



# РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ВУЗА. ЦЕНТР ПРОТОТИПИРОВАНИЯ И КОНТРАКТНОГО ПРОИЗВОДСТВА МИКРО- И НАНОТЕХНИКИ

*П.Афанасьев, к.т.н., О.Бохов, к.т.н., В.Кутузов, д.т.н., В.Лучинин, д.т.н., М.Шестопалов, к.т.н. / cmid\_leti@mail.ru*

**В** "Стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 г." [1] представлено несколько вариантов инновационного развития России. Следует обратить внимание на достижение лидерства по ряду направлений создания высокотехнологичной наукоемкой продукции и оказания услуг. Разумеется, это требует значительных финансовых вложений, восстановления лидирующих позиций российской фундаментальной науки, формирования интегрированной в транснациональную развитой национальной инновационной системы, увеличения количества научных и инженерных кадров с необходимым уровнем компетентности.

Очевидно, что достижение таких целей трудно ожидать в ближайший период, однако данный вопрос приобретает национальный приоритет в условиях современных вызовов и угроз безопасности России [2]. В Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете (ЛЭТИ) в рамках подготовки программы стратегического развития вуза были определены базовые направления, приоритеты и цели в отношении развития основных составляющих научно-образовательной культуры и организационно-экономического базиса (рис.1). Предложена инфраструктура, обеспечивающая наибольшую эффективность достижения одной из основных целей – приведение содержания и структуры профессионального образования в соответствие со стратегией социально-экономического развития России.

В основу этой инфраструктуры положено развитие на базе вуза в кооперации с отраслевыми и академическими организациями нескольких научно-образовательных платформ как базиса для профессионально ориентированного образования, двух центров превосходства для генерации новых

знаний в рамках прорывных направлений науки и технологий, поддержки и развития научно-педагогических школ, а также Центра прототипирования и контрактного производства для эффективного использования научно-технологического и кадрового потенциалов вуза в национальной инновационной системе.

Цель представленной публикации – системное изложение представлений о развитии контрактного производства как эффективной формы реализации инновационного потенциала вуза. С учетом приоритетных направлений развития России и доминирующих технологических направлений [2] не вызывает сомнения выбор в качестве стратегического приоритета "ЛЭТИ" в области трансфера и коммерциализации технологий такого направления как микро- и нанотехника [3].

## **ТЕХНОЛОГИИ ПРЕВОСХОДСТВА**

Комплекс технологий, которые, по мнению авторов проекта стратегического развития вуза, в первую очередь могут определять технологическую



независимость и безопасность государства, представлен на рис.2. Фактически это – интеллектуальный базис нового технологического уклада.

В отечественной научно-технической среде все более широко используется понятие "центр превосходства" (center of excellence), характеризуемый тремя основными признаками:

- исследования и разработки выполняются в прорывных областях знаний;
- наличие уникального материально-технического оснащения;
- обеспеченность высокопрофессиональными кадрами.

В рамках обеспечения приоритета России по критической технологии "Нано-, био-, информационные и когнитивные технологии" ЛЭТИ с целью проведения комплексных, междисциплинарных, прорывных исследований и разработок, а также воспитания профессиональной элиты сформирован научно-образовательный кластер. Он организационно оформлен как

вузовско-академический Центр превосходства по указанной критической технологии. В основу деятельности центра положена сетевая интеграция инфраструктурного, информационно-аналитического и кадрового потенциалов ряда ведущих организаций Северо-Западного федерального округа, имеющих современную приборно-технологическую базу, высококвалифицированный персонал и международное признание.

