расстояние и длину волны), называется уравнением Брэгга-Вульфа:

$$2dhkl \sin \theta = n\lambda, \quad (2)$$

где  $n$  – порядок отражения,  $n = 1, 2, 3, \dots$ ;  $hkl$  - индексы плоскости с межплоскостным расстоянием  $d$ , от которой отражается дифракционный луч с индексами  $pqr$ . Эти параметры связаны между собой простыми выражениями:  $p = nh$ ,  $q = nk$ ,  $r = nl$ .

Процесс получения лауэграмм.

Полихроматический рентгеновский пучок от источника излучения проходит через узкий коллиматор (диаметром от 0.2 до 2 мм) и падает на неподвижный кристалл. Таким образом, углы между падающим пучком и сериями атомных плоскостей остаются неизменными. Дифракция осуществляется за счет того, что в спектре первичного пучка имеется непрерывный набор длин волн. Каждая серия плоскостей отражает лучи лишь тех длин волн, которые удовлетворяют уравнению Брэгга-Вульфа (2) при данном угле  $\theta$ .

Рентгенограммы, полученные методом прямой съемки, обычно называют собственно лауэграммами, а методом обратной съемки – эпиграммами (Рисунок 8). Другими словами, лауэграммы являются рентгенограммами «на прохождение» и используются для исследования, в основном, маленьких ограненных или неограненных кристаллов. Эпиграммы являются рентгенограммами «на отражение» и применяются для крупных или сильно поглощающих кристаллов, а также для определения ориентировки различных доменов в одном кристалле.

а б

Рисунок 8. Схемы прямой (а) и обратной (б) съемки по методу Лауэ.

Кристалл должен быть закреплен на гониометрической головке или манипуляторе так, чтобы иметь возможность юстировочных поворотов в трех перпендикулярных направлениях в широком диапазоне углов. Так, в известной камере РК ОП для съемки лауэграмм и рентгенограмм качания диапазон поворота  $\psi$  вокруг горизонтальной оси (направление первичного пучка) составляет от  $-10$  до  $120$  градусов, диапазон поворота  $\omega$  вокруг вертикальной оси составляет от  $0$  до  $40$  градусов, а держатель кристалла может совершать полный оборот  $\phi$  вокруг своей оси (Такие повороты для выведения необходимого кристаллографического направления на первичный пучок или на ось вращения кристалла с целью получения ориентированной лауэграммы, которую можно использовать для анализа симметрии и метрики решетки кристалла. Поскольку точность определения ориентации кристалла по лауэграмме не превышает  $1$  углового градуса, то точность юстировочных поворотов должна иметь тот же порядок.

Регулировать набор пятен на рентгенограмме можно режимом работы рентгеновской трубки или выбором излучения. В первом случае количество пятен и их интенсивность увеличивается с увеличением напряжения на трубке, поскольку коротковолновая граница спектра зависит от приложенного напряжения. Во втором случае можно изменять плотность пятен на лауэграмме в зависимости от исследуемого материала и конкретной задачи.

С использованием разработанной методики могут исследоваться кристаллы с объемноцентрированной кубической, гранецентрированной кубической и «алмазной» решёткой. Ограничение на тип решётки носит принципиальный характер и связано с величиной телесного угла, в котором лежат регистрируемые нормали к отражающим плоскостям кристалла. Этот угол примерно соответствует единичному треугольнику «100-110-111» кубической системы. При любой



ориентации кристалла получаемой в одной съёмке информации достаточно для полного определения пространственного положения всех кристаллографических осей. Кристаллы более низких сингоний таким свойством не обладают.

Основная задача методики – измерение отклонения заданной оси  $[hkl]$  от нормали к плоскости шлифа. Может выполняться полное определение ориентации (в результате расчета получается матрица ориентации трёх взаимноперпендикулярных кристаллографических осей в приборной системе координат).

Программное обеспечение, созданное для реализации методики, решает задачу автоматического распознавания лауэ рефлексов на эпиграмме, определения их координат и преобразования эпиграммы в стереографическую проекцию. Начальное совмещение экспериментальной стереограммы с фрагментом стандартной стереограммы кубического кристалла выбранного типа производится в диалоге с оператором. «Повороты» стандартной сетки относительно трёх координатных осей осуществляются путём пересчёта сферических координат всех узлов сетки. Когда лауэ узоры совпали, это означает, что индексы  $hkl$  зарегистрированных рефлексов определены. Параметры оптимального совмещения для всей совокупности пар пятен программа находит автоматически. Отслеживаются повороты системы координат, связанной со стандартной сеткой, относительно приборной системы координат  $XYZ$ , и положение трёх кристаллографических осей монокристалла выдаётся в форме матриц направляющих косинусов.

Оператор в большинстве случаев может сразу распознать характерное расположение рефлексов и подвести соответствующий фрагмент теоретической стереограммы к экспериментальной стереограмме. Но из-за того, что центральная часть стереограммы занята отверстием для коллиматора первичного пучка, и на стереограмме присутствуют части двух (или большего числа) единичных треугольников, нужный фрагмент узора иногда приходится находить методом проб и ошибок.

Для определения разориентировки субзёрен требуется, чтобы перемещение образца от одной точки съёмки к другой выполнялось строго поступательно, без угловых перемещений. Согласно оценкам [4], при совмещении 15 20 пар узлов экспериментального лауэ узора с теоретическим средняя ошибка для пары совмещаемых узлов составляет порядка  $0,2 \cdot 10^{-6}$ . Это характеризует точность определения координат рефлексов при обработке лауэграммы. Сама процедура финишного автоматического совмещения узоров совершается с воспроизводимостью около одной десятой градуса. Совмещение выполняется с использованием симплекс метода: четыре параметра (три угла поворота вокруг осей  $X, Y, Z$  и расстояние образец плоскость детектора) варьируются с малыми приращениями на трёх уровнях.  $34=81$ ; на каждом шаге для 81 варианта вычисляется сумма «невязок» во всех совмещаемых парах узлов. Выбирается тот вариант, при котором суммарная ошибка наименьшая, и его помещают в центр плана для следующего итерационного шага.

Требования к проведению измерений. Ось первичного пучка должна быть перпендикулярна плоскости детектора. Это обеспечивается допусками на изготовление и сборку коллимационного узла установки. Ось первичного пучка также должна быть перпендикулярна плоскости координатного стола. С помощью съёмок эталонного монокристалла (например, образца фтористого лития, у которого верхняя и нижняя поверхности являются сколами по плоскости спайности) систематическую погрешность из-за отклонения пучка от нормали к плоскости стола можно сделать не более 0,2 градуса. Расстояние образец детектор должно выставляться с ошибкой не более  $\pm 5\%$  (при этом программа обработки справляется с уточнением расстояния).

Проект 2.1.3. Проведение НИКОР и решение комплексных проблем по приоритетному направлению "Технологии новых и возобновляемых источников энергии и энергосбережения" на базе профильной научно-образовательной платформы

Целями выполнения проекта являются проведение прикладных исследований для решения комплексных проблем по развитию научно-образовательной платформы «Технологии новых и

возобновляемых источников энергии и энергосбережения» в областях:

- создания и исследования адаптивных и интеллектуальных энергоэффективных двигателей транспорта, энергосберегающих электроприводных систем и высокочастотных электротехнологий;
- создания исследования эффективных преобразователей солнечной энергии, химических источников питания, новых видов источников питания и комбинированных систем энергообеспечения.

Основные результаты, полученные в 2012 году при реализации проекта по первому направлению.

1. В области создания и исследования адаптивных и интеллектуальных энергоэффективных двигателей и систем торможения колес наземных и воздушных транспортных средств:

- выполнен обзор и анализ научно-технической и патентной литературы. В результате аналитического обзора зарубежных и отечественных достижений в области создания новых видов адаптивных и интеллектуальных энергоэффективных двигателей, построенных на базе асинхронных электрических машин с короткозамкнутым ротором; основ энергосберегающих систем управляемых электроприводов со статическими преобразователями процессорным управлением, энергоэффективных алгоритмов векторного и скалярно-релейного управления силовыми ключами преобразователей частоты; компьютерных моделей, конструктивных решений и алгоритмов управления высокочастотным прецизионным нагревом крупногабаритных деталей при пайке. Показаны, что цель и задачи подпроекта являются актуальными и вносят вклад в развитие приоритетных направлений развития науки, техники и технологий РФ и модернизации и технологического развития экономики России в областях транспортных систем, эффективности и энергосбережения, а также в развитие критических технологий создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта.

- разработан новый вид энергоэффективного (с возвратом энергии торможения на автономный источник транспорта) электромеханический двигатель, построенный на базе асинхронной машины переменного тока с короткозамкнутым ротором. Решена проблема поддержания генераторных режимов асинхронной электрической машины в широком (более 100) диапазоне изменения ее рабочих скоростей, которая в настоящее время является главным препятствующим фактором, ограничивающим широкое использование асинхронной машины с короткозамкнутым ротором в условиях, предъявляющих к ней требования гибкого управления режимами торможения, тогда как асинхронная машина с короткозамкнутым ротором является наиболее надежной и нетребовательной в эксплуатации и одновременно наименее дорогостоящей из серийно производимых видов электрических машин.

На основе выполненных исследований разработана функциональная схема энергообратимого электромеханического двигателя, построенного на базе асинхронной машины с короткозамкнутым ротором, в которой режимы генераторного торможения в широком диапазоне скоростей стабильно поддерживаются специально разработанным управляемым источником реактивной энергии.

Предложены и исследованы несколько схем управляемых источников реактивной энергии, основанных на принципе управляемого подключения ступенчатых и бесступенчатых источников реактивной энергии.

Разработаны полупроводниковые схемы ступенчатого и бесступенчатого управления источниками реактивной энергии.

Проведен сравнительный анализ разработанных управляемых источников реактивной энергии по критериям достижимых диапазонов регулирования тормозных режимов асинхронных машин с одновременным рекуперированием энергии торможения различных видов автономных источников электроэнергии двигателей, в том числе выполненных с применением ионисторов.

- проведены комплексные исследования функциональной схемы энергообратимого электромеханического двигателя, построенного на базе асинхронной электрической машины с

короткозамкнутым ротором и управляемым источником реактивной энергии на базе действующего компьютеризированного исследовательского комплекса с макетом подвески транспортного колеса с энергоэффективным двигателем, выполненным на базе асинхронной электрической машины с короткозамкнутым ротором с управляемой схемой емкостного возбуждения, и управляемым электромеханическим устройством нагружения, выполненным на базе электрической машины постоянного тока и измерительной платформы;

- разработана эскизная и схемотехническая документация экспериментального образца подвески транспортных колес с энергоэффективным электромеханическим двигателем, построенным на базе асинхронной электрической машины с короткозамкнутым ротором, с управляемой схемой емкостного возбуждения;

- проведены комплексные исследования в области энергоэффективных систем управления электроприводами на базе комплекса для научных исследований, содержащего электрические машины, силовые ключи, радиаторы, драйверы, программные среды компьютеры, материалы для несущих конструкций, осциллографы, контрольно-измерительные приборы, органы управления и индикации, защитную и коммутационную аппаратуру;

- оптимизация конструкции индукционной системы для пайки бериллиевых тайлов на ППС ИТЭР высокочастотных электротехнологий с помощью измерительного комплекса для контроля высокоскоростного нагрева ТВЧ при пайке бериллиевых тайлов на ППС ИТЭР, в составе: тепловизор, пирометр, система сбора информации с датчиков на ПК.

2. В области энергосберегающих электроприводных систем переменного тока и статических преобразователей систем электродвижения кораблей и судов получены следующие результаты:

- проведен обзор мировых и отечественных достижений в области создания энергоэффективных, высокоточных и быстродействующих электроприводов с вентильным двигателем, как основного элемента автоматизации и интенсификации технологических процессов и систем управления. Основная тенденция развития не только вентильного, но и любого другого электропривода заключается в существенном усложнении функций, выполняемых электроприводом (ЭП) и законов движения рабочих органов при одновременном повышении требований к точности выполняемых операций. Это неизбежно ведет к усложнению управляющей части ЭП и использованию в ней средств вычислительной техники, что стимулирует развитие микропроцессорных регуляторов и быстродействующих алгоритмов управления для ЭП.

- проведена классификация способов управления синхронными двигателями. В общем случае можно выделить три способа управления синхронным двигателем с постоянными магнитами: скалярное управление, векторное управление и управление в режиме ослабления поля.

- разработана структура привода с векторным управлением на базе синхронной машины с постоянными магнитами, в которой задание тока статора по оси  $d$  формируется регулятором скорости, а для оценки положения полей машины используется датчик положения ротора. В случае синхронной машины с постоянными магнитами необходимо устанавливать ток по оси  $d$  равным нулю для поддержания максимального момента и минимизации потребляемой мощности.

- разработана структурная схема привода с векторным управлением и режимом ослабления поля на базе синхронной машины на постоянных магнитах. Управление в режиме ослабления поля позволяет расширять диапазон регулирования скорости за счет управления полем машины (аналогично режиму ослабления поля у машины постоянного тока). Используется совместно с векторным управлением, при этом контур регулирования тока по оси  $d$  подключается в области ослабления поля (при работе на частотах выше номинальной).

- проведена классификация способов управления по характеру вращения вектора потока статора на непрерывное управление (с синусоидальной формой тока статора) и дискретное управление.

- по результатам исследования разработано программное обеспечение для дискретного управления синхронным двигателем. Программа реализована с использованием набора стандартных библиотек

Texas Instruments, а именно библиотеки IQMath и DMCLib.

- разработан проект макета на базе процессора с ЦОС TMS320F28035 и силовой платой Atmel MC300 для исследования трехфазного синхронного электромеханического преобразователя (ЭПСД) с постоянным магнитом на роторе и тремя фазами обмотки статора.

- в соответствии с функциональной схемой стенда и основываясь на том, что усилитель мощности реализован в виде АИН, с симметричной синусоидальной ШИМ, разработано математическое описание ЭПСД.

- на основании математического описания была составлена рабочая модель ЭПСД со скалярным управлением в программе Simulink

- разработана структурная схема векторного управления ЭП с ВД.

- на основании математического описания была составлена рабочая модель ЭПСД с векторным управлением.

- разработана система управления энергоэффективным преобразователем частоты. Конструктивно система управления преобразователем частоты выполнена в форме двух плат: аналоговой и цифровой:

- аналоговая плата – на данной плате предусмотрены:

Питание цифровой части системы управления 5 В, 3.3 В, 2.5 В.

Возможность подключения и преобразование уровней входных сигналов тока и напряжения с аналоговых датчиков ПЧ, к уровням входов АЦП,

Управление силовыми контакторами преобразователя частоты,

Интерфейс с силовой частью ПЧ,

Защиту от включения преобразователя частоты в нештатном режиме.

Приведение сигналов энкодера к ТТЛ уровням.

Разъемы для подключения внешних датчиков и устройств выполнены в виде съемных винтовых клемм.

Подключение к цифровой плате и блоку драйверов осуществляется при помощи плоского кабеля.

- цифровая плата – на данной плате предусмотрены:

Микроконтроллер TMS320F28027 семейства Piccolo TMS320 для реализации алгоритмов управления преобразователем частоты. Данным контроллером будет выполняться программа реализующая пользовательский алгоритм управления ПЧ. С аналоговой платы мы имеем возможность завести на этот контроллер: до 16 сигналов с датчиков или иных аналоговых источников сигналов, до 20 дискретных вводов выводов с возможностью гибкой конфигурации подключения. Микроконтроллер AT90CAN128 семейства AVR для реализации защит от нештатных ситуаций. Данный микроконтроллер будет иметь программу недоступную для пользователя, реализующую защиту от некорректного управления приводом, а так же производить контроль правильности действий оператора. Кроме того на микроконтроллер возложена задача местной визуализации основных параметров привода.

Знакосинтезирующий ЖКД - WH1602C-YGH-CT для местной визуализации параметров и режимов работы преобразователя частоты.

Программируемая логическая матрица Xilinx XC2S50-5PQ208I необходимая для гибкой конфигурации сигналов на плате, а так же для разработки быстрых цифровых автоматов используемых при реализации алгоритмов управления преобразователем частоты. Так же на ПЛИМ возложены определенные функции защиты от некорректной работы оператора.

Цифровые интерфейсы CAN 2.0b, RS-232, RS485, USB-Slave, с возможностью подключения к обоим микроконтроллерам.

Схемная реализация платы позволяет оперативно прошивать и отлаживать программы микроконтроллеров и конфигурацию ПЛИС.

Для привлечения внимания оператора предусмотрен звуковой пьезоизлучатель.

Для решения исследовательских задач, на проектируемом стенде была поставлена задача синтеза специализированного ШИМ генератора для реализации 3-фазной векторной ШИМ со следующими

требованиями:

Независимое управление обоими фронтами (включения и выключения) каждого из шести ключей моста.

Возможность динамического изменения несущей частоты ШИМ.

ШИМ генератор был разработан в виде конфигурации ПЛИС для платформы FPGA Xilinx в среде WebPack ISE. ШИМ генератор представляет собой логический блок .

Проведен обзор алгоритмов цифровой диагностики неисправностей и аварийных режимов работы электродвигателей переменного тока и преобразователей частоты.

3. В области промышленных энергосберегающих высокочастотных электротехнологий индукционного нагрева и крупногабаритных деталей при пайке получены следующие результаты:

- разработаны компьютерные электрические и тепловая модели процесса пайки бериллиевых пластин на панели передней стенки (ППС) ядерного реактора, разрабатываемого по международному проекту ИТЭР. Данное исследование предпринято с целью оценки возможности применения нагрева токами высокой частоты для пайки бериллиевых тайлов на биметаллическую основу пальцев панелей первой стенки ИТЭР с заданными скоростями нагрева и требованиями по равномерности нагрева. Исследования проводились на цифровых моделях.

- рассматривались два способа нагрева – бесконтактный индукционный нагрев и прямой нагрев на высокой частоте. При этом оценивались равномерность нагрева по поперечному сечению для каждой детали, входящей в конструкцию, время нагрева и необходимая для нагрева мощность.

Для получения этих данных разработаны двумерные электротепловые модели, которые имеют высокую производительность и позволяют проводить оптимизацию параметров системы нагрева

- оценивалось влияние струбцин, предназначенных для фиксации тайлов перед пайкой, а также неравномерность нагрева на торцах конструкции (краевой эффект).

Для этих задач разработаны трехмерные электротепловые модели, позволяющие проверить ряд конструктивных решений, влияющих на равномерность нагрева пальца ППС и выработать рекомендации по построению макета для проведения физических экспериментов по нагреву и пайке тайлов.

В рамках подпроекта для проведения комплексных исследований разработано и изготовлено (или закуплено) следующее уникальное оборудование:

- кафедрой САУ закуплен автоматизированный электромеханический нагрузочный испытательный комплекс для проектирования и полунатурного исследования адаптивных энергоэффективных движителей транспортных колес (рисунок 1.1).

Комплекс предназначен для проектирования и отладочных испытаний электромеханических движителей транспортных колес, выполненных на базе асинхронных электрических машин с управляемыми источниками реактивной энергии возбуждения, в которых управление поддерживает генераторные режимы асинхронной машины в широком диапазоне изменения угловых скоростей и нагрузок, и обеспечивает режимы нагрузки, имитирующие тормозной момент колес.

Комплекс состоит:

- электромеханический нагрузочный испытательный стенд – 1 шт.;
- электрический шкаф управления и автоматизации – 1 шт.;
- компьютерный дисплейный информационно-вычислительный и управляющий пульт с предустановленным специализированным программным обеспечением (КДИВУП) – 1 шт.;

Рисунок 1.1 - автоматизированный электромеханический нагрузочный испытательный комплекс для проектирования и полунатурного исследования адаптивных энергоэффективных движителей транспортных колес

Межотраслевой лабораторией МОЛ СЭТ измерительный комплекс для контроля высокоточного нагрева токами высокой частоты при пайке бериллиевых тайлов на ППС ИТЭР в составе: тепловизор, пирометр, компьютерная система сбора информации с датчиков.

Кафедрой РАПС закуплены комплектующие изделия для стендов: микроконтроллер с ЦОС TMS320F28035 в составе отладочной платы TMDXDOCK28035; Силовая плата Atmel MC300; Двигатель 42BLS01-001 со встроенными датчиками Холла; Источник питания 12 В; Персональный компьютер с Code Composer Studio (рисунки 1.2, 1.3)

Рисунок 1.2 – частотный электропривод с синхронным двигателем малой мощности

-

Рисунок 1.3 - учебно-исследовательский стенд лаборатории управления быстрыми процессами - кафедрой ТОЭ закуплена универсальная контрольно-измерительная платформа NI ELVIS II с набором виртуальных приборов – измерительных устройств, разработанных в среде Lab-VIEW, сопряженная с компьютером (рисунок 1.4).

Рисунок 1.4 - Контрольно-измерительная платформа NI ELVIS II

На рисунке 1.5 показано использование платформы NI ELVIS II с макетной платой «Обратного маятника» (кафедра САУ)

Рисунок 1.5 - Использование платформы NI ELVIS II с макетной платой «Обратного маятника»

Основные результаты, полученные в 2012 году при реализации проекта по второму направлению.

Согласно календарному плану 2012 года работа проводилась в два этапа.

На 1 этапе работы был проведен анализ научно-технической литературы по следующим пяти направлениям исследований:

- преобразователи солнечной энергии с улучшенными эксплуатационными характеристиками и эффективностью;
- новые высокоёмкие химические источники питания на основе водородных топливных элементов;
- новые виды источников питания на основе преобразования электромагнитного излучения различных диапазонов (кроме солнечной энергетики);
- комбинированные системы энергообеспечения, сочетающие различные принципы преобразования и накопления энергии для применения в различных областях техники;
- высокоэффективные энергосберегающие технологии на основе технологии карбидокремниевых приборов.

На втором этапе работы:

- проведен анализ патентной литературы по вышеперечисленным направлениям исследований;
- осуществлена закупка специализированного программного обеспечения для моделирования преобразователей на основе МЭМС технологий и монохроматора для исследования оптических характеристик солнечных элементов;
- проведено исследование физических основ функционирования, моделирование преобразователей солнечной энергии, химических источников питания, новых видов источников питания и комбинированных систем энергообеспечения.

В каждом из вышеперечисленных пяти направлений исследований проводимых в различных структурных подразделениях (кафедры КЭОП, МНЭ, ФЭТ, НОЦ ЦМИД, НОЦ НТ) факультета электроники СПбГЭТУ, полученные следующие научные результаты:

1. В направлении фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии с улучшенными эксплуатационными характеристиками и эффективностью получены следующие научные результаты:

1.1. Компьютерное моделирование работы солнечных элементов по программе AFORS-HET позволило оценить возможности повышения эффективности преобразования солнечных элементов при варьировании различных параметров.

- Проведенный расчет показал 58% прирост эффективности солнечных элементов при применении слоев ZnO с оптимальной морфологией поверхности: 9.8% за счет эффекта захвата света и 44% за счет антиотражающего действия в коротковолновой области. В дальнейшем необходимо проведение диффузного рассеяния пленок оксида цинка с целью оптимизации технологии их получения.

- Добавление второго каскада на основе микрокристаллического кремния дает 48% прирост эффективности поглощения излучения по сравнению с однокаскадной структурой на основе аморфного кремния. Добавление третьего каскада на основе кремний-германиевого сплава теоретически может улучшить эффективность использования солнечного спектра на 34% по сравнению с двухкаскадной структурой на основе аморфного и микрокристаллического кремния.

- Применение промежуточного отражающего слоя, обеспечивающего разделение коротковолновой и длинноволновой частей спектра в микроморфном солнечном элементе должно позволить значительно увеличить эффективность поглощения, уменьшив при этом толщину используемых слоев.

- Результаты моделирования позволили показать влияние качества собственного слоя a-Si:H, т.е., сделать вывод о необходимости минимизации концентрации дефектов в пленке собственного аморфного кремния.

1.2. Результаты спектрального исследования пленок аморфного гидрогенизированного кремния разной толщины (20, 50, 100, 200 нм) и состава (i-Si:H, i-Si<sub>1-x</sub>C<sub>x</sub>:H и p-Si<sub>1-x</sub>C<sub>x</sub>:H) на стеклянных подложках методами оптической спектроскопии.

Основные результаты спектральных исследований сводятся к следующему.

- Модифицированный метод ПВО позволяет измерять спектры ИК поглощения пленок на основе кремния с толщиной от 20 нм, нанесенных на стеклянные подложки.

- Конфигурация водородных связей в исследованных слоях a-Si:H и p-a-Si<sub>1-x</sub>C<sub>1-x</sub>:H не зависела от толщины.

- Исходя из величины микроструктурного фактора  $R=0,17$ , можно предсказать повышенную деградацию слоев a-Si:H под действием света.

- Свойства буферных пленок i-a-Si:C:H зависят от толщины исследуемого слоя.

- Уменьшение оптической ширины запрещенной зоны в слоях аморфного гидрогенизированного кремния с собственным типом проводимости наблюдается в слоях меньшей толщины вследствие уменьшения концентрации водорода за счет его эффузии в процессе осаждения.

- Увеличение оптической ширины запрещенной зоны в буферных слоях и слоях p-типа разной толщины достигается путем увеличения концентрации углерода в слоях аморфного гидрогенизированного кремния.

1.3. Разработка методики снятия вольт-амперных характеристик и определение значения КПД однокаскадного и двухкаскадного тонкопленочных кремниевых солнечных элементов.

По разработанной методике на имитаторе солнечного излучения были сняты вольт-амперные характеристики двух типов солнечных элементов: однокаскадного солнечного элемента на основе a-Si:H без тыльного отражателя и двухкаскадного солнечного элемента на основе a-Si:H и nc-Si:H. Имитатор солнечного излучения так же позволяет определить эффективность преобразования солнечного излучения. КПД преобразования однокаскадного СЭ составил 4.7%, двухкаскадного – 9.1%. Полученные значения КПД для двух типов солнечных элементов хорошо коррелируют с данными, полученными в результате компьютерного моделирования.

2. В направлении новых высокоёмких химических источников питания на основе водородных топливных элементов получены следующие научные результаты:

Для межоперационного технологического контроля и аттестации разрабатываемых

мембранно-электродных блоков (МЭБ) была создана методологическая база. Наряду со стандартными методами входного, межоперационного технологического контроля и аттестации разрабатываемых изделий, включающими методы адсорбционно-структурного анализа (АСА), энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (Energy-dispersive X-rayspectroscopy) (EDAX), просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), были разработаны и адаптированы дополнительные методики, среди которых наиболее значимыми являются следующие.

2.1 Методика определения содержания платины в катализаторе (с использованием методики дифференциально-термического анализа)

Методика предусматривает порядок работы на дериватографе типа METTLERTOLEDOTGA/DSC 1 для проведения дифференциально-термического анализа (ДТА) в температурном интервале 35-1000<sup>o</sup>C на воздухе и в защитной атмосфере (N<sub>2</sub>, Ar) или на воздухе в режиме с динамическим подъемом температуры (скорость 3-10 К/мин) и в изотермическом режиме.

2.2. Методика определения удельной загрузки платины в каталитическом слое

Метод предусматривает гравиметрическое определение удельной загрузки платины в каталитическом слое мембранно-электродного блока твердополимерного топливного элемента в диапазоне 0.05-1.1 мг/см<sup>2</sup>.

2.3. Методика определения электрических характеристик МЭБ и КИТ: мощность, напряжение холостого хода, ресурс, КПД.

Методика предусматривает снятие нагрузочных кривых и проведение ресурсных испытаний. При определении ресурса используются два методических подхода.

Первый основан на измерении во времени тока и напряжения (потенциостатический или гальваностатический режим) на постоянной нагрузке. По окончании ресурсных испытаний определяют начальную и конечную мощность МЭБ. На этом основании делают вывод о временном ресурсе МЭБ.

Второй подход также основан на измерении во времени тока и напряжения (потенциостатический или гальваностатический режим) на постоянной нагрузке. Однако через некоторое время периодически (задается в зависимости от условий – 10 – 500 часов) снимают вольтамперные и вольтмощностные характеристики. Сравнивая начальные и конечные характеристики, делают вывод о ресурсе.

