



Дайджест
образовательных программ и проектов РОСНАНО

Оглавление

Образовательные программы повышения квалификации и профессиональной переподготовки

Нanomатериалы

1. Образовательная программа с. 10
в области разработки и получения наноструктурированных покрытий режущего инструмента и технологической оснастки для газотурбинной техники
 *Рыбинская государственная авиационная технологическая академия им. П.А.Соловьева*
2. Образовательная программа с. 11
в области разработки и применения высокоэффективных катализаторов для нейтрализации газовых выбросов
 *Уральский федеральный университет им. первого президента РФ Б.Н.Ельцина*
3. Образовательная программа с. 12
в области управления современными технологическими процессами и производства наноразмерных композитных и полимерных материалов
 *Уральский федеральный университет им. первого президента РФ Б.Н.Ельцина*
4. Образовательная программа с. 13
в области промышленного производства конкурентоспособной продукции из наноструктурных керамических и металлокерамических материалов
 *Институт химии силикатов имени И.В.Гребенщикова РАН*
5. Образовательная программа с. 14
в области промышленного производства поликристаллического кремния для нужд солнечной энергетики и нанoeлектроники
 *Иркутский государственный технический университет*
6. Образовательная программа с. 15
в области создания промышленного производства модификатора дорожных покрытий
 *Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)*
7. Образовательная программа с. 16
в области организации конкурентоспособного высокотехнологичного отечественного производства модифицированных слоистых наносиликатов, мастербатчей (прекурсоров нанокомпозитов) и полимерных нанокомпозиционных материалов нового поколения
 *Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева (РХТУ)*

8. Образовательная программа с. 17
в области создания современного производства наноструктурированных мембран и разделительных модулей на их основе
 *Владимирский государственный университет*

9. Образовательная программа с. 18
в области создания производства коллоидных квантовых точек
 *Московский физико-технический институт (государственный университет) (МФТИ)*

Наноэлектроника

10. Образовательная программа с. 20
в области производства конкурентоспособной продукции наноэлектроники на основе наногетероструктурных монокристаллических интегральных схем СВЧ диапазона длин волн и дискретных полупроводниковых приборов
 *Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)*

11. Образовательная программа с. 21
в области разработки технологии и производства эпитаксиальных пластин и чипов излучателей и детекторов для сверхскоростных оптических межсоединений
 *Санкт-Петербургский академический университет РАН*

12. Образовательная программа с. 22
в области проектирования СБИС с топологическими нормами 90 нм
 *Московский государственный институт электронной техники (технический университет) (МИЭТ)*

13. Образовательная программа с. 23
в области производства СБИС с топологическими нормами 90 нм
 *Московский государственный институт электронной техники (технический университет) (МИЭТ)*

Нанофотоника

14. Образовательная программа с. 25
в области производства гироскопов на волоконных световодах, сохраняющих поляризацию, и создания информационно-измерительных устройств на основе наноструктурированных световодов
 *Пермский государственный технический университет*

15. Образовательная программа с. 26
в области производства солнечных модулей на базе технологии «тонких пленок» Oerlikon
 *Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. Ульянова-Ленина (ЛЭТИ)*

16. Образовательная программа с. 27
**в области организации серийного производства нового поколения
солнечных электрических установок с использованием нанотехнологий**
 Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет им. Ульянова-Ленина (ЛЭТИ)

Технологии и спецоборудование

17. Образовательная программа с. 29
**в области многопрофильного производства пористых наноструктурных
неметаллических неорганических покрытий**
 Томский государственный университет

18. Образовательная программа с. 30
**в области создания технологического центра 3D сборки
с производством электронных наноматериалов и 3D изделий**
 Воронежский государственный технический университет

19. Образовательная программа с. 31
**в области создания серийного производства электрохимических станков
для прецизионного изготовления деталей из наноструктурированных
материалов и нанометрического структурирования поверхности**
 Уфимский государственный авиационный технический университет

Наномедицина

20. Образовательная программа с. 33
**в области разработки, проектирования и строительства
высокотехнологического научно-производственного комплекса по
производству медицинской техники (профессиональная переподготовка)**
 Международный университет природы, общества и человека «Дубна»

21. Образовательная программа с. 34
**в области разработки, проектирования и строительства
высокотехнологического научно-производственного комплекса по
производству медицинской техники (повышение квалификации)**
 Международный университет природы, общества и человека «Дубна»

22. Образовательная программа с. 35
в области бионанотехнологии, бионаномедицины и бионанофармакологии
 Институт биологии гена РАН

Прочие направления

Управление инновациями

23. Образовательная программа (модуль) с. 37
в области привлечения дополнительного финансирования и прямых (венчурных) инвестиций в нанотехнологические проекты
 *Российская Ассоциация венчурного инвестирования*
24. Образовательная программа с. 38
Инновационный менеджмент при производстве конкурентоспособной продукции из наноструктурированных материалов
 *Академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ / Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики*
25. Образовательная программа с. 39
в области управления коммуникациями инновационного бизнеса
 *Государственный университет – Высшая школа экономики*
26. Образовательная программа с. 40
в области организации и ведения высокотехнологического бизнеса, включая управление инновациями для преподавателей вузов энергетического профиля
 *Московский энергетический институт (технический университет) (МЭИ)*

Метрология

27. Образовательная программа с. 41
в области метрологического обеспечения производства изделий нанофотоники
 *Академия стандартизации, метрологии, сертификации*
28. Образовательная программа с. 43
в области метрологического обеспечения измерений размеров в нанодиапазоне
 *Московский физико-технический институт (государственный университет) (МФТИ)*

Строительство

29. Образовательная программа с. 44
в области производства бесцементных минеральных наноструктурированных вяжущих негидратационного твердения и композиционных материалов строительного назначения на их основе
 *Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова*

Магистерские программы

Наноматериалы

1. Образовательная программа с. 47
«Композиционные материалы» в области промышленного производства препрегов на основе наномодифицированных углеродных и минеральных волокон и наномодифицированных связующих



Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

Наноэлектроника

2. Образовательная программа с. 49
в области проектирования СБИС с топологическими нормами 90 нм



*Московский государственный институт электронной техники
(технический университет) (МИЭТ)*

3. Образовательная программа с. 50
в области производства СБИС с топологическими нормами 90 нм



*Московский государственный институт электронной техники
(технический университет) (МИЭТ)*

4. Образовательная программа с. 51
в области разработки и производства мультимедийных многопроцессорных систем на кристалле



*Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники (ТУСУР)*

Нанофотоника

5. Образовательная программа с. 53
в области твердотельной светотехники



Санкт-Петербургский академический университет РАН

6. Образовательная программа с. 54
в области создания мультикаскадных наногетероструктурных солнечных элементов и солнечных батарей космического назначения на основе полупроводниковых материалов АЗВ5



НИТУ «МИСиС»

Прочие направления

Нефтедобывающее оборудование

7. Образовательная программа с. 56
«Наноструктурные материалы и покрытия в нефтедобывающем машиностроении» (в области производства погружных электронасосов для нефтедобычи и их узлов с наноструктурными покрытиями)



Пермский государственный технический университет

Метрология

8. Образовательная программа с. 57
в области нанодиагностики, метрологии, стандартизации и сертификации продукции нанотехнологий и nanoиндустрии



НИТУ «МИСиС»

Образовательные проекты

- Стажировки в Финляндии и США участников инвестиционных проектов РОСНАНО из научно-образовательного и производственного секторов **по тематике коммерциализации разработок и управлению инновациями** с. 59

***Образовательные программы повышения квалификации
и профессиональной переподготовки***

НАНОМАТЕРИАЛЫ

**1. Образовательная программа
в области разработки и получения наноструктурированных покрытий
режущего инструмента и технологической оснастки для газотурбинной техники**

*Разработана Рыбинской государственной авиационной технологической академией
им. П.А.Соловьева по заказу ЗАО «Новые инструментальные решения»*

Вид программы: профессиональная переподготовка, 680 часов.

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных компетенций в области разработки и получения наноструктурированных покрытий режущего инструмента и технологической оснастки для газотурбинной техники, а также в области управления производством.

Структура программы

Двухуровневая система подготовки.

1-й уровень (специальный):

Модуль 1 <i>Фундаментальные основы наноматериалов и нанотехнологий в области разработки и получения наноструктурированных покрытий режущего инструмента и технологической оснастки для газотурбинной техники</i> М.1.1 Введение в нанотехнологию. М.1.2 Физико-химические основы наноматериалов. М.1.3 Основы нанометрической механообработки. М.1.4 Наноматериаловедение.	Модуль 2 <i>Научные основы технологии проектирования и изготовления твердосплавного режущего инструмента и технологической оснастки для газотурбинной техники</i> М.2.1 Методы проектирования монолитного твердосплавного инструмента. М.2.2 Технология изготовления твердосплавного инструмента. М.2.3 Технологии инструментальных материалов. М.2.4 Инструменты и методы обработки твердых сплавов.
Модуль 3 <i>Научные основы разработки и получения наноструктурированных покрытий режущего инструмента и технологической оснастки для газотурбинной техники</i> М.3.1 Нанотехнологии при изготовлении режущего инструмента. М.3.2 Методы нанесения износостойких покрытий на режущий инструмент. М.3.3 Влияние нанотехнологий на эксплуатационные свойства изделий.	Модуль 4 <i>Метрологические основы обеспечения требуемых характеристик покрытий режущего инструмента и технологической оснастки для газотурбинной техники</i> М.4.1 Методы исследования наноструктур. Зондовые нанотехнологии.

2-й уровень (управленческий):

Менеджмент высокотехнологичного инновационного производства Организация и управление сквозным технологическим процессом изготовления инструментов; разработка новых видов инструментов; организация продаж и оказание инжиниринговых услуг, связанных с продажами инструмента.
--

К реализации образовательной программы привлекаются как российские (РНЦ Курчатовский институт), так и зарубежные (компании «Walter», Германия; «Galika», Швейцария) партнеры.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Навыки проектирования технологических процессов в условиях автоматизированного производства и операций механообработки на металлообрабатывающих центрах; умение выполнять расчеты режимов для условий высокоскоростного и силового резания труднообрабатываемых материалов; навыки проектирования режущего инструмента для работы в условиях автоматизированного производства; навыки эксплуатации специальных заточных станков для глубинного шлифования; умение разрабатывать технологические процессы получения износостойких наноструктурированных покрытий режущего инструмента; умение организовывать и проводить стандартные испытания и технический контроль режущего инструмента и технологической оснастки; владение средствами электронной микроскопии.
- Умение проводить поиск потенциальных заказчиков; навыки внедрения разработанных технологических процессов и инструмента на предприятиях-заказчиках; умение управлять производством по изготовлению режущего инструмента с наноструктурированными покрытиями (знание всего производственного цикла).

2. Образовательная программа в области разработки и применения высокоэффективных катализаторов для нейтрализации газовых выбросов

*Разработана Уральским федеральным университетом им. первого президента РФ Б.Н. Ельцина
по заказу ОАО «Уральский электрохимический комбинат»*

Вид программы: профессиональная переподготовка, 9 месяцев.

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных компетенций в области разработки нанокатализаторов, организации и управления высокотехнологическим производством.

Структура программы

Программа реализуется с применением технологии «смешанного» обучения (e-learning) и включает в себя 5 интенсивных учебных сессий (продолжительность каждой сессии – 1 неделя). Интервал между сессиями – 1,5 месяца. Остальные занятия проводятся дистанционно.

*Партнеры: Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН (г. Новосибирск),
Уральский государственный университет им. А.М. Горького.*

Модуль 1

*Фундаментальные физико-химические основы получения и исследования материалов и наноструктур,
анализ объектов окружающей среды*

Курсы: Основные понятия и законы физико-химии материалов и наноструктур. Физико-химические основы получения и методы исследования наноматериалов. Проблемы загрязнения окружающей среды и методы их решения. Анализ объектов окружающей среды, обработка результатов анализа, стандартизация и сертификация.

Модуль 2

Инженерные и технологические основы получения и использования высокоэффективных катализаторов

Курсы: Нормы выбросов и законодательные акты, регулирующие предельно допустимые выбросы. Научные основы современного инженерного катализа. Основы создания и эксплуатации высокоэффективных катализаторов для защиты атмосферы от выбросов токсичных веществ. Защита атмосферы от выбросов в теплоэнергетике, металлургии и других отраслях промышленности, использование каталитических методов. Очистка выхлопных газов транспортных средств.

