

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## Аппаратно-программный комплекс контроля осаждения нанопленок

---

**Руководитель проекта:** *Цаплин С.В.*, к.ф. - м.н., руководитель научно-образовательного центра «Теплофизика и информационно-измерительные технологии».

---

**Разработчики:** вед. инж. *Болычев С.А.*, вед. инж. по радиоэлектронике *Шеманаев Д.В.*, инж. конструктор *Ключник В.Н.* (лаборатория «Взаимодействия излучения с веществом»), вед. инж. *Мишагин Б.С.* (Поволжский Центр «Компьютерных измерительных технологий»).

Адрес: 443011, г. Самара, ул. Академика. Павлова, д.1,

Тел: (846) 334-54-36 Факс: (846) 334-54-17

E-mail: [tsaplin@samsu.ru](mailto:tsaplin@samsu.ru)

## Введение

Повышение качества и выпускаемой конкурентно способной продукции является весьма актуальной задачей в области нано- и МЭМС-технологий. В современной наноиндустрии измерение массы конденсированных продуктов определяется с помощью кварцевых микровесов в ограниченном диапазоне температур.

## Метод пьезоэлектрического микровзвешивания

Основу кварцевых микровесов составляет кварцевая пластина, вырезанная из монокристалла кварца под определенным углом. Сверху и снизу этой пластины нанесены золотые электроды. При подключении к этим электродам переменного напряжения пластина начинает колебаться за счет явления обратного пьезоэффекта. При определенной частоте переменного напряжения в такой колебательной системе наступает резонанс. При осаждении вещества на поверхности этого устройства происходит изменение резонансной частоты пластины, на основании которого рассчитывается масса осажденного вещества с помощью уравнения Сауэрбрея.

## Цель работы

Разработка, изготовление опытного образца прибора для определения динамики осаждения конденсированных продуктов применяемого в современной nanoиндустрии, в области микроэлектроники применяемого в nano- и МЭМС-технологиях, при разработке новых материалов космической, авиационной технике и атомной промышленности

## Перспектива развития проекта

**Создание конкурентоспособного отечественного аналога прибора с высокоточными характеристиками измерения массы и толщины конденсированных продуктов**

## Решаемые задачи

1. Разработка опытного образца прибора для определения динамики осаждения конденсированных продуктов в диапазоне от 0.1 нг до 10 мкг, толщины осажденной плёнки с погрешность 0.5% в разреженной среде вакуумной камеры с рабочим давлением менее 50 мторр.
2. Разработка системы нагрева образца.
3. Разработка термостабилизированной платформы и прецизионной системы измерения массы.
4. Разработка блока контроля температуры измерительной платформы.
5. Разработка электронного блока измерения массы.
6. Разработка устройства управления блендами и манипуляторами.
7. Разработка интерфейсной платы передачи данных от кварцевых, температурных , управляющих датчиков в ПК.
8. Разработка методики и программно-методического обеспечения динамики осаждения конденсированных продуктов.
9. Изготовление опытного образца системы с комплектом эксплуатационно-технической документации.
10. Техническое описание.
11. Испытание опытного образца.

## Область применения

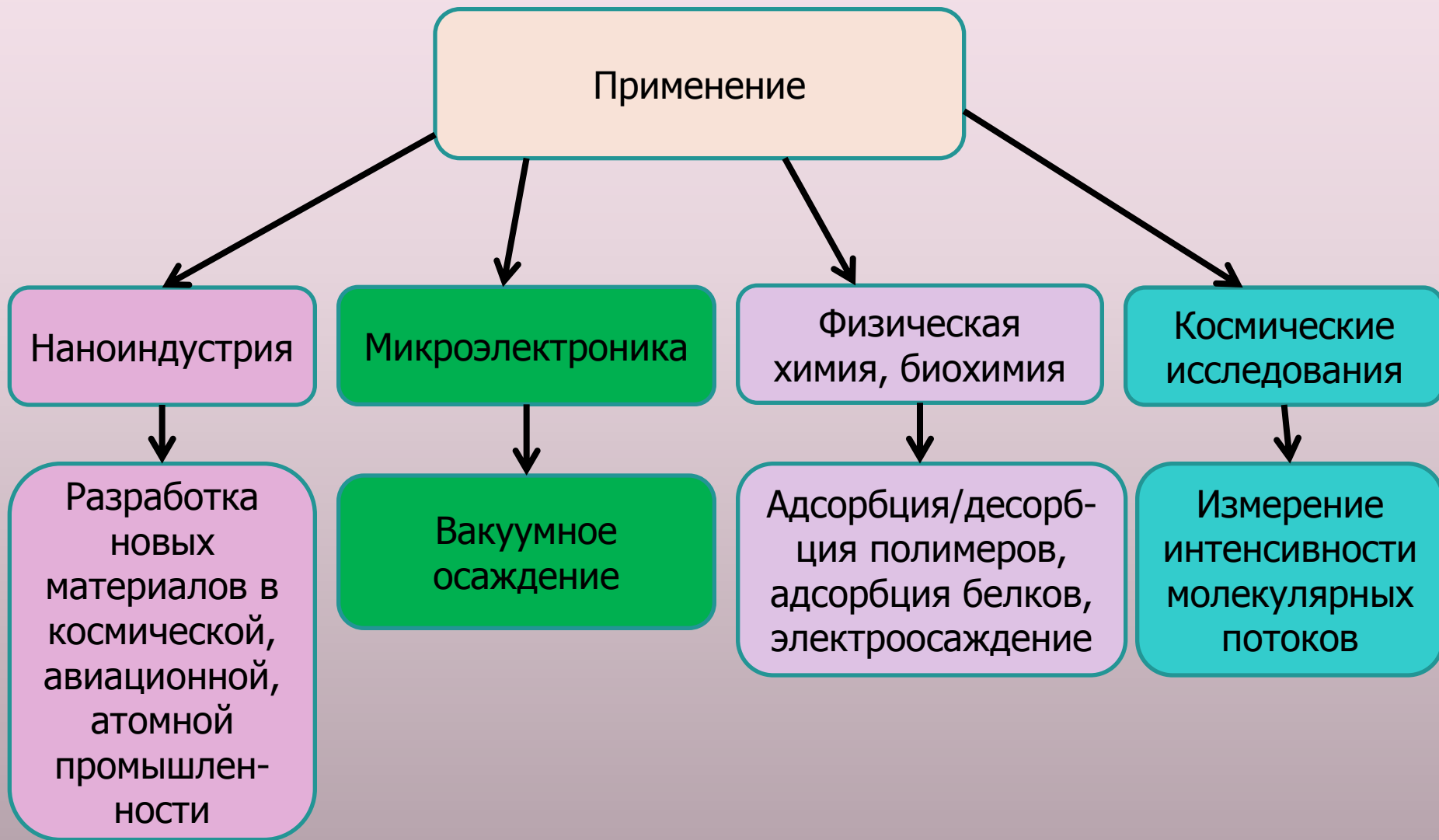
### Аппаратно-программного комплекса контроля осаждения нанопленок

