

**СТАТИСТИКО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
ПРОЕКТОВ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА КОНКУРС ФЦНТП  
ПО ПЕРСПЕКТИВНОМУ НАПРАВЛЕНИЮ  
«ИНДУСТРИЯ НАНОСИСТЕМ И МАТЕРИАЛЫ»  
(ИН 2006 – I и II ОЧЕРЕДИ)**

*Ю.С. Севастьянов, Д.Г. Победимский*

Анализ в рамках настоящей работы всей совокупности лотов I и II очередей перспективного направления «Индустрия наносистем и материалы» (далее ИН) показывает, что *наносистемы и нанотехнологические производства приобрели базовый признак – являются ключевыми объектами инвестиций в рамках ФЦНТП.*

Наиболее значимым объектом всей конкурсной сессии 2006 г. по направлению ИН представляется проект Центра фотохимии РАН, и его вполне можно рассматривать как выдающееся инновационное предложение известного научного коллектива России.

Высокое качество и потенциально высокая результативность проекта Центра фотохимии РАН и других проектов – лидеров нано направления ФЦНТП соотносится с объявленным Роснаукой предложением о создании и функционировании новой федеральной нанотехнологической программы.

Рассматриваемая работа посвящена анализу результатов конкурса ФЦНТП по приоритетному направлению «Индустрия наносистем и материалы» (ИН-2006 – I и II очереди).

Из 6-и естественно-научных и информационных перспективных направлений ФЦНТП (исключая функциональное направление – «Развитие инфраструктуры») направление «Индустрия наносистем и материалы» оказалось самым востребованным (в конкурсной сессии 2005 г. – 10 очередей, около 110 лотов; в конкурсной сессии 2006 г. – 2 очереди, 8 лотов). Если за яркий пример раскрытия возможностей направления «Развитие инфраструктуры» взять конкурс 2006 г. по мероприятию 19.0 – ведущие молодые ученые: молодые доктора наук (МД) и молодые кандидаты наук (МК), то такая же тенденция доминирования направления ИН проявляется и в этом случае:

подано 57 заявок до рассмотрения на конкурсной сессии МД по направлению «Индустрия наносистем и материалы», что составляло 31,5% от общего числа заявок по всем 6 направлениям – 181 заявка; по результатам суммарной экспертной и конкурсной сессии оказалось 111 победителей или 61,3% от 181 заявки; можно допустить, что на направление ИН может быть отнесено  $31,5/61,3 \times 100 = 51,4\%$  от числа победителей статуса МД.

подано 215 заявок до рассмотрения на конкурсной сессии МК по направлению «Индустрия наносистем и материалы», что составляло 32,9% от общего числа заявок по всем 6 направлениям – 652 заявки; по результатам суммарной экспертной и конкурсной сессии оказалось 226 победителей, или 34,6% от 652 заявки; можно допустить, что на направление ИН может быть отнесено  $32,9/34,6 \times 100 = 95,1\%$  от числа победителей статуса МК.

*Это означает, что наносистемы и нанотехнологические производства приобрели базовый признак – являются ключевыми объектами инвестиций в рамках ФЦНТП.* Предложенные в группе победителей исследования и разработки развивают актуальные разделы направления «Индустрия наносистем и материалы», отражают серьезный вклад будущих

исполнителей в научно значимую тематику, прогнозируют появление практически важных результатов в актуальной области отечественной науки и техники – нанотехнологии и наносистемы.

Вернемся к анализу результатов конкурса по приоритетному направлению «Индустрия наносистем и материалы» (I очередь). Из 6 лотов по двум лотам конкурс не состоялся. Поэтому будут рассмотрены 4 оставшиеся лота:

**Лот 3. 2006-ИН-13.6/001.** «Создание технологии ультравысокой очистки аммиака для нужд электронной промышленности». **Победитель конкурса:** Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственное объединение «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина», г. Санкт-Петербург. Лимит бюджетного финансирования: 5,0 млн. рублей.

**Лот 4. 2006-ИН-22.4/001.** «Разработка измерительного комплекса, программного обеспечения и методов контроля электрофизических, оптических и цветовых характеристик полупроводниковых светоизлучающих гетероструктур и приборов на их основе». **Победитель конкурса:** Научно-технологический центр микроэлектроники и субмикронных гетероструктур при Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, г. Санкт-Петербург. Лимит бюджетного финансирования: 27,5 млн. рублей. Лимит внебюджетного финансирования – 11,5 млн. рублей.