2.4. Методики циклической вольтамперометрии и метод полярограмм для исследования катализатора

Методика предусматривает исследование электрокинетических характеристик катализаторов методом потенциодинамических кривых: снятие циклических вольтамперограмм и снятие полярограмм восстановления кислорода и окисления водорода в стандартной трехэлектродной электрохимической ячейке на стационарном и вращающемся дисковом электроде.

Для работы используются установка, схематически изображенная на рисунке 2.1.

- 1 – потенциостат,
- 2 – управляющий компьютер,
- 3 – электрохимическая трехэлектродная ячейка,
- 4 – баллон с азотом или аргоном,
- 5 – электролизер воды,
- 6 – дисковый вращающийся электрод с исследуемым образцом,
- 7 – вспомогательный платиновый электрод,
- 8 – газоподводящая трубочка,
- 9 – хлорсеребряный электрод сравнения,
- 10 – газовая линия,
- 11 – вентиль редуктора баллона высокого давления,



12 – вентиль редуктора баллона низкого давления

Рисунок 2.1 – Схема установки для исследования каталитических систем

3. В направлении новых видов источников питания на основе преобразования электромагнитного излучения различных диапазонов.

3.1. Проведены исследования электрокалорического эффекта в сегнетоэлектрических пленках и керамических материалах.

3.2. Исследован магнитокалорический эффект в ферромагнитных пленках и керамических материалах №

3.3. Исследовано влияние тепловых свойств материалов структуры на протекание калорических процессов. Показано что, полимерные подложки обладают предельно слабой теплопроводностью и поэтому их влияние на тепловые процессы в подложке незначительны. Специальные буферные слои позволили бы протекать циклическим тепловым процессам в пленке, передавать энергию по пленке и преобразовывать тепловую энергию, что является необходимым условием построения генератора электрической энергии и охладителя.

4. В направлении комбинированных систем энергообеспечения, сочетающих различные принципы преобразования и накопления энергии для применения в различных областях техники:

4.1. Разработаны принципы построения автономных солнечных электростанций

Простейшая автономная система состоит из солнечной панели, контроллера, аккумуляторной батареи, кабелей, электрической нагрузки и поддерживающей структуры (рисунок 2.2).

Рисунок 2.2. - Пример автономной энергосистемы

На рисунке 2.2 приведена структурная схема автономной энергоустановки с дизель-генератором (ДГУ), которая включает солнечные модули, статические преобразователи, аккумуляторную батарею, системы контроля и управления, а также дизель генераторную установку (ДГУ).

Данная автономная энергоустановка на основе тонкопленочных фотоэлектрических модулей тандемного типа позволит проводить научные исследования в области функционирования и взаимодействия отдельных элементов энергетической системы.

4.2. Разработана автономная гибридная энергоустановка мощностью 15 кВт, которая предназначена для проведения опытно-экспериментальных работ по изучению процессов в солнце-дизельных системах электроснабжения и проверки технических решений, принятых при их создании.

В состав установки входит следующее основное оборудование:

- солнечная энергоустановка (СЭУ) на основе тонкопленочных фотоэлектрических модулей тандемного типа (ТПФМ ТТ)
- система аккумулирования электрической энергии (САЭ);
- дизель-генераторная установка;
- теплоизолированный контейнер для оборудования ;
- система автоматического газового пожаротушения;
- система мониторинга
- эквивалентная нагрузка

Пиковая мощность энергоустановки составляет 15 кВт, из которых 9 кВт приходится на СЭУ и 5 кВт на дизель-генератор. В основу конструкции энергоустановки заложен модульный принцип построения, который позволяет беспрепятственно наращивать мощность энергоустановки. Солнечная энергоустановка включает в себя фотоэлектрический преобразователь, сетевой инвертор, и опорную конструкцию.

5. В направлении высокоэффективных энергосберегающих технологий на основе технологии карбидокремниевых приборов

Обоснована перспективность применения карбидокремниевой элементной базы высокоэффективных энергосберегающих технологиях.

Определена базовая номенклатура приборов карбидокремниевой электроники и их физико-технологическое моделирование для создания высокоэффективных силовых и импульсных преобразователей

Проведён ряд численных исследований структур с различным расположением делительных колец. Целью исследования было достижение более высоких значений пробивных напряжений структур ДШ и БВД на 600, 1200, 1800 и 2400 В.

Предварительно были проведены следующие исследования:

- Рассмотрены ВАХ диодов Шоттки и JBS диодов. Показано влияние температуры на ВАХ, снижающее значения рабочего тока.
- Проведен анализ влияния на ВАХ размеров маски контакта Шоттки и уровня легирования р+-колец. Показано, что потери активной площади меньше, чем предсказывает линейная интерполяция. Приведены зависимости потерь активной площади JBS структур. Отмечено слабое влияние уровня легирования колец на ВАХ.
- Проведена оптимизация положения делительных колец ДШ и JBS диодных структур для повышения устойчивости к поверхностному заряду, приведена оптимизированная топология колец.

Показана и обоснована перспективность применения карбидокремниевой элементной базы высокоэффективных энергосберегающих технологиях.

Показано, что базовым прибором карбидокремниевой электроники для создания высокоэффективных силовых преобразователей может быть JBS-диод.

Проведено физико-технологическое моделирование SiCJBS-диодов на напряжения 600-2400 В.

Закупленное оборудование по НИР 2.1.3.2. – спектрометр M266 для исследования оптических характеристик тонких пленок для солнечных элементов (рисунок 2.3)

### Рисунок 2.3. – Спектрометр M266

Научно-техническая и практическая ценность полученных результатов и продукции НИР 2.1.3.2:

- Проведен анализ патентной литературы по вышеперечисленным направлениям исследований; поданы 4 заявки на получение патентов и свидетельств о государственной регистрации программ.

- Показаны возможности повышения эффективности тонкопленочных фотопреобразователей солнечного излучения, выполненных по базовой технологии фирмы «OerlikonSolar», за счет: использования прозрачных проводящих слоев ZnO с разной морфологией поверхности, применения промежуточного отражателя, добавления третьего каскада на основе кремний-германиевого сплава и т.д..

- Разработана методологическая база исследования, технологического контроля и аттестации разрабатываемых каталитических материалов и готовых мембранно-электродных блоков для создания новых высокоемких источников питания на основе водородных топливных элементов.

- Исследованы процессы, связанные с выделением и поглощением тепловой энергии при переполяризации сегнетоэлектрических и перемангничивании ферромагнитных пленок при температурах в области фазовых переходов; показана возможность их использования для преобразования тепловой энергии в электрическую.

- Разработаны принципы и реализована схема построения автономной гибридной энергоустановки на основе тонкопленочных солнечных модулей мощностью 15 кВт.

- Показана и обоснована перспективность применения карбидокремниевой элементной базы высокоэффективных энергосберегающих технологиях; проведено физико-технологическое моделирование SiCJBS-диодов на напряжения 600-2400 В.

Осуществлена закупка специализированного программного обеспечения для моделирования преобразователей на основе МЭМС технологий и монохроматора/спектрографа M266 для исследования оптических характеристик тонких пленок для солнечных элементов

Проект 2.1.4. Проведение НИКОР и решение комплексных проблем по приоритетному направлению «Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем» на базе профильной научно-образовательной платформы

Целью данного проекта является выбор основополагающих организационных и архитектурных решений для совершенствования фундаментальной и профессионально ориентированной непрерывной инженерной подготовки бакалавров, магистров и специалистов по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в РФ на основе создания научно-образовательной платформы «Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем» с привлечением существующих структурных подразделений факультета компьютерных технологий и информатики при поддержке отечественных и зарубежных компаний.

Задачи проекта:

1. Построение инфраструктурных решений интернет ориентированной научно-образовательной инновационной платформы «Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем» на основе модернизации инфраструктуры существующих учебно-научных центров и лабораторий ФКТИ с целью максимально эффективного использования высокопроизводительных вычислительных ресурсов, приборно-инструментального, программного, методического, информационно-аналитического и кадрового потенциала факультета;

2. Разработка и тестирование базовых архитектурных программных решений интернет ориентированной научно-образовательной инновационной платформы для междисциплинарных научных исследований и инновационных видов деятельности факультета.

3. Определение направлений совершенствования образовательных программ фундаментальной и профессионально ориентированной подготовки бакалавров, магистров, аспирантов и структуры непрерывного образования на основе использования интернет ориентированной научно-образовательной инновационной платформы;

4. Эффективное использование созданной инфраструктуры научно-образовательной платформы «Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем» для развития междисциплинарных научных исследований и инновационных видов деятельности с целью целенаправленного профессионально ориентированного развития инженерного кадрового потенциала вуза и его стратегических партнеров.

Научные и практические результаты выполняемых работ состоят в решении следующих основных проблем построения научно-образовательной платформы «Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем»:

- системном анализе моделей, методов и средств информационной технологии при решении задач построения платформы;

- разработке архитектуры системы интеллектуального анализа данных процессов контроля;
- определении направлений совершенствования образовательных программ фундаментальной и профессионально ориентированной подготовки;
- эффективном использовании созданных элементов инфраструктуры научно-образовательной платформы;

Результаты проекта планируется использовать при создании и организации производства высокотехнологичной и наукоемкой, что нашло отражение в участии коллектива факультета в планируемом с ОАО «Концерн «Океанприбор» комплексном проекте по созданию высокотехнологичного производства, выполняемого с участием российского высшего учебного заведения.

Создаваемая платформа выступает координатором взаимодействия заинтересованных подразделений университета разного уровня и промышленных предприятий с целью осуществления информационного, методического и организационного сопровождения инновационных проектов.

Серьезной проблемой, сдерживающей развитие качественных прикладных исследований в научной сфере, является недостаточность развитая инфраструктуры, эффективного доступа и квалифицированного использования современных уникальных аппаратно-программных технических средств. Поэтому наблюдается:

- Существенное дублирование дорогостоящих технических средств при весьма низком коэффициенте их использования
- Низкая доступность и информированность сотрудников об имеющихся в наличии технических и программных средствах
- Отсутствие квалифицированных технических, инженерных и научных кадров при обеспечении сопровождения уникального оборудования

Приведенные выше проблемы существуют не только в научно-исследовательской, но и в образовательной сфере.

Без решения приведенных выше проблем университету будет трудно выйти на новые качественные уровни научно-образовательной деятельности. Вместе с тем, ограниченность выделяемых ресурсов диктует требование существенного повышения эффективности использования существующих ресурсов.

Исходя из вышеизложенного существует очевидная потребность создания в университете современной инфраструктуры междисциплинарных исследований на основе системы сертифицированных и аккредитованных ресурсных центров.

Создание платформы позволит:

1. Оптимизировать эксплуатационные расходы на содержание вычислительного кластера его регулярные проверки, обслуживание и сертификацию, обеспечив эти расходы из централизованного ресурса.
2. Дополнить и доукомплектовать имеющееся в распоряжении факультета вычислительные средства до уровня, необходимого для проведения исследовательской деятельности современного уровня и качества.
3. Существенно повысить доступность имеющихся технических средств для междисциплинарных и межфакультетских проектов.
4. Развить систематическую прикладную исследовательскую деятельность, с фокусом на выполнение заказов на научные исследования. Которая помимо очевидно прикладного характера, обеспечивает привлечение дополнительного внебюджетного финансирования на факультет.
5. Внедрить специальные курсы и образовательные модули для обучения студентов естественнонаучных специальностей работе на широком спектре современных вычислительных и экспериментальных методик.
6. Создать систему повышения квалификации представителей сторонних организаций по работе на современных исследовательских технических средствах.

7. Повысить качество научных публикаций обеспечив доступность существенно большего числа экспериментальных методик и специализированного ПО, доступ к информационным ресурсам, и т.д.  
Основные результаты работ в 2012 году.

1. Построение инфраструктурных решений интернет ориентированной научно-образовательной инновационной платформы «Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем» на основе модернизации инфраструктуры существующих учебно-научных центров и лабораторий ФКТИ с целью максимально эффективного использования высокопроизводительных вычислительных ресурсов, приборно-инструментального, программного, методического, информационно-аналитического и кадрового потенциала факультета;

2. Разработка и тестирование базовых архитектурных программных решений интернет - ориентированной научно-образовательной инновационной платформы для междисциплинарных научных исследований и инновационных видов деятельности факультета.

3. Определение направлений совершенствования образовательных программ фундаментальной и профессионально ориентированной подготовки бакалавров, магистров, аспирантов и структуры непрерывного образования на основе использования интернет ориентированной научно-образовательной инновационной платформы;

4. Эффективное использование созданных элементов инфраструктуры научно-образовательной платформы «Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем» для развития междисциплинарных научных исследований и инновационных видов деятельности с целью целенаправленного профессионально ориентированного развития инженерного кадрового потенциала вуза и его стратегических партнеров

Проект 2.1.5. Проведение НИКОР и решение комплексных проблем по приоритетному направлению «Технологии информационных, управляющих и навигационных систем» на базе профильной научно-образовательной платформы

Цель проекта - совершенствование фундаментальной и профессионально ориентированной непрерывной инженерной подготовки бакалавров, магистров и специалистов по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в РФ на основе создания научно-образовательной платформы «Технологии информационных, управляющих и навигационных систем» с привлечением существующих структурных подразделений ФИБС и ФЭА и при поддержке отечественных и зарубежных компаний и университетов.

В рамках проекта выполнялось две НИР:

1. Формирование и развитие перспективной научно-образовательной платформы «Технологии информационных, управляющих и навигационных систем» в области создания интегрированных информационно-навигационных систем для подвижных объектов различного класса на основе разработки и использования нового поколения микромеханических и оптических чувствительных элементов.

Ее целью является совершенствование профессионально ориентированной непрерывной инженерной подготовки бакалавров, магистров и специалистов по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в РФ на основе создания научно-образовательной платформы «Технологии информационных, управляющих и навигационных систем» в области создания интегрированных информационно-навигационных систем для подвижных объектов различного класса (летательных аппаратов, в том числе беспилотных, наземных подвижных объектов, личного состава) на основе разработки и использования нового поколения микромеханических и оптических чувствительных элементов, интегрированных со спутниковыми навигационными системами ГЛОНАСС/GPS.

2. Развитие научно-образовательной платформы «Технологии информационных, управляющих и

навигационных систем» в области адаптивных и интеллектуальных систем автоматизации и управления объектами и технологиями в промышленности, на транспорте и в военной технике.

Целью НИР является совершенствование фундаментальной и профессионально ориентированной непрерывной инженерной подготовки бакалавров, магистров и специалистов по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в РФ на основе создания научно-образовательной платформы «Технологии информационных, управляющих и навигационных систем» в области адаптивных и интеллектуальных систем автоматизации и управления объектами и технологиями в промышленности, на транспорте и в военной технике.

Задачи проекта на 2012 год:

1. Разработка процедур синтеза резонаторных структур, обеспечивающих максимально эффективное выделение полезного сигнала ТМГ (вторичных колебаний) в условиях воздействия тепловых флуктуаций. Построение моделей воздействия собственных шумов звукопроводов ПАВ на точностные характеристики ТМГ в присутствии ускорений и сил Кориолиса.
2. Теоретическая оценка предельной чувствительности твердотельных датчиков движения, построенных на принципах молекулярной кинетики.
3. Разработка концепции построения системы контроля точностных характеристик номенклатуры цифровых преобразователей угла в широком диапазоне угловых скоростей на основе принципов лазерной динамической гониометрии.
4. Разработка гониометрической установки для контроля параметров угловых преобразователей угла в диапазоне угловых скоростей от 0 до 1 об/с.
5. Разработка концепции построения малогабаритной интегрированной системы диагностики рельсового пути (МИСДРП) на основе инерциальных и геоинформационных технологий.
6. Разработка возможных научно-технологических решений, увеличивающих точность определения трудноидентифицируемых дефектов рельсового пути.
7. Аннотированный отчет по материалам обзора научно-технической и патентной литературы в области адаптивных и интеллектуальных систем управления траекторным движением мобильных многостепенных механических объектов с протяженной геометрией (мобильные колесные роботы для экспериментальных условий, подвижные объекты специальной техники, промышленные объекты автоматизации).
8. Процедуры синтеза приближенных аналитических адаптивных систем управления с эталонными моделями, законами и алгоритмами параметрической адаптации, обладающими той или иной степенью приближения к неизвестным нелинейным описаниям динамических объектов.
9. Теоретические и методологические основы построения интеллектуальных (нейронечетких и нейросетевых) адаптивных систем управления нелинейными динамическими объектами, обучающихся на основе аналитических адаптивных систем управления нелинейными динамическими объектам.
10. Разработка методологии оценок влияния собственных фазовых шумов автогенераторов на ПАВ-структурах (резонаторах и линиях задержки) для исследования потенциальной точности различных модификаций ТМГ.
11. Анализ возможностей формирования акустических волн круговой поляризации в твердых средах.
12. Выработка требований по точности и быстродействию к средствам, используемым в составе системы контроля точностных характеристик цифровых преобразователей угла.
13. Разработка гониометрической установки для контроля параметров угловых преобразователей угла в диапазоне угловых скоростей от 1 до 10 об/с.
14. Проведение анализа динамического взаимодействия вагона и рельсового пути.

15. Исследование и обоснование принципов построения интеллектуальных систем идентификации дефектов.

16. Исследование и обоснование принципов построения измерительных систем управления режимами движения транспортного средства.

17. Создание макета информационно-измерительной системы идентификации дефектов и управления режимами движения транспортного средства.

18. Комплекс из 6 компьютеризированных исследовательских рабочих мест для разработки и отладки адаптивных аналитических и интеллектуальных систем управления механическими подвижными объектами и промышленными объектами автоматизации (2 рабочих места), содержащих программно-аппаратные системы проектирования в среде Matlab, микроконтроллерные отладочные системы и действующие макеты одностепенных подвижных механических объектов и промышленных объектов автоматизации.

Основные результаты, полученные в 2012 году при реализации проекта

На 1 этапе НИР в 2012 году выполнены следующие работы:

1.1. Разработаны процедуры синтеза резонаторных структур на поверхностных акустических волнах (ПАВ), обеспечивающих максимально эффективное выделение полезного сигнала твердотельного микромеханического гироскопа (ТМГ) (вторичных колебаний) в условиях воздействия тепловых флуктуаций.

Установлены корреляционные связи вариаций температуры и частоты, обусловленные особенностями звукопровода из ниобата лития (LiNbO<sub>3</sub>). Разработана и реализована концепция построения двухвходового резонатора на ПАВ с 2D-технологиями нанесения квазисплошных инерционных масс. Показана возможность повышения на порядок чувствительности ТМГ к угловой скорости по сравнению с уже существующими образцами.

1.2. Построены модели воздействия собственных шумов звукопроводов ПАВ на точностные характеристики ТМГ в присутствии ускорений и сил Кориолиса.

С физической точки зрения ТМГ представляет собой высокочастотный механический осциллятор, уравнение вторичных колебаний которого описывается линейным дифференциальным уравнением второго порядка.

Вследствие тепловых флуктуаций на осциллятор действуют случайные силы с постоянной спектральной плотностью, определяемой теоремой Найквиста

, [Н/ ]

где  $k_B$  – постоянная Больцмана,  $T$  – абсолютная температура звукопровода,  $R$  – механическое сопротивление.

Вместо силы  $F$  в моделях воздействия шумов может быть использовано давление

, [Па/ ],

где  $\rho$  – плотность.

1.3. Выполнена теоретическая оценка зависимости предельной чувствительности от выбора конструктивных решений и физических механизмов, используемых в конструкции датчика.

Исследования, проводимые на данном этапе, определялись малым уровнем информативного сигнала всех типов датчиков параметров движения на акустических волнах. Существенным ограничителем чувствительности этих устройств могут стать шумы, возникающие в тракте формирования сигнала. В работе проведена оценка уровня шума на входе приёмного устройства, который определяется величинами трёх составляющих шумового сигнала от различных механизмов происхождения, а именно:

1) тепловыми колебаниями кристаллической решетки твердого тела, в котором распространяется объемные акустические волны (ОАВ) (шум звукопровода);

2) тепловыми шумами пьезоприемника;

3) шумами входных цепей предварительного усилителя.

1.4. Разработана концепция построения измерительной системы, осуществляющей контроль

номенклатуры цифровых преобразователей угла в широком диапазоне угловых скоростей.

Разработана концепция построения системы контроля точностных характеристик номенклатуры цифровых преобразователей угла в широком диапазоне угловых скоростей на основе принципов лазерной динамической гониометрии. В качестве образцовых шкал систем контроля точностных характеристик номенклатуры цифровых преобразователей угла используются кольцевой лазер и/или оптический датчик угла, в основу работы которых положены принципиально различные физические эффекты.

1.5. Разработана гониометрическая установка для контроля параметров угловых преобразователей угла в диапазоне угловых скоростей от 0 до 1 об/с.

Для задачи контроля параметров преобразователей угла в диапазоне угловых скоростей от 0 до 1 об/с целесообразно использовать гониометрические системы, использующие оптический датчик угла в качестве образцового. При разработке системы контроля цифровых преобразователей угла были проведены теоретические и экспериментальные исследования, направленные на решение задачи построения обобщенной модели погрешности. Разработан и внедрен метод исследования случайной погрешности оптического датчика угла, позволяющий определять его потенциальную и реальную точности.

1.6. Разработана концепция построения малогабаритной интегрированной системы диагностики рельсового пути (МИСДРП) на основе инерциальных и геоинформационных технологий.

Отличительной особенностью системы является возможность полной автоматизации процесса измерения и паспортизации результатов контрольных проездов, что позволяет ее использовать как в составе специализированных диагностических комплексов на базе вагона, так и устанавливать на локомотивы регулярно курсирующих на участках обращения ж.д.-составов.

В рамках разработки концепции построения МИСД РП предложены и в настоящее время проходят экспериментальную апробацию новые подходы к организации каналов компенсации инструментальных погрешностей центрального измерителя пространственной ориентации и бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС).

1.7. Разработаны научно-технологические решения, увеличивающие точность определения трудно идентифицируемых дефектов рельсового пути.

Трудно идентифицируемым считается дефект, находящийся в непосредственной близости от естественной неровности полотна (стыка). После предварительной обработки измерительной информации для измерения параметров дефектов железнодорожного полотна предлагается использовать дискретное вейвлет-преобразование (ДВП). Данные поступающие от микромеханического акселерометра характеризуют дефекты двух видов – сколы и просадки, а также по ним можно определить местоположение стыков рельс. Виды дефектов отличаются по частотным диапазонам и потому могут быть выявлены при помощи вейвлет-анализа, вне зависимости пришелся дефект на стык железнодорожных рельсов или нет.

Предлагается следующее решение. Измерительный сигнал в режиме реального времени раскладывается на 6 уровней, что даёт 7 частотных диапазонов – 6 детализирующих коэффициентов и 1 аппроксимирующий.

1.8. Выполнен обзор научно-технической и патентной литературы в области адаптивных и интеллектуальных систем управления траекторным движением и динамикой мобильных многостепенных механических объектов с протяженной геометрией (мобильные колесные роботы для экстремальных условий, подвижные объекты специальной техники, промышленные объекты автоматизации).

В результате обзора выявлено, что в настоящее время задачи безопасного управления многостепенными взаимосвязанными нелинейными механическими и электромеханическими подвижными объектами с протяженной геометрией и упругими деформациями, обеспечивающие повышение эффективности функционирования мехатронных промышленных комплексов и



подвижных объектов, занимают одно из передовых мест по числу применений для высокотехнологичных и прецизионных установок в промышленности. К таким объектам управления относятся конструкции высокоточных металлорежущих станков, экстремальных роботов-манипуляторов, бортовых и наземных антенных установок, быстроходных наземных и морских подвижных объектов, высокоманевренных летательных аппаратов, испытательных стендов, мобильных установок аэродромного обслуживания и т. д. При этом важно подчеркнуть, что в условиях, когда возможности современного конструирования и применения новейших и дорогостоящих материалов с целью достижения высокой точности, производительности и безопасности эксплуатации сложных производственных и специальных объектов исчерпываются уже на стадии их разработки и изготовления, или их конструирование и прецизионное изготовление становится экономически нецелесообразным вследствие высоких материальных затрат, то дальнейшее повышение их эффективности может быть достигнуто только методами и средствами более сложного управления, и в последнее время на этом пути все чаще применяют аналитические и интеллектуальные адаптивные системы управления.

Проблемы построения аналитических и интеллектуальных адаптивных систем управления для сложных промышленных и подвижных многостепенных жестких и многорезонансных упругих механических объектов в данном проекте решаются в рамках беспоискового (аналитического) и интеллектуального адаптивных подходов, получивших в последнее время значительное теоретическое и теоретико-прикладное развитие в отечественной и зарубежной научно-технической литературе усилиями многих российских и зарубежных ученых, в числе которых могут быть названы Андриевский Б.Р., Борцов Ю.А., Буков В.Н., Бураков М.В., Вукобратович М., Ефимов Д.В., Заде Л., Земляков С.Д., Коновалов А.С., Кофман А., Лохин В.М., Макаров И.М., Манько С.В., Мирошник И.В., Никифоров В.О., Овсепян Ф.А., Петров Б.Н., Полушин И.Г., Поляхов Н.Д., Путов В.В., Рутковский В.Ю., Санковский Е.А., Солодовников В.В., Срагович В.Г., Стоцкий А.А., Терехов В.А., Тимофеев А.В., Тюкин И.Ю., Фомин В.Н., Фрадков А.Л., Шрамко Л.С., Шумский В.М., Ядыкин И.Б., Якубович В.А., Buckley J.J., Cargol R.L., Hayashi Y., Jang J.-S., Kasabov N., Kim J., Landau T.D., Lee G., Lin C.-T., Lindorff D.P., Narendra K.S., Ortega R., Slotine J., Sugeno M., Takagi T., Teshnehlab M., Valavani L.S., Watanabe K., Yager R.R. и др.

1.9. Разработаны процедуры синтеза приближенных аналитических адаптивных систем управления с эталонными моделями, законами и алгоритмами параметрической адаптации, обладающими той или иной степенью приближения к неизвестным нелинейным описаниям динамических объектов.

На основе развиваемого подхода к построению аналитических (беспоисковых) адаптивных систем управления нелинейными динамическими объектами с так называемой функционально-параметрической неопределенностью, когда в их математических моделях полагаются неизвестными не только параметры, но и игнорируется точный вид входящих в них нелинейных функций, разрабатываются процедуры построения таких адаптивных систем предполагает замену неизвестных или слишком сложных, не поддающихся аналитическому описанию нелинейных функций моделей объектов специально вводимыми более простыми в реализации оценочными функциями. Эти функции названы мажорирующими, т.к. они «мажорируют» нелинейные функции моделей объектов в том смысле, что их скорости роста при бесконечном возрастании аргументов сравнимы или превышают скорости роста последних. Мажорирующие функции по самим условиям выбора имеют гораздо более простой и общий вид, чем конкретные и полагаемые неизвестными нелинейные функции моделей подвижных объектов, поэтому построенные на их основе приближенные адаптивные системы управления носят более общий характер, чем адаптивные системы, точно соответствующие нелинейностям объектов, и в то же время более просты в практической реализации, при этом платой за переход от точных систем, учитывающих действительные нелинейности объектов к приближенным системам с мажорирующими функциями является отказ от требования асимптотической устойчивости и переход к диссипативности адаптивных систем, ( свойстве всех их бесконечно продолжаемых вправо решений погружаться со временем в фиксированную сферу конечного

радиуса).

1.10. Разработаны теоретические и методологические основы построения интеллектуальных (нейронечетких и нейросетевых) адаптивных систем управления нелинейными динамическими объектами, обучающихся на основе аналитических адаптивных систем управления нелинейными динамическими объектам.

В рамках отчетного периода установлено также, что дальнейшее совершенствование методов и средств автоматического управления нелинейными динамическими объектами с априорно неопределенным и (или) сложным описанием, неполными измерениями, быстро и в широких пределах изменяющимися параметрами, свойствами и внешними условиями функционирования потребовало развития в проекте принципиально новых направлений исследования, связанных с использованием интеллектуальных (нейросетевых и нейронечетких) систем. Благодаря своим аппроксимирующим свойствам и высокому быстродействию, они находят все большее применение не только для решения традиционных задач распознавания и классификации образов, но и для задач идентификации и управления.