Модуль 3

Экономика и управление нанотехнологическими проектами

Курсы: Основы экономики технологических процессов. Защита интеллектуальной собственности и управление нематериальными активами предприятия. Исследование рынка, маркетинг инновационной продукции. Управление нанотехнологическими проектами. Профессиональное развитие менеджеров. Подготовка презентации инновационного проекта.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание различных методов направленного синтеза нанообъектов с заданными свойствами в области катализа; технологических процессов нейтрализации техногенных газовых выбросов с применением наноматериалов и нанотехнологий; основ современного инженерного катализа, в том числе с использованием наноматериалов.
- Умение применять методы разработки и планирования научно-технологических процессов целенаправленного синтеза катализаторов с заданным набором эксплуатационных параметров с применением современных нанотехнологий; умение рассчитывать основные характеристики синтеза нанообъектов и технологических параметров.
- Владение экспериментальными методами определения физико-химических свойств соединений и нанокатализаторов, методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов.
- Знание методик комплексного экономического анализа производственных систем; механизмов правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности; основ и моделей коммерциализации высокотехнологичной продукции на наукоемких рынках; методологии и системы функционирования маркетинга в сфере производства и сбыта нанокатализаторов; основ и моделей управления инновационными и наукоемкими проектами.
- Умение решать организационные и технико-экономические вопросы, связанные с производством нанокатализаторов для нейтрализации газовых выбросов промышленных предприятий и выхлопных газов автотранспорта.

3. Образовательная программа в области управления современными технологическими процессами и производства наноразмерных композитных и полимерных материалов

Разработана Уральским федеральным университетом им. первого президента РФ Б.Н. Ельцина по заказу ЗАО «Уралпластик»

Вид программы: повышение квалификации, 6 месяцев.

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных компетенций в области производства наноразмерных композитных и полимерных материалов, организации и управления высокотехнологическим производством.

Структура программы

Программа реализуется с применением технологии «смешанного» обучения (e-learning) и включает в себя 5 интенсивных учебных сессий (продолжительность каждой сессии – 1 неделя). Интервал между сессиями – 1,5 месяца. Остальные занятия проводятся дистанционно. Программа предусматривает два блока обучения: обязательные модули обучения и модули по выбору.

Партнеры: компании Rotoflex (Швейцария), P&G (Германия), ExxonMobil Chemical (Бельгия), DOW EUROPE (Швеция), Cerutti (Италия), Gellis & Sons (Израиль), зарубежные преподаватели (Финляндия, Германия, Италия).

Обязательные модули

Модуль 1

Управление инновационным развитием на предприятии

Курсы: Введение в программу. Управленческий тренинг. Современный опыт организации и развития производства и технологических процессов в области производства наноразмерных композитных и полимерных материалов.

Модуль 2

Основы нанотехнологии и применения наносистем

Курсы: Современные подходы к управлению качеством на промышленном предприятии. Производственный менеджмент и автономное обслуживание технологических процессов. Управление нанотехнологическими проектами. Бизнес-планирование.

Модули по выбору

Модуль 3

Исходные материалы для получения композитов и полимеров

Курсы: Ненасыщенные полиэфирные смолы и наноматериалы на их основе. Смолы на основе сложных диэфиров винилкарбоновых кислот и наноматериалы на их основе. Полибутадиеновые смолы и наноматериалы на их основе. Эпоксидные смолы и наноматериалы на их основе. Термостойкие смолы и наноматериалы на их основе. Стеклонаполненные термопласты и наноматериалы на их основе. Стеклопластики и наноматериалы на их основе. Высокосиликаты, кварц и наноматериалы на их основе. Борные и другие высокопрочные высокомодульные армирующие волокна с низкой плотностью для создания нанокompозитных материалов. Углеродные (графитовые) волокна, нановолокна и композиционные материалы на их основе. Арамидные волокна и нанокompозиционные материалы на их основе.

Модуль 4

Технология производства изделий из композиционных и полимерных материалов

Курсы: Технология формования изделий из нанокompозиционных и полимерных материалов ручной укладкой. Процессы формования изделий из нанокompозиционных и полимерных материалов с использованием эластичной диафрагмы. Формование наноразмерных реактопластов на матрице. Намотка волокон, особенности технологии с участием наноразмерных материалов. Непрерывные производственные процессы производства изделий из наноматериалов. Вопросы использования нанопорошков для модификации свойств композиционных материалов. Влияние окружающей среды на свойства нанокompозиционных материалов. Технология глубокой печати. Основы технологии цифровой печати. Технология флексографской печати на различных упаковочных материалах.

Модуль 5

Методы исследования и применения нанокompозиционных и полимерных материалов

Курсы: Анализ и проектирование конструкций на основе современных композиционных и наноматериалов. Сандвичевые конструкции, гетероструктуры. Соединение нанокompозиционных материалов и их механическая обработка. Смазки и антиадгезивы, использование наноразмерных присадок. Испытание армированных пластиков и нанокompозиционных материалов. Неразрушающие методы контроля армированных пластиков. Композиционные и наноматериалы в наземных транспортных средствах. Композиционные и наноматериалы в судостроении. Аэрокосмическое применение композитов и их наноразмерных модификаций.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Умение проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов. Владение методами разработки и планирования научно-технологических процессов целенаправленного изготовления полимеров с заданным набором эксплуатационных параметров с применением современных нанотехнологий; владение методами и компьютерными системами моделирования и проектирования установок, комплексов.

**4. Образовательная программа
в области промышленного производства конкурентоспособной продукции
из наноструктурных керамических и металлокерамических материалов**

*Разработана Институтом химии силикатов имени И.В.Гребенщикова РАН
по заказу ООО «Вириал»*

Вид программы: профессиональная переподготовка.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций в области решения производственных проблем с использованием нанотехнологий, а также в области организации нанотехнологического производства.

Структура программы

Партнеры: Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет, Санкт-Петербургский государственный институт информационных технологий, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.

Лекционный курс	
Семинары, разбор конкретных ситуаций, групповые дискуссии	Лабораторно-технологические практикумы и контрольно-измерительные практические занятия
<p><i>Не менее 120 часов в ходе освоения программы отводится на освоение методов синтеза наноматериалов, в том числе – на золь-гель технологию и гидротермальный синтез, на сольватно-термические методы синтеза оксидных керамических нанопорошков. Не менее 100 часов программы приходится на нанометрологию и диагностику наноструктур, в том числе на освоение методов структурной характеристики наноматериалов и измерения размеров наночастиц. В этот раздел программы входит освоение методик электронной и атомно-силовой микроскопии и рентгеноструктурного и химического анализа, практическое освоение методик измерения прочностных, электрофизических, физико-химических свойств наноматериалов, определение их пористости, химической устойчивости и других характеристик. Не менее 100 часов программы, в том числе 32 часа вводных лекций, посвящено основам термической и химической обработки керамических и металлокерамических материалов. Этот курс образовательной программы включает освоение приемов работы при высоких температурах на электротермических и плазменных установках, методик химического травления и подготовки поверхности.</i></p>	
Разработка предложений по решению и реализации научно-технологических задач предприятия, направившего слушателя на переподготовку	
<p>Определение перечня актуальных проблем предприятия-работодателя. Подготовка слушателями прикладных разработок – предложений по решению и реализации научно-технологических задач предприятия-работодателя: разработки, выводящие производство на новые типы продукции; разработки, выводящие технологию на новые рынки сбыта; разработки, обеспечивающие создание новых материалов и технологий.</p>	

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание перспектив развития nanoиндустрии.
- Умение анализировать параметры и режимы технологических процессов нанотехнологии; определять основные закономерности, лежащие в основе технологических процессов наноматериаловедения; определять значащие и доминирующие факторы технологического процесса; пользоваться физическими и математическими моделями, описывающими процессы нанотехнологий и адекватно их применять; оценивать возможности и требования современной технологии и соответствующую ей метрологическую базу.
- Управленческие умения в области организации нанотехнологического производства.

**5. Образовательная программа
в области промышленного производства поликристаллического кремния
для нужд солнечной энергетики и нанoeлектроники**

*Разработана Иркутским государственным техническим университетом
(соисполнитель – НИТУ «МИСиС») по заказу ООО «Группа НИТОЛ»*

Вид программы: профессиональная переподготовка.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций в области исследований и разработок в сфере промышленного производства поликристаллического кремния для нужд солнечной энергетики и нанoeлектроники.

Структура программы

Базовая часть

Цикл формирует базовые компетенции инженера-разработчика в области нанотехнологий в производстве поликристаллического кремния.

Модули: *Основы солнечной энергетики и полупроводниковых технологий. Основы нанотехнологий.*

Курсы: основы физики и химии твердого тела; физические основы электроники и фотовольтаики; физико-химия наноструктурированных полупроводниковых материалов; нанотехнологии и солнечная энергетика.

Специальная часть

Цикл из 7 специальных курсов, предназначенных для формирования специальных отраслевых компетенций инженера-разработчика в сфере производства поликристаллического кремния.

Модули: *Технологии получения кремния и солнечных элементов. Аналитические методы и автоматизация в производстве поликристаллического кремния.*

Специальные курсы и лабораторные практикумы: технологии производства, очистки и легирования поли- и монокристаллического кремния; оборудование и приборы для анализа чистоты и свойств поли- и монокристаллического кремния; химия и технология металлургического кремния; способы рафинирования кремния; химические технологии материалов и изделий электронной техники, технологии полупроводников и солнечных элементов; основы автоматизации производственных процессов получения поликристаллического кремния; организационные и технико-экономические вопросы производства поликристаллического кремния.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание типов оборудования и технологических линий для производства поли- и монокристаллического кремния; различных методов контроля качества продукции; технологии производства наногетероструктурных фотопреобразователей; современных методов диагностики и исследования поли- и монокристаллического кремния.
- Владение методами проведения наноразмерных измерений и нанотехнологических исследований; методиками синтеза поли- и монокристаллического кремния; программными средствами моделирования полупроводниковых наноструктур и расчета их электрических параметров с учетом конструктивно-технологических особенностей.
- Умение проводить математическое моделирование с использованием современных компьютерных технологий разрабатываемой нанопродукции; разрабатывать и исследовать кремниевые наноструктуры с требуемым строением, составом и сочетанием физико-химических свойств; проводить стандартные испытания и технический контроль наноструктур; решать организационные и технико-экономические вопросы, связанные с производством поликристаллического кремния; анализировать и прогнозировать эффекты от применения наноматериалов в различных условиях их эксплуатации; разрабатывать технологический маршрут изготовления наногетероструктурных солнечных элементов на основе кремния; выбирать и применять методы структурного анализа кремния и наноструктур (в т.ч. электронная и ионная микроскопия, рентгеновская дифрактометрия, ИК-Фурье и электронная Оже-спектроскопия, вторично-ионная масс-спектрометрия и рентгено-фотоэлектронная спектрометрия, электрохимическое профилирование).
- Навыки работы на установках эпитаксиального синтеза полупроводниковых наноструктур и установках термовакuumного осаждения.

6. Образовательная программа в области создания промышленного производства модификатора дорожных покрытий

Разрабатывается Московским автомобильно-дорожным государственным техническим университетом по заказу ООО «Уником»

Вид программы: профессиональная переподготовка, 9 месяцев.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций в области разработки, получения и испытания дорожно-строительных материалов, в том числе модифицированных асфальтобетонных покрытий.

Структура программы

Процесс обучения состоит из двух этапов:

- **1-я ступень переподготовки** реализуется в России на базе МАДИ и его структурного подразделения – «Научно-исследовательского института материалов и конструкций» с привлечением специалистов из учебных и промышленных организаций – партнеров МАДИ.
- **2-я ступень переподготовки** реализуется в зарубежных научно-образовательных центрах:
 - *National Center for Asphalt Technology* (США) – 120 часов с получением сертификата по окончании обучения;
 - *Delft University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Geosciences* (Нидерланды) – 120 часов с получением сертификата по окончании обучения.

В число партнеров МАДИ также входит Институт ТРИБОЛОГИИ им. И.В.Крагельского (ИТРИБ).