**Лот 5. 2006-ИН-13.4/002.** «Разработка и реализация измерительного комплекса и программного инструментария для исследования морфологических и оптических характеристик органических микро- и нано-структурированных материалов». **Победитель конкурса:** Центр фотохимии Российской академии наук, г. Москва. Лимит бюджетного финансирования: 12,0 млн. рублей. Лимит внебюджетного финансирования: 2,5 млн. рублей.

**Лот 6. 2006-ИН-00.3/001.** «Разработка перспективных технологий получения нового поколения металлических материалов, в том числе для суперсверхкритических параметров пара, и освоение их производства для оборудования ведущих отраслей экономики Российской Федерации». **Победитель конкурса:** Федеральное государственное унитарное предприятие "Государственный научный центр Российской Федерации – Научно-производственное объединение по технологии машиностроения", г. Москва. Лимит бюджетного финансирования: 55,0 млн. рублей. Лимит внебюджетного финансирования: 17,0 млн. рублей.

Видно, что лот 3 и лот 6 практически не отражают специфику и селективность выбора идей и материалов, относящихся к направлению ИН: технология высокой очистки аммиака (лот 3) и технология получения металлических материалов (лот 6).

Поэтому следует рассматривать две разработки, которые связаны с созданием программно-ориентированного измерительного комплекса для контроля процессов и качества продукции, имеющих прямое отношение к наносистемам физической направленности:

- *инновационное предложение 1 – предложение Научно-технологического центра микроэлектроники и субмикронных гетероструктур при Физико-техническом институте им. А.Ф.Иоффе Российской академии наук на тему «Разработка измерительного комплекса, программного обеспечения и методов контроля электрофизических, оптических и цветовых характеристик полупроводниковых светоизлучающих гетероструктур и приборов на их основе». Запрашиваемый объем финансирования по предложению: лимит бюджетно-*

го финансирования – 27,5 млн. рублей; лимит внебюджетного финансирования – 11,5 млн. рублей; всего – 39 млн. рублей.

- **инновационное предложение 2** – предложение Центра фотохимии Российской академии наук «Разработка и реализация измерительного комплекса и программного инструментария для исследования морфологических и оптических характеристик органических микро- и нано-структурированных материалов». Запрашиваемый объем финансирования по предложению: лимит бюджетного финансирования – 12,0 млн. рублей; лимит внебюджетного финансирования – 2,5 млн. рублей; всего – 14,5 млн. рублей.

Оба предложения отвечают решению практически идентичной задачи создания универсального измерительного инструментария и программного обеспечения для индустрии наносистем, отвечающей мировому уровню техники. Вместе с тем, **предложение 1** является более затратным (более чем вдвое по сравнению с затратами на **предложение 2**) для государственной (безвозвратной) целевой научно-технической программы и поэтому по «большому счету» **предложение 2** представляется более предпочтительным.

К этому же выводу можно прийти после анализа самого предложения 2 в рамках следующей структурной схемы:

**ЛОТ 5. 2006-ИН-13.4/002. «Разработка и реализация измерительного комплекса и программного инструментария для исследования морфологических и оптических характеристик органических микро- и нано-структурированных материалов».**

**Заявленная цель:** программно-аппаратный измерительный комплекс анализа морфологических и оптических характеристик микро- и нано-структурированных материалов, обеспечивающий автоматизированное сканирование образцов, компьютерную обработку, анализ и визуализацию объектов на базе оптических и зондовых микроскопов. Пакет программ регистрации, анализа, классификации и визуализации измеряемых структурных характеристик органических микро- и нано-структурированных материалов.

Проект Центра фотохимии РАН имел следующие характеристики технического задания (ТЗ) и календарного плана:

№ п/п	Номер проекта	Организация-заявитель	Что предлагается	Чем заканчивается работа	Объем финансирования (млн. руб.)
1	2006-ИН-13.4/002-016	Центр фотохимии РАН (ЦФХ РАН). Соисполнители – ООО «СИАМС», Институт проблем химической физики РАН, УГТУ-УПИ (Екатеринбург), ЗАО «НПКФ Аквилон»	Проектирование измерительного комплекса, разработка программного обеспечения, закупка оборудования и получение тестовых образцов. Разработка алгоритмов функционирования программных модулей. Разработка программных документов. Получение тестовых образцов наночастиц (НЧ) на твердых подложках.  Интеграция программных и аппаратных модулей, сборка измерительного комплекса и его испытание на тестовых образцах.	Программная документация. Эксплуатационная документация. Методики синтеза НЧ. Методики исследования морфологии НЧ. Комплект программных модулей (ПМ) для проведения тестовых испытаний. Протоколы программных испытаний (ПИ) комплекса на тестовых образцах. ПМ приемочных испытаний. Протокол приемочных испытаний.	12,0/2,5

Основой структурирования нижеследующих оценок являлись требования к конкурсной документации на выполнение в 2005-2006 гг. работ по приоритетному направлению «Индустрия наносистем и материалы».