Таким образом, в проекте рассматриваются методы, содержащие как беспоисковые (аналитические) адаптивные подходы с мажорирующими функциями, так и интеллектуальные подходы в управлении нелинейными динамическими объектами, описываемыми обыкновенными дифференциальными уравнениями с неопределенностями. При этом разрабатываемые в проекте беспоисковые алгоритмы управления по приближенным моделям, выбор которых приобретает все более эвристический характер, к каковым относятся и адаптивные алгоритмы с мажорирующими функциями, структурно оставаясь беспоисковыми, значительно выигрывают в простоте по сравнению с аналогичными точными алгоритмами, а главное, удерживают свойства предсказуемости поведения точных алгоритмов адаптации вблизи установившихся движений управляемых систем, что выгодно отличает их от чисто эвристических интеллектуальных схем управления, асимптотика поведения которых носит зачастую непредсказуемый характер. Поэтому соединение в данном проекте аналитических адаптивных подходов с интеллектуальными (нейросетевыми и нейронечеткими) подходами позволяют значительно расширить рамки применения разрабатываемого нового поколения адаптивных и интеллектуальных регуляторов для промышленных и специальных подвижных объектов различного назначения и получить ряд новых теоретических результатов, обосновывающих синтез нового поколения высокоэффективных аналитических и интеллектуальных адаптивных систем управления таким важным и распространенным классом многостепенных взаимосвязанных подвижных механических объектов с многорезонансными упругими деформациями.

Поэтому в рамках отчетного периода предпринята разработка теоретических и методологических основ построения интеллектуальных (нейронечетких и нейросетевых) адаптивных систем управления движением и динамикой мобильных многостепенных механических объектов (мобильные колесные роботы для экстремальных условий, подвижные объекты специальной техники, промышленные объекты автоматизации), обучающихся на основе аналитических адаптивных систем управления.

На 2 этапе НИР в 2012 году выполнены следующие работы:

2.1 Разработана методология оценок влияния собственных фазовых шумов автогенераторов на ПАВ-структурах (резонаторах и линиях задержки) для исследования потенциальной точности различных модификаций ТМГ.

Проведены исследования по определению уровней собственных шумовых сигналов различной природы, возникающих в различных модификациях чувствительных элементов ТМГ. Выполнена расчетная оценка действующего значения напряжения электрических шумов, возникающих в пьезоприемниках из разных материалов, имеющих различные размеры, собственные частоты, эффективные частотные полосы пропускания измерительной аппаратуры и напряжения электрических шумов, возникающих в звукопроводе при тепловых колебаниях кристаллической решетки его материала.

2.2 Выполнен анализ возможностей формирования акустических волн круговой поляризации в твердых средах.

Исследованы особенности изменения характеристик объемных волн с круговой поляризацией при отражении от свободной границы; показана возможность накопления эффекта изменения параметров распространяющегося во вращающемся звукопроводе сигнала при увеличении акустического пути при многократных отражениях акустической волны в звукопроводе.

2.3 Выработаны требования по точности и быстродействию к средствам, используемым в составе системы контроля точностных характеристик цифровых преобразователей угла.

Выработанные требования по точности определяются параметрами контролируемых цифровых преобразователей угла. При контроле основных параметров высокоскоростных 14, 15, 16, 18-ти разрядных цифровых преобразователей угла требования по точности устанавливаются на уровне 0,2...0,5 угловой цены бита младшего разряда. Требования по быстродействию определяются верхней границей диапазона скоростей вращения преобразователей и их разрядностью.

2.4 Разработана гониометрическая установка для контроля параметров угловых преобразователей угла в диапазоне угловых скоростей от 1 до 10 об/с.

Разработанная гониометрическая установка предназначена для измерения функциональных параметров ЦПУ, в том числе определения значений погрешности угловых координат смены значений кода. Данная гониометрическая установка используется для оценки основных параметров высокоскоростных 14, 15, 16, 18-ти разрядных кольцевых опорных фотоэлектрических цифровых преобразователей угла единого унифицированного ряда.

2.5 Проведен анализ динамического взаимодействия вагона и рельсового пути.

Железнодорожный путь, находясь в контакте с подвижными нагрузками, подвергается сильным динамическим воздействиям. При движении подвижного состава возникает реакция рельсовых нитей в виде изгибных, сдвиговых и прочих колебаний. В силу наличия остаточных деформаций и их накопления после многократного прохождения транспортного средства происходит изменение профиля железнодорожного полотна, т.е. изменения его параметров. При этом состояние пути ухудшается, а вместе с ним – плавность хода и уровень комфортности поездки.

Крайне важно своевременное обнаружение ослабленных мест, прежде чем их состояние ухудшится до уровня, угрожающего безопасности движения поездов. Выявление таких участков возможно лишь при оценке в режиме реального времени динамического взаимодействия путеизмерительного вагона и пути. Изучение процесса взаимодействия системы «вагон-путь» во многом определяет такие важнейшие показатели, как масса и скорость движения составов, статическая нагрузка вагонов, ширина колеи, нагрузка на ось, и, следовательно, существенно влияет на определение сроков службы и организацию содержания основных устройств пути и подвижного состава.

Исследование взаимодействия подвижного состава и железнодорожного полотна сводится к изучению двух основных направлений: динамика вагона и динамика пути. Первое направление включает в себя методы качественного и количественного описания и расчета динамических характеристик вагона; решения вопросов безопасности движения, прочности и надежности подвижных составов при их эксплуатации; уменьшения динамических нагрузок на путь; определения предельных скоростей движения составов; повышения комфорта перевозки пассажиров. Второе направление позволяет исследовать показатели надежности и прочности пути с учётом динамических нагрузок и скоростей движения подвижного состава.

В общем случае математическая модель «вагон-путь» можно представить в виде системы дифференциальных уравнений, по которым определяются свойства динамической системы (амплитудно-частотная характеристика, параметры колебаний тележки и кузова вагона и др.) и анализируется влияние на нее различных параметров. В проекте особое внимание уделяется вопросам компьютерного моделирования динамического взаимодействия состава и

железнодорожного пути с привлечением современных программных комплексов.

На основе проведенного анализа разработана математическая модель динамического взаимодействия подвижного состава и рельсового пути, на основе которой возможно анализировать влияние различных параметров системы на динамику пути и определять геометрические параметры пути при интегрировании с показаниями аппаратуры, установленной на путеизмерительном вагоне. То есть при синтезе новых методов контроля состояния рельсового пути необходимо учитывать его упругие свойства, характер движения вагона, а также информацию об угловом положении, скорости и ускорении движения кузова вагона, которая может быть получена по показаниям инерциальной навигационной системы, входящей в состав путеизмерительного комплекса.

Полученные результаты могут быть использованы для прогноза и расчета процессов взаимодействия подвижного состава и железнодорожного пути в зависимости от конструктивных особенностей, скоростей движения, норм содержания пути и ряда других факторов, что позволит повысить безопасность движения поездов и достоверность контроля геометрических параметров пути. Результаты исследований могут быть востребованы отечественными и зарубежными предприятиями, занимающимися контролем состояния технических объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта.

2.6 Выполнены исследование и обоснование принципов построения интеллектуальных систем идентификации дефектов. Исследованы и обоснованы принципы построения измерительных систем управления режимами движения транспортного средства.

В качестве мировых лидеров в создании специализированных путеизмерительных вагонов следует выделить OMWE (Германия) [1] и разработку фирмы Burlington Northern Santa Fe (США) [2], самоходных машин &#8722; EM SAT компании Plasser & Theurer (Австрия) [3], Matisa (Швейцария) [4] и MM Roger 1000 компании MerMec (Италия) [5], а в создании систем на базе грузовика и джипа &#8722; TrackSTAR производства Holland (США) [6] и Track-Inspector фирмы Nordo (США) [7], соответственно.

Для реализации технологии повседневного контроля состояния пути с возможностью включения путеизмерительной единицы в состав регулярно курсирующих составов фирмы-разработчики производят измерительные системы на базе пассажирских вагонов [1-14]. Такой подход широко используется и на железных дорогах России. Такие фирмы как ПИК ПРОГРЕСС (Москва) [15], НПЦ ИНФОТРАНС (Самара) [16] и ГК ТВЕМА (Москва) [17] успешно освоили выпуск унифицированных средств, позволяющих на скоростях до 160 км/ч контролировать как геометрические параметры нижнего строения пути, в том числе с использованием георадаров и дефектоскопов, и положение контактного провода, так и всей инфраструктуры (мосты, тоннели и т.п.).

Путеизмерительные вагоны, как программно-аппаратные комплексы, оснащенные сложными измерительными устройствами, компьютерными системами с соответствующим техническим, программным обеспечением и интерфейсами, традиционно достаточно дорогостоящи, что приводит к невозможности широкого тиражирования. Поэтому на сегодняшний день очень актуальным является разработка недорогих автоматизированных систем для регулярного контроля параметров пути, не требующих присутствия специального персонала и технического обслуживания приборов. Такие системы можно устанавливать на обычных поездах, находящихся в регулярной эксплуатации или оборудовать локомотивы железнодорожных составов. Примерами таких систем являются бортовая система мониторинга пути TrackMon (компании AEA Technology Rail, Великобритания) и POS/TG совместной разработки компаний Plasser и Applanix. [22, 23]

В настоящее время автоматизация процедуры идентификации дефектов на поверхности катания рельсов практически отсутствует, а данный класс отклонений предусматривает визуальный контроль и ручные средства измерения [20]. Для их измерения может быть использован инерциальный метод диагностики вертикальных неровностей рельсового пути. В этом случае интеллектуальная система идентификации дефектов, предусматривает использование устанавливаемых на буксы колесных пар тележки вагона инерциальных измерительных модулей на микромеханических чувствительных

элементах для определения дефектов рельсовых нитей.

Бортовая измерительная система должна в режиме реального времени определять основные параметры рельсового пути, а также в случае критических отклонений от норм сигнализировать машинисту о необходимости снижения скорости движения. Согласно разработанной концепции данная информация также поступает в центр управления движением поездов, и составляются электронные базы данных о состоянии пути. Это позволит повысить безопасность ж.д. перевозок и оптимизировать процессы планирования и проведения ремонтных работ.

Геоинформационные системы (ГИС) предназначены для работы с пространственной информацией. Поскольку данные об объектах на поверхности Земли и составляют пространственную информацию, получается, что ГИС прекрасно подходят для управления транспортными объектами и сетями.

Известные распределенные системы управления движением и обеспечения безопасности решают широкий круг задач контроля и управления движением транспорта, однако они работают с линейными схемами и системами навигации обеспечивающими безопасное перемещение локомотива по маршруту без нарушения расписания и не контролируют состояние железнодорожного пути, сооружений.

В связи с чем, интерес представляет концепция построения распределенной информационно-измерительной системы мониторинга состояния участка обращения локомотива, с целью обеспечения безопасности и энергоэффективности. Для чего, помимо контроля состояния и режимов работы всех энергетических подсистем локомотива, необходимо осуществлять контроль состояния ж/д пути и места нахождения локомотива.

Энергоэффективное управление локомотивом определяется скоростным режимом. Для принятия обоснованных решений по ограничению скорости и снятию ограничения скорости необходимо анализировать динамическое взаимодействие вагона и рельсового пути.

Силовая установка локомотива во время движения на участке обращения должна выполнять режимы, соответствующие режимной карте ГИС, составленной на основе линейной схемы железнодорожного полотна (ЖДП) и известных характеристик на каждом участке этой схемы. Целью работы силовой установки является поддержание заданной скорости на каждом участке в соответствии с его характеристиками.

Факторы, которые влияют на выбор режима работы, это, прежде всего, состояние ЖДП и рельеф местности, по которому проходит ЖДП. Указанные факторы имеют свойство изменяться в процессе эксплуатации ЖДП, а также в зависимости от сезонов и климатических условий. При этом выбор режима связан с анализом текущего состояния ЖДП и текущего режима работы силовой установки.

Нормативная база РЖД определяет соответствие состояния ЖДП (значения контролируемых параметров) и скорости движения локомотива.

2.7 Создан макет информационно-измерительной системы идентификации дефектов и управления режимами движения транспортного средства.

Макет состоит из узлов измерительной и обрабатывающих подсистем, собранных на основе средств промышленной автоматизации и персональных ЭВМ, выполняющих формирование модели сигнала состояния полотна (функции имитации дефектов), сбора и обработки измерительной информации, а также поддержки бортовой геоинформационной системы. Средства вычислительной техники, измерения и управления объединены в локальную вычислительную сеть.

Структурная схема макета системы ИИС ВР показана на рисунке 1.1.

Рисунок 1 – Структурная схема макета системы ИИС ВР

Макет локальной измерительной и управляющей системы

На данном этапе определена базовая структура ИИС ВР. ИИС ВР представляет собой законченное устройство, размещенное и оформленное в виде шкафа.

Макет информационно-измерительной системы идентификации дефектов и выработки рекомендаций по управлению режимами движения транспортного средства включает в себя программно-аппаратный комплекс. Аппаратная часть строится на базе контроллеров и модулей фирмы WAGO 750 серии. Программная часть реализуется в системе CoDeSys 2.3 и включает в себя операторскую панель и аналитический алгоритм принятия управленческих решений. На операторской панели отображаются идентификаторы отрезка на участке обращения локомотивов, а также установленная скорость и скорость, рекомендованная с учетом текущего состояния пути.

2.8 Разработан комплекс из 6 компьютеризированных исследовательских рабочих мест для разработки и отладки адаптивных аналитических и интеллектуальных систем управления механическими подвижными объектами и промышленными объектами автоматизации (2 рабочих места), содержащих программно-аппаратные системы проектирования в среде Matlab, микроконтроллерные отладочные системы и действующие макеты одностепенных подвижных механических объектов и промышленных объектов автоматизации.

В течение первого отчетного 2012 года реализации проекта для целей проведения комплексных научно-прикладных исследований были разработаны теоретические требования и эскизная проектно-конструкторская документация на изготовление с помощью сторонних организаций следующего уникального научно-исследовательского оборудования: комплекс автоматизированных макетов для исследований адаптивных систем управления промышленными и подвижными электромеханическими объектами.

Комплекс предназначен для комплексного многозадачного проектирования, сравнительных исследований и отладки на действующих макетах как аналитических (беспоисковых, с эталонными моделями и параметрической и сигнальной настройкой), так и интеллектуальных (нейросетевых и нейронечетких) адаптивных систем управления мехатронными модулями многостепенных жестких и упругих промышленных и подвижных объектов с целью повышения быстродействия и точности программного (траекторного) движения таких объектов в условиях неопределенности их параметров, нелинейного взаимодействия механизмов степеней подвижности друг на друга, дестабилизирующего действия упругих свойств конструкций и трансмиссий объектов, неполной измеримости переменных состояния объектов и действия неконтролируемых внешних возмущений.

Комплекс состоит из следующих макетов:

- макет «Двухмассовый упругий электромеханический объект» - 2 шт.;
- макет «Электромеханический вертикальный балансирующий робот» - 2 шт.;
- макет «Аппаратно-программный микроконтроллерный стенд с объектами примитивами» - 2 шт.;
- макет «Упруго подвешенная управляемая платформа линейного перемещения» - 1 шт.;
- макет «Электромагнитный подвес вращающегося вала» - 1 шт.

Макет двухмассового упругого электромеханического объекта предназначен для исследования и отладки аналитических и интеллектуальных адаптивных систем в задачах принудительного подавления (гашения) средствами управления упругих колебаний второй массы (второго диска) в условиях широкого изменения параметров макета, неполного измерения переменных состояния упругого объекта и действия на него неконтролируемых возмущений со стороны нагрузки (рисунок 2).

Макет электромеханического вертикального балансирующего робота с жесткой или подпружиненной степенью подвижности предназначен для исследования и отладки аналитических и интеллектуальных адаптивных систем управления в задачах подавления средствами управления

колебаний неуравновешенной вертикальной степени подвижности робота в поле сил тяжести (в макете без подпружинивания) или более сложных колебаний при одновременном действии сил тяжести и восстанавливающих сил упругих деформаций (в макете с подпружиниванием) в условиях широкого изменения параметров макета, неполного измерения его переменных состояния и действия на него неконтролируемых возмущений со стороны нагрузки (рисунок 3).

Макет «Аппаратно-программный микроконтроллерный стенд с объектами примитивами» предназначен для проектирования, программирования, исследования и отладки специального программного обеспечения для управляемых объектов – примитивов (рисунок 4).

Рисунок 4 - Макет «Аппаратно-программный микроконтроллерный стенд с объектами примитивами»

Макет «Упруго подвешенная управляемая платформа линейного перемещения» предназначен для исследования и отладки аналитических и интеллектуальных систем управления в задачах принудительного подавления (гашения) упругих колебаний лифта на упругом подвесе в условиях широкого изменения параметров макета, неполных измерений переменных его состояния и действия неконтролируемых возмущений со стороны нагрузки (рисунок 5)

Рисунок 5 - Макет «Упруго подвешенная управляемая платформа линейного перемещения».

Макет «Электромагнитный подвес вращающегося вала» предназначен для исследования и отладки аналитических и интеллектуальных систем управления вращающимся с высокой угловой скоростью валом в активных магнитных подшипниках в условиях широкого изменения параметров макета, неполных измерений переменных его состояния и действия неконтролируемых возмущений (рисунок 6).

Рисунок 6 - Макет «Электромагнитный подвес вращающегося вала».

Проект 2.1.6. Проведение НИОКР и решение комплексных проблем по приоритетному направлению «Биомедицинские технологии» на базе профильной научно-образовательной платформы

Цель проведения годового этапа НИР – проведение прикладных междисциплинарных научных исследований, направленных на разработку инструментальных методов оценки состояния здоровья, контроля, мониторинга и прогнозирования состояния здоровья на основе использованием современных достижений информационных и компьютерных технологий и физических моделей технологий диагностики и оценки состояния здоровья человека.

Для достижения поставленной цели на отчетном этапе решались задачи:

1. Выбор направления развития методов оценки, контроля, мониторинга и состояния здоровья человека;
2. Разработка методов автоматизированного анализа электрокардиосигнала при длительном мониторинговании;
3. Разработка новых методов контроля и мониторинга состояния здоровья.
4. Разработка физических моделей технологий диагностики и оценки состояния здоровья человека.

II. Основные результаты, полученные в 2012 году при реализации проекта

При выполнении годового этапа проекта были получены следующие основные результаты:

1. Осуществлен выбор направлений развития методов оценки, контроля, мониторинга и состояния

здоровья человека;

2. Разработаны методы автоматизированного анализа электрокардиосигнала при длительном мониторинге;

3. Разработаны новые методы контроля и мониторинга состояния здоровья.

4. Разработаны физические модели технологий диагностики и оценки состояния здоровья человека:

Краткое изложение результатов.

В результате решения первой задачи были обоснованы и выбраны следующие направления совершенствования технологии, методов и инструментальных средств диагностики и оценки состояния здоровья:

На этапе съема и регистрации медико-биологической информации:

- формирование комплекса показателей функционирования систем организма, обеспечивающих более полное описание функционирования системы организма, повышение адекватности моделей функционирования, и способствующих выявлению патологических процессов на ранних стадиях развития болезни.

- использование новых физических методов съема и регистрации медико-биологической информации, отражающих процессы жизнедеятельности и изменения в структуре биологического объекта на клеточном и субклеточном уровнях. В качестве перспективных методов можно отметить использование микрофокусной рентгенографии, позволяющей исследовать трехмерную структуру биологического объекта, методы позитронно-эмиссионной томографии, радиоизотопной диагностики, ядерно-магнитной томографии. Проведено аналитическое исследование существующих методик рентгенодиагностики в различных областях медицины. Важнейшими критериями при оценке диагностических возможностей конкретной методики явились информативность, а также радиационная нагрузка на пациента и медицинский персонал. На основании сравнительного анализа методик в качестве перспективной технологии рентгенодиагностики выбрана методика жесткой цифровой микрофокусной рентгенографии. Также перспективным и целесообразным признано использование микрофокусного источника рентгеновского излучения при проведении компьютерной томографии. Определены области медицины, в которых целесообразно внедрение разрабатываемых технологий рентгенодиагностики. Таковыми в первую очередь являются, стоматология и челюстно-лицевая хирургия, травматология, маммография, неонатология и педиатрия.

- использование новых средств съема и регистрации медико-биологической информации, обладающих повышенной чувствительностью и разрешающей способностью. Проведенный анализ и экспериментальные исследования показывают, что уменьшение размеров датчиков информации, биосенсоров, преобразователей биомедицинской информации, оптимизация их конструкции позволяет существенно улучшить метрологические характеристики средств съема и регистрации информации, а в итоге – повысить достоверность оценки состояния здоровья человека.

На этапе обработки и анализа информации нами выделены следующие направления совершенствования биомедицинских исследований:

- использование методов частотно-временного анализа биомедицинских сигналов, позволяющих отразить изменения в функционировании систем организма, как во времени, так и структуру этих изменений. В данном случае следует выделить использование методов Вейвлет-анализа сигналов и биомедицинских данных, многокомпонентный спектральный анализ сигналов, анализ биосигналов методами нелинейной динамики.

- использование методов теории нечетких множеств, факторного и дисперсионного анализа, которые позволяют учесть специфику и природу биомедицинских сигналов и данных, отсутствие четких границ и флюктуационный характер изменения границ областей состояния нормы, обратимых функциональных изменений и патологических нарушений.

На этапе принятия решения о состоянии здоровья человека следует отметить необходимость



развития методов поддержки принятия решений врачей, совершенствования алгоритмов принятия решения, критериев оценки состояния нормы и функциональных нарушений, математических моделей, описывающих состояния объекта исследования (системы организма и всего организма в целом) на различных этапах развития болезни.

Выделенные нами направления совершенствования технологии, методов и инструментальных средств исследования состояния здоровья человека и проводимые прикладные исследования рассматривались с позиций повышения достоверности диагностики текущего состояния здоровья человека, контроля и мониторинга состояния здоровья при проведении лечебных и реабилитационных мероприятий.

Указанные направления развития методов оценки, контроля, мониторинга и прогнозирования состояния здоровья человека определили задачи, которые рассматривались на втором этапе исследований 2012 г.

В результате решения второй задачи проекта были получены следующие основные результаты:

1. Предложен удобный подход анализа длительных записей электрокардиосигнала, когда врачу представляются основные типы нормальных и патологических кардиокомплексов, присутствующих в мониторограмме, с указанием места на кардиограмме где обнаружены патологии. При этом использован следующий способ. После устранения дрейфа изоэлектрической линии известными способами для отобранных по величине R-R интервала кардиокомплексов оценивался коэффициент корреляции. Эта операция была совмещена с накоплением. Для этого вычисляется коэффициент взаимной корреляции первого и второго из отобранных по длительности КК. Если , эти КК усредняются. Затем вычисляется коэффициент корреляции результата усреднения и следующего отобранного КК. При выполнении условия выполняется усреднение ранее сгруппированных и вновь исследуемого КК. Процедура повторяется до исчерпания отобранных КК.

Однако коэффициент корреляции позволяет судить лишь о совпадении формы сигналов, но не их энергий. Чтобы не накапливать сигналы, амплитуды которых значительно различаются, предлагается добавить дополнительный критерий сортировки – разбиение кардиосигнала на группы по величине энергии кардиокомплексов (введение сетки энергии).

2. Была проведена экспериментальная проверка эффективности функционирования алгоритма использующего в качестве критерия сортировки предложенного модифицированного алгоритма (использующего дополнительный критерий сортировки – уровень энергии кардиокомплекса).

Введение энергетического критерия сортировки позволило кардинально уменьшить количество желудочковых экстрасистол ошибочно попадающих в группу с нормальными кардиокомплексами. Это объясняется тем, что желудочковые экстрасистолы часто отличаются от нормальных по величине энергии.

Визуальный анализ усредненных кардиокомплексов показал, что попадание в группу нетипичных кардиокомплексов (тип V и A) практически не искажает форму усредненного кардиокомплекса, в виду того, что использование коэффициента взаимной корреляции, как критерия сортировки, не приводит к накоплению кардиокомплексов значительно отличающихся по функциональному виду.

Данный подход может лечь в основу предварительного анализа мониторограмм, однако, необходима значительная его доработка и развитие для создания технологии анализа длительных записей электрокардиосигнала.

3. Разработан метод, позволяющий выявлять патологические ритмические структуры, присутствующие в основном ритме, причем патологическая структура может быть нерегулярной. Метод основан на построении различных моделей ритма (кодовых слов) и перемещая каждое кодовое слово вдоль ритмограммы с шагом в один кардиокомплекс становится возможным оценить принадлежность кардиокомплексов к определенной структуре или структурам ритма (модель может описывать, как нормальное поведения, так и патологии, причем для случая норма не сложно учитывать и динамические изменения ритма связанные с повышением физической активности

индивидуума). В результате исследований установлено, что количество кодовых слов ограничено небольшим объемом, и при современных возможностях компьютеров не представляет значительных вычислительных и временных затрат на анализ длительных записей кардиосигнала.

Одним из важных преимуществ такого подхода является тот факт, что на данном этапе не требуется предварительная информация о типах анализируемых кардиокомплексов.

4. Для оценки уровня миографической помехи предложен подход, основанный на том, что вначале реализация ЭКГ, представляющая собой аддитивную смесь незашумленного кардиосигнала и миографической помехи, разбивается на фрагменты и на каждом фрагменте с помощью полиномиальной аппроксимации и метода наименьших квадратов строится кривая, которая является прогнозом формы незашумленного кардиосигнала. На основе отклонений точек наблюдаемой реализации относительно данной кривой можно оценить дисперсию миографической помехи присутствующей на исследуемом фрагменте.

Предложенный способ оценки отношения сигнал/помеха позволяет, определять оценку на всех участках кардиосигнала, тем самым используя всю доступную информацию о шуме.

5. Предложен подход, позволяющий кардинально уменьшить чувствительность процедуры сортировки кардиокомплексов к случайным отклонениям кардиосигнала вызванным миографической помехой. Для этого предлагается производить оценку коэффициента взаимной корреляции опорного сигнала не с непосредственно наблюдаемым фрагментом ЭКГ, а с его аппроксимацией. Сглаживание сигнала путем аппроксимации уменьшит влияние случайных отклонений и выбросов, присутствующих в анализируемом фрагменте, на коэффициент взаимной корреляции.

6. Предложен вариант аппроксимации – усреднение всех перекрывающихся аппроксимаций сегментов за исключением крайних сегментов. Доказано, что при таком подходе становится возможным исключить из накопления слагаемые, дисперсия которых значительно превалирует, тем самым уменьшить общую дисперсию ошибки.

В результате решения третьей задачи проекта были получены следующие основные результаты:

При разработке методов оценки, мониторинга и прогнозирования состояния водно-солевого обмена у пациента с распространенными формами ракового заболевания в после операционный период было получено:

- новое пространство информационных признаков, обеспечивающих возможность мониторинга состояния пациента на основе изучения характера изменения в биосубстрате потенциалов девяти ионоселективных электродов с перекрестной чувствительностью, отражающих особенности функционирования различных подсистем организма человека;

- предложена методика оценки состояния системы выработки и аккумуляции энергии человеческого организма, основанная на изучении динамики потенциала Na-селективного электрода в биосубстрате, позволившая выделить области значений потенциалов, соответствующих различным степеням тяжести состояния больного. Исследования биосубстрата с использованием предложенной методики выявили стационарность процессов, связанных с колебаниями ионов  $\text{Na}^+$  в моче здорового организма;

- предложена методика диагностики интоксикаций организма ионами  $\text{HS}^-$  и  $\text{Fe}^{2+}$  в послеоперационный период, основанная на совместном измерении потенциалов Pt- и  $\text{Ag}_2\text{S}$ -электродов;

- методика обработки комплекса из 9 показателей ионометрии биосубстрата, отражающих изменение состояния пациента, включающая построение топологической карты Кохонена и ее интерпретацию с помощью факторного анализа, проектирования выделенных нейронов на плоскости  $F_i - F_j$  с нанесением на них векторов измеряемых параметров и изолиний выходной функции;

- обобщенный вероятностный критерий оценки тяжести состояния пациента, вычисляемый с помощью разработанной нейросетевой модели состояния пациента с распространенными формами онкологического заболевания;

- референтные границы измеряемых показателей в биосубстрате для здорового организма, при

патологии и при состояниях близких к терминальному.