*Естественнонаучные
дисциплины*

*Прикладные вопросы
разработки и эффективного
применения наноматериалов и
нанотехнологий в дорожном
хозяйстве*

*Получение практического
опыта на объектах дорожного
строительства в России и за
рубежом*

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание основных видов производства органических вяжущих материалов, технологического оборудования и технологической оснастки, методов оценки качества продукции; видов и технологии обработки и переработки различных дорожно-строительных материалов, в том числе модифицированных органических материалов; этапов проектирования технологических процессов производства органических и модифицированных вяжущих, приготовления, доставки, укладки и уплотнения асфальтобетонных смесей; основных типов технологического оборудования для реализации процессов приготовления битумоминеральных смесей и строительства асфальтобетонных покрытий.
- Умение проектировать составы асфальтобетонных и битумоминеральных смесей с учетом особенностей применения наномодифицированных органических вяжущих; разрабатывать составы наномодифицированных органических вяжущих материалов; разрабатывать технологические процессы приготовления вяжущих на основе нанотехнологий; разрабатывать технологические процессы приготовления, укладки и уплотнения битумоминеральных смесей с наномодифицированными вяжущими; проектировать технологический процесс, читать и выполнять согласно ЕСКД чертежи и технологическую документацию; настраивать режимы работы технологического оборудования асфальтобетонных заводов и битумных баз.

**7. Образовательная программа
в области организации конкурентоспособного высокотехнологичного отечественного
производства модифицированных слоистых наносиликатов, мастербатчей (прекурсоров
нанокompозитов) и полимерных нанокompозиционных материалов нового поколения**

*Разрабатывается Российским химико-технологическим университетом им. Д.И. Менделеева
по заказу ЗАО «Метаклей»*

Вид программы: профессиональная переподготовка, 600 часов.

Образовательные задачи программы

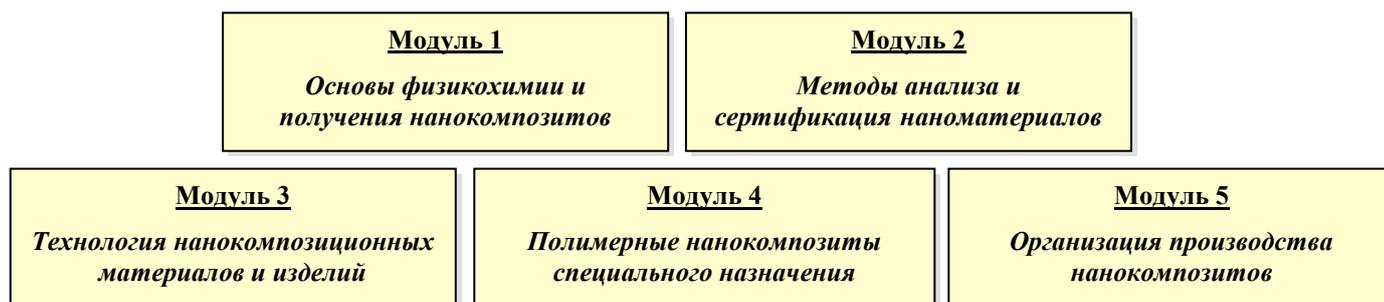
Формирование компетенций в области нанокompозиционного полимерного материаловедения.

Структура программы

Образовательная программа включает очную и дистанционную формы обучения. Дистанционный образовательный процесс предполагает, в частности, организацию видеоконференций по ключевым вопросам обучения с привлечением ведущих экспертов РАН в необходимых предметных областях; оказание информационной поддержки с использованием возможностей современной web-инфраструктуры (видеоконференцсвязь, IP-телефония, форум информационного портала).

Учебный план предусматривает проведение 10 лабораторных практикумов и выполнение слушателями итоговой квалификационной работы, темы которой направлены на изучение и разработку основных этапов производства модифицированных слоистых наносиликатов, мастербатчей и полимерных нанокompозиционных материалов нового поколения.

Партнер: Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева РАН.



Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание основных типов и свойств наноматериалов и наноструктур; основных методов анализа поверхности, объемных наноразмерных структур, методов проверки правильности и способов определения реальных метрологических характеристик методов анализа; принципов работы основных центров нанодиагностики; процессов приготовления полимерсиликатных нанокompозитов с применением нанотехнологий; биоцидных, биodeградательных и биосовместимых полимерных наноматериалов; технологий и производства нанонаполненных полимерных пленок и волокон; проблем экологии и утилизации техногенных отходов и путей их решения.
- Умение выбирать рациональные методы синтеза нанообъектов и наноматериалов, выбирать рациональную схему производства заданного продукта и оценивать ее эффективность; проводить эксперименты в области супрамолекулярной, коллоидной, физической химии; организовывать и проводить стандартные и сертификационные испытания нанокompозиционных материалов, изделий из них и технологических процессов их получения; проводить анализ имеющихся на предприятиях технологических линий и оборудования с целью перевооружения предприятия при его модернизации; применять методы проектирования, разработки и планирования научно-технологических процессов изготовления наноматериалов с заданным набором эксплуатационных параметров с применением нанотехнологий; проводить процессы эффективной механоактивации природных наносиликатов.
- Владение инструментарием менеджмента, маркетинга, конъюнктурным прогнозированием, систематикой и информатикой в практических аспектах физико-химии полимерсиликатных композиционных наноматериалов и их нанокompонентов.

8. Образовательная программа в области создания современного производства наноструктурированных мембран и разделительных модулей на их основе

Разрабатывается Владимирским государственным университетом по заказу ЗАО «РМ Нанотех»

Вид программы: профессиональная переподготовка.

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных компетенций в области производства наноструктурированных мембран, менеджмента и маркетинга инновационного производственного предприятия.

Структура программы

Программа направлена на переподготовку следующих целевых групп: руководители производства, сотрудники основных производственных цехов, сотрудники вспомогательных цехов и маркетологи. Каждой из целевых групп предлагается отдельная программа.

Партнер: ООО «Мембранный центр» при РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа для руководителей производства

Модули: введение в мембранную технологию; процессы и аппараты химической технологии; коллоидная химия; химия и технология полимеров; технология переработки пластмасс; конструирование мембранных элементов и модулей; технология полимерных мембран; технология мембранных модулей; стандартизация и сертификация в мембранной технологии; промышленная экология; экологический менеджмент; безопасность жизнедеятельности в химической технологии.

Программа для сотрудников основных производственных цехов

Модули: введение в мембранную технологию; процессы и аппараты химической технологии; коллоидная химия; химия и технология полимеров; технология переработки пластмасс; конструирование мембранных элементов и модулей; технология полимерных мембран; технология мембранных модулей; стандартизация и сертификация в мембранной технологии; безопасность жизнедеятельности в химической технологии.

Программа для сотрудников вспомогательных цехов

Модули: введение в мембранную технологию; процессы и аппараты химической технологии; технология полимерных мембран; технология мембранных модулей; стандартизация и сертификация в мембранной технологии; безопасность жизнедеятельности в химической технологии; менеджмент качества.

Программа для маркетологов

Модули: введение в мембранную технологию; процессы и аппараты химической технологии; конструирование мембранных элементов и модулей; стандартизация и сертификация в мембранной технологии; менеджмент качества; промышленная экология; экологический менеджмент; мировой и российский мембранный рынок; менеджмент производственного предприятия; маркетинг инновационного предприятия; безопасность жизнедеятельности в химической технологии.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание структуры и свойств мембран; основ сертификации мембран; конструкции и технологии мембранных элементов и модулей; основ синтеза и модификации полимеров; основ переработки полимеров.
- Умение использовать прогрессивные технологические процессы получения мембран и изготовления мембранных модулей; проводить испытания мембран и оценку потребительских свойств мембранных модулей; проводить оценку себестоимости продуктов и влияния на нее отдельных составляющих; оценивать качество исходного сырья и комплектующих материалов; анализировать и прогнозировать эффекты от применения прогрессивных производственных изменений, от расширения и изменения номенклатуры продукции; анализировать информацию о факторах, оказывающих влияние на развитие рынка мембран.
- Понимание концепции менеджмента качества промышленного предприятия; основ маркетинга инновационного предприятия; особенностей мирового и российского мембранного рынка.

9. Образовательная программа в области создания производства коллоидных квантовых точек

*Разрабатывается Московским физико-техническим институтом (государственным университетом)
по заказу ООО «Научно-технологический испытательный центр «Нанотех-Дубна»*

Вид программы: профессиональная переподготовка.

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных компетенций в области нанохимических технологий, направленных на синтез квантовых точек, наночастиц, наноразмерных и наноструктурированных планарных систем и конечной продукции на их основе.

Структура программы

В рамках программы организуются стажировки, в том числе в зарубежных наноцентрах.

Партнеры: Международный университет природы, общества и человека «ДУБНА», Россия; Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, Россия; Forschungszentrum Julich GmbH (Исследовательский центр Юлих), Германия; Karlsruhe Institut für Technologie (Технологический Институт Карлсруэ), Германия; IBS (Институт биологических структур), Гренобль, Франция.

Модули учебной программы

Теоретические основы формирования наноразмерных систем

(физика и физическая химия наноразмерных систем и наноматериалов; коллоидно-химические основы наноразмерных систем; квантовая механика наносистем; межмолекулярные взаимодействия и самоорганизация супрамолекулярных наносистем; физика полупроводников и диэлектриков; физико-химические основы синтеза полупроводниковых систем).

Наночастицы и продукты на их основе

(химия поверхности и наночастиц; коллоидные квантовые точки и другие функциональные наночастицы; основы фотоники; структура наносистем и фотоника; современные реакторные системы в химическом производстве квантовых точек и других наночастиц).

Планарные наносистемы

(планарные технологии; твердые подложки; технологии нанесения слоев и покрытий; принтерные нанотехнологии; самоорганизация слоистых планарных систем).

Функциональные наноструктурированные композиционные материалы

(химия перспективных неорганических веществ и материалов; наноструктурированные полимерные материалы на основе квантовых точек и технологии их получения; электропроводные полимеры).

Системы и устройства на основе наноконструкций

(тонкопленочные фотоэлектрические преобразователи энергии; светоизлучающие диоды на основе квантовых точек и OLED; ИК-датчики и матрицы, светочувствительные в ближнем ИК диапазоне на основе полупроводниковых систем и квантовых точек; металловоздушные источники тока; биологические сенсоры и маркеры на основе квантовых точек и их применение в биомедицинских приложениях).

Основы патентования новых знаний

(авторское и патентное право; решение изобретательских задач).

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Владение методами синтеза коллоидных нанокристаллов и основными технологиями производства тонкопленочных полупроводниковых систем; методами синтеза и технологиями полимерных и композиционных материалов; основными методами контроля производства и характеристики нанопродукции.
- Навыки выбора метода и средств измерения микро- и нанообъектов с целью контроля производства, характеристики и сертификации выпускаемой нанопродукции.
- Навыки патентных исследований и оформления заявок на объекты патентного права, навыки анализа рыночной ситуации и тенденций ее развития.

НАНОЭЛЕКТРОНИКА

**10. Образовательная программа
в области производства конкурентоспособной продукции наноэлектроники на основе
наногетероструктурных монокристаллических интегральных схем СВЧ диапазона длин волн и
дискретных полупроводниковых приборов**

*Разработана Томским государственным университетом систем управления и радиоэлектроники
по заказу ООО «Субмикронные технологии»*

Вид программы: профессиональная переподготовка.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций в области производства конкурентоспособной продукции наноэлектроники на основе наногетероструктурных монокристаллических интегральных схем СВЧ диапазона длин волн и дискретных полупроводниковых приборов.

Структура программы

Программа реализуется по трем направлениям подготовки: технология СВЧ монокристаллических интегральных схем (МИС); проектирование СВЧ МИС; оборудование для производства МИС.

Партнеры: ЗАО «НПФ Микран», Томский государственный университет, Новосибирский государственный университет, Московский институт электронной техники, ОАО «Ангстрем», Strategic Technologies Practice (Великобритания), Bell Labs, Alcatel-Lucent (Ирландия), Kember Associates (Великобритания), ОММИС (Франция).

Образовательные модули

Физика наноматериалов и физико-химические основы нанотехнологий

Гетероструктурная наноэлектроника (полупроводниковая наногетероструктурная инженерия; наноэлектроника).

Основы моделирования и проектирования СВЧ компонентов наноэлектроники (электродинамическое моделирование СВЧ).