### **1. Научно-технический и производственный потенциал головного исполнителя работ и предполагаемых соисполнителей**

Потенциал и профессиональная репутация исполнителя и соисполнителей проекта являются известными и высокими и достаточны для качественного выполнения задач Конкурсного задания. Исследования ЦФХ РАН имеют мировой уровень в области синтеза и изучения структуры, комплексообразования, динамики, спектральных и фотохимических свойств молекулярных, супрамолекулярных и наноразмерных систем и в разработке научных основ фотоуправляемых химических процессов. В организации имеется инновационно-технологический центр по созданию научного аналитического оборудования и светочувствительных материалов, при наличии целой линейки сканирующих зондовых микроскопов, спектрофотометров и спектрофлуориметров с субнано- и пикосекундным диапазоном времен измерения, что делает степень риска выполнения работы по ЛОТу 5 невысокой.

### **2. Имеющийся научно-технический задел и его соответствие мировому уровню достижений в рассматриваемой области**

В заделе ЦФХ РАН использован при создании наноструктур и наноматериалов подход «снизу-вверх», установлены связи «параметры технологического режима – функциональные свойства нано-, микроструктур и конечного материала, устройства». Эти наносистемы станут основой разработки единой платформы решения задач контроля и анализа получаемой информации на разных уровнях иерархии структур. Именно такая задача ставится в проекте, и аналогии на мировом уровне не имеется.

### **3. Обоснованность предлагаемых путей решения рассматриваемой проблемы и их реализуемость. Ожидаемые преимущества по отношению к отечественным и зарубежным аналогам**

Поставленную задачу ЦФХ РАН предполагает решать на примере создания программно-аппаратного комплекса, позволяющего измерять морфологические и оптические характеристики объекта в интервале размеров 1 нм – 10 мкм, осуществлять прямую обработку полученных данных, их интерпретацию и формирование результата. *Программная часть комплекса будет экспертной системой, обеспечивающей высокую эффективность функционирования ее в целом, высокую скорость получения результата и высокое качество его обработки и интерпретации.* В качестве объекта исследования предлагается выбрать органические наносистемы – полиметиновые красители. Разработанные методы и алгоритмы будут сгруппированы в наборы автоматизированных решений для использования в составе создаваемого измерительного комплекса. В процессе решения задач данного проекта *используется подход Multiscale, предполагающий интеграцию научного и инженерного знаний различных уровней строения материалов и устройств и процессов, происходящих в них.*

#### **4. Новизна предложений и их патентозащищенность**

Рассматриваемое предложение имеет определенную научную новизну и вероятность патентования. Новизна подходов ЦФХ РАН состоит в использовании методологии Multiscale, обеспечивающей интеграцию вычислительных, аналитических и экспериментальных методов с разными масштабами размеров и времени, которые до настоящего времени разрабатывались и применялись на различных стадиях научно-исследовательского процесса в рамках различных представлений и стратегий. Данный подход будет реализован в виде информационно-аналитической системы «Карта структурных характеристик органических микро- и нано-структурированных материалов».

#### **5. Экономическая эффективность результатов осуществления проектов. Кооперационные связи в научно-технической и производственной сферах. Рыночный потенциал предполагаемой продукции**

В целом для проекта характерно решение задач на уровне ориентированных поисково-прикладных исследований. Вопросы относительно рыночного потенциала требуют дополнительной разработки в ходе реализации заявленных методов и подходов в пока еще не вполне конкурентной области. Вместе с тем, *консорциум под управлением Центра фотохимии РАН опытом коммерциализации результатов НИОКР обладает.*

#### **6. Соответствие этапов календарного плана содержанию, целям и заявленным срокам выполнения проектов**

*Для проекта такое соответствие имеет место.*

#### **7. Обоснованность запрашиваемого финансирования и его распределения по статьям затрат и соисполнителям**

Обоснование для проекта представляется достаточным. В целом проект Центра фотохимии РАН соответствует теме и целям Конкурсного задания и имеет хорошо аргументированные возможности для реализации и перехода к заключительным стадиям инновационного цикла (подготовка и организация производства).