По результатам выполненных исследований сформулированы выводы: при разработке системы мониторинга состояния водно-солевого обмена у пациента с распространенными формами ракового заболевания в послеоперационный период необходимо использовать информационное пространство диагностических признаков, учитывающее активности ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ , величину pH, а также потенциалы  $\text{LaF}_3$ , Pt,  $\text{Ag}_2\text{S}$ , Cd и EM – электродов, позволяющее контролировать состояние водно-солевого обмена в организме пациента, использовать предложенные алгоритмы оценки состояния, методики обработки и модели, учитывающие динамику протекающих процессов в различных подсистемах организма.

При разработке методов электроимпедансной компьютерной томографии было получено:

1. Метод съема пространственного распределения потенциалов на поверхности тела человека с использованием электроимпедансного метода исследования, заключающийся в изменении положения токового электрода, определенной технологии сканирования потенциалов с электродов системы съема, получении нескольких сканов потенциалов и суперпозиции полученных сканов. Предложенный метод съема сигналов позволил увеличить отношение сигнал/шум и повысить чувствительность системы к неравномерности распределения потенциалов, обусловленных появлением инородных объектов, имеющих электропроводимость, отличающуюся от электропроводимости биологической ткани.

2. Предложен метод реконструкции изображения, полученного по результатам электроимпедансного томографического исследования, позволяющий выявлять неоднородности структуры биологической ткани на раннем этапе развития рака молочной железы.

При выполнении этих исследований были сделаны следующие выводы: для повышения чувствительности метода электроимпедансной томографии с целью выявления неоднородностей структуры на раннем этапе развития патологии необходимо получить несколько сканов распределения потенциалов в исследуемой области при изменении местоположения токового электрода и необходима предварительная обработка и реконструкция изображений с использованием суперпозиции сканов.

При разработке методов оценки состояния биологических объектов (органов) – на основе анализа и обработки динамических медицинских изображений этих органов (ангиограмма, эхокардиограмма) были получены следующие результаты:

- разработан метод автоматической динамической сегментации последовательностей медицинских изображений с учетом отличительных особенностей медицинских изображений;
- разработан метод автоматизированной обработки динамических медицинских изображений для ангиографического и эхокардиографического исследования на основе динамических методов сегментации.

При проведении исследования по разработке методов обработки динамических медицинских изображений были сделаны следующие выводы: при обработке динамических медицинских изображений необходимо использовать алгоритмы автоматической сегментации изображений, основанные на вычислении оптического потока и позволяющие определять динамические параметры объектов; алгоритмы автоматизированной обработки, включающие сегментацию и решение конкретных медицинских задач, учитывающие особенности медицинских изображений; а также в структуре системы предусмотреть возможность исследования методов на модельных и реальных данных и организовать взаимодействие с пользователем, что позволит более эффективно решать задачи медицинской диагностики в исследованиях, связанных с обработкой динамических медицинских изображений.

В результате решения четвертой задачи проекта были получены следующие основные результаты:

- созданы математические модели, связывающей спектральное поглощение жидких биологических сред в процессе экстракорпоральной детоксикации;
- созданы алгоритмы обработки спектральных данных для автоматизированного определения концентрации низкомолекулярных составляющих жидких биологических сред по величине

- спектрального поглощения на двух длинах волн в реальном масштабе времени;
- разработаны методические основы создания компактного автоматизированного оптического сенсора на основе УФ светодиодов для реализации предлагаемого способа;
  - исследованы возможности сенсора и проведена оценка точности определения концентрации низкомолекулярных компонентов жидких биологических вред методом моделирования по УФ спектрам пропускания проб;
  - созданы новые аппаратно-методические комплексы аппаратуры магнитного резонанса для медико-биологических применений;
  - привлечение в состав преподавателей и научных сотрудников университета молодежи путем привлечения выполнения НИР и НИОКР аспирантами и практико-ориентированными бакалаврами и магистрами;
  - проведен анализ особенностей получения рентгеновских изображений, в том числе трехмерных, с использованием геометрической схемы съемки с увеличением изображения объекта;
  - разработаны физические и математические модели некоторых объектов медицинской диагностики и проведен анализ изображения этих объектов, полученных с помощью методики компьютерной микрофокусной рентгенографии;
  - разработаны действующие макеты технических средств микрофокусной компьютерной рентгенографии, включая специализированное программное обеспечение;
  - проведены лабораторные испытания методики микрофокусной компьютерной рентгенографии и разработаны научно-методические рекомендации по применению методики в клинической практике.
- созданы методики компьютерной томографии широрасходящимся пучком рентгеновского излучения.

В результате проведенного анализа и систематизации сведений из научно-технической литературы по применению магнитно-резонансных методов и аппаратных средств для регистрации свободно-радикальных состояний на молекулярно-клеточном уровне, по магнитно-резонансным биомаркерам и биосенсорным устройствам, по исследованию ЯМР и ЭПР перспективных наноматериалов (наноалмазов и металлофуллеренов) для целей магнитно-резонансного биотестирования и бионанодиагностики сформулированы наиболее перспективные и значимые медико-биологические применения методов ЯМР и ЭПР, для широкой практической реализации которых необходимо проведение НИР по разработке методик и соответствующих аппаратных средств.

Одним из значимых применений метода ЭПР, требующим проведения аппаратно-методических разработок, является его возможность определения ретроспективной дозы ионизирующих излучений, полученного биологической структурой, в частности человеком, и регистрации опасных для здоровья человека свободных радикалов, перекисных и непредельных соединений, образующихся в продуктах питания, подвергнутых радиационной обработке ионизирующими облучениями с целью продления сроков хранения и уменьшения микробной контаминации указанных продуктов.

Проведение НИР по разработке методик и соответствующих аппаратных средств для широкого клинического использования МРС, тем более необходима, что МРС ядер водорода  $^1\text{H}$  наиболее полезна для улучшения обширного обследования пациента. МРС позволяет более качественно осуществлять контроль эффективности лечения.

При проведении исследований по разработке и по применению лабораторий на чипе для экспресс-диагностики заболеваний особое внимание уделено системам пробоподготовки, в частности, применению акустических методов манипулирования биообъектами на чипе. Кроме того, исследованы свойства суперпарамагнитных наночастиц в качестве носителей лекарственных препаратов *in vivo* и контрастирующих агентов для МР томографии. Разработаны методы исследования их магнитофоретической подвижности с помощью капиллярного чипа и Доплеровского лазерного рассеяния света.

В области разработки новых средств диагностики бактериальных инфекций проведены работы совместно с Институтом эпидемиологии и микробиологии им. Пастера по наработке базы данных образов ювенильных колоний для разработки методов их распознавания. Разработаны два модуля компьютерной программы по распознаванию контура и шероховатости ювенильных колоний.

Проведены работы по совершенствованию технологии анодирования алюминия с целью создания ростовых платформ для ускоренного культивирования патогенных бактериальных клеток. Создана топология и фотошаблон для изготовления тестовых структур.

Выполнен широкий круг научных (теоретических и экспериментальных), технических, технологических в области медицинской диагностики. В ходе исследований была создана перспективная методика компьютерной микрофокусной рентгенографии для ряда областей медицины, в том числе стоматологии, челюстно-лицевой хирургии и травматологии.

Научная новизна, полученных результатов заключается в разработке физико-технических основ методики микрофокусной рентгенографии при использовании для целей медицинской диагностики. По сравнению с широко применяемой в отечественной медицине методикой стандартной рентгенографии, методика микрофокусной рентгенографии обеспечивает более чем на два порядка большие просвечивающие возможности при сравнимых качестве и информативности получаемых изображений.

При соответствующей поддержке исследований по этой тематике методики микрофокусной рентгенографии может перейти в разряд прорывной технологии по отношению к методике стандартной рентгенографии.

Практическая значимость полученных результатов заключается в разработке методических рекомендаций, включая таблицы экспозиций при проведении рентгенодиагностических обследований по методике микрофокусной рентгенографии в стоматологии, челюстно-лицевой хирургии и травматологии. Полученные результаты используются в лечебном процессе Московского государственного медико-стоматологического университета и Военно-медицинской академии, а также в учебном процессе этих клиник на этапе после дипломной подготовки врачей-рентгенологов и кафедры электронных приборов и устройств СПбГЭТУ.

Проект 2.2.1. Проведение НИОКР и решение комплексных проблем по критической технологии «Нано -, био -, информационные и когнитивные технологии» на базе вузовско-академического центра превосходства

Проект нацелен на проведение комплексных, междисциплинарных, “прорывных” научных исследований и разработок для обеспечения приоритета Российской Федерации по критической технологии “Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии” в областях:

- исследование наноразмерных автоэмиссионных систем;
- микро- и наноразмерных структур спин-волновой и сегнетоэлектрической электроники;
- синтеза бионических наносистем.

Силами сотрудников кафедр МНЭ, ФЭТ, РТЭ и НОЦ ЦМИД факультета электроники в отчетный период выполнены два этапа:

&#61485; Анализ результатов зарубежных исследований в области автоэмиссионной, спин-волновой и сегнетоэлектрической электроники.

&#61485; Разработка моделей и алгоритмов для наноразмерных автоэмиссионных систем, процессов искусственного синтеза бионических наносистем

Основные результаты, полученные в 2012 году при реализации проекта

1. Подготовлен аналитический обзор состояния исследований в области автоэмиссионной, спин-волновой и сегнетоэлектрической электроники.

2. Разработаны модели и алгоритмы для наноразмерных автоэмиссионных систем, процессов искусственного синтеза бионических наносистем

Список опубликованных монографий:

1. N.Yu. Grigorieva, B.A. Kalinikos. Normal mode theory for magnonic crystal waveguide. Springer, 21 п.л.
2. Барченко В.Т. и др. Плазменные эмиссионные системы с ненакаливаемыми катодами для ионно-плазменной технологии. ЛЭТИ, 13 п.л.
3. Вольпяс В., Козырев А.Б. Моделирование ионно-плазменных процессов. Lambert Academic Publishing, 14 п.л.

Заявки на получение охранных документов в отношении интеллектуальной деятельности:

1. № заявки 2012123662, полезная модель, дата приоритета 07.06.12. "Датчик на поверхностных акустических волнах с проволочной антенной". Авторы: Лучинин В.В., Горемыкин Н.Н., Койгеров А.С., Смелов И.Н.
2. Заявка на изобретение, 17.12.12. "Устройство микроволнового химического синтеза". Григорьев А.Д., Иванов А.С., Котович И.В., Прищепенко Б.В., Тупицын А.Д., Усс В.С.
3. Заявка от 01.11.12. Программа для управления малогабаритным спектрометром ISM3600 и анализа оптических спектров. «ASPECT2010».

Кострин Д.К., Ухов А.А.

4. Заявка от 01.11.12. Программа для микроконтроллера в составе малогабаритного спектрометра ISM3600, предназначенная для регистрации спектральных данных и передачи их в ПЭВМ. «ISM3600». Кострин Д.К., Ухов А.А.

Список зарегистрированных программ ЭВМ, баз данных, топологий микросхем:

1. Программа для ЭВМ «Моделирование характеристик гетероструктур с множественными квантовыми ямами» / Е.О. Цвелев, Зубков В. И., Кучерова О. В., Петровская А. Н., октябрь 2012.
2. Программа для ЭВМ «Расчет заряда, накапливаемого в гетероструктуре с множественными квантовыми ямами» / Зубков В. И., Петровская А. Н., октябрь 2012.

Список зарегистрированных патентов:

1. №117714, зарегистрирован в 2012, "Устройство контроля качества полупроводниковых квантово-размерных гетероструктур", Глинский Г.Ф., Барановский М.В.
2. №117617, зарегистрирован 2012, "Электронный спектрометр", Барченко В.Т., Лучинин В.В., Пронин В.П., Хинич И.И.

Список поддерживаемых патентов:

1. № 2437112, дата приоритета 22.06.10. "Способ определения параметров полупроводниковых структур". Авторы: Зубков В.И., Кучерова О.В., Яковлев И.Н.
2. №2265913, дата приоритета 15.12.03, "Перфорированная мембрана для чувствительного элемента микромеханического прибора", Корляков А.В., Лучинин В.В., Белых С.В.
3. №2337349, дата приоритета 11.04.07, "Способ определения биологического загрязнения воздуха и устройство для его осуществления", Зими́на Т.Н., Лучинин В.В., Цветков Б.Н., Иванов В.В., Герке Р.Р., Гассох О.В.
4. №67775, дата приоритета 02.05.07, "Устройство для моделирования вакуумной электродной системы", Лучинин В.В., Савенко А.Ю
5. №2362838, дата приоритета 09.10.07, "Устройство для нанесения нанокатерного покрытия", Барченко В.Т., Быков Ю.О., Лучинин В.В., Тестов В.В., Ефременко Е.А.
6. №2372690, дата приоритета 28.04.08, "Устройство для контроля процесса сухого травления структурообразующего слоя микросхемы", Лучинин В.В., Сазанов А.П., Рычажников А.Е., Багров В.В., Спивак А.М.
7. №2416803, дата приоритета 02.07.08, "Лазерный доплеровский анализатор", Зими́на Т.М., Лучинин В.В., Соловьев А.В.

Список опубликованных статей:

1. Анализ диэлектрических спектров композитных герметизирующих покрытий в широком частотном диапазоне. / В.П. Афанасьев, И.Б. Вендик, О.Г. Вендик, Р.А. Кастро, Н.Ю. Медведева,

- М.А. Одит, М.Ф. Ситникова, А.А. Петров, И.М. Соколова, Д.А. Чигирев // Физика и химия стекла. – 2012. – Т. 38, № 1. – С. 86–97.
2. А.В. Тумаркин, М.М. Гайдуков, С.В. Разумов, А.Г. Гагарин, А.Г. Алтынников. Конденсаторные структуры на основе пленок титаната стронция // ФТТ 2012, том 54, выпуск 5, С. 911
3. А.В. Тумаркин, Е.Р. Тепина, Е.А. Ненашева, Н.Ф. Картенко, А.Б. Козырев Сверхвысокочастотные свойства сегнетоэлектрических варикондов на основе пленок  $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$  с Mg-содержащей добавкой // ЖТФ 2012, том 82, выпуск 6, С. 53
4. F. Ciubotaru, A. V. Chumak, N. Yu. Grigoryeva, A. A. Serga, B. Hillebrands, Magnonic band gap design by the edge modulation of micro-sized waveguides, J. Phys. D: Appl. Phys., Vol. 45, No. 25, pp. 255002-1-6 (2012)
5. С. С. Батулин, И. Л. Шейнман, А. М. Альтмарк, А. Д. Канарейкин. Кильватерное излучение, генерируемое электронным сгустком в прямоугольном диэлектрическом волноводе. ЖТФ, том 82, вып. 5, стр. 106-114, 2012.
6. S. Antipov, C. Jing, M. Fedurin, W. Gai, A. Kanareykin, K. Kusche, P. Schoessow, V. Yakimenko, and A. Zholents. Experimental Observation of Energy Modulation in Electron Beams Passing through Terahertz Dielectric Wakefield Structures, Phys. Rev. Lett. 108, 144801 (2012).
7. Antipov S., Jing C., Kanareykin A., Yakimenko V., Fedurin M., Kusche K., Gai, W. Experimental demonstration of wakefield effects in a THz planar diamond accelerating structure. Appl. Phys. Lett. 100, 132910 (2012).
8. Antipov S., Jing C., Kanareykin A., Yakimenko V., Fedurin M., Kusche K., Gai, W. Experimental demonstration of wakefield effects in a THz planar diamond accelerating structure. Virtual Journal of Ultrafast Science. V. 11, is. 4, 2012.
9. А. Д. Григорьев, А. Д. Тупицын, Б. В. Прищепенко. Измеритель коэффициента отражения в микроволновом химическом реакторе. Известия вузов России. Радиоэлектроника. 2012. Вып. 1, с.109-112
10. А.Д. Григорьев, А.Д. Тупицын, Б.В. Прищепенко. Инфракрасный измеритель температуры для установки микроволнового химического синтеза. Известия вузов России. Радиоэлектроника. 2012. Вып. 2, с.110-113
11. Зими́на Т.М., Соловьёв А.В., Лучинин В.В., Баранов Г.А., Николаев Б.П., Яковлева Л.Ю., Марченко Я.Ю., Елисеев О.В. Исследование магнитных наносuspензий биомедицинского применения. // Биотехносфера. 2011. №1-2 С. 75-86.
12. Артамонов А.С., Бойченко Д.В., Никифоров А.Ю., Телец В.А., Чумаков А.И., Аскерко А.Н., Блохин С.И., Бохов О.С., Лучинин В.В., Юдин Р.В. Радиационные исследования электронных датчиков механических величин. / Датчики и системы. 2012, №11(102), С. 50-54
13. Голоудина С.И., Лучинин В.В., Пасюта В.М., Криштаб М.Б., Панов М.Ф., Розанов В.В., Склизкова В.П., Кудрявцев В.В., Бакланов М.Р. Особенности строения и перспективы использования пленок Ленгмюра-Блоджетт жесткоцепного полиимида / Нано- и микросистемная техника. 2012, №12 (149), С.9-15
14. Зими́на Т.М., Соловьёв А.В., Лучинин В.В., Николаев Б.П. Экспресс-методы исследования размера, подвижности и агрегационной устойчивости магнитных наночастиц в микрокапиллярном чипе/ Нано- и микросистемная техника. 2012, №12 (149), С.30-35
15. Кузнецова М.А., Лучинин В.В. Формирование карбидокремниевых автоэмиссионных острий методом остророфокусированного ионного пучка/ Нано- и микросистемная техника. 2012, №12 (149), С.35-40
16. Бохов О.С., Духновский М.П., Козырев А.Б., Корляков А.В., Королев А.Н., Лагш А.В., Лучинин В.В., Топталов С.И. Низкопотребляющие малогабаритные радиотехнические модули на основе микроэлектромеханических ключей/ Нано- и микросистемная техника. 2012, №12 (149), С.60-71
17. Афанасьев П.В., Бороденков Н.И., Бохов О.С., Лучинин В.В., Устинов Е.М., Юдин Р.В. Экспресс-прототипирование микроустройства с радиоканалом/ Нано- и микросистемная техника.

2012, №12 (149), С.71-74

18. Панов М.Ф., Томаев В.В. Оптическое отражение в инфракрасной области спектра окисленных пленок PbSe.– Физика и химия стекла, 2012, т.38, №4. с.543-552.

19. А.Н. Алешин, И.П. Щербаков, Ф.С. Федичкин, П.Е. Гусаков, Электрические и оптические свойства светоизлучающих полевых транзисторов на основе композитных пленок полимера МЕН-PPV с наночастицами ZnO, Физика Твердого Тела (С.-Петербург), 54(12) (2012) с.2196-2201.

20. Goloudina S., Ivanov A., Krishtab M., Luchinin V., Pasyuta V., Gofman I., Sklizkova V., Kudryavtsev V., Baklanov M. Pore sealing of SiOCH ultra low-k dielectric with polyimide Langmuir-Blodgett film/ MRS Spring Meeting, Cambridge Press, 2012

21. Pavel E. Gusakov, Alexander V. Andrianov, Andrey N. Aleshin, Satoshi Matsushita, Kazuo Akagi, Electrical and optical properties of doped helical polyacetylene graphite films in terahertz frequency range, Synthetic Metals, 162 (21-22) (2012) pp.1846-1851

22. А.Н. Алешин, И.П. Щербаков, Ф.С. Федичкин, Фоточувствительный полевой транзистор на основе композитной пленки поливинилкарбазола с наночастицами никеля, Физика Твердого Тела (С.-Петербург), 54(8) (2012) с.1586-1590

23. О.А. Москалюк, Е.С. Цобкалло, В.Е. Юдин, М.Я. Гойхман, А.В. Добродумов, Е.Н. Власова, Е.М.Иванькова, А.Н.Алешин, Механические и электропроводящие свойства полипропиленовых волокон, наполненных углеродными нанотрубками с функционализированной поверхностью, Журнал Прикладной Химии, 85(6) (2012) с. 895-899.

24. О.А. Москалюк, А.Н. Алешин, Е.С. Цобкалло, А.В. Крестинин, В.Е. Юдин, Электропроводность полипропиленовых волокон с дисперсными углеродными наполнителями, Физика Твердого Тела (С.-Петербург), 54(10) (2012) с.1993-1998.

25. V. Ziminov, I. Zakharova, A. Aleshin; T. Makarova, Fullerene based organic-inorganic bulk heterojunction exhibiting rectifying behavior, J. Nanoelectron. Optoelectron., 7(4) (2012) с. 410-414.

26. Грачева И.Е., Лучинин В.В., Мошников В.А. и др. Исследование продуктов золь-гель процессов в многокомпонентных оксидных системах, протекающих с образованием магнитных нанокompозитов / Нано- и микросистемная техника. 2012, №10 (147), С.5-10

27. Riedel D., Fuchs F., Kraus H., Vath S., Sperlich A., Dyakonov V., Solmatova A.A., Baranov P.G., Ilyin V.A., Astakhov G.V. Resonant addressing and manipulation of silicon Vacancy qubits in silicon carbide. Physical Review Letters. 2012, №109, 5

28. Леншин А.С., Кашкаров В.М., Середин П.В., Минаков Д.А., Агапов Б.Л., Кузнецова М.А., Мошников В.А., Домашевская Э.П. Исследования морфологических особенностей роста и оптических характеристик многослойных образцов пористого кремния, выращенных на подложках n-типа с эпитаксиально нанесенным р+-слоем. Физика и техника полупроводников. 2012, том 46, вып. 8, С.1101- 1007

Проект 2.2.2. Проведение НИОКР и решение комплексных проблем по приоритетному направлению развития науки, технологии и техники «Безопасность и противодействие терроризму» на базе вузовско - отраслевого центра превосходства

В рамках проекта проводятся комплексные, междисциплинарные, “прорывные” научные исследования и разработки для обеспечения безопасности человека, технических систем и государства с целью реализации приоритетных направлений модернизации и технологического развития России, воспитания профессионально ориентированной инженерной элиты нового поколения в рамках приоритетного направления развития науки, технологии и техники Российской Федерации “Безопасность и противодействие терроризму”.

На факультете электроники силами сотрудников кафедр МНЭ, ЭПУ и НОЦ ЦМИД выполняется НИР «Исследование технологий электронной и информационной идентификации скрытых угроз безопасности».



По результатам исследования будут получены новые знания, которые будут положены в основу технологий: микрофокусной высокоразрешающей рентгенографии для экспресс-идентификации миниатюрных объектов; сверхминиатюрных интегральных твердотельных ударо- и виброустойчивых микромеханических сенсоров; медико-биологической безопасности массового скрининга населения на основе технологии «лаборатория на чипе»; информационной безопасности инфотелекоммуникационных систем; синтеза ансамблей фазокодовых сигналов.

В отчетный период выполнены два этапа:

• Анализ результатов зарубежных исследований в области технологий электронной и информационной идентификации скрытых угроз безопасности.

• Разработка моделей и алгоритмов для микрофокусной рентгенографии, микромеханических сенсоров, «лабораторий на чипе»

На факультете компьютерных технологий и информатики силами сотрудников кафедры АСОиУ выполняется НИР «Повышение эффективности симметричных шифров на основе управляемых подстановочно-перестановочных сетей для инфотелекоммуникационных систем с ограниченными схмотехническими ресурсами».

Научная, научно-техническая и практическая ценность ожидаемых результатов исследования связана с ее ориентацией на разрешение противоречия между необходимостью применения дополнительных ресурсов и ограничениями в наращивании схмотехнической сложности устройств путем разработки новых скоростных алгоритмов обработки информации, ориентированных на современную элементную базу и обеспечивающих повышение эффективности реализации механизмов сохранения и передачи информации, а также эффективности их аппаратной реализации.

В отчетный в отчетный период выполнены два этапа:

• Анализ результатов зарубежных исследований в области управляемых подстановочно-перестановочных сетей.

• Разработка новых управляемых подстановочно-перестановочных сетей

На факультете информационно-измерительных и биотехнических систем (ФИБС) силами сотрудников кафедры ЛИНС выполняется НИР «Исследование технологий создания сверхминиатюрных интегральных твердотельных ударо- и виброустойчивых микромеханических сенсоров».

Работа нацелена на разработку методологических и технологических основ создания малогабаритных интегрированных инерциально-спутниковых навигационных систем, предназначенных для определения текущего местоположения подвижных объектов различного класса (беспилотных летательных аппаратов, наземных подвижных объектов, личного состава), за счет создания вибро- и ударопрочных твердотельных микроакселерометров и микрогироскопов на поверхностных и объемных акустических волнах и пассивных оптических резонаторах в рамках приоритетного направления развития науки, технологии и техники Российской Федерации «Безопасность и противодействие терроризму».

В отчетный в отчетный период выполнены два этапа:

• Анализ результатов зарубежных исследований в области твердотельных микросенсорных приборов.

• Разработка концепции построения сверхминиатюрных интегральных твердотельных ударо- и виброустойчивых микромеханических сенсоров

Основные результаты, полученные в 2012 году при реализации проекта

1. Подготовлены аналитические обзоры состояния исследований в областях:

- технологий электронной и информационной идентификации скрытых угроз безопасности;
- управляемых подстановочно-перестановочных сетей;
- твердотельных микросенсорных приборов.

2. Разработаны модели и алгоритмы для микрофокусной рентгенографии, микромеханических сенсоров, «лабораторий на чипе».
3. Разработаны новые управляемые подстановочно-перестановочные сети
4. Разработана концепция построения сверхминиатюрных интегральных твердотельных ударо- и виброустойчивых микромеханических сенсоров

Список опубликованных монографий:

1. Ухов А.А., Кострин Д.К. Датчики в электронных устройствах. ЛЭТИ, 13 п.л.
2. Pilyugin S. Yu. Spaces of dynamical Systems. Walter de Gruyter, Berlin/Boston, 14 п.л.
3. Богачев Ю.В., Драпкин В.З. и др. Магнито-резонансная томография в слабом магнитном поле. ЛЭТИ, 12,5 п.л.

Список заявок на получение охранных документов:

1. Заявка на регистрацию программы для ЭВМ «Программа автоматизации диагностики цветковых характеристик полупроводниковых светоизлучающих диодов / Е. А. Менькович, И. А. Ламкин, Е.О. Цвелев, С.А. Тарасов. Подана октябрь 2012.
2. Заявка на изобретение. Способ контроля качества светодиодной структуры./ Е. А. Менькович, И. А. Ламкин, А.В. Соломонов, С.А. Тарасов. Подана декабрь 2012.
3. Заявка на полезную модель № 2012109426. Микрогирометр на поверхностных акустических волнах / Д.П. Лукьянов, А.Н. Перегудов, А.С. Кукаев, М.М. Шевелько, С.Ю. Шевченко.
4. Заявка на изобретение. Волоконно-оптическая сенсорная система./ Ветров А.А., Коцюбинский Т.Д., Сергушичев А.Н. № 2012122691, 01.06.12.

Список зарегистрированных программ ЭВМ, баз данных, топологий микросхем:

1. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2013610718. Программа предметного обучения с использованием интерактивных упражнений. Выговский Л.С., Зорин К.М., Забайкина О.А., Жавжаров М.Н.
2. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2013610719. Программа моделирования образования кластеров из связанных узлов на произвольных и регулярных структурах. Выговский Л.С., Зорин К.М.

Список зарегистрированных патентов:

1. Патент РФ № 117714, Устройство контроля качества полупроводниковых квантово-размерных гетероструктур. Глинский Г.Ф., Барановский М.В.
2. Патент РФ № 119468. Микрогирометр на поверхностных акустических волнах / А.С. Кукаев, Д.П. Лукьянов, А.Н. Перегудов, С.Ю. Шевченко, М.М. Шевелько.