**БАЗОВЫЕ ЗАДАЧИ ЦЕНТРА**

- Создание гибкой сетевой инфраструктуры для интеграции современной лабораторно-экспериментальной базы с целью эффективного ее использования при реализации наукоемких комплексных междисциплинарных проектов в режиме виртуального центра коллективного пользования.
- Формирование мобильных профессионально и финансово мотивированных коллективов на основе научно-образовательной элиты мирового уровня с широким привлечением творческой молодежи с целью кадрового обеспечения перспективных проектов, основанных на нестандартных идеях и технологиях, стимулирующих создание наукоемкой продукции нового поколения и возникновение новых конкурентоспособных научно-педагогических школ.
- Реализация комплекса научно-образовательных мероприятий для повышения профессионального уровня участников инновационно-ориентированных проектов через использование дистанционного образования, академической мобильности в пределах России и за рубежом с целью формирования новой технологической и патентно-правовой культуры, обеспечения равноправного участия России в международном разделении труда на рынке наукоемкой продукции и образовательных услуг.

Исходя из имеющейся научно-технологической культуры, приборного обеспечения и кадрового потенциала отобраны основные технологии "превосходства":

- наноразмерные автоэмиссионные системы для сверхлокальной импульсной генерации и сверхбыстрой коммутации электромагнитного излучения с высокой плотностью мощности;
- микро- и наноразмерные структуры спиновой и сегнетоэлектрической электроники для высокоскоростных широкополосных помехозащищенных радиоэлектронных систем связи и радиолокации;

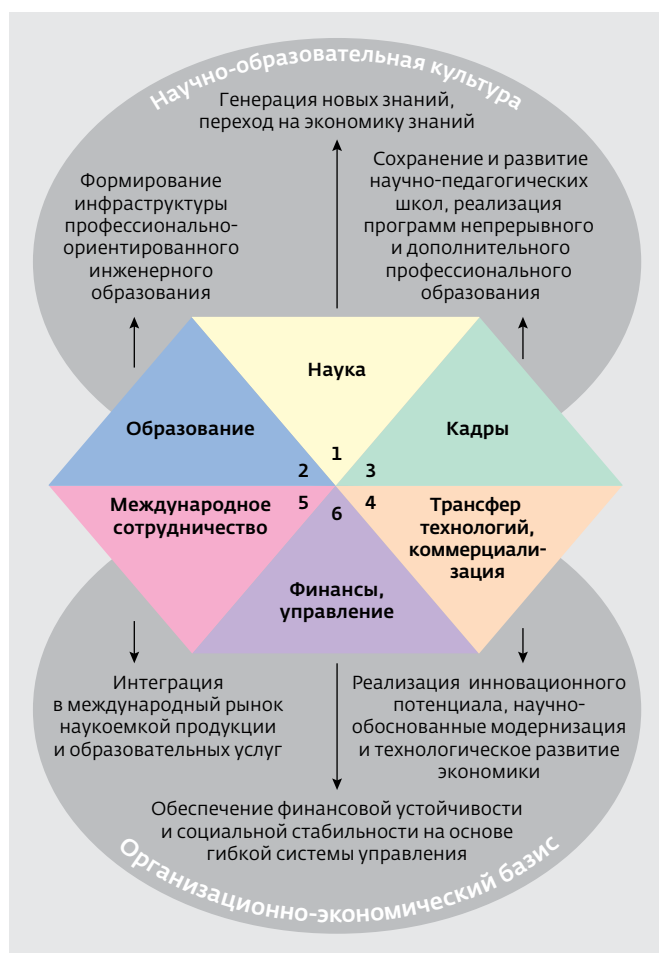


Рис.1. Направления развития вуза и цели, достижение которых ожидается в ключевых областях