В заключение, можно утверждать, что проект Центра фотохимии РАН представляется наиболее значимым объектом всей конкурсной сессии 2006 г. по направлению «Индустрия наносистем и материалы» и его вполне можно рассматривать как выдающееся инновационное предложение такого известного научного коллектива России, как Центр фотохимии РАН. Напомним, что этот выделенный в результате исследования РИНКЦЭ проект направлен на *создание программно-аппаратного измерительного комплекса анализа морфологических и оптических характеристик микро- и нано-структурированных материалов, обеспечивающего автоматизированное сканирование образцов, компьютерную обработку, анализ и визуализацию объектов на базе оптических и зондовых микроскопов, что является крупным достижением всей современной российской науки.*

Подобным образом можно анализировать и конкурсные заявки на *лоты направления ИН – II очереди 2006 г.*

Из двух лотов наиболее информативным и отвечающим требованиям направления ИН представился лот 2. 2006-ИН-00.3/001. «Разработка комплекса методов выращивания высокосовершенных монокристаллов полупроводниковых соединений  $A^{III}B^V$  для применения в микро- и оптоэлектронике».

**Цель работы:** разработка эффективных методов изготовления высокосовершенных крупногабаритных монокристаллов полупроводниковых соединений  $A^{III}B^V$  (GaAs, InAs, GaSb, InSb) для элементной базы электронной техники нового поколения.

**Начальная цена контракта (лимит бюджетного финансирования):** 15,0 млн. рублей (мероприятия Программы: 1.3 – 5,0 млн. рублей; 1.7 – 10,0 млн. рублей).

**Объем средств из внебюджетных источников:** 3,0 млн. рублей.

Победитель конкурса – ФГУП «ГИРЕДМЕТ» имел следующие характеристики ТЗ и календарного плана:

№ п/п	Номер Проекта	Организация-Заявитель	Что предлагается	Чем заканчивается работа	Объем финансирования (млн. руб.)
1	2006-ИН-00.3/001-001	ФГУП «Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности» (ФГУП «Гиредмет»). Соисполнитель – нет	Разработка рабочей конструкторской документации (РКД) на ростовую установку. Разработка технологий и предварительной технической документации (ТД) на технологии выращивания монокристаллов.  Разработка комплекса методов выращивания монокристаллов. Разработка РТД и проектов ТУ. Изготовление и испытания экспериментальных партий монокристаллов. Оснащение технологического участка.	Комплект РКД на ростовую установку. Комплект предварительной ТД на технологии выращивания монокристаллов. Отчет, технический акт. Акт сдачи-приемки. Комплект РТД и проекты ТУ. ПМ приемочных испытаний. Акт готовности к проведению ПИ. Акт и протоколы по результатам ПИ. Акт корректировки ТД. Предложение по внедрению технологии на конкретных предприятиях промышленности.	15.0 (3,0)

Основой структурирования нижеследующих оценок являются требования к курсной документации на выполнение в 2005-2006 гг. работ по приоритетному направлению «Индустрия наносистем и материалы».

ФГУП «Гиредмет» является одним из ведущих разработчиков материаловедческого профиля для техники со специальными свойствами. В период 2003-2005 гг. «Гиредмет» принимал участие в выполнении Федеральной целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения» по тематике, связанной с получением материалов на основе редких металлов, новых композиционных и функциональных наноразмерных систем и пористых материалов, с разработкой технологий полупроводниковых материалов на основе соединений  $A^3B^5$ , монокристаллического кремния, легированного мышьяком и

галлием. Таким образом, ФГУП «Гиредмет» обладает необходимым научно-техническим и производственным потенциалом для выполнения проекта.

Основой научно-технического задела ФГУП «Гиредмет» является уникальный для России опыт по разработке оборудования, технологий выращивания и опытного производства монокристаллов арсенида галлия с низкой плотностью дислокаций с использованием метода вертикальной направленной кристаллизации. Имеющийся у ФГУП «Гиредмет» научно-технический задел соответствует мировому уровню достижений в рассматриваемой области.