Список поддерживаемых патентов:

1. №2416803, дата приоритета 02.07.08. Лазерный доплеровский анализатор Зимина Т.М., Лучинин В.В., Соловьев А.В.
2. №2372690, дата приоритета 28.04.08. Устройство для контроля процесса сухого травления структурообразующего слоя микросхемы Лучинин В.В., Сазанов А.П. и др.
3. №2365064, дата приоритета 18.04.08. Оптический микрофон и способ его изготовления его звукочувствительной мембраны Лучинин В.В., Сергушичев А.Н. и др.
4. №75293, дата приоритета 25.03.08. Телеметрическая система для мониторинга физиологических параметров Бойко А.П., Гончаров Д.В., Лучинин В.В.
5. №68190, дата приоритета 26.06.07. Радиопоглощающее покрытие Лучинин В.В., Алексеев А.Г. и др.
6. №2305253, дата приоритета 10.05.06. Волоконно-оптическая сенсорная система Лучинин В.В., Сергушичев А.Н. и др.
7. №2327252, дата приоритета 16.04.07. Чувствительный элемент мембранного типа и способ его изготовления Корляков А.В., Лучинин В.В. и др.

Список опубликованных статей:

1. А.М. Боронахин, Л.Н.Подгорная, Е.Д. Бохман, Н.С. Филипья, Ю.В.Филатов, Р.В. Шалымов, Д.Ю. Ларионов. Использование микромеханических чувствительных элементов в задачах диагностики

рельсового пути/ "Гироскопия и навигация" №1 (76), 2012, с. 57-66.

2. Е.П. Филиппова, Д.П. Лукьянов, С.Ю. Шевченко, А.С. Кукаев, Д.В. Сафронов. Моделирование тонкопленочных структур при построении микроакселерометра на поверхностных акустических волнах // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ», сер. «Приборостроение и информационно-измерительные системы» (в печати).

3. Д.П. Лукьянов, С.Ю. Шевченко, А.С. Кукаев, Д.В. Сафронов, Е.П. Филиппова. Моделирование чувствительных элементов ММА и ММГ на ПАВ в программе ANSYS // Сборник докладов 65 НТК Профессорско-преподавательского состава СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 192 – 195.

4. D. Lukyanov, Y. Filatov, S. Shevchenko, M. Shevelko, A. Peregudov, A. Kukaev, and D. Safronov: Appl. Phys. Express, 5 (2012), 109101.

5. Хо Нгок Зуй, Молдовян А.А. Обработка и исследование скоростного блочного шифра STUDIO-64// Известия СПб:СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2012. №4. С.24-29.

6. Молдовян Н.А., Рахья Р.Я. Синтез алгебраических блочных шифров с использованием операций над двоичными многочленами// Вопросы защиты информации. 2012. № 1. С. 2-7.

7. Молдовян Н.А., Гурьянов Д.Ю., Молдовян Д.Н. Повышение безопасности протоколов слепой подписи // Вопросы защиты информации. 2012. № 1. С. 13-17.

8. Menkovich, E.A. Luminescence of nanostructures based on semiconductor nitrides / E.A.Menkovich, S.A.Tarasov, I.A. Lamkin // Functional Materials, 2012. – V. 2. – P. 233-237.

9. Moshnikov V.A., Gracheva I.E., Lenshin A.S. Porous Silicon With Embedded Metal Oxides For Gas Sensing Applications. //Journal of Non-Crystalline Solids. 2012. T. 358. № 3. С. 590.

10. Тарасов С.А., Грачева И.Е., Гареев К.Г., Гордюшенков О.Е., Ламкин И.А., Менькович Е.А., Мошников В.А., Преснякова А.В. Атомно-силовая микроскопия и фотолюминесцентный анализ пористых материалов на основе оксидов металлов // Известия высших учебных заведений. Электроника. 2012. № 94. С. 21-26.

11. Калинин Б.В., Ламкин И.А., Тарасов С.А. Моделирование вольт-фарадных и вольт-амперных характеристик dhfet на основе гетероструктур  $algan / gan$  // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. 2012. № 2. С. 17-20.

12. Аверин И.А., Мошников В.А., Пронин И.А. Особенности созревания и спиноподального распада самоорганизующихся фрактальных систем // Нано- и микросистемная техника. 2012. № 5. С. 29-33.

13. Аньчков М.Г., Грачева И.Е. Программный продукт для анализа газочувствительных свойств наноматериалов // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. 2012. № 4. С. 7-13.

14. Гареев К.Г., Грачева И.Е., Мошников В.А., Кайралиева Т.Г., Ермолаев В.Н., Айдарова С.Б. Фазообразование и процессы, протекающие в системе  $er_2o_3-fe_2o_3-sio_2$  // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. 2012. № 5. С. 16-23.

15. С.Ю. Давыдов. Энергетическая щель в плотности состояний однолистного графена, наводимая адсорбцией. ФТП, 46, 2, 204-209 (2012).

16. С.Ю. Давыдов. Концентрационные зависимости упругих характеристик двумерной системы графен-силицен. ФТП, 54, 3, 609-614 (2012).

17. С.Ю. Давыдов. Задача о димере, адсорбированном на однолистном графене. ФТП, 46, 3, 379-383 (2012).

18. С.Ю. Давыдов. О концентрационных зависимостях заряда атомов, адсорбированных на однолистном графене. ПЖТФ, 38, 4, 41-46 (2012).

Проект 3.1.1. Совершенствование и развитие внутрироссийской и международной мобильности аспирантов и молодых научно-педагогических работников вуза

Цели проведения работ по проекту:

1. Повышение качества реализации уровневых образовательных услуг в университете на основе привлечения и использования международных знаний, опыта, методик и технологий в сфере образования.

2. Повышение привлекательности и конкурентоспособности образовательных услуг, предоставляемых университетом для иностранных студентов, путем интернационализации образовательных программ, повышения гибкости и вариативности обучения, оптимизации адаптационных процессов в начальный период обучения и на последующих стадиях.

Для реализации этих целей в течении года решались следующие задачи:

- заключение международных договоров и соглашений с зарубежными образовательными организациями по развитию академической мобильности;
- организации обменов ППС с ведущими зарубежными университетами и организациями;
- разработки и реализации в университете модулей учебных дисциплин, читаемых на английском языке, для потенциальных участников программ академической мобильности;
- разработка магистерских образовательных программ на английском языке;
- разработка учебно-методических материалов и их использование при реализации совместных образовательных программ с зарубежными университетами;
- организации в университете краткосрочных программ включенного обучения для иностранцев по русскому языку, включая разработку методического обеспечения
- разработки информационно-методического обеспечения системы экспорта образовательных услуг.

В 2012 году подписан ряд соглашений с зарубежными вузами, на основе которых были проведены следующие мероприятия:

1. Технологический университет г. Суючжоу, КНР

- Обеспечение реализации совместной образовательной программы СПбГЭТУ –СТИ.
- Направление преподавателей СПбГЭТУ для согласования учебно-методических вопросов
- Летняя школа по русскому языку
- Прием иностранных студентов на обучение 20 чел.- бакалавриат

2. Ilmenau University of Technology (Germany)

Организация включенного обучения студентов СПбГЭТУ в ТУ Ильменау.

3. University of Turku (Finland), Abo Akademi

Организация программ академической мобильности

4. Ханойский открытый университет (Вьетнам)

Организация научно-исследовательского и учебно-методического центра по направлению «Системы управления природотехногеника»

5. Управление Международного образования и подготовки кадров Вьетнама

Увеличение приема вьетнамских граждан в аспирантуру СПбГЭТУ

6. Технический университет им. Ле Куи Дона, Социалистическая Республика Вьетнам

Организация мероприятий по подготовке национальных кадров Социалистической Республики Вьетнам по направлению 200100 «Приборостроение», программа 200144 «Лазерные измерительные технологии» и по направлению 210601 «Радиоэлектронные системы и комплексы».

7. Тернопольский национальный технический университет (Украина)

Согласование Учебных планов по трем направлениям подготовки и на этой основе развитие программ академической мобильности.

Разработаны учебно-методические материалы совместной образовательной программы с Технологическим университетом г. Суючжоу.

- на основе модернизации учебных планов №049 и №191, разработан учебный план совместной подготовки бакалавров по направлению «Автоматизация и управление» № 048;
- разработаны УММ по дисциплинам:

Основы теории управления; Теоретические основы электротехники; Аналоговая и цифровая

электроника; Математические основы теории систем; Теория управления. Нелинейные системы; Математические методы проектирования нелинейных систем управления; Мехатронные комплексы автоматизации и управления промышленными и подвижными объектами; Мобильные комплексы диагностики дорожных покрытий; Безопасность жизнедеятельности; Экология; История.

Все материалы используются в учебном процессе для российских студентов и для иностранных студентов, обучающихся по СОП по направлению «Автоматизация и управление»,

• разработана программа летних курсов для иностранных студентов по русскому языку и учебное пособие («Прогулки по Петербургу», Л. Ш. Шайфутдинова, Н.Н. Овчаренко) для работы на курсах.

Даты проведения курсов: 10-31.08.2012.

• разработаны контрольно-измерительные материалы для проведения промежуточной аттестации по русскому языку студентов 2 и 3 курсов, обучающихся в СТИ

Разработана магистерская программа на английском языке, каф. ЛИНС

Разработан учебный план и учебные пособия, выполнен их перевод на английский язык. Программа готовится к запуску с 01.09.2013.

Название – «Laser measurement technology»

1. Wave Optics prof. Filatov Y. V.

2. Fiber and Integrated Optics prof. Filatov Y. V.

3. Laser Systems associate prof. Parfenov V. A.

4. Methods and means of laser radiation control associate professor Venediktov V. Y.

5. Fundamentals of nonlinear optics associate professor Venediktov V. Y.

6. Laser and fiber optic technology in navigation systems associate professor Velikoselsev A. A.

7. Optoelectronics prof. Pavlov P. A.

8. History of methodology Viuginova A. A.

9. Information technologies in Instrument Production Polivanov V. V.

10. General issues of modeling Krasnova A. I.

Разработаны модули дисциплин на английском языке для участников программ академической мобильности ФКТИ, по дисциплинам:

1. Цифровая обработка сигналов

2. Параллельное программирование

3. Цифровая обработка сигналов

ФИБС (кафедра БТС) модуль магистерской программы "Телемедицинские системы" - Структура и элементы системы mobile-health.

Разработана и запущена версия сайта университета на английском языке <http://www.eltech.ru/en/university>, подготовлены рекламные материалы на английском языке.

Проект 3.1.2. Организация и проведение конкурсов в образовательной и научно-исследовательской деятельности для аспирантов и молодых научно-педагогических работников вуза

Целями организации конкурса в образовательной и научно-исследовательской деятельности для аспирантов и молодых научно-педагогических работников вуза являлись:

1. Стимулирование массового участия молодежи в научно-технической, гуманитарной и инновационной деятельности.

2. Стимулирование творческого потенциала молодежи СПбГЭТУ в решении социально-значимых задач.

3. Развитие научно-технической, гуманитарной и инновационной деятельности в СПбГЭТУ.

4. Содействие повышению активности ученых и научных работников, изобретателей, инженерно-технических работников.

5. Выявление талантливых инноваторов, их поддержка и поощрение.

6. Анализ и оценка инновационного потенциала вуза по наличию, новизне, техническому уровню и

готовности проектов для практической реализации в экономике.

Выполнение проектов победителей конкурса будет способствовать совершенствованию учебного процесса, развитию научных исследований и инновационной деятельности.

В текущем году в целях стимулирования творческой деятельности аспирантов и молодых научно-педагогических работников в СПбГЭТУ организован и проведен конкурс в образовательной и научно-исследовательской деятельности для аспирантов и молодых научно-педагогических работников вуза.

Для организации данного конкурса были выполнены работы по следующим направлениям:

1. Подготовка Приказа об организации и проведении в 2012 году конкурса в образовательной и научно-исследовательской деятельности для аспирантов и молодых научно-педагогических работников СПбГЭТУ.

2. Разработка Положения о порядке проведения конкурса образовательных, научно-исследовательских и инновационных проектов аспирантов и молодых научно-педагогических работников СПбГЭТУ.

Положение определяет порядок конкурсного отбора проектов, тематику представляемых на конкурс проектов, номинации конкурса, а также категории участников конкурса.

Отбор победителей проводился по трем номинациям: «Образовательный проект»; «Научно-исследовательский проект» и «Инновационный проект».

3. Информационное обеспечение конкурса, в том числе:

- разработка плана работ по информационному обеспечению конкурса,
- разработка содержательной части информационного сообщения о проведении конкурса,
- распространение информационного сообщения среди структурных подразделений СПбГЭТУ,
- размещения информационного сообщения о проведении конкурса на сайте СПбГЭТУ.

4. Осуществление сотрудниками Молодежного инновационного центра (МИЦ) приема и первичной обработки заявок на конкурс по всем трем номинациям, технического контроля и анализа представленных документов на соответствие требованиям конкурсной документации.

5. Оказание сотрудниками МИЦ консультационных услуг участникам конкурса по подготовке конкурсных заявок.

6. Разработка Методики экспертизы заявок, представляемых на конкурс образовательных, научно-исследовательских и инновационных проектов аспирантов и молодых научно-педагогических работников СПбГЭТУ.

В данном документе определяется порядок проведения экспертизы заявок, поданных на конкурс, устанавливаются критерии, по которым производится оценка проектов, а также приводятся методики выставления оценок по выбранным критериям для каждой номинации.

7. Организация работы Экспертной комиссии по оценке входящих в заявки проектов. Составление ранжированного списка проектов и определение победителей конкурса.

Всего на конкурс было подано 67 заявок, в том числе по номинации «Образовательный проект» - 19 заявок; по номинации «Научно-исследовательский проект» - 35 заявок; по номинации «Инновационный проект» - 13 заявок.

По итогам экспертизы заявок победителями по всем номинациям данного конкурса признаны 22 проекта, руководители которых получили финансирование в размере 100 000 руб. на каждый проект.

8. Организационно-техническое сопровождение проектов-победителей конкурса.

Для организации выплат с каждым победителем конкурса была проведена работа по подготовке служебных заданий и заключению дополнительных соглашений, согласно которым необходимо было выполнить работу, предусмотренную проектом.

Победителям в номинации «Образовательный проект» необходимо было разработать рабочие программы конкретных дисциплин, методические указания, учебно-методические материалы,

учебное пособие и т.п.

Победители в номинации «Научно-исследовательский проект» должны выполнить научно-исследовательскую работу и по ее результатам подготовить статью для публикации в ведущих рецензируемых изданиях.

Победителям в номинации «Инновационный проект» необходимо было сформировать инновационный проект и подготовить его бизнес-план.

Работа победителей конкурса в рамках данного мероприятия продолжалась шесть месяца, в течение которых были получены результаты, приведенные ниже.

9. Подведение итогов выполнения работ победителями конкурса.

Полученные результаты в виде аннотированных отчетов и подготовленные рукописи учебно-методических материалов, статей и бизнес-планов были представлены членам комиссии, созданной распоряжением первого проректора СПбГЭТУ на итоговом мероприятии, которое состоялось 29 октября 2012 г. В Молодежном инновационном центре СПбГЭТУ.

По итогам заседания все члены комиссии признали работы победителей конкурса выполненными в полном объеме и принятыми, после чего были подготовлены и подписаны акты сдачи-приемки работ по каждому проекту победителей конкурса. Кроме того, победителям конкурса вручены дипломы I, II и III степени, подготовленные сотрудниками МИЦ.

Победителями конкурса были получены следующие основные результаты:

1. Изготовлены лабораторные стенды и установки для проведения работ по дисциплинам: «Компьютерные технологии виртуализации в технических системах» и «Автоматизация проектирования встраиваемых систем».

2. Создан тематический интернет-форум и подготовлена система автоматического онлайн-тестирования студентов по дисциплинам «Волновые процессы в электронике» и «Волновые процессы в устройствах микроэлектроники».

3. Предложена авторская методика управления созданием инноваций в сфере информационных технологий на примере инновационного программного обеспечения, повышающая гибкость и ускоряющая процесс его разработки, уменьшающая риски, повышающая качество и эффективность управления жизненным циклом.

4. Разработан программно-аппаратный комплекс имитации технологических процессов.

5. Разработана модель формирования полупроводниковых сетчатых структур с многоуровневой иерархией пор, размер которых предопределяется в золь-гель процессах эволюцией фрактальных агрегатов и условиями спинодального распада

6. Разработаны полупроводниковые газовые сенсоры, предназначенные для детектирования газов-реагентов в воздухе.

7. Разработаны излучатели для максимизации дальности действия СКИ и СШП радаров, проводится их экспериментальное исследование.

8. Разработана модель системы качества образовательного учреждения, учитывающая требования европейских стандартов по гарантиям качества образования и международных стандартов по менеджменту качества серии ИСО 9000.

9. Создан комплекс программ в среде MATLAB, реализующего разработанные методы анализа сложных многокомпонентных измерительных сигналов.

10. Предложено устройство формирования периодических последовательностей коротких солитоноподобных импульсов.

11. Создан рабочий прототип установки по нанесению катализатора на мембраны ТПТЭ.

12. Проведены предварительные опытно-конструкторские работы по созданию установки синхронной взаимной ориентации (УСВО-2), представляющей собой четырехосный измерительный стенд, а также цифрового автоколлиматора АКЦ-0,5.

13. Изготовлен макет микрофокусного компьютерного томографа, предназначенный для отработки методики и тестирования конструктивных и программных решений, а также разработана программа восстановления томографических срезов.

14. Получены пористые наноструктуры на основе оксида алюминия при варьировании условий электрохимического анодирования.

15. Реализована программная оболочка для автоматического сравнения результатов обследований на основе данных многосуточного кардиомониторирования.

16. Подготовлены бизнес-планы шести инновационных проектов:

- Технология получения каталитических слоев для водородных топливных элементов на твердополимерных мембранах;
- Высокоточное углоизмерительное оборудование;
- Разработка методики компьютерной рентгеновской микрофокусной томографии в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии;
- Разработка и внедрение антенных систем для беспилотных летательных аппаратов, мониторинга и связи;
- Формирование пористых слоев на основе оксида алюминия для миниатюрных аналитических приборов;
- Программно-алгоритмическое обеспечение для оценки эффективности терапии на основе данных многосуточного кардиомониторирования.

Проект 3.2.1 Совершенствование профориентационной работы и довузовской подготовки

Цель работ по проекту – создание системы ранней профессиональной ориентации учащихся образовательных учреждений в рамках решения социальной задачи по подготовке кадров и работе с талантливой молодежью, направленной на развитие научно-технического творчества учащихся школ и ссузов, повышение мотивации к выбору инженерно-технической траектории продолжения образования и способствующей улучшению качества абитуриентов, поступающих в вуз.

Цель работ по проекту в 2012 году – совершенствование и разработка комплекса мотивирующих профориентационных мероприятий для учащихся школ на основе раннего, начиная с 6 – 7 классов, профессионального образования школьников за счет обучения по оригинальным программам ранней подготовки, участия в олимпиадах различного уровня, в том числе и с использованием дистанционных технологий, участия в ознакомительных практиках и межшкольной конференции по основам научно-практических исследований, ознакомления с основными направлениями подготовки университета на различных информационно-презентационных мероприятиях.

Основные результаты, полученные в 2012 году при реализации проекта

По направлению «Совершенствование работы с талантливой творческой молодежью на основе системы олимпиад школьников и междисциплинарного лабораторного практикума, интегрированного в основную образовательную программу ведущих школ Санкт-Петербурга и Ленинградской области»:

- СПбГЭТУ «ЛЭТИ» вошел в число организаторов олимпиады школьников (из Перечня Минобрнауки России) «Городская открытая олимпиада школьников по физике» и Всероссийской олимпиады школьников в рамках соглашения между Комитетом по образованию Правительства Санкт-Петербурга, СПбГУ, Академическим лицеем «Физико-техническая школа».
- На базе ФМЛ-239 внедрена образовательная программа междисциплинарного практикума, представляющая собой совокупность лабораторных и практических работ в области электроники и нанотехнологий. Программа носит межшкольный характер и рассчитана на использование в ведущих школах Санкт-Петербурга и Ленинградской области.
- Организационно-методическое обеспечение проведения в 2013 г. межвузовской Инженерной олимпиады школьников для учащихся 11-х классов совместно с МИФИ, МИИТ, НГТУ, САГУ с целью включения данной олимпиады в Перечень Минобрнауки России на 2013-2014 учебный год.
- Разработано инструментальное и методическое обеспечение интернет-олимпиады школьников для 7-9 классов по математике и физике. Внедрение намечено на январь 2013 года.



По направлению «Разработка комплекса профориентационных мероприятий по направлениям подготовки университета»:

По направлениям подготовки факультета ФРТ:

Разработаны 6 экспериментальных профориентированных стендов для школьников:

- Стенд телематической системы мониторинга транспортных средств;
- Стенд для школьников «Изучение методов современной математики в обработке медико-биологической информации»;
- Учебно-демонстрационный стенд «Изучение методов беспроводной передачи информации по радиоканалу»;
- Учебно-лабораторный стенд «Изучение методов беспроводной передачи информации по оптическому каналу»;
- Стенд для школьников «Сетевая интеллектуальная система видеонаблюдения»;
- Стенд для школьников «Нелинейный монтаж видеоклипов»;
- Произведена закупка оборудования, необходимого для создания разработанных стендов.

Все разрабатываемые стенды направлены на ознакомление школьников в простой, интерактивной и интересной форме с тематикой работ проводимых на ФРТ. А также для мотивирования абитуриентов к обучению по образовательным программам на ФРТ. Данные стенды позволят в наглядной форме ответить школьникам на такие вопросы как: «Чему нас будут учить?», «Чем мы будем заниматься во время и после учебы?», «Кем можно работать после окончания вуза» и др.

По направлениям подготовки факультета ФКТИ:

- Подготовлена концепция структуры и наполнения «Школьного портала ЛЭТИ»;
- Разработано техническое задание на первую очередь портала – «Интернет-школу информатики и дискретной математики»;
- Создан сайт с сервисами регистрации учащихся, поддержкой задач в трех режимах (демонстрация, тренажер, контроль): <http://kioschool.eltech.ru/>;
- Разработаны шесть учебных мультимедийных модулей: «Алгоритм обхода конем шахматной доски» (знакомство с графами), «Эйлеровы графы», «Алгоритм Прима», «Алгоритм Краскала», «Алгоритм Дейкстры», «Построение максимального паросочетания».
- Началась апробация материалов школы: в настоящее время в ней зарегистрировано и проходит пробное обучение 154 человека.
- По разработанным материалам сделаны два доклада на международной конференции ICME-12 (8-15 июля 2012, Сеул, Корея), опубликована статья.
- Выполнены работы по созданию задела на 2013 год: подготовлен прототип сайта для проведения международного Конкурса по информатике и информационным технологиям «Бобёр» в России, впервые в России проведён дистанционный конкурс «Бобёр» (в конкурсе участвуют 17 стран, включая Германию, Францию, Японию и др.)

По направлениям подготовки факультета ФЭА:

- Экспериментальные стенды и методические указания для проведения практикума «Введение в проектирование электронных устройств»;
- Экспериментальные стенды и методические указания для проведения практикума «Введение в робототехнику»;
- Экспериментальные стенды и методические указания для проведения практикума «Введение в промышленную автоматизацию»;

Методические указания для проведения практикумов школьников по следующим темам:

- «Введение в основы электротехники на примере изучения колебательных контуров»;
- «Введение в индукционный нагрев металлов и высокочастотный нагрев диэлектриков»;
- «Современные программно-технические средства управления производственным оборудованием и

технологическими процессами»;

- «Системы управления техническими средствами корабля».

Презентации по следующим темам:

- «Введение в индукционный нагрев металлов и высокочастотный нагрев диэлектриков»;
- «Современные программно-технические средства управления производственным оборудованием и технологическими процессами»;
- «Системы управления техническими средствами корабля».

По направлениям подготовки факультета ФИБС:

- Методические указания по работе со стендом для школьников 10 – 11 классов на темы: «Измерение длительности объекта и оценка точности измерений», «Оценка точности позиционирования трехосного манипулятора».
- Методические указания по работе с проектом в геоинформационной среде для школьников 10 – 11 классов на тему «Работа с данными в пространстве».
- Циклы лекций для школьников по направлению «Приборостроение» на темы: «Метрология для школьников», «Информационные системы повсюду», «Работа с данными в пространстве».
- Лабораторные работы по направлению «Приборостроение» для школьников 10 – 11 классов: «Экспериментальные исследования инерциально-магнитометрической системы определения местоположения и параметров движения объекта», «Экспериментальные исследования малогабаритной системы навигации и ориентации».
- Описание работы со стендом для демонстрации «фигур Хладни», предназначенное для школьников 9-11 классов.
- Руководство для школьников 10-11 классов по работе со стендом «Ультразвуковой фонтан»;
- Методические указания для абитуриентов по проведению эксперимента для управления характеристиками акустического поля бесконтактным методом;
- Стенды и методические указания по направлению «Биотехнические системы и технологии» для школьников 8-11 классов: «Автоколебательные химические реакции», «Хемилюминесценция», «Магнитные жидкости».

По направлениям подготовки факультета ФЭМ:

- Положение о «Малом факультете факультета Экономики и менеджмента» (МФ ФЭМ);
- Методические указания для абитуриентов по модулю: «Инноватика - двигатель научно-технического прогресса. Проблемы и перспективы»;
- Методические указания для абитуриентов по модулю: «Основы предпринимательства»;
- Методические указания для абитуриентов по модулю: «Управление устойчивым развитием предприятия».

По направлениям подготовки факультета ГФ:

- Программа ознакомительных встреч для абитуриентов;
- Рабочая программа «Основы мультимедиа для школьников»;
- Лекции «мультимедиа технологии в СО»
- Программа занятий «Вербальная и невербальная коммуникация».

По направлению «Совершенствование системы профориентационных мероприятий на территории университета»

- Проведена олимпиада «Математика и алгоритмы» для учащихся 8-10 классов, на основе разработанного организационно-методического обеспечения;
- Разработано организационное и методическое обеспечение и сформирован контингент учащихся Юношеской технической школы (ЮТШ), обучаются 30 школьников 8-10 классов – победители олимпиады «Математика и алгоритмы»;
- Разработано организационно-методическое обеспечение и проводится рекламная кампания по обучению школьников старших классов 3D моделированию в «Техноцентре NanoBotu» на базе «Центра компетенции РТС» в СПбГЭТУ «ЛЭТИ», занятия планируется начать в середине февраля 2013 года;
- Разработано организационно-методическое обеспечение проведения математических «боев» между школами, с которыми СПбГЭТУ имеет договорные отношения;
- Выполнен анализ форм и методик профориентационной работы некоторых ведущих технических вузов России.

Проект 4.1.1. Закупка современного технологического оборудования и программного обеспечения для межвузовского центра прототипирования и контрактного производства наукоемкой продукции в области радиоэлектроники

В рамках проекта проводятся закупки современного технологического оборудования и программного обеспечения для межвузовского центра прототипирования и контрактного производства наукоемкой продукции в области радиоэлектроники.

На факультете электроники в отчетный период силами сотрудников кафедр МНЭ, РТЭ и НОЦ ЦМИД был проведен сравнительный анализ направлений развития электронной компонентной базы (ЭКБ) и оборудования, обеспечивающего изготовление перспективных электронных компонентов. В результате проведенного анализа для закупки был выбран комплекс прототипирования гибких электронных плат LP50/SE-128/SE голландской компании PiXDRO, обеспечивающий формирование электронных элементов на гибких носителях и органо-полимерных биосенсорных структур. Своевременно была подготовлена конкурсная документация для проведения закупки и оборудование поставлено на баланс после его получения. Фактическая стоимость комплекса составила 3 800 000 руб.

Комплекс предназначен для реализации процессов оперативного прототипирования электронных плат методом инжекционной печати проводящих и диэлектрических слоев на гибких носителях. Компания PiXDRO, разработчик и производитель комплекса, является одним из мировых лидеров в реализации данной технологии.

Комплекс представляет собой компактную систему, состоящую из базового блока принтера который обеспечивает крепление исполнительных элементов: печатающее устройство – «голова», устройство крепления «головы» и емкости для подачи специализированных чернил, устройство визуального контроля процессов каплеобразования и нанесения чернил, защитная крышка для обеспечения защиты оператора и узлов (элементов, блоков) принтера в процессе печати.

Комплекс обеспечивает нанесение чернил повышенной вязкости для формирования основы твердой или гибкой подложки, с целью формирования композиции коммутационного и диэлектрического слоя с последующим осаждением заданного количества данных композиций.