Технология и оборудование наноэлектроники (оборудование для создания и исследования свойств объектов наноэлектроники; технологии и оборудование производства наногетероструктурных материалов; технология кремниевой наноэлектроники; технологии промышленного производства наногетероструктурных СВЧ монокристаллических интегральных схем; оборудование и технологические процессы для производства наногетероструктурных СВЧ монокристаллических интегральных схем).

Проектирование и моделирование СВЧ МИС, а также технологических процессов их производства (информатизация процессов проектирования и моделирования СВЧ элементов МИС; элементы и функциональные узлы СВЧ устройств, реализация в СВЧ МИС; линии передачи и согласующие цепи для СВЧ МИС; СВЧ-полупроводниковые устройства на основе МИС; основы проектирования СВЧ-полупроводниковых устройств; моделирование и проектирование СВЧ нелинейных устройств; теория и проектирование высокоэффективных гибридных и монокристаллических СВЧ транзисторных модулей; методы измерения характеристик СВЧ устройств и МИС; системы автоматизированного проектирования СВЧ МИС; системы автоматизированного моделирования и проектирования технологических процессов и технологических маршрутов производства СВЧ МИС, оптимизация производства).

Методы и оборудование для измерения и контроля в наноэлектронике СВЧ (методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктурных монокристаллических интегральных схем; методы исследования надежности наногетероструктурных монокристаллических интегральных схем).

Перспективы развития наноэлектроники

Организация и экология производства, логистика и маркетинг. Логистика поставок материалов и сред и вопросы экологии в производстве наногетероструктурных СВЧ монокристаллических интегральных схем. Вопросы создания, регистрации, защиты и коммерциализации объектов интеллектуальной собственности при проектировании и производстве наногетероструктурных МИС.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Владение типовыми методами исследования свойств нанобъектов, технологическими процессами их получения; основами схемотехники; автоматизированными средствами проектирования; основами технологии производства интегральных схем на кремнии с нанометровыми топологическими нормами; основами технологии и оборудованием для производства наногетероструктурных монокристаллических интегральных схем на основе полупроводниковых соединений и твердых растворов.
- Умение разрабатывать и проектировать наногетероструктурные СВЧ монокристаллических интегральных схем на основе полупроводниковых соединений и твердых растворов.
- Навыки работы с оборудованием для создания и исследования свойств объектов наноэлектроники.

11. Образовательная программа в области разработки технологии и производства эпитаксиальных пластин и чипов излучателей и детекторов для сверхскоростных оптических межсоединений

Разрабатывается Санкт-Петербургским Академическим Университетом – научно-образовательным центром нанотехнологий РАН по заказу ООО «Коннектор Оптикс»

Вид программы: повышение квалификации.

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных компетенций в области молекулярно-пучковой эпитаксии, контроля качества, управления инновационной компанией.

Структура программы

В зависимости от профессиональной деятельности, слушатели программы разделяются на три группы: 1) руководители и менеджеры; 2) технические специалисты по молекулярно-пучковой эпитаксии и разработчики продукции; 3) технические специалисты в области контроля качества. Каждой группе предлагается определенный набор образовательных модулей. Структура образовательных модулей допускает их модификацию под потребности каждой из групп.

Партнер: Стокгольмская Школа Экономики (СШЭ) в России.

<p style="text-align: center;">Модуль 1</p> <p style="text-align: center;"><i>Бизнес-стратегии и выход на международные рынки</i></p> <p><u>Курсы:</u> стратегический анализ и планирование; бизнес-стратегии в условиях неопределенности; менеджмент инноваций; международные клиенты; выход на международные рынки.</p>	<p style="text-align: center;">Модуль 2</p> <p style="text-align: center;"><i>Управление качеством и организационное управление</i></p> <p><u>Курсы:</u> постоянное совершенствование (управление бизнес-процессами); менеджмент качества; организационное управление; управление персоналом.</p>	
<p style="text-align: center;">Модуль 3</p> <p style="text-align: center;"><i>Методы и подходы эпитаксиального роста</i></p> <p><u>Курсы:</u> теоретические основы физики твердого тела и эпитаксии наноструктур; современные методы изготовления полупроводниковых приборов; принципы моделирования наноматериалов и наноразмерных гетероструктур; типовые программные продукты.</p>	<p style="text-align: center;">Модуль 4</p> <p style="text-align: center;"><i>Технология синтеза методом молекулярно-пучковой эпитаксии</i></p> <p><u>Курсы:</u> эпитаксиальный синтез базовых полупроводниковых материалов методом молекулярно-пучковой эпитаксии; техника чистых помещений; техника безопасности при работе с технологическим и диагностическим оборудованием; численное моделирование эпитаксиальных процессов.</p>	<p style="text-align: center;">Модуль 5</p> <p style="text-align: center;"><i>Методы диагностики наногетероструктур</i></p> <p><u>Курсы:</u> исследование оптических характеристик полупроводниковых материалов и поверхностных дефектов эпитаксиальных слоев; определение электрофизических свойств гетероструктур; измерение характеристик светоизлучающих полупроводниковых приборов; методы и подходы по измерению высокочастотных параметров оптоэлектронных приборов.</p>

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание основных бизнес-моделей, применяемых на международных технологических рынках; маркетинговых концепций; методов продвижения высокотехнологической продукции на международные рынки. Навыки проведения презентации бизнеса компании иностранным клиентам. Владение методами оптимизации бизнес-процессов инновационных компаний.
- Умение проектировать технологический процесс получения гетероструктур с заданными свойствами методом молекулярно-пучковой эпитаксии.
- Навыки работы с промышленным оборудованием синтеза полупроводниковых структур и нанообъектов методом молекулярно-пучковой эпитаксии; современным диагностическим оборудованием. Владение методами структурного анализа полупроводниковых материалов, включая полупроводниковые нанообъекты, осуществления контроля соблюдения технологического режима. Навыки тестирования высокочастотных характеристик оптоэлектронных приборов.

12. Образовательная программа в области проектирования СБИС с топологическими нормами 90 нм

Разрабатывается Московским государственным институтом электронной техники
(технический университет) по заказу ОАО «НИИМЭ и Микрон»

Вид программы: профессиональная переподготовка.

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных компетенций в области проектирования СБИС с топологическими нормами 90 нм.

Структура программы

По программам переподготовки возможны 2 варианта: дневная форма обучения и проведение интенсивных сессий с интервалами 1 раз в 2 месяца.

Партнеры: Физико-технологический институт РАН, НИИ системных исследований РАН, ГУП НППЦ «Элвис», ООО «IDM», ЗАО ПКК «Миландр», Зеленоградский инновационно-технологический центр.

Модули учебной программы

Модуль 1. Методы приборно-технологического моделирования для разработки приборов и устройств наноэлектроники с технологическими нормами до 90 нм.

Модуль 2. Ускоренное схемотехническое моделирование наноэлектронной компонентной базы средствами САПР Cadence. Программа UltraSim.

Модуль 3. Энергоэффективное проектирование наноэлектронных ИС средствами САПР Cadence и Synopsys.

Модуль 4. Особенности логического синтеза цифровых наноэлектронных блоков.

Модуль 5. Языки SKILL, как средство унификации и автоматизации процесса проектирования заказных наноэлектронных ИС.

Модуль 6. Проектирование библиотек стандартных элементов с топологическими размерами 90 нм.

Модуль 7. Формальная верификация и контроль цифровых наноэлектронных блоков.

Модуль 8. Техника функционального контроля параметров СБИС на пластине.

Модуль 9. Схемотехническое проектирование аналоговых устройств с топологическими нормами 90 нм.

Модуль 10. Временная характеристика и энергетическая оптимизация цифровых блоков на основе КМОП-структур с топологическими нормами 90 нм.

Модуль 11. Стажировка. Итоговая аттестация (выпускная квалификационная работа).

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Навыки использования современных программных средств Cadence и Synopsys для ускоренного моделирования и статистического анализа СБИС с топологическими нормами до 90 нм.
- Знание особенностей маршрута проектирования полузаказных и заказных СБИС по технологическим нормам 90 нм и менее.
- Владение пакетами программ Cadence и Mentor Graphics для физической и временной характеристики и верификации СБИС с топологическими нормами 90 нм.
- Навыки проектирования наноэлектронных СБИС повышенной энергоэффективности и СБИС для телекоммуникаций с применением САПР Cadence, Synopsys.
- Умение контролировать параметры разрабатываемых приборов на всех этапах маршрута проектирования, владение методами физической характеристики и верификации СБИС с топологическими нормами 90 нм.
- Умение использовать контрольно-измерительное оборудование для диагностики СБИС с топологическими нормами до 90 нм.

13. Образовательная программа в области производства СБИС с топологическими нормами 90 нм

*Разрабатывается Московским государственным институтом электронной техники
(технический университет) по заказу ОАО «НИИМЭ и Микрон»*

Вид программы: профессиональная переподготовка.

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных компетенций в области производства СБИС с топологическими нормами 90 нм.

Структура программы

По программам переподготовки возможны 2 варианта – дневная форма обучения и проведение интенсивных сессий с интервалами 1 раз в 2 месяца.

Программа включает в себя специализированные модули профессиональной переподготовки и модуль проблемно-ориентированной практики и итоговой аттестации.

Партнеры: Физико-технологический институт РАН, НИИ системных исследований РАН, ГУП НПП «Элвис», ООО «IDM», ЗАО ПКК «Миландр», Зеленоградский инновационно-технологический центр.

Модули учебной программы

Модуль 1. Техника оптической фотолитографии. Особенности формирования рисунка нанометровых размеров.

Модуль 2. Оборудование оптической фотолитографии 0,13–0,065 мкм.

Модуль 3. Ионное легирование. Особенности создания мелкозалегающих слоев.

Модуль 4. Технологические особенности создания затворов в КМОП СБИС с нанометровыми размерами.

Модуль 5. Физико-технологические особенности создания подзатворного диэлектрика в КМОП СБИС с нанометровыми размерами.

Модуль 6. Физико-технологические особенности плазменного травления кремния для создания наноразмерных структур.

Модуль 7. Физико-технологические особенности создания силицидных контактов.

Модуль 8. Технология создания термостабильных контактных систем металлизации СБИС.

Модуль 9. Особенности многоуровневой металлизации СБИС с медными межсоединениями. Damascene технология.

Модуль 10. Электрохимические методы осаждения металлов. Особенности осаждения меди.

Модуль 11. Техника функционального контроля параметров СБИС на пластине.

Модуль 12. Стажировка. Итоговая аттестация (выпускная квалификационная работа).

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание основных принципов построения и функционирования технологического и аналитического оборудования, используемого при изготовлении СБИС по технологическим нормам 90 нм; основ проектирования и изготовления фотошаблонов для проведения литографических процессов при производстве СБИС по технологическим нормам 90 нм; статистических методов обработки данных и основных принципов контроля качества; принципов работы аналитического оборудования, используемого для межоперационного и функционального контроля.
- Навыки разработки и мониторинга базовых технологических процессов.
- Умение разрабатывать конструкторско-технологическую документацию на процессы и маршруты изготовления СБИС; разрабатывать технологические маршруты создания конструктивно-технологических элементов СБИС с технологическими нормами 90 нм.
- Владение методами математического моделирования технологических процессов и расчета их основных параметров.

НАНОФОТОНИКА

**14. Образовательная программа
в области производства гироскопов на волоконных световодах,
сохраняющих поляризацию, и создания информационно-измерительных устройств
на основе наноструктурированных световодов**

*Разработана Пермским государственным техническим университетом
по заказу ОАО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания»*

Вид программы: повышение квалификации, 160 часов.

Образовательные задачи программы

Формирование комплекса базовых и специальных компетенций в области производства гироскопов на волоконных световодах, а также компетенций в области управления производством.

Структура программы

Программа предусматривает 4 альтернативные образовательные траектории обучения по 160 часов каждая. Учебный план каждой траектории включает в себя базовые (общие для всех) и специальные (в зависимости от будущей специализации) дисциплины.

Партнеры: Научный центр волоконной оптики Института общей физики Российской Академии Наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, компания Skylight Navigation Technology (США).

Образовательная траектория 1

Конструкции специальных волоконных световодов

Базовые курсы: Б1. Теоретические основы волоконной и интегральной оптики; Б2. Конструкции и технологии волоконно-оптических элементов и систем; Б3. Волоконно-оптические гироскопы.

Специальные курсы: С1. Волоконно-оптические измерения; С3. Проектирование специальных волоконных световодов.