ФГУП «Гиредмет» планирует организацию работ с использованием собственной технологической базы и производственной базы ООО «Гиредмет». Для решения задачи ЛОТа 2 – разработки комплекса методов выращивания высокосовершенных монокристаллов полупроводниковых соединений  $A^3B^5$  – предложено использовать единый технологический подход, основанный на методе вертикальной направленной кристаллизации в движущемся температурном поле. Вариации в технологических операциях коснутся температурных режимов выращивания, исключая взаимодействие контейнера и расплава. *Важнейшей особенностью разрабатываемого оборудования будет изменение среды выращивания кристаллов (в среде инертного газа) и увеличение объема теплового узла для получения кристаллов с диаметром 100 мм, что устраивает производителей оптоэлектронных приборов.*

Предлагаемые ФГУП «Гиредмет» технические решения для повышения эффективности оборудования являются новыми, и в процессе выполнения проекта планируется получение патентов на разработанные технологии, оборудование и аппаратуру.

Учитывая специфику данных материалов, экономическая эффективность результатов проекта зависит от потребностей оптоэлектронной техники. *В заявке ФГУП «Гиредмет» в качестве организаций заинтересованных в разработке указываются следующие предприятия: ФГУП «Исток», ЗАО «завод «Сапфир», ФГУП «Полюс», ЗАО ЦНИИ «Электрон», ООО «Гирмет» и др.*

Этапы календарного плана для проекта соответствуют целям и заявленным срокам выполнения работ.

Объем запрашиваемого финансирования и его распределение по статьям затрат обоснованы и соответствуют объему планируемых работ. Для ФГУП «Гиредмет» определены прямые инвесторы как источники внебюджетных средств (хоздоговора).

В целом рассматриваемый проект является крупным достижением отечественной микроиндустрии и направлен на разработку комплекса методов выращивания высокосовершенных монокристаллов полупроводниковых соединений  $A^{III}B^V$  для применения в микро- и оптоэлектронике. Заметим, что как и вышерассмотренный проект ЦФХ РАН, проект ФГУП «Гиредмет» имеет хорошо аргументированные возможности для реализации и перехода к заключительным стадиям инновационного цикла (подготовка и организация производства), что является генеральной целью завершающейся ФЦНТП.

Аналогично можно проанализировать проекты и других направлений ФЦНТП. Используемая методология оценки проектов [1, 2] по направлению «Индустрия наносистем и материалы» показала ориентацию тематики конкурса на проведение фундаментальных, прикладных и инновационных исследований, которые должны обеспечить научную и технологическую базу для прорыва по важнейшим проблемам нанотехнологии, нанотехнологии и нанохимии.

Проект ФГУП «Гиредмет» также является крупным достижением отечественной микроэлектроники и направлен на разработку комплекса методов выращивания высокосовершенных монокристаллов полупроводниковых соединений  $A^{III}B^V$  для применения в микро- и оптоэлектронике.

Оба проекта имеют хорошо аргументированные возможности для реализации и перехода к заключительным стадиям инновационного цикла (подготовка и организация нанотехнологического производства), что является генеральной целью завершающейся ФЦНТП.

Высокое качество и потенциально высокая результативность проектов – лидеров нанонаправления ФЦНТП полностью согласуется с объявленным Роснаукой предложением о создании и функционировании новой федеральной нанотехнологической программы (Тезисы выступления заместителя руководителя Роснауки А.В. Клименко на заседании межведомственного научно-технического совета по нанотехнологиям "Об организации работ в Минобрнауке и Роснауке по нанотехнологиям" от 30 марта 2006 г.).

### Список литературы

1. Севастьянов Ю.С., Победимский Д.Г. «Основные принципы проведения комплексной экспертизы научно-технологических разработок при их коммерциализации». Научно-технический сборник «Научно-техническая информация». / 4-я конференция Аналитиков и Экспертов России, стран СНГ и зарубежных фирм. // Серия 1. Организация и методика информационной работы. – М.: ВИНТИ РАН и Минпромнауки РФ, 2002, №11. – 16-18 с.

2. Отчет о НИР ФГУ НИИ РИНКЦЭ в 2005 г. по теме «Разработка методики проведения независимой экспертизы научно-технических материалов ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002-2006 гг.» (Исполнители – Ю.С. Севастьянов, В.П. Голубев, Д.Г. Победимский и др.). М.: ФГУ НИИ – РИНКЦЭ, Роснауки, Минобрнауки РФ; № гос. регистрации 312 К. – 2005 г., – 112 с.