Компактный дизайн позволяет легко интегрировать систему в лаборатории или исследовательское оборудование. Использование стандартных модулей в составе комплекса обеспечивает возможности построения промышленных систем путем простого масштабирования отлаженной лабораторной установки.

Одной из задач, решаемых межвузовским центром прототипирования и контрактного производства наукоемкой продукции в области радиоэлектроники является проведение работ на линии технологической химической обработки и формирования микро- и наноразмерных электронных композиций. Для формирования такой линии была подготовлена спецификация оборудования, включающая тринадцать единиц, перечисленных в инвентарном списке основных средств каф.

МНЭ. Закупленное оборудование было своевременно поставлено на баланс вуза.

Дополнительной задачей, решаемой межвузовским центром прототипирования и контрактного производства наукоемкой продукции в области радиоэлектроники является проведение работ по измерению электрофизических и электрических параметров микро- и наноконструкций и элементов электронной компонентной базы на их основе. Для материально-технического обеспечения этой задачи была подготовлена спецификация оборудования, включающая двадцать две единицы, перечисленные в инвентарном списке основных средств кафедр МНЭ и РТЭ. Закупленное оборудование было своевременно поставлено на баланс вуза.

Проект 4.1.2. Закупка современного аналитического и измерительного оборудования для вузовско-академического центра превосходства по критической технологии «Нано -, био -, информационные и когнитивные технологии» и вузовско - отраслевого центра превосходства по приоритетному направлению развития науки, технологии и техники «Безопасность и противодействие терроризму»

В рамках проекта проводятся закупки современного аналитического и измерительного оборудования для вузовско-академического центра превосходства по критической технологии «Нано -, био -, информационные и когнитивные технологии» и вузовско - отраслевого центра превосходства по приоритетному направлению развития науки, технологии и техники «Безопасность и противодействие терроризму».

На факультете электроники силами сотрудников кафедры МНЭ и НОЦ ЦМИД был проведен сравнительный анализ направлений развития электронной компонентной базы (ЭКБ) и оборудования, обеспечивающего изготовление перспективных электронных компонентов. В результате проведенного анализа для закупки был выбран комплекс струйной печати LP50/KM-512/LH голландской компании PiXDRO обеспечивающий формирование электронных элементов на гибких носителях и органо-полимерных биосенсорных структур. Своевременно была подготовлена конкурсная документация для проведения закупки и оборудование поставлено на баланс после его получения. Фактическая стоимость комплекса составила 8 500 000 руб.

Комплекс предназначен для реализации процессов быстрого прототипирования устройств электроники посредством управляемого создания проводящих, изолирующих, полупроводниковых слоев, покрытий и пленок на гибких и жестких носителях методом каплеструйного нанесения специализированных чернил. В зависимости от типа чернил на поверхности подложки должны создаваться проводящие, полупроводниковые, диэлектрические и функциональные слои.

Комплекс представляет собой компактную систему, состоящую из базового блока принтера который обеспечивает крепление исполнительных элементов: печатающее устройство – «голова», устройство крепления «головы» и емкости для подачи специализированных чернил, устройство визуального контроля процессов каплеобразования и нанесения чернил, защитная крышка для обеспечения защиты оператора и органов принтера в процессе печати.

Комплекс базируется на новых технологических процессах интегрирующих расширенные функциональные возможности, гибкость в эксплуатации и сокращение объема технологических отходов. Комплекс обеспечит сокращение сроков разработки инновационных изделий электроники на этапе их подготовки к производству за счет использования устойчивых производственных процессов, повысит их качество и конкурентоспособность.

Для оперативного концептуального проектирования микроэлектромеханических систем (MEMS, МЭМС), их оптимизации и сопряжения с IC проектом был приобретен программный комплекс CoventorWare. Он позволяет моделировать специфические MEMS мультифизические эффекты, такие как, связанные электромеханические эффекты, газовое демпфирование, анкерные потери, термоупругое демпфирование, производственные воздействия. программный комплекс CoventorWare состоит из двух программных пакетов Designer и AnalyzerTurbo. Первый предоставляет разработчикам все необходимые средства для 2D и 3D проектирования MEMS устройств. В

распоряжении разработчика имеется редактор двухмерных топологий, модуль формирования трехмерной модели устройства, обширные базы данных материалов, эмулятор технологического процесса. Разработчик может самостоятельно прорисовать проект "с нуля" или импортировать послойное представление устройства, полученное с помощью программ Architect3D или MEMS+. Далее к проекту MEMS устройства могут быть добавлены другие элементы топологии, например, управляющая электрическая схема, которая будет изготавливаться на этом же кристалле в рамках единого технологического цикла. На выходе программы разработчик получает набор масок для изготовления устройства или отладки технологического процесса с помощью программы SEMulator3D, а также его твердотельную модель для ВЕМ/ФЕМ анализа в AnalyzerTurbo. Программный пакет AnalyzerTurbo является ключевым звеном пакета CoventorWare, так как обеспечивает комплексное моделирование всех физических процессов, описанных в самых различных областях. Чрезвычайно гибкая конфигурация этого пакета позволяет использовать широкий набор вычислительных модулей, специализированных для решения конкретных задач, например, моделирования оптических, тепловых, пьезорезистивных эффектов. При необходимости пакет может быть интегрирован с программным обеспечением других производителей. Фактическая стоимость программного комплекса составила 500 000 руб.

На факультете компьютерных технологий и информатики силами сотрудников кафедры АСОиУ был проведен сравнительный анализ аппаратно-программных средств, обеспечивающих проведение исследовательских работ по защите от несанкционированного доступа. Своевременно была подготовлена конкурсная документация для проведения закупки и оборудование поставлено на баланс после его получения. Фактическая стоимость комплекса составила 159 000 руб.

Комплекс аппаратно-программных средств предназначен для проведения исследовательских работ по защите от несанкционированного доступа (НСД) к терминалам, на которых ведется подготовка и обработка сообщений. Разрабатываемые программные и программно-аппаратные средства защиты, базирующиеся на известных перестановочных сетях (ПС) со слоистой топологией, простых для аппаратной реализации и обладающих высоким быстродействием, будут обеспечивать идентификацию и надежное опознавание пользователей, разграничение полномочий по доступу к ресурсам, регистрацию работы и учет попыток НСД.

На факультете информационно-измерительных и биотехнических систем (ФИБС) силами сотрудников кафедры ЛИНС был проведен сравнительный анализ аппаратных средств для проведения исследований малогабаритных интегрированных инерциально-спутниковых навигационных систем и приобретен исследовательский комплекс на базе распределенных инерциальных модулей в задачах оценки ориентации крупногабаритных объектов.

Комплекс предназначен для определения текущего местоположения подвижных объектов различного класса (беспилотных летательных аппаратов, наземных подвижных объектов, личного состава), позволяет производить оценку параметров вибро- и ударопрочных твердотельных микроакселерометров и микрогироскопов на поверхностных и объемных акустических волнах и пассивных оптических резонаторах, разрабатываемых в рамках проекта 2.2.2. Фактическая стоимость комплекса составила 1 000 000 руб.

Проект 4.1.3. Закупка мультимедийного оборудования для поточных лекционных занятий и аудиторий для групповой работы

Цель проекта - повышение эффективности процесса обучения на основе использования современных информационных и телекоммуникационных технологий, обеспечивающих широкий спектр средств визуализации, получения и передачи информации для слушателей.

В рамках первого этапа реализации проекта (2012 год) были разработаны базовые унифицированные технические задания на оснащение аудиовизуальным, интерактивным информационно-технологическим оборудованием аудиторий и учебных подразделений университета, позволяющих преподавателям проводить занятия на современном уровне с использованием графических и интерактивных материалов.

На базе этих технических заданий было выполнено оснащение 9-ти учебных аудиторий современными комплексами мультимедийных средств обучения. При этом технические параметры установленных комплексов позволяют в дальнейшем проводить их доукомплектование современным оборудованием для проведения занятий. Заложенная в технические задания система мониторинга состояния проекторов, как основного оборудования для визуализации учебных материалов позволяет техническим службам удаленно контролировать функционирование проекторов и своевременно проводить профилактические работы по обслуживанию.

Дополнительно были приобретены мобильные комплексы мультимедийных средств обучения, позволяющие проводить занятия с использованием мультимедийных материалов в неподготовленных аудиториях.

Экономия при проведении аукционных процедур позволила дополнительно приобрести комплекс звукового оборудования для учебных аудиторий и проектор для малого конференц-зала университета.

Основные результаты, полученные в 2012 году, при реализации проекта

Приобретены комплексы мультимедийных средств обучения для 9 аудиторий, включающих в себя, в каждой аудитории: проектор, проекционный экран, аудиосистему, систему коммутации в столе преподавателя и систему мониторинга. Комплекс позволяет преподавателю проводить занятия с использованием презентаций, мультимедийных материалов и видеофильмов. Система позволяет использовать в качестве источника сигнала ноутбук или документ-камеру.

В 3 аудиториях также установлены IP-видеокамеры для организации дистанционного процесса обучения. Дополнительно приобретен портативный мобильный комплекс мультимедийных средств обучения, включающий в себя 5 мультимедийных проекторов, мобильный складной экран, столик для проектора и 2 портативные аудиосистемы. Такой комплекс можно оперативно устанавливать в неподготовленных аудиториях для проведения занятий с использованием мультимедийных материалов.

За счет экономии средств при проведении аукционных процедур был приобретен комплекс звукового оборудования, включающий в себя 5 микрофонов для проведения выступлений, докладов и лекций в больших учебных аудиториях. Дополнительно приобретен мультимедийный проектор и специальный кронштейн для модернизации помещения университета, в котором проходят защиты диссертаций.

Проект 4.2.1. Ремонт лекционных аудиторий, аудиторий для групповой работы и учебно-научных лабораторий

Цель проекта - ремонт лекционных аудиторий и аудиторий для развития инфраструктуры корпоративной системы непрерывного образования, целевой подготовки и переподготовки кадров по приоритетным направлениям модернизации и технологического развития российской экономики.

За период 2012 г. предстояло решить задачи ремонта помещений аудиторно - лабораторного комплекса общей площадью не менее 260 кв. м., оснащенного современным информационно-технологическим оборудованием и связанного с приборно-инструментальными и аппаратно-программными межфакультетскими научно-образовательными платформами. Одновременно создание необходимых условий для организации специализированных лекционных аудиторий, лабораторий и технологических зон Института непрерывного образования для целевой подготовки и повышения квалификации по приоритетным и прорывным направлениям развития науки, технологий и техники, включая модернизацию инженерных сетей, ремонт кровли и т. д.

Работа включала составление технических заданий, проектно-сметной документации, аукционной документации, выполнение комплекса ремонтных работ.

Основные результаты, полученные в 2012 году при реализации проекта

1. Отремонтированы помещения общей площадью 101,2 кв. м., на которых создана монообъемная учебная лаборатория кафедры безопасности жизнедеятельности с оптимальными

архитектурно-планировочными решениями и с высокими санитарно-гигиеническими характеристиками учебного пространства. В лаборатории реализован принцип модульности зонирования площади, наиболее удобный как для подачи учебного материала (устным и мультимедийным способом)

2. Отремонтированы 6 аудиторий, для проведения практических групповых занятий обучающихся в магистратуре общей площадью 203,6 кв. м. Работы выполнялись в рамках четырех договоров подряда.

3. Выполнен комплекс работ, составляющий первый этап ремонта и обеспечивающий дальнейшее выполнение отделочных работ и оснащение специализированных лекционных аудиторий, лабораторий и технологических зон Института непрерывного образования на базе корпуса №6 университета, а именно:

- капитальный ремонт кровли корпуса №6 площадью 1998 кв. м.;
- модернизация инженерных систем канализования жидких отходов корпуса №6;
- частичная замена окон в корпусе № 6.

4. За счет внебюджетных средств капитально отремонтирован комплекс учебных лабораторий управления и автоматизации мехатронными комплексами подвижных объектов и технических систем общей площадью 136,5 кв. м. для обеспечения подготовки специалистов по направлению «Информационные системы и технологии» на базе создаваемого ресурсного центра.

5. Силами собственной ремонтной службы университета был выполнен текущий ремонт двух аудиторий общей площадью 102,7 кв.м.

#### Проект 4.2.2. Ремонт помещений общежитий

Цель проекта - снижение дефицита количества мест в общежитиях университета, создание благоприятных условий для увеличения мобильности абитуриентов, студентов и аспирантов, их комфортного и безопасного проживания.

За период 2012 г. предстояло решить задачи ремонта помещений общежитий университета общей площадью не менее 610 кв.м., включая жилые комнаты и места общего пользования. Работа включала составление технических заданий, проектно-сметной документации, аукционной документации, реконструкцию или замену окон, полов, стен, сантехнических устройств, инженерных систем. Состав ремонтных и отделочных работ: покраска стен, покраска или замена потолков, замена линолеума, установка дверей, монтаж плинтусов, монтаж электроприборов и т.п., а также незначительные изменения в планировке.

Основные результаты, полученные в 2012 году при реализации проекта

1. Капитально отремонтирован 13-й этаж общежития №7 университета по адресу пр. Испытателей, д.10, Литер А. Созданы условия для комфортного проживания 48 студентов, в основном прибывших для завершения обучения по бакалаврским программам и дальнейшего поступления в магистратуру из зарубежных вузов-партнеров. Площадь отремонтированных помещений 453,2 кв. м.

2. Выполнен ремонт аварийных душевых 2-7 этажей общей площадью и ремонт канализации душевых 8-15 этажей в общежитии №8 СПбГЭТУ, 85,2 кв. м. по адресу ул. Торжковская, д.15.

3. Ремонт душевых площадью 49 кв. м. с устройством гидроизоляции расположенных на втором этаже общежития №2.

4. Также была отремонтировано 1097 кв. м. мягкой кровли общежитий №7 и №8 и проведена выборочная замена оконных блоков, находящихся в аварийном состоянии в общежитиях №2,3,4.

5. За счет внебюджетных средств были выполнены работы по замене напольных покрытий в коридорах общежития №6 в соответствии с предписаниями пожарного надзора. Площадь помещений, приведенных в соответствие с пожарными нормами 439 кв. м. Кроме того, был выполнен значительный объем работ по ремонту трубопроводов и модернизации систем

водоснабжения, канализации и теплоснабжения в зданиях общежитий.

6. Силами собственной ремонтной службы университета полностью отремонтирован 13-й этаж общежития №8 площадью 367,4 кв. м и коридоры и холлы 4 этажа общежития №4 (215 кв.м) и 7 этажа общежития №8 (119 кв. м).

Проект 5.1.1. Обеспечение внутреннего мониторинга реализации программы стратегического развития вуза

Целью проекта является внутренний мониторинг реализации программы стратегического развития вуза для обеспечения выполнения этапов, показателей и индикаторов реализации программы.

Содержание проекта:

- организация наблюдения, сбор, получение достоверной и объективной информации о протекании процессов развития вуза, изучение и подготовка информации для анализа и принятия решений на различных уровнях управления университетом;
- создание системы информационной поддержки выполнения Программы и системы мониторинга, обеспечивающих непрерывный контроль качества образования и научных исследований;
- оценка и системный анализ получаемой информации, выявление причин, вызывающих тот или иной характер процессов;
- обеспечение органов управления информацией, полученной при осуществлении мониторинга;
- подготовка рекомендаций, направленных на преодоление негативных и поддержку позитивных тенденций, доведение их до органов управления вуза.

Для достижения целей Программы в рамках проекта организовано наблюдения, сбор, получение информации о процессах развития вуза, налажена подготовка информации для анализа и принятия решений на различных уровнях управления университетом. Аналитическая составляющая этой деятельности предусматривает оценку и системный анализ получаемой информации, выявление причин, вызывающих тот или иной характер процессов. Результатом информационной и аналитической составляющей деятельности являются рекомендации по преодолению возникающих трудностей (препятствий), доводимые до органов управления ПСР и вуза.

Организация управления Программой

Ректор, который является руководителем Программы, осуществляет общее руководство Программой и несет персональную ответственность за ее реализацию (конечные результаты, целевое и эффективное расходование выделяемых финансовых средств), а также определяет формы и методы управления Программой.

Управление программой стратегического развития университета осуществляется на трех уровнях: на уровне Программы, по направлениям деятельности университета, на уровне конкретных проектов.

Общее управление на уровне Программы направлено на определение набора проектов в составе Программы, установление взаимосвязей между проектами и централизованную координацию проектов для достижения максимального эффекта от их совместной реализации в составе Программы. Ответственность на уровне Программы в целом возложена на ректора. Общая координация работ осуществляется исполнительной дирекцией программы.

Управление по направлениям деятельности вуза нацелено на отбор наиболее приоритетных проектов и их координацию для обеспечения максимальной эффективности развития университета в выбранном направлении. Ответственность по направлениям деятельности возложена на координаторов направлений:

- направление 1 «Модернизация образовательного процесса» и направление 5 «Совершенствование организационной структуры вуза и повышение эффективности управления» - ректор университета;
- направление 2 «Модернизация научно - исследовательского процесса и инновационной



деятельности» - проректор по научной деятельности.

• направление 3 «Развитие кадрового потенциала и формирование качественного контингента обучающихся» и направление 4 «Модернизация инфраструктуры» - первый проректор университета.

Управление на уровне конкретного проекта направлено на обеспечение реализации проекта в установленные сроки, с заданным результатом, в рамках запланированного бюджета. Ответственность за конечные результаты проекта возложена на руководителя проекта. Руководителями проектов являются деканы, профильные проректоры, руководители общеуниверситетских подразделений.

Механизм контроля хода выполнения Программы

В качестве механизма контроля хода выполнения мероприятий программы по каждому проекту используются:

- контроль сроков сопоставление хода выполнения работ с графиком утвержденного календарного плана, последующий анализ отклонений и корректирующие действия;
- контроль затрат сравнение фактических затрат с утвержденным графиком финансирования, последующий анализ отклонений и корректирующие действия;
- контроль качества оценка соответствия достигнутых результатов планируемому, последующий анализ отклонений и корректирующие действия.

Обеспечение внутреннего мониторинга программы стратегического развития университета

Аналитический центр университета – структурное подразделение вуза, ответственное за разработку и внедрение методологии управления проектами, за организацию управления и обеспечение внутреннего мониторинга программы стратегического развития университета. Руководитель аналитического центра университета находится в прямом подчинении руководителя Программы - ректора вуза. Для управления реализацией Программы применяются современные информационные технологии.

Основные результаты, достигнутые при выполнении проекта за отчетный период:

На первом этапе работ проекта сформулирована концепция системы контроля, мониторинга и аналитического сопровождения деятельности университета при реализации Программы стратегического развития. В рамках реализации концепции:

- Сформированы органы управления Программой в составе управляющего комитета (УК) и исполнительной дирекции (ИД) Программы (приказ ректора университета от 26.03.2012 №589 «Об организации работы по реализации Программы стратегического развития университета «Развитие междисциплинарных исследований и инструментально-технологической базы как основа непрерывного инженерного образования по приоритетным направлениям российской экономики» на 2012 – 2016 годы»);
- Разработаны положения об этих органах управления Программы, которые введены в действие приказами ректора университета (приказ ректора университета от 28.04.2012 г. №866 «О введении в действие нормативных документов программы стратегического развития университета на 2012-2016 годы»);
- Приказами ректора университета организованы 4 рабочие группы: планирования и мониторинга в части финансовых показателей Программы, по закупкам, выполняемых в рамках Программы, по выполнению ремонтных работ в составе работ Программы, по разработке и ведению документов Программы. Разработаны и введены в действие Положения и Регламенты работы указанных рабочих групп (приказы ректора от 06.04.2012 № 689 «О рабочей группе по разработке проектов нормативно-распорядительной документации Программы стратегического развития университета на 2012-2016 годы», от 09.04.2012 № 700 «Об утверждении рабочей группы по планово-финансовому сопровождению Программы стратегического развития университета и регламенту её работы», от 20.04.2012 № 795 «О создании рабочей группы по ремонту и модернизации аудиторного, лабораторного и жилого фонда» (рук. РГ – Мамистов С.В.), от 26.06.2012 № 1422 «О создании

рабочей группы по закупкам оборудования и программного обеспечения» (рук. РГ – Мальчикова Е.А.);

- Разработана система планирования, контроля и отчетности за результаты работ;
  - Разработаны и утверждены приказом ректора университета формы документов по планированию и организации исполнения проектов Программы: формы заданий на проект, планы графики работ по проектам Программы (приказы ректора университета от 28.04.2012 г. №867 «Об организации работ по выполнению проектов направления 2 программы стратегического развития университета на 2012-2016 годы», от 18.05.2012 г. №1007 «Об утверждении форм документов для реализации программы стратегического развития университета на 2012-2016 годы», от 07.06.2012 г. «Об утверждении форм документов и организации работ по проектам направлений 1, 3, 4, 5 программы стратегического развития университета на 2012-2016 годы»);
  - Приказами ректора университета утверждены задания на все проекты, определена схема контроля и отчетности, структура органов управления и контроля проекта, их персональный состав, внедрены положения о руководителе проекта (подпроекта) ПСР, утверждены планы - графики выполнения работ всех проектов (приказ ректора от 12.07.2012 г. №1592 «Об организации выполнения проектов в рамках мероприятий Программы стратегического развития университета на 2012-2016 годы»);
- За отчетный период были выполнены следующие управляющие и контрольные действия:

• Проведено 15 заседаний УК Программы, на которых рассматривались вопросы планирования деятельности, ход выполнения работ по проектам программы, трудности, возникающие на этапе реализации проектов, и пути их преодоления;

• Проведено 12 заседаний ИД Программы, на которых рассматривались и утверждались: планы работ по всем проектам программы, планы - графики работ проектов, положения и документы, используемые при организации работ Программы, промежуточные отчеты о ходе выполнения всех проектов программы, возникающие при выполнении проектов проблемы и предлагаемые пути их решения;

• Постоянные рабочие группы Программы (4 рабочих группы) за отчетный период провели более 80 рабочих заседаний по соответствующим направлениям деятельности

За время выполнения Программы (отчетный период) построенной системой контроля и мониторинга были выявлены проблемы, связанные с организацией закупок товаров, работ и услуг в соответствии с ранее утвержденной номенклатурой заявок и графиком работ, вызванные трудностями реализации в условиях действия федерального закона ФЗ № 94 и приказа Минэкономразвития 2011 года № 273. Вопрос был оперативно вынесен на рассмотрение органов управления Программой, которые выбрали способ преодоления возникших и намечающихся проблем путем экстренного создания специальной группы экспертов по закупкам.

Полученные результаты реализуемых проектов соответствуют целям и задачам Программы, в Приложениях к отчету приведены количественные значения показателей, достигнутых университетом в 2012 году, финансовые ресурсы, направленные на реализацию Программы. Достигнуты и превышены плановые значения 51 показателя из 53 (96,2%), что соответствует требованиям государственного заказа на реализацию Программы. Финансовые показатели использования средств субсидии выполнены в соответствии с планом. Финансовые показатели использования средств университета для реализации задач Программы превышены в целом.

## **1. Модернизация образовательного процесса (содержание и организация)**

### **1.1 Разработка учебно-методического обеспечения образовательного процесса**

#### **1.1.1 Разработка учебно-методических комплексов основных и дополнительных образовательных программ в рамках приоритетных научно-образовательных**

## **направлений программы стратегического развития университета**

*(Описание результатов проекта)*

Учебно-методическое обеспечение образовательного процесса в области «Инфокоммуникационные технологии, телекоммуникации и радиотехнические системы».

Учебно-методические комплексы основных и дополнительных образовательных программ в рамках приоритетных научно-образовательных направлений "Электроника и наноэлектроника" и "Нанотехнологии и микросистемная техника".

Учебно-методические комплексы основных и дополнительных образовательных программ с целью совершенствования подготовки в области распределенных информационных технологий.

Учебно-методические комплексы основных и дополнительных образовательных программ для модернизации образовательного процесса факультета электротехники и автоматики.

Элементы учебно-методических комплексов дисциплин основных и дополнительных образовательных программ, реализуемых на факультете информационных и биотехнических систем.

Методические материалы для учебно-методических комплексов общеуниверситетских дисциплин, обеспечивающих повышение качества освоения основных образовательных программ.

### **1.1.2 Целевая профессиональная подготовка и повышение квалификации конкурентоспособных кадров по запросам высокотехнологичных промышленных кластеров и в интересах устойчивого развития социально-экономического комплекса региона**

*(Описание результатов проекта)*

Методические рекомендации по организации целевой практико-ориентированной подготовки студентов и аспирантов по приоритетным направлениям науки, техники и технологии.

Положение о целевой подготовке специалистов для предприятий.

Пакет нормативных документов о целевой подготовке между университетом и предприятием (договор, техническое задание, календарный план, протокол соглашения о договорной цене, акт сдачи-приемки работ).

Трехсторонний договор «университет-предприятие-студент».

10 новых реализованных программ ДПО.

Учебные планы и аннотации перспективных программ ДПО.

Оригинал-макет Каталога программ ДПО.

## **1.2 Совершенствование и модернизация управления образовательным процессом вуза**

### **1.2.1 Обеспечение гарантий качества образования и сертификации квалификаций выпускников**

*(Описание результатов проекта)*

Методические рекомендации по повышению качества образования через привлечение студентов бакалавриата и магистратуры к научной работе.

Методические указания по подготовке материалов самообследования для прохождения внешней оценки образовательных программ.

Рабочая программа курса повышения квалификации академических администраторов и профессорско-преподавательского состава университета по подготовке материалов самообследования для прохождения внешней независимой оценки образовательных программ/

Защищено диссертаций – 3  
Издано монографий – 3  
Опубликовано статей – 15  
Издано учебных пособий – 2

### **1.2.2 Развитие прогнозно-аналитической и маркетинговой деятельности университета в соответствии с приоритетными направлениями модернизации и технологического развития российской экономики**

*(Описание результатов проекта)*

Методика ценообразования основных образовательных программ СПбГЭТУ.

Аналитический отчет содержащий:

- результаты мониторинга маркетинговой среды университета на основе опросов выпускников (бакалавров, магистров, специалистов).
- анализ конкурентной среды Санкт-Петербурга по направлению подготовки «Реклама и связи с общественностью».

Методика исследований потребностей работодателей в специалистах по профильным для университета направлениям.

#### **Проекты, не обеспеченные субсидией**

*(Описание результатов проекта)*

## **2. Модернизация научно-исследовательского процесса и инновационной деятельности (содержание и организация)**

### **2.1 Проведение НИОКР и создание приборно-инструментальных, аналитико-технологических и аппаратно-программных комплексов по приоритетным научно-образовательным направлениям ПСР университета**

#### **2.1.1 Проведение НИКОР и решение комплексных проблем по приоритетному направлению «Инфокоммуникационные технологии, телекоммуникации и радиотехнические системы» на базе профильной научно-образовательной платформы**

*(Описание результатов проекта)*

Аналитический обзор современного состояния инфокоммуникационных, навигационных, телекоммуникационных и радиотехнических систем, технологий мониторинга факторов риска, предупреждения ЧС и обеспечения информационной безопасности.

Принципы построения и модернизации перспективных инфокоммуникационных, телекоммуникационных, радиотехнических, навигационных и систем связи.

Технологии обработки изображений, комплексного мониторинга факторов риска, предупреждения ЧС и обеспечения информационной безопасности.

Защищено диссертаций – 8

Опубликовано монографий – 7

Опубликовано статей – 49

Подано заявок на ОИД – 23

Зарегистрировано программ для ЭВМ – 17

Получено патентов – 3

Изготовлено исследовательских стендов - 7

#### **2.1.2 Проведение НИКОР и решение комплексных проблем по приоритетному направлению «Технологии создания электронной компонентной базы» на базе**

## **профильной научно-образовательной платформы**

*(Описание результатов проекта)*

Выбор и обоснование используемых материалов для создания микромеханических ключей.

Данные, оптимизирующие получение пленок и мемристорных структур на их основе.

Данные, описывающие сверхвысокочастотные свойства нелинейных диэлектриков, управляемых электрическим или магнитным полями.

Базовые процессы создания микромеханических ключей.

Экспериментальные данные об элементном составе и фазовом составе мемристорных структур.

Технология создания тонкопленочных гетероструктур, изготовленных из оксидов металлов.