Образовательная траектория 2

Технологии производства специальных волоконных световодов

Базовые курсы: Б1. Теоретические основы волоконной и интегральной оптики; Б2. Конструкции и технологии волоконно-оптических элементов и систем; Б3. Волоконно-оптические гироскопы.

Специальные курсы: С1. Волоконно-оптические измерения; С2. Технологии производства специальных волоконных световодов.

Образовательная траектория 3

Конструкции волоконно-оптических приборов

Базовые курсы: Б1. Теоретические основы волоконной и интегральной оптики; Б2. Конструкции и технологии волоконно-оптических элементов и систем; Б3. Волоконно-оптические гироскопы.

Специальные курсы: С4. Инерциальные навигационные системы на волоконно-оптических гироскопах; С5. Волоконно-оптические датчики и системы на их основе.

Образовательная траектория 4

Технологии производства волоконно-оптических приборов

Базовые курсы: Б1. Теоретические основы волоконной и интегральной оптики; Б2. Конструкции и технологии волоконно-оптических элементов и систем; Б3. Волоконно-оптические гироскопы.

Специальные курсы: С5. Волоконно-оптические датчики и системы на их основе; С6. Волоконные лазеры.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание основных технологических процессов получения световодов типа Панда, наноструктурированных световодов; технологии изготовления волоконно-оптических гироскопов.
- Навыки работы с научно-технологическим оборудованием, используемым при производстве волоконных световодов и волоконно-оптических гироскопов на их основе, технологии их изготовления, измерения и исследования их характеристик.
- Навыки составления технологической документации: технологических регламентов, инструкций, технических условий. Умение решать организационные и технико-экономические вопросы, связанные с производством волоконных световодов и волоконно-оптических гироскопов на их основе;
- Умение рассчитывать и проектировать волоконные лазеры и усилители.

15. Образовательная программа в области производства солнечных модулей на базе технологии «тонких пленок» Oerlikon

Разрабатывается Санкт-Петербургским государственным электротехническим университетом «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина) по заказу ООО «Хевел»

Вид программы: профессиональная переподготовка.

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных компетенций инженеров-технологов/инженеров-исследователей в области производства солнечных модулей на базе технологии «тонких пленок» Oerlikon.

Структура программы

Программа предусматривает переподготовку специалистов по двум образовательным траекториям: инженер-технолог и инженер-исследователь, и включает в себя **общий базовый образовательный модуль** и несколько **специализированных модулей**, индивидуальных для каждой траектории. Специализированные модули нацелены на подготовку слушателей под решение конкретных производственных или научных задач.

Основным партнером СПбГЭТУ по реализации программы переподготовки специалистов выступает *Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН*. Преподавание ведется совместно российскими и зарубежными специалистами из Франции и Швейцарии.

Составной частью программы переподготовки являются **зарубежные стажировки** слушателей в ведущих «солнечных» научно-исследовательских центрах: *Laboratoire de Genie Eletrique de Paris, Франция; Oerlikon Solar Ltd, Швейцария; Hanh-Meitner-Institut, Германия.*

Дисциплины, рассматриваемые в рамках программы

Современные проблемы нанотехнологии. Альтернативная энергетика. Некристаллические и композиционные материалы. Оптическая и квантовая электроника. Компьютерные технологии в научных исследованиях. Основы технологии получения аморфного и микрокристаллического кремния осаждением из газовой фазы (CVD/PECVD). Лазерная техника и технологии. Диагностика тонкопленочных аморфных и микрокристаллических систем. Проблемы фотоэлектрического преобразования в солнечных элементах и пути их технологического и конструктивного решения. Оптико-физические методы исследований. ***Вопросы управления результатами научно-исследовательской деятельности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.***

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Навыки лабораторной работы с материалами солнечной фотоэнергетики; составления и постановки методик измерения; проведения измерений свойств и контроля качества используемых материалов; моделирования физико-химических процессов в аморфных и микрокристаллических материалах с помощью специализированного программного обеспечения; интерпретации результатов инструментальных измерений, в том числе измерений наноразмерных объектов (результатов оптической и рентгеновской спектроскопии, термических методов анализа, рентгеновской дифракции, электронной и оптической микроскопии и др.); работы с научно-технологическим оборудованием, используемым при производстве материалов солнечной энергетики.
- Знание методов и оборудования для обеспечения автоматизации технологических процессов, непрерывного технологического контроля; влияния технологических параметров процесса получения материалов солнечной энергетики на свойства получаемой продукции, эффективность и себестоимость технологического процесса.
- Умение разрабатывать и проектировать технологические линии для производства материалов солнечной фотоэнергетики; составлять технологическую документацию: технологические регламенты, инструкции, технические условия; организовывать и проводить монтаж и пусконаладочные работы оборудования, отрабатывать технологические процессы; решать организационные и технико-экономические вопросы, связанные с производством материалов солнечной фотоэнергетики; применять методы разработки и планирования технологических процессов изготовления используемых материалов; анализировать и прогнозировать эффекты от применения продукции в различных условиях их эксплуатации; проводить испытания материалов солнечной фотоэнергетики; оценивать стоимость объектов интеллектуальной деятельности в области оптической электроники.

**16. Образовательная программа
в области организации серийного производства нового поколения
солнечных электрических установок с использованием нанотехнологий**

*Разрабатывается Санкт-Петербургским государственным электротехническим университетом
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина) по заказу ООО «Новый Солнечный Поток»*

Вид программы: профессиональная переподготовка.

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных компетенций инженеров в области разработки и производства солнечных фотоэлектрических установок с наногетероструктурными полупроводниковыми фотопреобразователями.

Структура программы

Программа предусматривает переподготовку инженеров-технологов и инженеров-конструкторов и состоит из общего базового образовательного модуля и трех специализированных модулей.

Модуль 1 (базовый)

***Основы физики, технологии и диагностики полупроводниковых наногетероструктур
и солнечных элементов на их основе***

Курсы: основы физики полупроводниковых наногетероструктур; физика солнечных элементов на основе наногетероструктур; научные основы технологий полупроводниковых наногетероструктур для концентраторных солнечных элементов; диагностика наногетероструктур; основы конструирования концентраторных фотоэлектрических модулей; солнечные фотоэлектрические установки и электростанции; метрология солнечных элементов, модулей и фотоэнергоустановок.

Модуль 2 (специализированный) – для инженеров-технологов

Полупроводниковые наногетероструктуры и каскадные солнечные элементы

Курсы: технология эпитаксиального выращивания полупроводниковых наногетероструктур; фотолитография субмикронного разрешения; функции и технологии диэлектрических покрытий; технология и электрофизика металлических контактов к наногетероструктурам; технологии жидкостного, ионного, плазмохимического травления гетероструктур; микромеханическая обработка пластин с наногетероструктурами; проблемы фотоэлектрического преобразования в каскадных солнечных элементах и пути их технологического и конструктивного решения.

Модуль 3 (специализированный) – для инженеров-конструкторов

Концентраторные солнечные фотоэлектрические модули

Курсы: конструкции концентраторных фотоэлектрических модулей; расчёт и технологии концентрирующей оптики; технологии просветляющих и прозрачных защитных покрытий; монтажные технологии электрогенерирующих плат; технологии изготовления фотоэлектрических модулей; особенности эксплуатации концентраторных фотоэлектрических модулей.

Модуль 4 (специализированный) – для инженеров-конструкторов

Концентраторные фотоэлектрические установки и системы

Курсы: трекеры и системы слежения за солнцем для концентраторных фотоэлектрических установок; концентраторные фотоэлектрические установки; мониторинг фотоэлектрических установок; размещение фотоэлектрических установок и организация солнечных электростанций.

Программа предусматривает зарубежные стажировки слушателей в ведущих зарубежных научно-исследовательских центрах: Фраунгоферовский институт солнечных фотоэнергосистем, Германия (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems); Институт солнечной энергии, Испания (Instituto de Energía Solar, Universidad Politécnica de Madrid); Институт концентраторной фотовольтаики, Испания (Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentración), а также в зарубежных компаниях, выпускающих технологическое и измерительное оборудование.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Умение проводить измерения характеристик концентраторов, солнечных элементов и фотоэлектрических модулей; конструировать концентраторные фотоэлектрические модули и оформлять конструкторскую документацию в соответствии с ЕСКД; проводить патентный поиск, оценивать патентоспособность разрабатываемых технологий и приборов, а также возможные практические применения солнечных энергоустановок; осуществлять маркетинговый анализ в области солнечной фотоэнергетики; выращивать гетероструктуры солнечных элементов; проектировать и изготавливать фотоэнергоустановки.

**ТЕХНОЛОГИИ
И
СПЕЦБОРУДОВАНИЕ**

**17. Образовательная программа
в области многопрофильного производства пористых наноструктурных неметаллических
неорганических покрытий**

Разработана Томским государственным университетом по заказу ЗАО «Манэл»

Вид программы: профессиональная переподготовка.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций в области многопрофильного производства пористых наноструктурных неметаллических неорганических покрытий, осуществления научно-исследовательской и научно-производственной деятельности.

Структура программы

Формат обучения: дневная форма (8 часов в день) с использованием современных дистанционных образовательных технологий (автоматизированной системы дистанционного обучения «Электронный университет»). Основу дистанционных занятий по программе составляют видеолекции преподавателей с применением технологий спутникового IP-вещания, видео- и аудиоконференции. С помощью видеоконференций проводятся лекционные, практические и семинарские занятия, консультации, осуществляется руководство выполнением проектных квалификационных работ слушателей.

Партнеры: ООО «Сибспарк», ОАО «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов» (Томск), Сибирский федеральный университет, Feng Chia University (Тайвань).

Модуль 1

***Методы формирования неметаллических наноструктурных покрытий
путем локализации высокоэнергетических потоков на границе раздела фаз***

Курсы: методы нанесения и удаления вещества с поверхности твердого тела в жидких средах; электрохимическое окисление материалов путем локализации высокоэнергетических потоков на границе раздела фаз твердое тело–жидкость; методы и устройства для нанесения наноструктурных покрытий в условиях микроплазменного разряда; методы исследования и измерения параметров формирования наноструктурных неметаллических полифункциональных покрытий в наноразмерных условиях локализации высокоэнергетических потоков на границе раздела фаз; формирование поверхности твердого тела в низко- и высокотемпературной плазме, при воздействии электронных и ионных пучков.

Модуль 2

***Методы изучения неметаллических
наноструктурных и композиционных материалов***

Курсы: методы исследования состава покрытий; методы исследования морфологии и структуры покрытий.

Модуль 3

***Свойства, применение, испытания
и метрология покрытий***

Курсы: свойства и основные области применения наноматериалов и покрытий; защита интеллектуальной собственности; метрологическое обеспечение контроля качества материалов, процессов и изделий.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Умение анализировать параметры и режимы технологических процессов нанесения покрытий в связи с их функциональностью; разрабатывать и использовать прогрессивные технологические процессы получения полифункциональных наноструктурных покрытий; проводить структурные исследования материалов методами просвечивающей электронной микроскопии и просвечивающей растровой электронной микроскопии; проводить исследования поверхности методами атомно-силовой микроскопии; проводить рентгенофазовый анализ объемных материалов и тонких пленок; проводить исследования с применением оптической металлографии; исследовать элементный состав и их пространственное распределение методами рентгеноспектрального и/или рентгенофлуоресцентного анализа;
- Умение решать организационные и технико-экономические вопросы, связанные с производством наноструктурных покрытий;
- Навыки работы с оборудованием, используемым на технологических этапах производства пористых наноструктурных неметаллических неорганических покрытий.

**18. Образовательная программа
в области создания технологического центра 3D сборки
с производством электронных наноматериалов и 3D изделий**

*Разработана Воронежским государственным техническим университетом
по заказу ОАО «ВЗПП-Сборка»*

Вид программы: профессиональная переподготовка.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций в области исследований и разработок в сфере электронных наноматериалов и 3D изделий.

Структура программы

Лабораторно-практические занятия составляют более 50% от общего объема аудиторных часов.

Партнеры: Московский институт электронной техники (МИЭТ), Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. Ульянова-Ленина (ЛЭТИ), Воронежский институт высоких технологий, НИИ электронной техники, ЗАО «ВЗПП-Микрон», ЗАО «Тезис-Интехна».