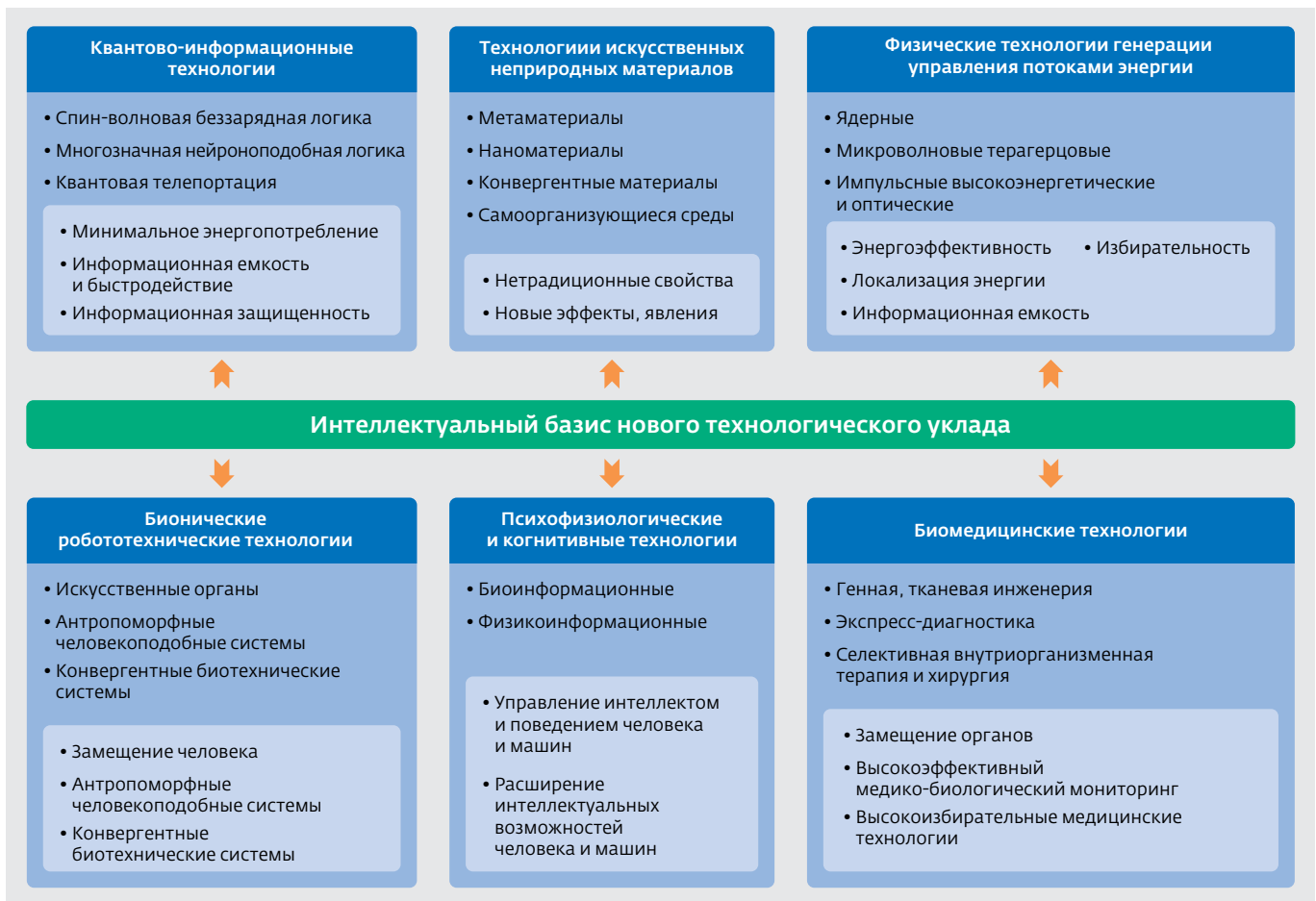


Рис.2. Технологии превосходства, как интеллектуальный базис нового технологического уклада

- физико-информационное моделирование процессов структурно-топологического кодирования и самоорганизации для обеспечения искусственного синтеза бионических наносистем;
- информационные когнитивные технологии системной реконструкции, экспертизы

Таблица 1. Базовые обобщенные критерии эффективности деятельности Центра превосходства

Ключевые направления проекта по созданию и функционированию	Критерии эффективности
Генерация новых знаний	Новизна, междисциплинарность, востребованность
Участие в международном рынке наукоемкой продукции	Конкурентоспособность, интеллектуальная защищенность
Развитие научно-педагогических школ	Профессионализм, компетентность, мотивация
Дополнительное профессиональное образование	Качество, профессионализм, мобильность

и дизайна эволюции открытых био- и техносферных систем для обеспечения автоматизации генерации и эксплуатации знаний о сложных многофункциональных естественных и искусственных объектах.