Методика определения кристаллографической ориентации монокристаллов по Лауэ-методу.

### **2.1.3 Проведение НИКОР и решение комплексных проблем по приоритетному направлению «Технологии новых и возобновляемых источников энергии и энергосбережения» на базе профильной научно-образовательной платформы**

*(Описание результатов проекта)*

Эскизная и схемотехническая документация экспериментального образца подвески транспортных колес.

Комплекс для научных исследований в области энергоэффективных систем управления электроприводами.

Компьютерная модель процесса пайки бериллиевых пластин.

Измерительный комплекс для контроля высокоскоростного нагрева.

Комплекс аппаратной реализации систем управления с использованием технологии виртуальных приборов NIEL VISII

Защищено диссертаций – 6

Опубликовано монографий – 7

Опубликовано статей – 59

Подано заявок на ОИД – 11

Зарегистрировано программ для ЭВМ – 8

Получено патентов – 5

Лицензионный договор - 1

### **2.1.4 Проведение НИКОР и решение комплексных проблем по приоритетному направлению «Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем» на базе профильной научно-образовательной платформы**

*(Описание результатов проекта)*

Инфраструктурные решения интернет ориентированной научно-образовательной инновационной платформы «Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем».

Базовые архитектурные программные решения интернет ориентированной научно-образовательной инновационной платформы для междисциплинарных научных исследований и инновационных видов деятельности факультета.

Направления совершенствования образовательных программ фундаментальной и профессионально ориентированной подготовки бакалавров, магистров, аспирантов и структуры непрерывного образования на основе использования интернет ориентированной научно-образовательной

инновационной платформы.  
Защищено диссертаций – 17  
Опубликовано монографий – 7  
Опубликовано статей – 47  
Зарегистрировано программ для ЭВМ – 21  
Получено патентов – 6

### **2.1.5 Проведение НИКОР и решение комплексных проблем по приоритетному направлению «Технологии информационных, управляющих и навигационных систем» на базе профильной научно-образовательной платформы**

*(Описание результатов проекта)*

Процедуры синтеза резонаторных структур, обеспечивающих максимально эффективное выделение полезного сигнала ТМГ (вторичных колебаний) в условиях воздействия тепловых флуктуаций.

Модели воздействия собственных шумов звукопроводов ПАВ на точностные характеристики ТМГ в присутствии ускорений и сил Кориолиса.

Процедуры синтеза приближенных аналитических адаптивных систем управления с эталонными моделями, законами и алгоритмами параметрической адаптации, обладающими той или иной степенью приближения к неизвестным нелинейным описаниям динамических объектов.

Теоретические и методологические основы построения интеллектуальных (нейронечетких и нейросетевых) адаптивных систем управления нелинейными динамическими объектами, обучающихся на основе аналитических адаптивных систем управления нелинейными динамическими объектам.

Методология оценок влияния собственных фазовых шумов автогенераторов на ПАВ-структурах (резонаторах и линиях задержки) для исследования потенциальной точности различных модификаций ТМГ.

Гониометрическая установка для контроля параметров угловых преобразователей угла в диапазоне угловых скоростей от 1 до 10 об/с.

Макет информационно-измерительной системы идентификации дефектов и управления режимами движения транспортного средства.

Комплекс из 6 компьютеризированных исследовательских рабочих мест для разработки и отладки адаптивных аналитических и интеллектуальных систем управления механическими подвижными объектами и промышленными объектами автоматизации.

Защищено диссертаций – 3

Опубликовано монографий – 2

Опубликовано статей – 21

Подано заявок на ОИД – 5

Зарегистрировано программ для ЭВМ – 6

Получено патентов – 1

### **2.1.6 Проведение НИКОР и решение комплексных проблем по приоритетному направлению «Биомедицинские технологии» на базе профильной научно-образовательной платформы**

*(Описание результатов проекта)*

Осуществлен выбор направлений развития методов оценки, контроля, мониторинга и состояния здоровья человека.

Разработаны методы автоматизированного анализа электрокардиосигнала при длительном мониторинговании.

Разработаны новые методы контроля и мониторинга состояния здоровья.

Разработаны физические модели технологий диагностики и оценки состояния здоровья человека.

Защищено диссертаций – 6

Опубликовано монографий – 8

Опубликовано статей – 56

Подано заявок на ОИД – 24

## **2.2 Проведение исследований и создание центров превосходства по приоритетным направлениям модернизации российской экономики**

### **2.2.1 Проведение НИОКР и решение комплексных проблем по критической технологии «Нано -, био -, информационные и когнитивные технологии» на базе вузовско-академического центра превосходства**

*(Описание результатов проекта)*

Аналитический обзор состояния исследований в области автоэмиссионной, спин-волновой и сегнетоэлектрической электроники.

Модели и алгоритмы для наноразмерных автоэмиссионных систем, процессов искусственного синтеза бионических наносистем.

Опубликовано монографий – 3

Опубликовано статей – 18

Зарегистрировано программ для ЭВМ – 2

Получено патентов – 2

Подано заявок на ОИД – 5

### **2.2.2 Проведение НИОКР и решение комплексных проблем по приоритетному направлению развития науки, технологии и техники «Безопасность и противодействие терроризму» на базе вузовско - отраслевого центра превосходства**

*(Описание результатов проекта)*

Аналитические обзоры состояния исследований в областях:

№61485; технологий электронной и информационной идентификации скрытых угроз безопасности;

№61485; управляемых подстановочно-перестановочных сетей;

№61485; твердотельных микросенсорных приборов.

Модели и алгоритмы для микрофокусной рентгенографии, микромеханических сенсоров, «лабораторий на чипе».

Новые управляемые подстановочно-перестановочные сети.

Концепция построения сверхминиатюрных интегральных твердотельных ударо- и виброустойчивых микромеханических сенсоров.

Опубликовано монографий – 3

Опубликовано статей – 28

Подано заявок на ОИД – 4

### **Проекты, не обеспеченные субсидией**

*(Описание результатов проекта)*

## **3. Развитие кадрового потенциала и формирование качественного контингента обучающихся**

### **3.1 Создание условий для закрепления аспирантов и молодых научно-педагогических работников в вузе**

#### **3.1.1 Совершенствование и развитие внутрироссийской и международной мобильности аспирантов и молодых научно-педагогических работников вуза**

*(Описание результатов проекта)*

Учебно-методические материалы совместной образовательной программы с Технологическим университетом г. Суючжоу.

Программа летних курсов для иностранных студентов по русскому языку и учебное пособие.

Контрольно-измерительные материалы для проведения промежуточной аттестации по русскому языку студентов 2 и 3 курсов, обучающихся в СТИ.

Магистерская программа на английском языке (учебный план и учебные пособия, переведенные на английский язык).

Модули дисциплин на английском языке для участников программ академической мобильности.

Версия сайта университета на английском языке <http://www.eltech.ru/en/university>, рекламные материалы на английском языке.

#### **3.1.2 Организация и проведение конкурсов в образовательной и научно-исследовательской деятельности для аспирантов и молодых научно-педагогических работников вуза**

*(Описание результатов проекта)*

Положение о порядке проведения конкурса образовательных, научно-исследовательских и инновационных проектов аспирантов и молодых научно-педагогических работников СПбГЭТУ.

Методика экспертизы заявок, представляемых на конкурс образовательных, научно-исследовательских и инновационных проектов аспирантов и молодых научно-педагогических работников СПбГЭТУ.

Опубликовано монографий – 5

Опубликовано статей – 32

Подано заявок на ОИД – 13

### **3.2 Создание условий для улучшения качественного состава обучающихся в вузе**

#### **3.2.1 Совершенствование профориентационной работы и довузовской подготовки**

*(Описание результатов проекта)*

Образовательная программа междисциплинарного практикума, представляющая собой совокупность лабораторных и практических работ в области электроники и нанотехнологий.

Инструментальное и методическое обеспечение интернет - олимпиады школьников для 7-9 классов по математике и физике.

Экспериментальные профориентированные стенды для школьников.

Циклы лекций для школьников по направлениям подготовки университета.

Сайт школы информатики и дискретной математики.

#### **Проекты, не обеспеченные субсидией**

*(Описание результатов проекта)*



## **4. Модернизация инфраструктуры**

### **4.1 Развитие материально-технической базы образовательной и научной деятельности**

#### **4.1.1 Закупка современного технологического оборудования и программного обеспечения для межвузовского центра прототипирования и контрактного производства наукоемкой продукции в области радиоэлектроники**

*(Описание результатов проекта)*

Комплекс для прототипирования гибких электронных плат LP50/SE-128/SE компании PiXDRO.

Комплекс оборудования для создания линий технологической химической обработки и формирования микро- и наноразмерных электронных композиций.

Комплекс оборудования для измерения электрофизических и электрических параметров микро- и наноконструкций и элементов электронной компонентной базы на их основе.

#### **4.1.2 Закупка современного аналитического и измерительного оборудования для вузовско-академического центра превосходства по критической технологии «Нано-, био-, информационные и когнитивные технологии» и вузовско-отраслевого центра превосходства по приоритетному направлению развития науки, технологии и техники «Безопасность и противодействие терроризму»**

*(Описание результатов проекта)*

Комплекс для изготовления электронных элементов на гибких носителях LP50/KM-512/LH голландской компании PiXDRO.

Программный комплекс CoventorWare.

Комплекс аппаратно-программных средств по защите от несанкционированного доступа.

Исследовательский комплекс на базе распределенных инерциальных модулей в задачах оценки ориентации крупногабаритных объектов.

#### **4.1.3 Закупка мультимедийного оборудования для проведения занятий**

*(Описание результатов проекта)*

Комплексы мультимедийных средств обучения для 9 аудиторий.

Портативный мобильный комплекс мультимедийных средств обучения.

Комплекс звукового оборудования.

## **4.2 Ремонт помещений**

### **4.2.1 Ремонт лекционных аудиторий, аудиторий для групповой работы и учебно-научных лабораторий**

*(Описание результатов проекта)*

Монообъемная учебная лаборатория кафедры безопасности жизнедеятельности площадью 101,2 кв. м.

6 аудиторий для проведения практических групповых занятий обучающихся в магистратуре общей площадью 203,6 кв. м.

Комплекс учебных лабораторий управления и автоматизации мехатронными комплексами подвижных объектов и технических систем общей площадью 136,5 кв. м.

Текущий ремонт двух аудиторий общей площадью 102,7 кв. м.

#### **4.2.2 Ремонт помещений общежитий**

*(Описание результатов проекта)*

Отремонтирован 13-й этаж общежития №7 университета (площадь отремонтированных помещений 453,2 кв. м.).

Отремонтирован 13-й этаж общежития №8 площадью 367,4 кв. м. и коридоры и холлы 4 этажа общежития №4 (площадь отремонтированных помещений 215 кв. м.) и 7 этажа общежития №8 (площадь отремонтированных помещений 119 кв. м.).

Приведены в соответствие с пожарными нормами помещения общежитий площадью 439 кв. м.

#### **Проекты, не обеспеченные субсидией**

*(Описание результатов проекта)*

### **5. Совершенствование организационной структуры вуза и повышение эффективности управления**

#### **5.1 Создание и развитие эффективной системы управления в вузе**

##### **5.1.1 Обеспечение внутреннего мониторинга реализации программы стратегического развития вуза**

*(Описание результатов проекта)*

Сформированы органы управления Программой в составе управляющего комитета (УК) и исполнительной дирекции (ИД) Программы.

Организованы 4 рабочие группы: планирования и мониторинга в части финансовых показателей Программы, по закупкам, выполняемых в рамках Программы, по выполнению ремонтных работ в составе работ Программы, по разработке и ведению документов Программы.

Разработана и реализована система планирования, контроля и отчетности за результаты работ.

#### **Проекты, не обеспеченные субсидией**

*(Описание результатов проекта)*

## **Проблемы, возникающие при реализации программы стратегического развития**

Реализация Программы в 2012 году выявила ряд объективных проблем:

- необходимость реализации масштабных и сложных задач стратегического развития университета в достаточно сжатые сроки первого этапа;
- недостаточная степень формализации многих процедур на начальном этапе реализации Программы;
- длительный и сложный процесс подготовки и проведения закупок товаров, работ и услуг в рамках внутренних и внешних формализованных процедур;
- изменение структуры мероприятий Программы по сравнению с первоначальной конкурсной заявкой, повлекшее за собой трансформацию части показателей и индикаторов.

Определенные сложности были связаны с необходимостью введения в университете специальных процедур и механизмов реализации проектов Программы, предполагающих утверждение технических заданий на реализацию каждого проекта, календарных планов их выполнения и финансовых смет, что абсолютно необходимо для четкой организации выполнения и приемки работ и обоснованного проведения всех финансовых операций и их контроля.

Большие трудозатраты были связаны с организацией и проведением масштабных конкурсов по закупкам товаров и услуг по значительному числу проектов Программы. Факторами, замедляющими процесс подготовки конкурсной документации и принятия решений, были:

- необходимость тщательной экспертизы предлагаемых решений и конкурсных документов в рамках заседаний функциональных групп, Управляющего комитета и Исполнительной дирекции Программы;
- необходимость согласований графиков и объемов закупок в рамках Программы с общеузовскими квартальными планами закупок товаров и услуг;
- наличие значительной доли закупок товаров из-за рубежа, требующих дополнительной экспертизы и переговоров с иностранными поставщиками.

Принятие коллегиальных решений на основе объективной экспертной оценки является важнейшим элементом реализации Программы. В связи с этим работа по непосредственной реализации и расходованию средств по большинству проектов началась в июне 2012 года.

Все вышесказанное, а также обоснованное требование руководителей проектов производить выплаты исполнителям только после получения результатов работ, а также заключение договоров с внешними поставщиками без выплаты авансов, вызвало перемещение основных расходов по Программе на второе полугодие 2012 года.

При реализации первого этапа Программы университет столкнулся с необходимостью решения проблемы кадрового обеспечения структурных подразделений, создаваемых в рамках Программы. Большой объем сложного оборудования и программного обеспечения потребовал решения вопроса о выделении университетом средств на оплату труда персонала, квалификация которого должна позволять решать задачи, поставленные перед создаваемыми подразделениями.

Одной из проблем при реализации Программы явилось необходимость внедрения в масштабах университета новых маркетинговых подходов в образовательной, научной и инновационной деятельности, обеспечивающих учет потребностей рынка труда, образовательных и научных услуг при реализации НИОКР и образовательных (основных и дополнительных) программ университета. Данная проблема может быть решена за счет повышения квалификации руководителей в области маркетинга и внедрения стандартов менеджмента качества.

Одной из наиболее острых является проблема привлечения иных средств для реализации отдельных проектов Программы. Например, проекты Программы, направленные на научно-методическое обоснование и разработку инновационного учебно-методического обеспечения новых и востребованных работодателями образовательных программ в силу демографической ситуации не могут рассчитывать в 2012-2014 годах на привлечение дополнительных средств за счет контрактной подготовки с полным возмещением затрат на обучение. В тоже время, предприятия - базовые

работодатели охотно заключают хозяйственные договоры на выполнение НИОКР с участием преподавателей профильных кафедр. Однако эти средства засчитываются как иные для других проектов Программы, связанных с выполнением НИОКР. Аналогичная ситуация в 2012 году складывалась с проектами, связанными с ремонтом помещений общежитий и учебных аудиторий.

Следует упомянуть о проблеме однозначной трактовки некоторых показателей и индикаторов выполнения Программы на этапе формирования конкурсной заявки и на этапе реализации программы. Иногда имело место изменение методик или параметров расчета показателей, таких как балансовая стоимость особо ценного имущества с учетом амортизации (изменение нижней границы стоимости особо ценного имущества, учет модернизации и восстановительных работ, включение или не включение в расчет недвижимого имущества и т.п.). Очевидно, что эта проблема может быть решена принятием соответствующих решений и разъяснений.

На ряд показателей эффективности выполнения Программы оказали влияние внешние факторы, не подлежащие корректирующему воздействию со стороны администрации вуза. В частности, на эффективность защит кандидатских и докторских диссертаций негативное влияние оказал процесс перерегистрации диссертационных советов. В силу объективных причин ВАК Минобрнауки РФ не справился с установленными сроками исполнения решения о реорганизации сети диссертационных советов (до 01.06.2012 года). В результате значительная часть диссертационных советов прекратила работу по приему диссертаций к рассмотрению, а процесс перерегистрации был продолжен только в 4 квартале 2012 года. Это привело к большому перенапряжению в работе диссертационных советов в ноябре-декабре 2012 года.

Руководство университета и органы управления Программы своевременно выявляли возникавшие проблемы и находили адекватные пути их решения. Несмотря на сжатые сроки и первоначальную неопределенность многих процедур, университету удалось создать эффективную систему менеджмента Программы.

## **Опыт университета, заслуживающий внимания и распространения в системе профессионального образования**

1. Реализация университетом долгосрочной целевой комплексной программы «Стратегическое партнерство», основной целью которой является обеспечение высокого качества профессиональной подготовки специалистов на основе комплексного сотрудничества университета с заинтересованными предприятиями и организациями - стратегическими партнерами путем объединения интеллектуального потенциала, материальных, финансовых и корпоративных ресурсов партнеров. В рамках данной целевой программы реализуется кластерное взаимодействие вузов, ссузов, научных и проектных организаций и высокотехнологичных предприятий промышленности. Рядом предприятий и учреждений образования создан научно-образовательный консорциум, реализуются в сетевом формате основные и дополнительные образовательные программы. Разработано и постоянно актуализируется нормативно-методическое и нормативно-правовое обеспечение сотрудничества вузов и предприятий промышленности. Общесистемным результатом программы «Стратегическое партнерство» является ежегодно проводимая всероссийская научно-практическая конференция «Планирование и обеспечение подготовки кадров для промышленно-экономического комплекса региона» в рамках всероссийского форума «Стратегическое партнерство вузов и предприятий высокотехнологичных отраслей».

2. Заслуживает внимание опыт университета по созданию вузовской системы продвижения результатов интеллектуальной деятельности и подготовки инновационно - ориентированных кадров. В частности, реализация программы стратегического развития предполагает:

- формирование развитой инновационно - технологической инфраструктуры университета;
- создание малых инновационных предприятий, осуществляющих производство высокотехнологичной научно-технической продукции на территории Санкт-Петербурга;
- систему трансфера технологий в организации реального сектора экономики на основе взаимодействия кафедр университета и малых инновационных предприятий;
- реализацию молодежной инновационной политики;
- развитие международного сотрудничества в сфере управления интеллектуальной собственностью, трансфера технологий и поддержки предпринимательства.

3. Интересным представляется опыт университета по реализации модульных программ профессионального обучения и программ повышения квалификации инженерных кадров в интересах высокотехнологичных отраслей промышленности. В ходе выполнения первого этапа программы стратегического развития отработана технология учета и трансфера профессиональных требований работодателей к компетенциям обучающихся в процессе разработки и реализации линейки гармонизированных «коротких» и «длинных» дополнительных образовательных программ повышения квалификации и основных образовательных программ целевой практико-ориентированной подготовки магистров. Это позволило СПбГЭТУ принять активное и результативное участие в реализации Президентской программы повышения квалификации инженерных кадров (8 образовательных программ повышения квалификации, признанных победителями конкурсного отбора в 2012 году). Разработанная инновационная технология взаимодействия с высокотехнологичными развивающимися сегментами промышленности в сфере опережающего кадрового обеспечения отмечена премией Правительства РФ в области образования в 2012 году.

4. В ходе реализации задачи 2 «Совершенствование системы управления, организационной структуры и инновационной инфраструктуры университета ...» создан уникальный по реализуемым функциям Центр прототипирования и контрактного производства, позволивший университету интегрироваться в технологические процессы разработки и производства наукоемкой продукции и новых технологий. Созданный Центр прототипирования и контрактного производства позволил системно взаимодействовать с компаниями – мировыми лидерами в области технологий проектирования и производства радиоэлектронной продукции и микросистемной техники, что

обеспечило проведение исследований и разработок на мировом уровне, позволило научно-педагогическим работникам повысить свои профессиональные компетенции и, в конечном счете, обеспечило конкурентоспособность вуза в сфере высоких технологий.

Для трансфера знаний и инженерных компетенций из сферы прикладных исследований и разработок в сферу профессионального образования в соответствии со стратегией развития инженерной подготовки в вузе был создан Центр инженерных компетенций, имеющий статус научно-образовательного центра и ориентированный на целевую практико-ориентированную подготовку магистров и аспирантов с использованием образовательной технологии «обучение через исследования».

5. Наиболее интересными крупными результатами 2012 года, заслуживающими внимания и распространения в системе профессионального образования являются:

- подготовка предложений на базе Центра менеджмента качества в образовании по разработке модели независимой оценки качества и анализ критериев оценки качества программ высшего профессионального образования, используемых аккредитационными агентствами в России, Европе и США;
- организация и проведение внутренних аудитов и инспекционной проверки системы менеджмента качества факультета экономики и менеджмента с участием внешнего аудитора – Ассоциацией по сертификации «Русский Регистр». В результате аудита был получен сертификат соответствия требованиям международной системы ИСО 9001:2008, который подтверждает качество предоставляемых образовательных услуг;
- разработка показателей результативности проведения технологических практик и методических рекомендаций по повышению качества образования через привлечение студентов бакалавриата и магистратуры к научной работе;
- разработка методических указаний, программы и учебных материалов для повышения квалификации администрации и ППС вуза по подготовке материалов самообследования для прохождения их внешней независимой оценки образовательных программ.

6. Полученные в проекте 1.2.2 «Развитие прогнозно-аналитической и маркетинговой деятельности университета в соответствии с приоритетными направлениями модернизации и технологического развития российской экономики» результаты могут быть распространены в других университетах с целью развития маркетингового обеспечения образовательной деятельности высшего профессионального образования. К таким результатам относятся следующие методические разработки:

- Методика ценообразования основных образовательных программ.
- Методика опроса выпускников.
- Методика анализа конкурентной среды по направлению подготовки.
- Методика исследований потребностей работодателей в специалистах.

7. Разработка распределено-сетевой образовательной среды «Школа современного программирования» в качестве инструментальной, технологической и информационно-методической основы для развития соревновательных, практико-ориентированных и междисциплинарных форм обучения программированию по программам фундаментальной и профессионально ориентированной подготовки бакалавров, магистров, специалистов и аспирантов.

Данная среда обеспечивает выполнение следующих требований к образовательному процессу:

- Сбалансированность базовой и специальной профессиональной подготовки по программированию.
- Сбалансированность освоения фундаментальных понятий, моделей и методов программирования, с одной стороны, и практических навыков и технологий, с другой стороны.
- Усиление роли продуктивной самостоятельной работы студента как в ходе обучения, так и в последующей профессиональной деятельности.

- Увеличение доли интерактивных элементов и форм учебной деятельности (в том числе усиление взаимодействия студентов).
  - Повышение эффективности контактов студент-преподаватель за счет оптимизации соотношения между рутинными и содержательными компонентами этого взаимодействия.
  - Усиление мотивационной направленности учебной деятельности и студентов, и преподавателей.
  - Включение рычагов соревновательности, обеспечив технологически соответствующие формы основных и дополнительных (факультативных) видов учебной деятельности.
  - Усиление роли групповой проектной работы в рамках учебного процесса.
8. Интересным является опыт реализации комплексных проектов на базе научно-образовательных платформ как основы для формирования системы профессионально - ориентированного образования.
9. Заслуживает внимание опыт создания центров превосходства как элемента формирования научно-инновационной структуры, ориентированной на развитие прорывных направлений науки и технологий.

## Заключение

В настоящее время в университете созданы организационные и правовые условия для дальнейшего развития инновационной инфраструктуры, на которую опирается модель инновационного исследовательского университета, положенная в основу Программы стратегического развития.

Реализация Программы в 2012 году позволила достичь следующих качественных результатов по основным направлениям деятельности университета:

### 1. Образовательная деятельность:

- развитие целевой подготовки студентов и увеличение доли доходов от целевой подготовки в общем объеме финансирования образовательной деятельности;
- активное участие организаций - стратегических партнеров в разработке и реализации программ основного и дополнительного профессионального образования, а также достаточно высокий уровень востребованности программ дополнительного профессионального образования этими организациями для повышения квалификации и профессиональной переподготовки своих сотрудников;
- повышение качества подготовки выпускников вуза за счет модульного практико-ориентированного обучения на базовых кафедрах и увеличения числа мест проведения сквозных практик в организациях - стратегических партнерах с ранним трудоустройством студентов;
- высокий уровень трудоустройства выпускников университета по специальности, а также высокую долю выпускников, трудоустроившихся в организациях - стратегических партнерах и продолжающих в них работать более года.

### 2. Научная деятельность:

- Положительная динамика доходов, полученных университетом от выполнения НИОКР и/или оказания профессиональных услуг, и роста в структуре указанных доходов составляющей по НИОКР и профессиональным услугам, выполненных по договорам с организациями - стратегическими партнерами, в том числе, в рамках программ их стратегического развития;
- увеличение выработки по НИОКР, государственным контрактам и грантам в расчете на одного штатного научно-педагогического работника;
- рост публикационной активности и индексов цитируемости научно-педагогических работников, докторантов, аспирантов и студентов
- стабилизация численности контингента аспирантов и докторантов и результативности защит диссертаций, в том числе, за счет роста числа целевых аспирантов и докторантов, являющихся работниками организаций - стратегических партнеров;
- высокая корреляция направлений диссертационных исследований и НИОКР по приоритетным направлениям науки, техники и технологий, проводимых в вузе;
- увеличение численности студентов и аспирантов, привлекаемых к выполнению научных проектов;
- увеличение доли финансовых средств организаций - стратегических партнеров, вложенных в развитие научной инфраструктуры вуза.

### 3. Инновационная деятельность:

- развитие инновационной инфраструктуры вуза, обеспечивающей технологическую интеграцию и кооперацию университета с высокотехнологичными предприятиями промышленно-экономических кластеров приоритетных отраслей экономики.
- положительная динамика численности малых инновационных предприятий, созданных вузом в соответствии с ФЗ-217 для ускорения введения объектов интеллектуальной собственности в экономику региона и коммерциализации разработок кафедр университета;
- разработка и реализация модулей программ основного и дополнительного профессионального образования по инновационной тематике;
- положительная динамика численности зарегистрированных результатов интеллектуальной



деятельности, права на которые принадлежат университету;

- увеличение доли финансовых средств партнеров, вложенных в развитие инновационной инфраструктуры вуза.

Реализация Программы стратегического развития позволила:

- повысить доходы от образовательной, научной и инновационной деятельности университета;
- совершенствовать и развивать программы основного и дополнительного профессионального образования, а также развивать направления послевузовского профессионального образования;
- повышать качество подготовки и уровень адаптации выпускников вуза к требованиям рынка труда;
- повышать уровень и качество выполнения научных исследований, соответствующих перспективным потребностям национальной экономики;
- развивать образовательную, научную и инновационную инфраструктуру вуза;
- развивать профессиональные компетенции различных категорий персонала.

В результате выполнения первого этапа Программы стратегического развития удалось органично встроить в традиционную структуру университета административные и коллегиальные органы управления Программой, создаваемые новые структурные и инфраструктурные научные, образовательные и инновационные подразделения, а так же межкафедральные и межфакультетские проектные группы (коллективы), реализующие междисциплинарные проекты Программы. По мере реализации целей и задач того или иного мероприятия или проекта Программы их результаты внедрялись в учебную научную и/или инновационную деятельность всего университета.

Вместе с научно-педагогическими работниками университета в проектах Программы, часто представляющих собой экспериментальные полигоны для апробирования инноваций, работали представители организаций – стратегических партнеров, что усиливало практическую значимость, достоверность и ценность полученных результатов.

Тем самым естественным образом складывается многоуровневая и многоукладная структура управления научной, образовательной и инновационной деятельностью университета, в которой органично сочетаются учебный, экспертно-консалтинговый, проектно-ориентированный и научно-исследовательский уровни.