Базовые модули

Модуль 1

Основы автоматизированного проектирования, технологии изготовления и менеджмента производства электронных наноматериалов и 3D изделий микроэлектронной техники

Курсы: физико-химические основы технологии изготовления наноматериалов и наноэлектронных структур; автоматизированное проектирование микроэлектронных «систем на кристалле» с технологическими нормами 90, 130, 180 нм; автоматизированное проектирование конструкции и технологии 3D изделий электронной техники; менеджмент в проектировании и производстве 3D изделий электронной техники.

Модуль 2

Технологические процессы 3D интеграции

Курсы: кристаллы, корпуса, платы и теплоотводы в 3D изделиях; сборочные операции в производстве 3D изделий.

Модуль 5

Производственная практика

Практика проектирования и технологии изготовления электронных наноматериалов и 3D изделий

Вариативные модули

Модуль 2

Схемотехническое моделирование и топологическое проектирование сверхбольших интегральных схем

Курсы: схемотехническое моделирование аналоговых блоков СБИС; топологическое проектирование аналоговых блоков СБИС; схемотехническое моделирование цифровых блоков СБИС; топологическое проектирование цифровых блоков СБИС.

Модуль 3

Контрольно-измерительное и технологическое оборудование в производстве наноматериалов и 3D изделий

Курсы: контрольно-измерительное оборудование в технологии производства наноматериалов и 3D модулей; технологическое оборудование в производстве наноматериалов и 3D модулей.

Проектно-технологический профиль

Закрепление навыков работы с современными пакетами прикладных программ, в том числе с пакетом Cadence для решения задач автоматизированного проектирования устройств и систем микроэлектронных средств, включающего схемотехническую и топологическую разработку аналоговых, цифровых и аналого-цифровых блоков «систем на кристалле».

Производственно-технологический профиль

Закрепление навыков работы на оборудовании, выполнение требуемых параметров технологического процесса, обслуживание, ремонт и модернизация оборудования в соответствии с требованиями технологии.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Навыки автоматизированного проектирования электронных систем; работы с современными пакетами прикладных программ, в том числе с пакетами Cadence, владение Design-Kit технологиями; автоматизированного проектирования аналоговых, цифровых и цифро-аналоговых сложно-функциональных блоков СБИС.
- Умение работать на установках пайки и монтажа кристаллов и установках разварки выводов.
- Знание основ коммерциализации интеллектуальной деятельности, обладание умением проведения менеджмента и маркетинга СБИС, выполненных по технологии 3D сборки.

**19. Образовательная программа
в области создания серийного производства электрохимических станков для прецизионного
изготовления деталей из наноструктурированных материалов и нанометрического
структурирования поверхности**

*Разработана Уфимским государственным авиационным техническим университетом
по заказу ООО «Титан ЕСМ»*

Вид программы: профессиональная переподготовка, до 600 часов.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций в области создания оборудования и технологии электрохимического структурирования поверхности прецизионных деталей.

Структура программы

Партнеры: ООО «ЕСМ», компания WIBA-ESB GmbH (Германия), преподаватели Московского инженерно-физического института (МИФИ), Самарского государственного аэрокосмического университета им. Академика С.П. Королева, Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева.

Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3
Фундаментальные основы нанотехнологий	Технология электрохимического субмикронного и нанометрического структурирования поверхности деталей	Электрохимические станки для прецизионного изготовления деталей из наноструктурированных материалов и нанометрического структурирования поверхности
<p><u>Курсы:</u> введение в нанотехнологии; теория процесса электрохимического растворения в условиях прецизионного изготовления деталей из объемных наноструктурных материалов и нанометрического структурирования поверхности; интеграция прецизионного электрохимического формообразования с технологиями получения объемных наноматериалов и последующего модифицирования поверхности; методы исследования объема и поверхности микро- и наноструктурированных металлов и сплавов.</p>	<p><u>Курсы:</u> научные основы технологии, технологические схемы и способы электрохимического структурирования поверхности деталей из сталей и сплавов; компьютерное моделирование процессов электрохимического формообразования на биполярных микросекундных импульсах тока высокой плотности.</p>	<p><u>Курсы:</u> основы проектирования несущей (механической) системы электрохимических станков с приводами субмикронного и нанометрического копирования; проектирование электронного оборудования и системы автоматизированного управления электрохимических станков; проектирование систем очистки и регенерации электролита и обеспечения экологической чистоты электрохимических станков; проектирование цехов, участков электрохимического производства.</p>

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание перспективных направлений развития нанотехнологий; влияния структурно-фазового состава поверхности детали после электрохимической обработки на способность ее модификации электронными и ионными пучками и защиты функциональными покрытиями; особенностей электрохимической обрабатываемости наноструктурированных металлов и сплавов, полученных методами интенсивной пластической деформации и нанопорошковых спеченных сталей и сплавов и особенности формирования нанометрических поверхностных слоев с измененным химическим составом при обработке сталей и сплавов; методики исследования атомного и химического состава поверхности и микропрофиля электрод-инструмента и его субмикро- и нанодефектности методами СТМ, ПЭМ, РЭМ, РФЭС, ОЖЕ, энергодисперсионного анализа и нанопрофилометрии.
- Умение разрабатывать и использовать технологические процессы для электрохимического субмикронного и нанометрического структурирования поверхности и прецизионной электрохимической обработки наноструктурированных металлов и сплавов.
- Владение методами оценки физико-химического и структурно-фазового состава поверхности деталей до и после электрохимической обработки различных наноструктурированных металлов и сплавов. Навыки работы на диагностическом оборудовании, позволяющем производить исследования объема и поверхности микро- и наноструктурированных металлов и сплавов; 3D-моделирования ЭИ и технологической оснастки для расчета на прочность и жесткость.

НАНОМЕДИЦИНА

20. Образовательная программа в области разработки, проектирования и строительства высокотехнологического научно-производственного комплекса по производству медицинской техники

Разработана Международным университетом природы, общества и человека «Дубна» по заказу ЗАО «Трекпор технолоджи»

Вид программы: профессиональная переподготовка.

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных компетенций руководителя предприятия и/или производственного подразделения.

Структура программы

Партнеры: Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева (РХТУ), ведущие сотрудники Института кристаллографии РАН, Института общей физики им. А.М.Прохорова РАН, НИИ физико-химической медицины, University of South Florida (США), компании Kotax AG, Швейцария; Alpha Plan, Германия; WGS S.r.l., Италия; Neumann Automation GmbH, Германия.

Базовый модуль

Теоретический лекционный курс (22 часа)

Основные направления современного состояния и перспективы развития nanoиндустрии в стране и за рубежом: Современное управление и организация производства в медицинской промышленности, особенности автоматизации производства медицинской техники. Применение новейших нанотехнологий в области медицины и медицинской техники. Структура НИС и её основные параметры. Национальные особенности на примере организации инновационных систем развитых и развивающихся стран. Российская инновационная система в условиях новой экономики. Инновационная политика в системе регуляторов социально-экономических процессов. Функции государства в инновационной сфере. Прямые и косвенные методы государственной поддержки инновационной деятельности. Управление интеллектуальной собственностью и порядок её оформления и защиты в нашей стране и на мировом рынке. Основные типы защиты интеллектуальной собственности: патенты, авторские свидетельства и товарные знаки. Правовое регулирование инновационной деятельности и защита инноваций: международные нормы. Формирование российского законодательства и правовой практики защиты инноваций.

Модуль 1

Экономика и управление инновационными процессами (364 часа)

Курсы: особенности экономики наукоёмких производств; процессы организации НИР и НИОКР; национальные инновационные системы и государственное регулирование инновационной сферы; управление наукоёмкими процессами на предприятиях nanoиндустрии; организация инфраструктуры и производственной среды при производстве медицинской техники и медицинских изделий в условиях чистых помещений; методики расчета технико-экономической эффективности при выборе технических и организационных решений; организация и управление логистикой наукоёмких производственных процессов; особенности инвестиционного менеджмента в nanoиндустрии; особенности маркетинга инноваций нанотехнологий; управление рисками инвестиционных проектов нанотехнологий; коммерциализация nanoинноваций; продвижение nanoинноваций; налогообложение инновационного производства; управление персоналом инновационного производства.

Стажировка: посещение не менее 3-х зарубежных предприятий в области nanoиндустрии для медицины; проведение специалистами посещаемой компании семинаров и/или круглых столов со слушателями; посещение сертификационного центра; посещение 1–2-х специализированных выставок; посещение российского предприятия по производству медицинской техники.

Модуль 2

Стандартизация, сертификация и метрология (202 часа)

Курсы: система стандартизации, метрологии и сертификации; управление качеством по международным стандартам ISO, система CE сертификации медицинских изделий; радиационная стерилизация изделий медицинского назначения однократного применения; метрологический контроль.

Стажировка: посещение одного из европейских центров сертификации.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Владение методами и средствами измерения микро- и нанообъектов с целью обеспечения контроля качества наноматериалов и выпускаемой продукции, их сертификации.
- Навыки компьютерного моделирования нанотехнологических процессов создания объемных наноматериалов, электрохимического формообразования профиля, модифицирования поверхностного слоя деталей и формирования функциональных наноструктурированных покрытий.
- Владение инструментами коммерциализации нанотехнологий; методами прогнозирования рынка нанотехнологий по производству медицинской техники.

**21. Образовательная программа
в области разработки, проектирования и строительства высокотехнологического
научно-производственного комплекса по производству медицинской техники**

*Разработана Международным университетом природы, общества и человека «Дубна»
по заказу ЗАО «Трепкор технолоджи»*

Вид программы: повышение квалификации.

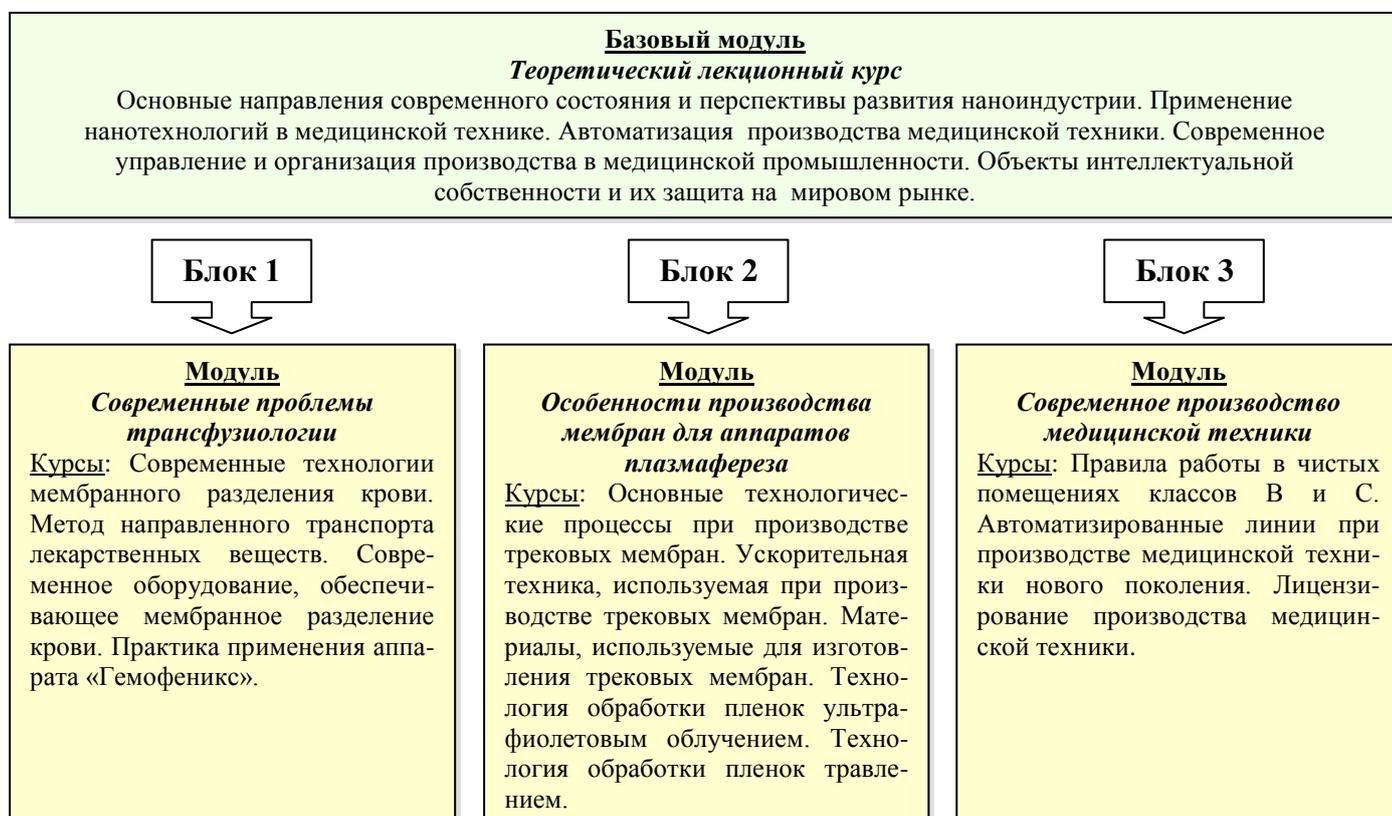
Образовательные задачи программы

Формирование теоретических знаний и практических навыков по вопросам организации производства современных аппаратов плазмафереза.