В рамках программы развития вуза по проекту создания указанного центра был определен ряд базовых обобщенных критериев (табл.1), характеризующих эффективность его деятельности по отдельным ключевым направлениям. Важно отметить, что доминирующими, безусловно, являются профессионализм, качество, востребованность, конкурентоспособность, мобильность, мотивированность.

В рамках рассматриваемой программы должны формироваться эффективные формы коммерциализации созданного

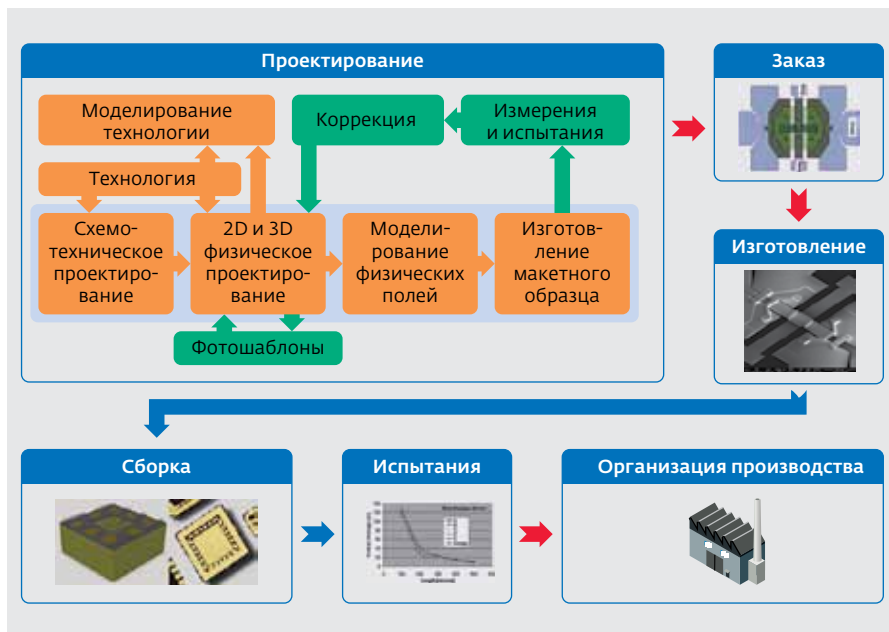


Рис.3. Стадии прототипирования наукоемкой продукции

и имеющегося интеллектуального и технологического потенциалов, направленные на экспресс-создание наукоемкой конкурентной продукции. Одна из наиболее эффективных форм

Контрактное производство – делегирование другой организации всего производственного цикла или его части в рамках существующих контрактных отношений (рис.4).

достижения такого состояния – малые инновационные предприятия на базе вузов, ориентированные на прототипирование и контрактное производство.

### ЦЕНТР ПРОТОТИПИРОВАНИЯ И КОНТРАКТНОГО ПРОИЗВОДСТВА МИКРО- И НАНОТЕХНИКИ

Понятия, относящиеся к производству современной инновационной продукции.

**Прототипирование** – техническая реализация идеи или разработки с целью экспресс-создания прототипа изделия, его апробации и определения рыночного потенциала (рис.3).



Основные предпосылки к организации на базе вуза прототипирования изделий и обеспечения контрактного производства:

- ужесточение требований промышленных предприятий к уровню завершенности разработок для трансфера технологий;
- острая потребность предприятий в прототипировании до начала промышленного производства продукции;
- динамичное развитие рынка мелкосерийной продукции,
- низкий уровень мотивации и доверия крупных промышленных предприятий к работкам вузов;
- низкий уровень коммерциализации отечественной продукции при наличии рынка конкурентоспособных идей;
- недостаточная готовность вузовской науки к реализации перехода "НИР-ОКР-промышленное производство" на стадии подготовки конструкторской и технической документации (КД и ТД, соответственно) и разработки системы метрологического обеспечения для выпуска продукции;
- открытость вузов для международной кооперации и сотрудничества с компаниями – мировыми лидерами.