Таким образом, в вузе сложилась проектно-ориентированная бизнес-модель, позволяющая формировать необходимые инновационные и предпринимательские компетенции у студентов и включать их в бизнес-среду региона. Из данной композиции реально выстраивается инновационная инфраструктура проектного бизнес-инкубатора как необходимая составляющая инновационного исследовательского университета, поскольку она фактически создает возможность комплексирования процессов вариативной предпринимательской цепочки - от зарождения идеи проекта, его ресурсного и кадрового обеспечения, научно-технической и финансовой экспертизы, конкурсного отбора, консалтинга, прототипирования, сертификации, подготовки к производству, маркетингу и т.д. - всего того, что составляет полный инновационный цикл разработки и коммерциализации научно-технической продукции.

Дальнейшее развитие университетского комплекса предполагает формирование интегрированной инновационной инфраструктуры вуза – переход от целевых локальных площадок и экспериментальных полигонов к системе центров единой инфраструктуры с едиными органами управления, созданных и апробированных при реализации Программы.

## Список используемых источников

Проект 1.2.1.

1. Миронов В. А., Майкова Э. Ю. Социальные аспекты активизации научно-исследовательской деятельности студентов вузов. Тверь: ТГТУ, 2004. 100 с.
2. Федеральная целевая программа «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы. URL: <http://www.fcprk.ru>.
3. ФЦП «Кадры»: участники требуют продолжения. URL: [http://www.strf.ru/material.aspx?CatalogId=221&d\\_no=45526](http://www.strf.ru/material.aspx?CatalogId=221&d_no=45526).
4. Электронное издание «Наука и технологии России – STRF.ru». URL: <http://www.strf.ru>.
5. Российское образование. URL: [http://www.edu.ru/index.php?page\\_id=5&topic\\_id=3&sid=22023&print=y](http://www.edu.ru/index.php?page_id=5&topic_id=3&sid=22023&print=y).
6. Балашов В. В., Лагунов Г. В., Малюгина И. В., Масленников В. В., Момот А. И., Першуткин Б. В., Поршнева А. Г., Рулев В. М., Румянцев В. С., Стриханов М. Н. Организация научно-исследовательской деятельности студентов в вузах России. В 3 ч. М.: ГУУ, 2002.
7. Пузанков Д. В., Степанов С. А., Шапошников С. О. Развитие систем общественно-профессиональной аккредитации образовательных программ в России и за рубежом. Сборник статей Академии проблем качества. М. 2010.
8. Accreditation Board for Engineering and Technology. URL: <http://www.abet.org>.
9. Канадский союз профессиональных инженеров. URL: [http://www.engineerscanada.ca/e/files/report\\_ceab\\_08.pdf](http://www.engineerscanada.ca/e/files/report_ceab_08.pdf).
10. Шапошников С. О. Аккредитация программ инженерного образования в Канаде // Аккредитация в образовании. 2010. № 1(36). С. 36–41.
11. Отчет по европейскому проекту EUR-ACE Overview: Accreditation Procedures and Criteria for Engineering Programs in Europe URL: [http://www.feani.org/EUR\\_ACE/EUR\\_ACE\\_Main\\_Page.htm](http://www.feani.org/EUR_ACE/EUR_ACE_Main_Page.htm).
12. Европейская сеть по аккредитации в области инженерного образования. URL: <http://www.ac-raee.ru/enae.php>.
13. Шапошников С. О. Критерии общественно-профессиональной аккредитации образовательных программ в области техники и технологий. Тезисы докладов IV Всероссийской научно-практической конференции «Менеджмент качества в образовании». СПб, 2011. С. 219–220.
14. Шапошников С. О. Заметки об аккредитации образовательных программ в Литве // Инженерное образование. 2012. № 9. С. 35–40.
15. Критерии и процедура аккредитации образовательных программ первого цикла. URL: <http://www.ac-raee.ru/files/criteria/kriterii-1-2011.doc>.
16. Гарднер Р. Преодоление парадокса процессов (Resolving The Process Paradox // Quality Progress, march 2001)//Стандарты и качество. 2002, № 1. С. 82–88.
17. Рябикин В. Модель зрелости процессов разработки программного обеспечения (SW-CMM. Capability maturity model for software). V 1.10. 2003.
18. CMMI® for Acquisition, Version 1.2 – Software Engineering Institute (2007).
19. JIS/TR Q 0005:2005 Системы менеджмента качества – Руководящие указания по устойчивому росту. Японская модель устойчивого роста.
20. Стандарты и рекомендации для гарантии качества высшего образования в Европейском пространстве. г. Йошкар-Ола: ООО «Редакция журнала «Аккредитация в образовании», 2008.
21. ГОСТ Р ИСО 9001-2008. Системы менеджмента качества. Требования.
22. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17024-2003. Общие требования к органам по сертификации персонала. М.: Издательство стандартов, 2003.
23. ГОСТ Р ИСО 19011-2003. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества. М.: Издательство стандартов, 2003.

24. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17000-2009. Оценка соответствия. Словарь и общие принципы. М.: Издательство стандартов, 2009.
25. ГОСТ Р 51000.9-97. Государственная система стандартизации Российской Федерации. Система аккредитации в Российской Федерации. Общие требования для органов, проводящих сертификацию персонала. М.: Издательство стандартов, 1997.
26. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17011-2008. Оценка соответствия. Общие требования к органам по аккредитации, аккредитующим органы по оценке соответствия. М.: Стандартиформ, 2008.
27. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17021-2008. Оценка соответствия. Требования к органам, осуществляющим аудит и сертификацию систем менеджмента. М.: Стандартиформ, 2008.
28. Методика оценки систем качества образовательных учреждений / В. В. Азарьева, В. И. Круглов, С. А. Степанов и др. СПб.: ООО «Балтияр», 2010.
29. Степанов С. А., Азарьева В. В., Яценко В. В. Методические подходы к мониторингу систем качества в технических вузах // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012. № 3. С.82–87.
30. Глебова Л. Н., Круглов В. И., Степанов С. А. О подходах к формированию независимой оценки качества образования // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. № 6. С. 107–112.
31. Степанов С. А. Управление качеством в технических вузах. СПб.: ООО «Технолит» / Изд-во «Технолит», 2008. 256 с.
32. Степанов С. А., Азарьева В. В. О создании центра оценки и сертификации квалификаций в области гарантий качества образования // Сборник материалов одиннадцатой Всероссийской научно-практической конференции «Управление качеством», 12–13 Марта 2012 г., ФГБОУ ВПО «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского. М.: МАТИ, 2012. С. 224–225.
33. Степанов С. А., Азарьева В. В. Система качества вуза – желание или необходимость? // Аккредитация в образовании, 2011. № 52. С. 4–7.
34. Степанов С. А., Азарьева В. В. Система сертификации специалистов в области гарантий качества образования // «Менеджмент качества и ИТ – сервис менеджмент» (MQ-ITSM-2011). Материалы международной конференции представителей науки и образования под редакцией д. т. н., профессора В. Н. Азарова. М.: Фонд «Качество», 2011. С. 5–8.
35. Степанов С. А., Азарьева В. В. Экспертно-методическое сопровождение работ и сертификация персонала в области гарантий качества образования // Сборник материалов десятой Всероссийской научно-практической конференции «Управление качеством», 10–11 Марта 2011 г., ГОУ ВПО «МАТИ» – РГТУ им. К.Э. Циолковского. М.: МАТИ, 2011. С. 241–243.
36. ГОСТ Р 40.003-2008 «Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Порядок сертификации систем менеджмента качества на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001-2008 (ИСО 9001:2008)».
37. Практики студентов. URL: <http://www.eltech.ru/ru/universitet/vasha-karera/praktiki-studentov>.
38. Белоновская И. Д. Формирование инженерной компетентности специалиста в условиях университетского комплекса. Оренбург: ИПК ОГУ, 2006. 213 с.
39. Демин В. А. Профессиональная компетентность специалиста: понятие и виды // Стандарты и мониторинг в образовании. 2000. № 4. С. 14.
40. Аккредитация программ инженерного образования в Канаде. URL: [http://www.ac-raee.ru/files/moskva-2007/Shaposhnikov\\_Canada.ppt](http://www.ac-raee.ru/files/moskva-2007/Shaposhnikov_Canada.ppt).
41. Отчет о самообследовании. URL: <http://www.ac-raee.ru/accreditation.php>.
42. Пузанков Д. В., Шапошников С. О. Развитие системы общественно- профессиональной аккредитации образовательных программ в России и за рубежом. Альманах «Качество и жизнь», Академия проблем качества. М., 2011. С. 268–280.
43. Формирование общеевропейского пространства высшего образования. Коммюнике Конференции министров высшего образования (Берлин, 19 сентября 2003 г.).

44. Проект Tuning. URL: [http://tuning.unideusto.org/tuningeu/index.php?option=com\\_weblinks&Itemid=4&catid=27](http://tuning.unideusto.org/tuningeu/index.php?option=com_weblinks&Itemid=4&catid=27).

45. Европейские квалификационные рамки. URL: [http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc44\\_](http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc44_)

#### Проект 1.2.2.

1. Кутузов В.М., Белаш О.Ю., Муравьев А.В., Рыжов Н.Г., Шестопапов М.Ю. Инструменты маркетинга в техническом университете. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2012. 326 с.

2. Белаш О.Ю., Рыжов Н.Г., Олехова Н.И., Фомина Н.Н. Мониторинг маркетинговой среды университета // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6; URL:<http://www.science-education.ru/106-7664>.

3. Кораблев Ю.А., Белаш О.Ю., Веремьева О.Е., Кивит Е.Б., Кочетова Л.Б. Маркетинговые исследования для разработки содержания образовательных программ университета // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/106-7717>.

4. Белаш О.Ю., Кивит Е.Б., Рясков Я.С., Кочетова Л.Б. Разработка образовательных программ на основе исследования потребностей рынка труда. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции "Современное образование: содержание, технологии, качество": СПбГЭТУ. 2012. С. 248-250.

5. Белаш О.Ю., Веремьева О.Е., Кивит Е.Б., Рыжов Н.Г. Оценка перспектив развития направления "Информационно-коммуникационные системы и технологии". Материалы XIII Санкт-Петербургской международной конференции "Региональная информатика (РИ-2012)", Санкт-Петербург, 24-26 октября 2012 г.

6. О.Ю. Белаш, О.Е. Веремьева, Е.Б. Кивит, Я.С. Рясков, А.Г. Белаш. Результаты исследований трудоустройства выпускников университета. Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции "Планирование и обеспечение подготовки кадров для промышленно-экономического комплекса региона", Санкт-Петербург, 7-8 ноября 2012 г., с. 121-126.

#### Проект 2.1.2.

1. Chua, L. O. Memristor—the missing circuit element. IEEE Trans. Circuit. Theor. CT-18, 507–519 (1971)

2. D.V. Strukov, J.L. Borghetti, R.S. Williams, Coupled ionic and electronic transport model of thin-film semiconductor memristive behavior, Small, vol. 5 (9), pp. 1058-1063, 2009.

3. Извозчиков В. А. Тимофеев О. А. Фотопроводящие оксиды свинца в электронике. Л.: Энергия, 1979.

4. Нардов В.В. Практическое руководство по геометрической кристаллографии. Л., Изд. ЛГУ, 1974, 143 с.

#### Проект 2.1.3.

1. Исследование и улучшение динамических характеристик электрогидравлических рулевых систем с помощью адаптивных регуляторов с эталонной моделью / Кузнецов В.Е., Поляхов Н.Д., Филатов Д.М., Чжан Ян // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ – 2012 №5 стр 74-81

2. В. В. Путов, В.Н. Шелудько, Е.В. Друян, А.В. Путов Вопросы управления электромеханическим испытательным комплексом с барабанным имитатором движения для электромеханических движителей колес транспорта // Известия СПбГЭТУ. СПб:СПбГЭТУ «ЛЭТИ».- № 4.-2012.- С. 44-59

3. Н. К. Чьен, В. В. Путов, В. Н. Шелудько, Герман-Галкин С.Г. Сравнительное исследование прямой и непрямой адаптивных систем управления асинхронным электроприводом с нелинейными упругими свойствами // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., 2012. – № 5. – С.82-87.

4. В. В. Путов, В. Н. Шелудько, Н. К. Чьен Сравнительное исследование не прямых и прямых адаптивных систем с параметрической настройкой и мажорирующими функциями для управления двухмассовым нелинейным упругим электромеханическим объектом// Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

СПб., 2012. – №2. – С.58-66.

5. Viktor V. Putov, Viktor N. Sheludko, Evgeny V. Druian, Anton V. Putov, Vladimir V. Lebedev A mathematical model of an electromechanical test rig with a drum imitator of motion for the electromechanical drivers of wheel transport// Proceedings of the IEEE Russia North West Section". 2012 vol.3. pp.31-34

6. Viktor N. Sheludko, Viktor V. Putov, Kiem Cien Nguyen, Anton V. Putov, Vladimir V. Lebedev Direct and Indirect Adaptive Control Systems of Induction Electric Drive with Elastic and Nonlinear Properties// Proceedings of the IEEE Russia North West Section". 2012 vol.3. pp. 39-42

7. Vladimir P. Kazakov, Ekaterina S. Anushina, Evgeny V. Druian, Vladimir V. Lebedev The Program Complex of Calculation, Simulation and Tuning of Analytical and Neural Network Adaptive Control Systems// Proceedings of the IEEE Russia North West Section". 2012 vol.3. pp. 16-20

8. Viktor N. Sheludko, Anton V. Putov, Konstantin V. Ignatiev, Evgeny V. Druian Control System of Asynchronous Generator Excitation with Variable Rotation Speed Proceedings of the IEEE Russia North West Section". 2012 vol.2. pp/ 24-26

9. Афанасьев В.П., Большаков М.Н., Кастро Р.А., Лебедева Г.К., Марфичев А.Ю., Соколова И.М., Рудая Л.И., Чигирев Д.А., Шаманин В.В. Нанокompозитный материал для термо- и хемостойких покрытий и планарных слоев с высокой диэлектрической проницаемостью // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). - 2012. - №16(41).- С.72-77

10. Афанасьев В.П., Вендик И.Б., Вендик О.Г., Кастро Р.А., Медведева Н.Ю., Одит М.А., Ситников М.Ф., Петров А.А., Соколова И.М., Чигирев Д.А. Анализ диэлектрических спектров композитных герметизирующих покрытий в широком частотном диапазоне // ФХС. – 2012. – Т. 38, № 1. – С.86-97

11. Эффективность термоэлектрического преобразования в емкостных структурах на основе сегнетоэлектрических пленок / В.А.Вольпяс, А.Б.Козырев, О.И.Солдатенков, Е.Р.Тепина // ЖТФ. – 2012. –Т.82, в.6. –С.58-62

12. Афанасьев В.П., Коноплев Г.А., Теруков Е.И., Тимофеев А.В. Разработка и апробация модуля ДПО «Технология и диагностика тонкопленочных солнечных модулей на основе кремния» в рамках модели смешанного обучения (e-learning) // Известия Международной академии наук высшей школы. – 2012. - №2 (60). С. 90-97

13. Bordovsky G.A., Marchenko A.V., Rabchanova T.Yu., Seregin P.P., Terukov E.I., Ali H.M. Study of platinum impurity atom state in vitreous arsenic selenide. . ФТП.2012.Т.46. Вып.7. С.901-904

14. Андреев А.А., Андреев В.М., Калиновский В.С., Покровский П.В., Теруков Е.И. Оценка эффективности преобразования тонкопленочных однопереходных a-Si : H и тандема mu с -Si: H+a -Si: H солнечных элементов из анализа экспериментальных темновых и нагрузочных I-V-характеристик. ФТП.2012.Т.46. Вып.7. С.952-959

15. Barybin A.A., Zav'yalov A.V., Shapovalov V.I. Effect of Surface Traps on Relaxation of Injected Charge in Dielectric Films // Phys. Sol. State, 2012. V. 54, No. 1. P. 53–61

16. D. Kudryashov, A. Gudovskikh and K. Zelentsov. Indium Tin Oxide Films Grown at Room Temperature by RF-magnetron Sputtering in Oxygen-free Environment / Solid State Phenomena, 2012 (in press)

17. A. S. Gudovskikh, K. S. Zelentsov, N. A. Kalyuzhnyy, V. V. Evstropov, V. M. Lantratov, S. A. Mintairov, Interface properties of GaInP/Ge heterostructure subcells of multijunction solar cells, J. Phys. D: Appl. Phys. 45 (2012) 495305

18. Авачев А.П., Вихров С.П., Вишняков Н.В., Козюхин С.А., Митрофанов К.В., Теруков Е.И. Фазовые переходы в тонких пленках халькогенидов Ge2Sb2Te5 по данным комбинационного рассеяния света. ФТП.2012.Т.46. Вып.5. С.609-612

Проект 2.1.4.

1. Ассоциация Предприятий Компьютерных и Информационных Технологий (АП КИТ).

Профессиональные стандарты в области ИТ. [Электронный ресурс] Доступ: <http://www.apkit.ru/committees/education/meetings/standarts.php>.

2. Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах = Software Engineering 2004: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering; Computing Curricula 2001: Computer Science: пер. с англ. — М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-Университет Информационных Технологий», 2007.

3. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK), IEEE 2004 Version. [Электронный ресурс] Доступ: <http://www.swebok.org>.

4. Graduate Software Engineering 2009(GSWE2009) Curriculum Guidelines for Graduate Degree Programs in Software Engineering (Unlimited Global Distribution © 2009 Stevens Institute of Technology) [Электронный ресурс] Доступ: <http://www.gswe2009.org/>.

5. Интернет-ресурс TopCoder. [Электронный ресурс] Доступ: <http://www.topcoder.com/>. Википедия. Свободная энциклопедия. Доступ: <http://ru.wikipedia.org/wiki/TopCoder>.

6. Линейка продуктов eLearning 3000. [Электронный ресурс] Доступ: <http://learnware.ru/>.

7. Система управления версиями SVN (Subversion). Официальная книга по Subversion (русский язык): <http://svnbook.red-bean.com/nightly/ru/svn-book.html>. Википедия. Свободная энциклопедия. [Электронный ресурс] Доступ: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Subversion>.

8. Риз Дж. Облачные вычисления: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург. 2011. [Cloud Application Architectures]

#### Проект 2.1.5.

1. Исследование и улучшение динамических характеристик электрогидравлических рулевых систем с помощью адаптивных регуляторов с эталонной моделью / Кузнецов В.Е., Поляхов Н.Д., Филатов Д.М., Чжан Ян // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ – 2012 №5 стр 74-81

2. В. В. Путов, В.Н. Шелудько, Е.В. Друян, А.В. Путов Вопросы управления электромеханическим испытательным комплексом с барабанным имитатором движения для электромеханических движителей колес транспорта // Известия СПбГЭТУ. СПб:СПбГЭТУ «ЛЭТИ».- № 4.-2012.- С. 44-59

3. Н. К. Чьен, В. В. Путов, В. Н. Шелудько, Герман-Галкин С.Г. Сравнительное исследование прямой и непрямой адаптивных систем управления асинхронным электроприводом с нелинейными упругими свойствами // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., 2012. – № 5. – С.82-87.

4. В. В. Путов, В. Н. Шелудько, Н. К. Чьен Сравнительное исследование непрямых и прямых адаптивных систем с параметрической настройкой и мажорирующими функциями для управления двухмассовым нелинейным упругим электромеханическим объектом// Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., 2012. – №2. – С.58-66.

5. Viktor V. Putov ,Viktor N.Sheludko, Evgeny V. Druian , Anton V. Putov , Vladimir V. Lebedev A mathematical model of an electromechanical test rig with a drum imitator of motion for the electromechanical drivers of wheel transport// Proceedings of the IEEE Russia North West Section". 2012 vol.3. pp.31-34

6. Viktor N.Sheludko, Viktor V. Putov, Kiem Cien Nguyen, Anton V. Putov, Vladimir V. Lebedev Direct and Indirect Adaptive Control Systems of Induction Electric Drive with Elastic and Nonlinear Properties// Proceedings of the IEEE Russia North West Section". 2012 vol.3. pp. 39-42

7. Vladimir P. Kazakov, Ekaterina S. Anushina, Evgeny V. Druian, Vladimir V. Lebedev The Program Complex of Calculation, Simulation and Tuning of Analytical and Neural Network Adaptive Control Systems// Proceedings of the IEEE Russia North West Section". 2012 vol.3. pp. 16-20

8. Viktor N.Sheludko, Anton V. Putov, Konstantin V. Ignatiev, Evgeny V. Druian Control System of Asynchronous Generator Excitation with Variable Rotation Speed Proceedings of the IEEE Russia North West Section". 2012 vol.2. pp/ 24-26

#### Проект 2.1.6.

1. Немирко А.П., Манило Л.А., Калиниченко А.Н. Интеллектуальный анализ биомедицинских

- сигналов. Биотехносфера. Вып № 2, 2012.- С. 30 – 37.
2. Пахарьков Г.Н. Дуальная система оптимизации медико-технического оснащения учреждений здравоохранения. Биотехносфера. Вып № 2, 2012.- С. 37 – 43.
3. Семченков А.А. Метод электроимпедансной диагностики рака молочной железы. Биомедицинская радиоэлектроника.- №1. -2012.- С. 4-7.
4. Манило Л.А., Волкова С.В. Анализ параметров аппроксимированной энтропии в задаче оценки глубины наркоза по ЭЭГ. Биомедицинская радиоэлектроника.- №1. -2012.- С. 58-61.
5. Лопатенко О.С., Василевский А.М., Коноплев Г.А. Исследование спектральных характеристик поглощения мочевого кислоты в биосредах. Биомедицинская радиоэлектроника.- №1. -2012.- С. 62-65.
6. Якушенко Е.С. Исследование метода обнаружения связи между аритмиями и эпизодами ишемии при холтеровском кардиомониторировании. Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ».- Вып. №1.- 2012. С. 81-86.
7. Пахарьков Г.Н., Юлдашев З.М., Ворогушин В.А. О Федеральной системе повышения квалификации специалистов национального медико-технического кластера. Биотехносфера. Вып. № 5-6.-2011.- С.75-78.
8. Семченков А.А., Калиниченко А.Н. Моделирование работы метода электроимпедансной диагностики рака молочной железы. Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ».- Вып. №3.- 2012. С. 60-64.
9. Юлдашев З.М. Обработка медицинских малоконтрастных изображений. Биомедицинская радиоэлектроника. Выпуск № 11.- 2012.
10. Шаповалов В.В. Нечеткий метод построения решающих правил в системах скринирующей диагностики. Биомедицинская радиоэлектроника. Вып. № 11.- 2012.
11. Садыкова Е.В. Информационные технологии систем поддержки принятия решений врача. Информационно-управляющие системы. Вып. № 5.-2012.- С. 89-91.
12. Садыкова Н.А. Модель процесса поддержки принятия решений врача при коррекции психофизиологического состояния спортсмена методом функционального биоуправления с обратной связью. Известия СПбГЭТУ.- Вып. № 7.- 2012.- С. 102-107.
13. Болсунов К.Н., Садыков Н.А. Концептуальная модель процесса коррекции психофизиологического состояния спортсменов-парашютистов в предсоревновательный период. Биомедицинская радиоэлектроника. Вып. № 12.- 2012. С. 44-49.
14. Машевский Г.А. Использование нейросетевого моделирования для диагностики и мониторинга состояния пациентов в постоперационный период. Труды XXIV всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы» (Биомедсистемы-2012). Рязань. – 6-8 мая 2012. РГРТУ.- 2012. С. 256 - 261.
15. Семенова Е.А. Применение байесовской стратегии в системе поддержки принятия решений врача-терапевта при диагностике анемий. Труды XXIV всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы» (Биомедсистемы-2012). Рязань. РГРТУ.- 2012. С. 261 – 264.
16. Игушева Е.Ю. Интеграция лабораторной информационной системы и автоматического лабораторного оборудования: проблемы и перспективы. Труды XXIV всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы» (Биомедсистемы-2012). Рязань. РГРТУ.- 2012. С. 110-112.
17. Пустозеров Е.А. Система сбора и анализа медицинской информации больных сахарным диабетом. Труды XXIV всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы» (Биомедсистемы-2012). Рязань. РГРТУ.- 2012. С. 112-115.

18. Савенков Д.В. Автоматизированная система оценки риска развития атеросклероза и ишемической болезни сердца. Труды XXIV всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы» (Биомедсистемы-2012). Рязань. РГРТУ.- 2012. С. 115-120.
19. Яфаров А.З. Формирование пространства признаков для дистанционного контроля функционального состояния человека-оператора. Труды XXIV всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы» (Биомедсистемы-2012). Рязань. РГРТУ.- 2012. С. 264-266.
20. Семченков А.А. Калиниченко А.Н., Илларионов В.В. Способы повышения точности электроимпедансной маммографии. Труды 65-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава университета. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 24 января – 4 февраля 2012. - С. 213-216.
21. Глазова А.Ю., Юлдашев З.М. Перспективы развития медицинских технических средств реализации пациент-ориентированной модели диагностики и терапии хронических заболеваний легких. Труды 65-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава университета. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 24 января – 4 февраля 2012. С 216 – 220.
22. Yuldashev Z.M. A Method for Processing of Low Contrast Medical Images. Proceedings of the VIII Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering. Saint Petersburg.- 29-31 May 2012.- PP. 20-26.
23. Maksimova O.V., Sadykova E.V. The automated system of identification of orphan hematological diseases at patients with the uncertain diagnosis. Proceedings of the VIII Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering. Saint Petersburg.- 29-31 May 2012.- PP. 58-62.
24. Belov A.V., Sadykova N.A., Semchenkov A.A., Sergeev T.A., Ulyanovskiy A.V., Yarmosh I.V., Suvorov N.B. Biometric adaptive system biofeedback cardiotraining. Proceedings of the VIII Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering. Saint Petersburg.- 29-31 May 2012.- PP. 293- 295.
25. Семенова Е.А., Садыкова Е.В. Система поддержки принятия решений врача-терапевта при диагностике анемий. Proceedings of the VIII Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering. Saint Petersburg.- 29-31 May 2012.- PP. 71-73.
26. Смирнова Л.М., Юлдашев З.М. Методы и системы оценки функциональной эффективности протезирования и ортезирования пациентов с патологией нижних конечностей. Санкт-Петербург. Изд-во СПбГЭТУ.- 2012.- 215 С.
27. Машевский Г.А. Разработка обобщенного критерия оценки состояния пациентов в потоперационный период. Труды 67-й научно-технической конференции НТОРЭС им. А.С.Попова. Санкт-Петербург.-2012.-С. 290-291.
28. Немирко А.П., Саламонова И.А. Моделирование спирометрических кривых. Труды 67-й научно-технической конференции НТОРЭС им. А.С.Попова. Санкт-Петербург.-2012.-С. 292.
29. Садыкова Е.А. Семенова Е.А. Применение байесовской стратегии в системе поддержки принятия решений врача-терапевта при диагностике анемий. 293-294.
30. Цуркина Е.М. Прецизионный микропроцессорный спирометр. Труды 67-й научно-технической конференции НТОРЭС им. А.С.Попова. Санкт-Петербург.-2012.-С. 295-297.
31. Якушенко Е.С. Применение методов математической статистики для определения ишемических желудочковых нарушений ритма. Труды 67-й научно-технической конференции НТОРЭС им. А.С.Попова. Санкт-Петербург.-2012.-С. 297-298.
32. Яфаров А.З. Перспективы развития методов и средств профессионального отбора участников полярных экспедиций. Труды 67-й научно-технической конференции НТОРЭС им. А.С.Попова. Санкт-Петербург.-2012.- Труды 67-й научно-технической конференции НТОРЭС им. А.С.Попова. Санкт-Петербург.-2012.-С. С. 299-300.
33. Цуркина Е.М. Прецизионный микропроцессорный спирометр. Труды междунар. Научной школы.



Современные биоинженерные и ядерно-физические технологии в медицине. Саратов.18020 сентября 2012.– Изд-во СГТУ.- 2012.- С.50-53.

34. Игушева Е.Ю. Система поддержки принятия решений в онкогематологии. Труды междунар. Научной школы. Современные биоинженерные и ядерно-физические технологии в медицине. Саратов.18020 сентября 2012.– Изд-во СГТУ.- 2012 -. С123-126.

35. Савенков Д.В. Применение алгоритма нечеткого вывода для оценки риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Труды междунар. Научной школы. Современные биоинженерные и ядерно-физические технологии в медицине. Саратов.18020 сентября 2012.– Изд-во СГТУ.- 2012 – С. 174-177.