Структура программы

3 программы повышения квалификации (по 72 акад. часа), каждая из которых включает в себя базовый модуль (22 акад. часа) и специализированный модуль (50 акад. часов).

Партнеры: Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева (РХТУ), ведущие сотрудники Института кристаллографии РАН, Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН, НИИ физико-химической медицины, University of South Florida (США), компании Komax AG, Швейцария; Alpha Plan, Германия; WGS S.r.l., Италия; Neumann Automation GmbH, Германия.



22. Образовательная программа в области бионанотехнологии, бионаномедицины и бионанофармакологии

Разработана Институтом биологии гена РАН по заказу АНО «Институт медико-биологических исследований и технологий», ООО «Гематологические приборы», ООО «НТФарма», Центра Высоких Технологий «ХимРар»

Вид программы: профессиональная переподготовка, 786 часов (в т.ч. практикумы – 507 часов).

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных компетенций в области бионанотехнологии, бионаномедицины и бионанофармакологии.

Структура программы

Модульная практико-ориентированная программа состоит из 9 модулей: обязательного краткого (8 лекций) лекционного модуля и 8 независимых лабораторных модулей, объединенных для удобства в 3 специализации. Программа первых двух специализаций структурирована в модули с разным уровнем требований к начальной подготовке слушателей: в «базовый», «промежуточный» и один или несколько «продвинутых» модулей.

Формат обучения: интенсивные сессии с интервалами (продолжительность сессии варьируется в зависимости от модуля программы и составляет приблизительно 2 недели).

Партнеры: Институт молекулярной генетики РАН, Институт проблем передачи информации РАН, лаборатория Cold Spring Harbor (США), University of Medicine and Dentistry of New Jersey (США), компания Differential Proteomics, Inc. (США), Purdue University (США), Европейская Молекулярно Биологическая Организация, Федерация Европейских Биохимических Обществ.

Общий лекционный модуль

Термины, понятия, определения, тенденции и перспективы развития нанобиотехнологий и бионаномедицины, теоретические представления о методах нанобиотехнологий и бионаномедицины.

Специализация 1

Методы молекулярного клонирования, геной инженерии, молекулярной биологии и молекулярной генетики

Модуль 1.1 (базовый): выделение ДНК из различных источников; специфическая амплификация; молекулярное клонирование.

Модуль 1.2 (промежуточный): выделение РНК; конструирование библиотек геномных и экспрессионных библиотек; направленный и случайный мутагенез.

Модуль 1.3 (продвинутый): конструирование штаммов бактерий методом knock-out и knock-in; скрининг фаговых библиотек; SELEX; поиск взаимодействующих белков.

Специализация 2

Методы бионанотехнологии в применении к белковым макромолекулам и комплексам

Модуль 2.1 (базовый): экспрессия белков в различных системах (бактерии, дрожжи, высшие эукариоты).

Модуль 2.2 (промежуточный): методы выделения белков из телец включения и из растворимой фракции; использование основных методов хроматографии высокого и низкого давления.

Модуль 2.3 (продвинутый): анализ структурно-функциональной организации белков и белковых комплексов; количественный анализ взаимодействий биологических макромолекул.

Модуль 2.4 (продвинутый): методы исследования функции белка in vivo; РНК-интерференция; взаимодействие белков и белковых комплексов с лигандами (ДНК).

Специализация 3

Методы биоинформатики в бионанотехнологиях

Базы данных NCBI; программы COGs, KEGG, String; докинг.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Умение выделять и анализировать ДНК и РНК из различных биологических материалов; создавать и анализировать геномные и экспрессионные библиотеки; конструировать белковые молекулы с заданными свойствами с помощью направленного мутагенеза; использовать основные методы экспрессии и очистки рекомбинантных белков; анализировать структуру и функцию белков; анализировать белок-белковые взаимодействия in vivo и in vitro.

ПРОЧЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ

23. Образовательная программа (модуль) в области привлечения дополнительного финансирования и прямых (венчурных) инвестиций в нанотехнологические проекты

Разработана Российской ассоциацией венчурного инвестирования (ЗАО «Центр инновационного менеджмента») по заказу проектных компаний РОСНАНО

Вид программы: краткосрочная программа повышения квалификации, 70 часов.

Образовательные задачи программы

Освоение практических аспектов привлечения различных типов финансирования в соответствии с этапами развития компании – прямого и венчурного инвестирования, привлечения средств инвесторов фондового рынка через специальные биржевые площадки (в первую очередь, РИИ ММВБ), средств государственных институтов развития.

Структура программы

Программа реализуется в формате бизнес-тренинга.

Партнеры РАВИ – Babson College (США), Massachusetts Institute of Technology, MIT (США).

Базовый блок

Финансирование высокотехнологического бизнеса и привлечение прямых и венчурных инвестиций в нанотехнологические проекты

Источники финансирования высокотехнологических компаний; состав и функции участников рынка венчурного капитала и прямых инвестиций; основные понятия, термины, определения венчурного предпринимательства; этапы типовой инвестиционной сделки с использованием прямого (венчурного) капитала; мировой рынок наноиндустрии, венчурные инвестиции в сфере наноиндустрии, прямые инвестиции в сфере наноиндустрии и нанотехнологические IPO.

Практический блок 1

Место компании на рынке

венчурного капитала и прямых инвестиций

Структура рынка венчурного капитала и прямых инвестиций в США, ЕС, России; пути международного сотрудничества в сфере высокотехнологического и венчурного бизнеса; образование и повышение квалификации в сфере инновационного бизнеса и венчурного инвестирования.

Практический блок 2

Деятельность фондов

прямых и венчурных инвестиций

Порядок работы венчурного фонда, типовая сделка с использованием венчурного капитала; назначение и состав инвестиционных документов; критерии отбора проектов инвесторами; составление и анализ финансового обоснования эффективности проекта; презентация проекта для российских инвесторов.

Практический блок 3

Работа с инвестором

на поздних стадиях инвестиционного цикла

РИИ ММВБ – структура/функции/участники, задачи; порядок совместной работы с инвестором по повышению стоимости компании и управлению инвестициями; брэндинг компании, в т.ч. на международных рынках; стратегическое планирование и основы маркетинга hi-tech продукта/услуги.

Практический блок 4

Структурирование глобально ориентированного бизнеса

Основные бизнес-модели, применяемые на международных технологических рынках и их отраслевые особенности; особенности презентации бизнеса иностранным инвесторам.

Стажировка в Babson College (г. Бостон, США).

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Владение навыками работы по управлению современным высокотехнологическим бизнесом с ориентацией на привлечение стратегических инвесторов в наноиндустрию (умение формировать порядок, рациональную и эффективную последовательность действий по привлечению капитала, умение определять рациональную «точку входа» на рынок прямого и венчурного инвестирования с целью минимизации временных и финансовых затрат в процессе привлечения капитала для развития компании).
- Умение формировать адекватную оценку стоимости компании, владение современными методиками финансового планирования инновационной компании для презентации и обсуждения финансового плана с инвесторами, представителями фондового рынка.
- Практический навык составления документов, с которыми привык работать инвестор, в частности: финансовой модели проекта, инвестиционных документов.
- Знания в области продвижения инновационного продукта на глобальные рынки и навык подготовки презентаций для российских и иностранных инвесторов.

24. Образовательная программа
Инновационный менеджмент при производстве конкурентоспособной продукции
из наноструктурированных материалов

*Разработана Академией народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ
(соисполнитель: Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики) по заказу проектных компаний РОСНАНО (Данафлекс, Оптоган, Галилео, Микробор, Авангард)*

Вид программы: профессиональная переподготовка, 596 часов.

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных управленческих компетенций сотрудников инновационных компаний в органической взаимосвязи с освоением современных достижений в области разработок технологий производства конкурентоспособной продукции из наноструктурированных материалов.

Структура программы

Программа реализуется в очно-заочном режиме и включает в себя 6 модулей (3 технологических + 3 управленческих) по 12 дней (96 часов) каждый. Каждый модуль может быть реализован отдельно, как краткосрочная программа повышения квалификации.

Модуль 1

Менеджмент инноваций

Курсы: управление жизненным циклом компании в инновационной сфере; финансы для нефинансовых менеджеров; маркетинг инноваций; правовые аспекты ведения бизнеса в сфере высоких технологий в высокотехнологической сфере.

Модуль 2

Физико-химические основы наноматериалов

Курсы: основные свойства наноматериалов и наносистем, стандартизация и метрология в наноиндустрии, принципы и программные продукты моделирования наноразмерных структур, компьютеризация управления, сбора и обработки данных, аналитические микрочипы и нанотехнологии.

Модуль 3

Основные технологии nanoиндустрии

Курс: методы и технологии получения нанопорошков, нанослоев, наногетероструктур и компактных наноматериалов.

Модуль 4

Методы и приборы нанодиагностики

Курсы: методы и приборы зондовой диагностики; методы и приборы диагностики на основе электронных и ионных фокусированных пучков; спектроскопия поверхностных слоев.

Модуль 5

Управление проектами и качеством высокотехнологической продукции

Курсы: управление проектами в высокотехнологической сфере; бизнес-процессы и бизнес-инжиниринг; управление интеллектуальными ресурсами компании; менеджмент качества и управление промышленным предприятием.

Модуль 6

Профессиональные навыки менеджера

Курсы: управление логистикой компании; навыки ведения переговорного процесса; управление продажами; навыки эффективной деловой презентации.

Защита выпускных квалификационных работ

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание основных этапов жизненного цикла развития инновационной компании и владение инструментами оценки экономической эффективности инвестиционных проектов и программ продвижения нового продукта; умение осуществлять правовую охрану интеллектуальных ресурсов бизнеса; навыки оптимизации бизнес-процессов инновационных проектов и умение формировать систему ключевых показателей их эффективности.
- Знание особенностей материалов в наносостоянии, принципов и программных сред моделирования наноразмерных структур; знание основных методов получения нанопорошков, нанослоев и компактных наноматериалов; знание методов и приборов диагностики и характеристики нанобъектов и их свойств; умение разрабатывать технические требования и составлять техническое задание на изготовление и выпуск нанопродукции; умение комплектовать состав основного технологического и диагностического оборудования для производства продукции из наноструктурированных материалов; умение проводить патентный поиск и оформлять заявки на технологию производства и продукцию из наноструктурированных материалов.

25. Образовательная программа в области управления коммуникациями инновационного бизнеса

Разработана Государственным университетом – Высшей школой экономики
для проектных компаний РОСНАНО

Вид программы: повышение квалификации, 110 часов.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций в области управления интегрированными коммуникациями.

Структура программы

Программа сочетает в себе комплексную базовую подготовку (изучение коммуникационного менеджмента, объединяющего управление коммуникацией, корпоративной культурой, взаимодействие со СМИ и др.) и развитие практических навыков менеджеров. Обучение включает в себя тренинги, «мозговые штурмы», деловые игры, консультации, анализ конкретных ситуаций из практики российских и зарубежных компаний (кейс-метод), решение актуальных задач из реальной практики слушателей.

В реализации программы задействован профессорско-преподавательский состав ГУ-ВШЭ, эксперты в области инновационной экономики и нанотехнологий из крупнейших российских и иностранных компаний: «Центр кадровых технологий – XXI век», Коммуникационное агентство Comunica, группа компаний «НТ-МДТ», агентство «Социальные сети», московское отделение Project Management Institute, ЗАО «Компания ТрансТелеКом», международная компания United Minds International, компания «Михайлов и партнеры. Управление стратегическими коммуникациями», ООО «Медиа-сервис», консалтинговая компания «Психология и Бизнес Консалтинг Груп».