1. Применяется для определения динамики осаждения массы и толщины конденсированных продуктов в наноиндустрии: микроэлектроника, космическая, авиационная техника и атомная промышленность

2. Благодаря тому, что кварцевые микровесы могут работать не только в вакууме и на воздухе, но и в жидкости, они получили широкое распространение в биохимии. Например, иммобилизовав на поверхности весов распознающие биомолекулы, специфически захватывающие из раствора определяемое вещество, получают один из вариантов биосенсора. Наибольшее распространение получили иммунобиосенсоры, распознающие антитела, и ДНК-биосенсоры, распознающие короткие фрагменты ДНК или РНК.

## Область применения

### Аппаратно-программного комплекса контроля осаждения нанопленок



## Команда проекта

Проект будет выполняться силами научно-образовательного центра «Теплофизика и информационно-измерительные технологии» при Самарском государственном университете. Состав НОЦ: лаборатории СамГУ – «Аэрогидромеханики и теплофизики», «Взаимодействие излучения с веществом», «Учебный центр компьютерных измерительных технологий», ГНП РКЦ «ЦСКБ-ПРОГРЕСС», Самарский филиал ФИАН).

**Опыт работы в данной области – более 15 лет**

## Состояние на рынке

1. Прибор «Кварцевые микровесы» для измерения массы конденсированных продуктов в диапазоне  $10^{-6} \div 10^{-10}$  г и толщины плёнки конденсированных продуктов в России не выпускается.
2. Выпускается прибор **Research Quartz Crystal Microbalance System** фирмы **Inficon** для измерения массы в диапазоне  $10^{-6} \div 10^{-8}$ г (в количестве 1000 в год).
3. В Россию поставку приборов, вакуумное оборудование с комплектующим прибором «Кварцевые микровесы» осуществляют Франция, Канада, США (в количестве 100 в год).
4. Потребность приборов с развитием нано- и МЭМС-технологий в определении массы конденсированных продуктов возрастает.

## Результаты исследований лаб. «ВИВ» СамГУ

В 2000-2006гг. лаборатории «Взаимодействия излучения с веществом» было проведено исследование по определению массы конденсированных продуктов с помощью кварцевых микровесов с разрешающей способностью по массе  $1.4 \cdot 10^{-9}$ г. результаты опубликованы.



## Экономическая эффективность

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателя
Отдача на рубль бюджетных средств	руб./руб.	5,01
Срок окупаемости бюджетных средств	лет	8,8
Число созданных рабочих мест	ед.	7
Число сохраненных рабочих мест	ед.	4

## Заинтересованные потребители

1. Открытое акционерное общество Научно-производственное объединение прикладной механики – Малое конструкторское бюро (ОАО "НПО ПМ МКБ") г. Железногорск (Красноярский край);
1. Государственный научный центр Российской Федерации - Открытое акционерное общество научно-производственное объединение «Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения» («ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»)

## Основные публикации руководителя проекта

1. «Исследование динамики конденсированных продуктов конструкционных материалов», Сборник трудов XXVIII Российской школы по проблемам науки и технологий, 24-26 июня 2008г., с. 7, г. Миасс, Цаплин С.В., Большев С.А., Давыденко С.В.;
2. Автоматизированный стенд для изучения динамики конденсированных продуктов, Международная научно-практическая конференция «Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments», Москва, 14-15 ноября 2003г, с. 5, Давыденко С.В., Гольдяев С.Е., Цаплин С.В.;
3. Информационно-измерительная система для определения и тестирования параметров охлаждающей способности закалочных сред, Международная научно-практическая конференция «Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments», Москва, 17-18 ноября 2006г, с. 7, Давыденко С.В., Цаплин С.В., Тютюмин Д.В.

## Заключение

### Основные характеристики опытного образца прибора

1. Высокая точность измерения массы – 0.1 нг;
2. Измерение толщины плёнки осаждения с погрешностью 0.5%;
3. Высокая точность термостабилизации измерительного блока в интервале температур  $(-50\div 0) \pm 0.02^{\circ}\text{C}$ .