Дополнительные предпосылки для развития в вузе контрактного производства:

- негибкость процедуры отечественной системы государственных закупок, существенно снижающая возможность и оперативность выполнения работ и оказания услуг государственными учреждениями: процедура закупок увеличивает время создания новой высокотехнологичной продукции и ее вхождения на отечественный рынок; создает ценовые преимущества для неинновационной продукции;
- сложность таможенного оформления при реализации вузом закупок и поставок продукции.

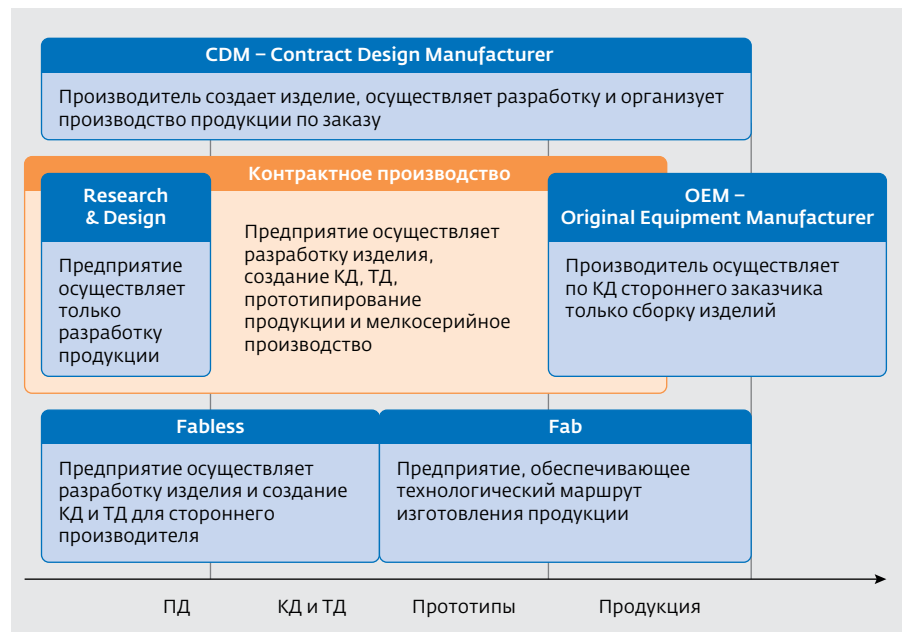


Рис.4. Формы организации и реализации контрактного производства

Таким образом, цель создания контрактного производства на базе вуза может быть определена следующим образом: **эффективное использование научно-технологического и кадрового потенциала в рамках наукоемких контрактных производств как форма динамичной коммерциализации идей и технологий.**

При достижении данной цели могут быть решены следующие задачи:

- создание в рамках формирования центра прототипирования и контрактного производства наукоемкой продукции инновационного пояса малых предприятий при вузах как одной из эффективных форм их участия в формировании национальной инновационной системы с обеспечением экспресс-прототипирования разработок, инженерного обеспечения

Таблица 2. Базовые критерии функционирования контрактного производства

Критерии	Ожидаемый результат
Системность	Гибкая, в том числе виртуальная, интеграция оборудования, знаний и кадрового потенциала
Инновационность	Отбор знаний и их интеграция для достижения конкурентоспособности интеллектуальной и материальной продукции
Мобильность	Быстрая адаптация инфраструктуры при решении задач с достижением результата за минимальное время
Экономичность	Минимизация затрат, окупаемость инфраструктуры



трансфера технологий, организации мелкосерийного выпуска продукции, профессионально-ориентированной инженерной подготовки кадров;

- разработка и апробация механизмов экспресс-мониторинга для коммерциализации технологий. Участие в совершенствовании нормативно-правовой базы для эффективного использования и защиты интеллектуального потенциала вуза, обеспечение коммерчески перспективных операций при введении инноваций в хозяйственный оборот;
- инфраструктурное, кадровое и финансовое участие в реализации комплекса мероприятий, направленных на повышение мобильности, профессиональной, социальной и материальной мотивации профессорско-преподавательского и научно-инженерного персонала вуза, аспирантов и студентов в коммерциализации перспективных идей и востребованных технологий, создание рабочих мест для высококвалифицированных кадров и инженерно-ориентированной творческой молодежи в инновационном секторе экономики.

Решение комплекса представленных задач обеспечит:

- кооперацию идей и технологий с целью их коммерциализации, инженерное сопровождение исследований и трансфера технологий;
- экспресс-прототипирование изделий для оценки их технико-экономических показателей и потенциала рынка;
- разработку и мелкосерийный выпуск наукоемкой продукции по специальным заказам;
- создание в инновационном секторе экономики рабочих мест для высококвалифицированных кадров;
- формирование новых инфраструктурных элементов образовательной системы, обеспечивающей гибкую, оперативную профессионально-ориентированную подготовку и переподготовку кадров.

Контрактное производство в вузе может взять на себя:

- функции коммерчески-ориентированного центра коллективного пользования для мелкосерийного производства заказной продукции;
- прототипирование изделий для экспресс-трансфера идей, конструкций и технологий;
- проектирование изделий "на заказ"; подготовку проектной документации;



Таблица 3. Возможный перечень создаваемой продукции и оказываемых услуг

Продукция	Услуги
КД, ТД, ПД	Проектирование изделий
Методическое обеспечение (инструкции, методики)	Предоставление оборудования в аренду
Прототипы изделий	Специальные виды испытаний
Опытные образцы, мелкие серии	Профессионально-ориентированная подготовка кадров

- конструкторско-технологическое обеспечение ОКР и мелкосерийного производства, предоставление КД и ТД;
- специализированное метрологическое обеспечение ОКР и мелкосерийного производства;
- специальные испытания полуфабрикатов и продукции;
- международную кооперацию при контрактном производстве "FABLESS – FAB";
- повышение квалификации и переподготовку кадров;
- формирование инженерных компетенций и поддержание профессиональной квалификации профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов.

Базовые критерии функционирования контрактного производства приведены в табл.2.

Обобщенная схема организации производства и оказания услуг в рамках контрактного производства представлена на рис.5, а в табл.3 дан возможный перечень создаваемой продукции и услуг.

Представленные материалы можно обобщить в виде схемы (рис.6), отражающей возможное место и динамику участия вуза в контрактном производстве, а также сформулировать конкурентные преимущества такого производства при его организации на базе вуза (табл.4).

Основные направления деятельности центра прототипирования и контрактного производства на базе ЛЭТИ иллюстрирует рис.7.

В целом следует отметить, что организация контрактного производства на базе вуза, включая прототипирование наукоемкой продукции – один из приоритетов использования

его инновационного потенциала. Основные риски начальной стадии деятельности контрактного производства:

- необходимость формирования перспективного портфеля заказов;
- организационные вопросы размещения и формирования рабочих мест;
- получение необходимых лицензий и сертификатов;
- ограничения на поставку специализированных и полузаказных комплектующих зарубежного производства;
- конкуренция со стороны контрактных, в основном сборочных, радиоэлектронных производств.

Ярко выраженный социальный аспект контрактного производства на базе вуза включает:

- новые рабочие места для квалифицированного персонала, специализирующегося в наиболее динамично развивающихся областях исследований, разработок и производства;

Таблица 4. Преимущества контрактного производства при его организации на базе вуза

Признаки производства	Особенности продукции и производства
Наукоемкость продукции	Интеллектуальная добавленная стоимость составляет значительную часть
Вариабельность продукции	Широта и динамика ассортимента
Мелкосерийность производства	Прототипирование, спецзаказ
Межвузовская кооперация	Сетевое взаимодействие, специализация, кооперация
Международная кооперация	Активность на зарубежном рынке наукоемкой продукции
Кадровый потенциал	Гибкость и достаточность кадрового обеспечения, профессиональная селекция и междисциплинарность

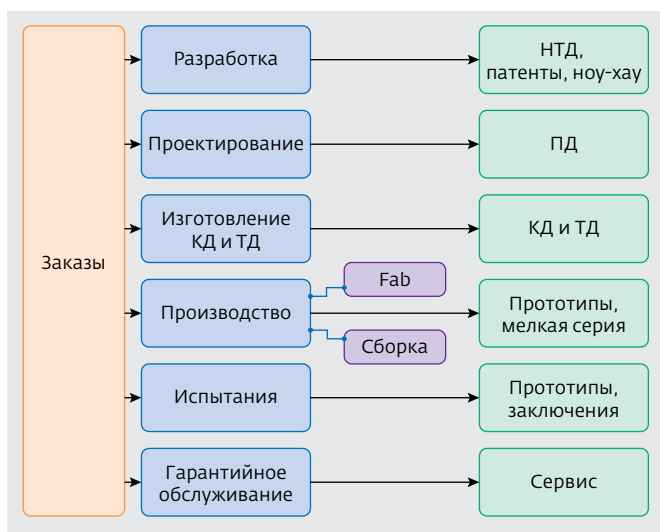


Рис.5. Производство продукции и оказание услуг при контрактном производстве

- интеграция в международное разделение труда с использованием отечественного кадрового потенциала для разработки и проектирования инновационной продукции с возможностью ее изготовления на современных зарубежных высокотехнологичных производствах.

Как следствие, на основании решения Ученого совета Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета от 26.01.2012 г.

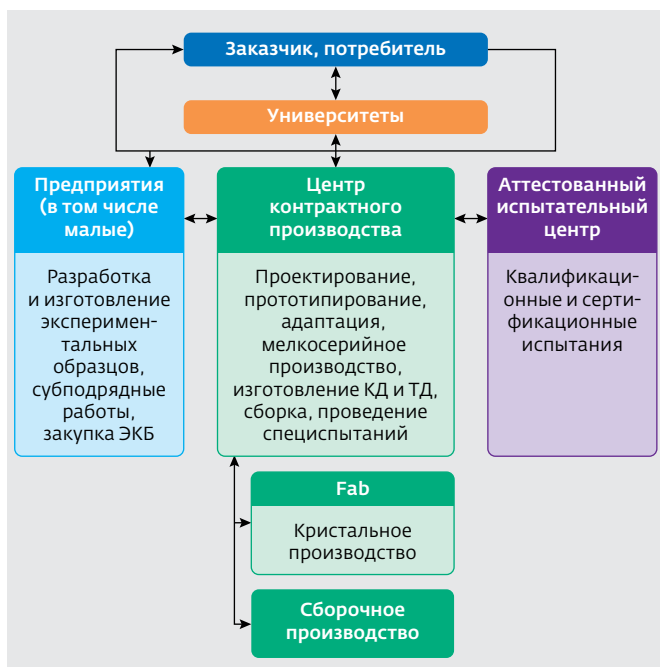


Рис.6. Структурная схема контрактного производства с участием вузов



Рис.7. Прототипирование и контрактное производство с использованием научно-технологического потенциала ЛЭТИ

в рамках реализации Проекта стратегического развития вуза в соответствии с ФЗ 217 20.03.2012 создано ЗАО "Межвузовский центр прототипирования и контрактного производства микро- и нанотехники". Работа выполнена в рамках стратегической программы университета на 2012-2016 годы "Развитие междисциплинарных исследований и инструментально-технологической базы как основы непрерывного инженерного образования по приоритетным направлениям российской экономики".

### Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 8 декабря 2011 года №2227 р. "Стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 г."
2. Путин В.В. Быть сильным: гарантии национальной безопасности России. - Российская газета, 20 февраля 2012 г.
3. Лучинин В.В. Наноинженерия - основа шестого технологического уклада. В сб. науч. трудов "Физика и технология микро- и наносистем". - Спб.: Русская коллекция, 2011.