Модуль 1 (5 дней)

Понимание коммуникационной среды инновационной экономики и проектного менеджмента

Понимание коммуникационной среды инновационной экономики. Корпоративная политика и коммуникационная стратегия компании, управление коммуникационным процессом: как изменится управление компанией и коммуникация в высококонкурентных отраслях. Современная коммуникация: цели, тенденции, конкуренция, направленность на достижение бизнес-целей компании. Лидерство и лояльность. Управление вовлечением (тренинг). Оценка индивидуального лидерского и управленческого потенциала, определение профиля КРМІ участников тренинга, диагностика зон оптимального развития. Эмоциональный интеллект (EQ) менеджера и его структура.

Структура модуля: лекции-семинары, презентации, деловые игры; тренинги (коммуникативная компетентность, решение проблем и принятие управленческих решений); групповые дискуссии, ситуационное моделирование: оценка состояния типовых задач; деловая игра с участием журналистов: «Особенности взаимодействия с региональными СМИ по повышению общественной информированности и популяризации отрасли нанотехнологий».

Модуль 2 (6 дней)

Современные коммуникационные технологии

Конкретные примеры эффективных PR-кампаний и акций по сопровождению бизнес-задач для проектных компаний РОСНАНО. Анализ лучших решений в современных условиях. Эффективные PR-инструменты для внутренней среды компании, направленные на формирование лояльности потребителей к услугам проектных компаний и в целом РОСНАНО. Зона ответственности специалистов по коммуникациям, роль других подразделений и первого лица компании. Планирование PR-мероприятий в условиях ограничения средств и изменчивой конкурентной среды. Взаимоотношения с Клиентами, как средство влияния на продажи и прибыль.

Структура модуля: лекции-семинары, деловые игры; индивидуальная работа со слушателями; групповые дискуссии, ситуационное моделирование: оценка состояния организации по конкретному вопросу; обсуждение конкретных бизнес-ситуаций (кейсов) по темам, решение типовых задач; бизнес-симуляции. Защита выпускного (коммуникационного) проекта.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Умение создавать и управлять коммуникационным процессом в компании посредством специальных технологий взаимодействия с различными целевыми группами (стейкхолдерами, СМИ, партнерами, клиентами и др.) и отображения их интересов в инновационном секторе рынка и экономике в целом; формировать долгосрочные коммуникационные стратегии по управлению репутационным капиталом компаний nanoиндустрии; координировать мероприятия по осуществлению коммуникационной стратегии компании; минимизировать риски и прогнозировать кризисы в области реализации коммуникационной деятельности компании.

**26. Образовательная программа
в области организации и ведения высокотехнологического бизнеса, включая управление
инновациями для преподавателей вузов энергетического профиля**

*Разрабатывается Московским энергетическим институтом (техническим университетом)
(программа находится на начальном этапе разработки)*

Вид программы: повышение квалификации.

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных компетенций в области ведения высокотехнологического бизнеса, включая управление инновациями, для последующего их использования в преподавании в технических вузах (в основном – энергетического профиля).

Структура программы

Планируемая структура: базовый управленческий модуль + модули по нанотехнологиям, определенные по результатам анализа дефицитов в квалификациях преподавателей технических вузов.

Партнер: Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Правительстве РФ.

Базовый модуль

Особенности формирования знаний и умений будущего инженера как менеджера инновационного производства, молодой инновационной компании

Курсы:

- Управление жизненным циклом компании в инновационной сфере.
- Особенности менеджмента высокотехнологичных предприятий.
- Основные бизнес-процессы в инновационных компаниях.
- Защита интеллектуальной собственности при продвижении высокотехнологичных продуктов на мировые рынки.
- Основные принципы и оптимальные системы менеджмента качества на инновационном производстве.
- Управление разработками на предприятии.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

Базовый модуль

- Знание теоретических основ организации и ведения бизнеса в области высоких технологий в энергетическом секторе (прежде всего, в nanoиндустрии) и, в частности, знание того, что собой представляют:
 - стадии формирования и развития высокотехнологического предприятия; основные этапы жизненного цикла развития инновационной или технологической компании, соответствующие им управленческие функции менеджеров компании и основные поведенческие модели действий сотрудников;
 - особенности менеджмента высокотехнологических предприятий;
 - защита результатов деятельности высокотехнологического производства от незаконного использования, особенности защиты интеллектуальной собственности при продвижении высокотехнологичных продуктов на мировые рынки;
 - основные характеристики процессного управления и способы оптимизации бизнес-процессов инновационных проектов;
 - основные принципы «качественного управления предприятием» и методы реализации этих принципов, требования стандартов серии ИСО-9000; ИСО 14000, OHSAS 18000, COSO и др.;
 - сущность управления логистической системой предприятия и основные технологии управления логистическими цепями поставок.
- Владение основными формами и методами организации разработок и производства высокотехнологичных продуктов и услуг nanoиндустрии в энергетическом секторе.

МЕТРОЛОГИЯ

27. Образовательная программа в области метрологического обеспечения производства изделий нанофотоники

Разработана Академией стандартизации, метрологии, сертификации по заказу группы проектных компаний РОСНАНО (ООО «Коннектор Оптикс», ЗАО «Волоконно-оптическая техника-Капитал», ЗАО «Оптоган», ЗАО «Оптиковолоконные системы», ООО «НТИЦ «Нанотех-Дубна»)

Вид программы: профессиональная переподготовка, 500 часов.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций в области метрологического обеспечения производства изделий нанофотоники.

Структура программы

Партнер: ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ВНИИОФИ).

Модуль 1 (обязательный)

Обеспечение единства измерений в РФ в области нанотехнологий, а также основные методы и средства измерений, применяемые для измерения параметров изделий нанофотоники

Курсы: основы законодательства Российской Федерации в области обеспечения единства измерений; основные положения «Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2015 г.»; метрологическое обеспечение и стандартизация в области нанотехнологий, основные направления развития нанотехнологий, наноиндустрии и нанотехнологической сети РФ; оценка соответствия и безопасности разрабатываемых и применяемых нанотехнологий и наноматериалов; технологии производства и физические основы функционирования изделий наноиндустрии; оснащение современных центров проверки соответствия продукции наноиндустрии.

Модули по выбору

Модуль

Метрологическое обеспечение производства светодиодной техники на основе гетероструктур

Часть 1 (базовая): физические основы работы полупроводниковых светодиодов; различные виды полупроводниковых светодиодов и их применение; основные параметры полупроводниковых светодиодов.

Часть 2 (промежуточная): методики измерения основных характеристик светодиодов; современное оборудование для определения характеристик светодиодов. **Лабораторные работы для получения практических навыков работы с аппаратурой, измеряющей рабочие параметры светодиодов.**

Часть 3 (продвинутая): разрушающие и не разрушающие методы контроля качества полупроводниковых структур для светодиодов; использование методов электронной микроскопии как методов контроля качества полупроводниковых структур; пробоподготовка для использования электронных микроскопов. **Лабораторные работы для получения практических навыков в исследовании полупроводниковых структур методами сканирующей электронной, просвечивающей электронной и атомно-силовой микроскопии.**

Модуль

Методическое обеспечение разработки и производства фотоэнергетических элементов на основе наноструктур

Часть 1 (базовая): физические основы работы фотоэлектрических элементов (ФЭ); конструктивные особенности ФЭ и материалы для их производства; факторы, снижающие эффективность преобразования чистой энергии в электрическую; методики измерения основных характеристик ФЭ.

Часть 2 (промежуточная): применение современного измерительного оборудования для определения и характеристики дефектов в ФЭ; методы атомно-силовой микроскопии как неразрушающие методы контроля; основы электронной микроскопии для определения качества полупроводниковых структур для ФЭ. **Лабораторные работы для получения практических навыков работы с аппаратурой, измеряющей рабочие параметры ФЭ.**

Часть 3 (продвинутая): использование методов ионной резки для определения качества полупроводниковых структур, используемых для ФЭ; использование рентгеновского энергодисперсионного анализатора для анализа качества и структурных характеристик ФЭ. **Лабораторные работы для получения практических навыков в исследовании полупроводниковых структур методами сканирующей электронной, просвечивающей электронной и атомно-силовой микроскопии.**



Модуль

Методы измерения параметров оптического волокна для метрологического обеспечения нанофотоники

Часть 1 (базовая): физические основы волоконной оптики; технология изготовления оптоволокна; различные виды использования оптоволокна: оптоволоконные линии передачи данных, оптоволоконные лазеры, оптоволоконные датчики и методы их применения, детали для «оптического компьютера»; дефекты оптоволокна, снижающие эксплуатационные характеристики оптоволоконных приборов.

Часть 2 (промежуточная): аппаратура для контроля эксплуатационных характеристик оптоволокна и оптоволоконных приборов; техническая и нормативная документация для проведения проверки и калибровки измерительной аппаратуры; эталонные методы и средства передачи единиц. *Лабораторные работы для получения практических навыков измерения характеристик оптоволокна и оптоволоконных приборов.*

Часть 3 (продвинутая): методы структурного анализа оптоволокна; использование электронной микроскопии для изучения структуры оптоволокна; пробоподготовка для использования электронной микроскопии. *Лабораторные работы для получения практических навыков применения электронных микроскопов при определении характеристик волноводов, в частности, фотонно-кристаллических световодов.*

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание основ законодательства Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, концепции обеспечения единства измерений и стандартизации нанотехнологий, наноматериалов и продукции наноиндустрии до 2015 г.; основных направлений развития нанотехнологий, наноиндустрии и нанотехнологической сети в Российской Федерации; классификации объектов нанотехнологий и продукции наноиндустрии; состояния метрологического обеспечения и стандартизации в области нанотехнологий, эталонной базы измерений в нанодиапазоне; основ методик выполнения измерений, перспективных для метрологического обеспечения производства изделий нанофотоники (ПК-9).
- Умение проводить измерения электрических характеристик светодиода и фотоэнергетического элемента, в том числе вольт-амперных характеристик, величины тока замыкания напряжения холостого хода, номинальной мощности, фотометрических, радиометрических, колориметрических характеристик, диаграмм направленности, КПД светодиодов; проводить измерения на автоматизированном гониофотометре, спектрометре, фотометрической аппаратуре, сканирующем электронном микроскопе (СЭМ), АСМ, ФИП, РЭДС, измерительной аппаратуре ВОЛС, в том числе измерителях оптической мощности и ослабления, измерителях хроматической и поляризационной модовой дисперсии, оптических рефлектометрах; измерять геометрические параметры с помощью СЭМ, АСМ; подготавливать сечения наногетероструктур и фотонно-кристаллических световодов с помощью ФИП, в том числе осуществлять программирование конфигурации зоны ионного травления с помощью ПО для ионной литографии, проводить резку края образца, травление канавки, вырезание пластинчатой секции; анализировать состав наногетероструктур с помощью РЭДС; проводить процедуры калибровки и поверки в соответствии с методиками калибровки и поверки с учетом прослеживаемости привязки эталонных средств и стандартных образцов к первичным эталонам физических величин; обрабатывать данные и определять параметры измерительной аппаратуры в рамках терминологии неопределенности в соответствии с РМГ 43-200, формулировать заключения, оформлять результаты измерений, калибровок, поверок.

28. Образовательная программа в области метрологического обеспечения измерений размеров в нанодиапазоне

Разрабатывается Московским физико-техническим институтом (гос. университетом) по заказу ООО «Метрологический центр РОСНАНО» для проектных компаний РОСНАНО

Вид программы: профессиональная переподготовка.

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных компетенций в области метрологического обеспечения измерений размеров в нанодиапазоне.

Структура программы

Программа состоит из обязательного (базового) и вариативных модулей. В зависимости от специализации, слушатели могут выбрать один или несколько вариативных лабораторных модулей, предполагающих практические занятия с использованием современного измерительного оборудования.

Партнеры: компания Interactive Corp. (официальный российский партнер компании JEOL, Япония), государственный научный метрологический центр ОАО «Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума» (НИЦПВ).

Базовый модуль

Обеспечение единства измерений в Российской Федерации в области нанотехнологий, а также основные методы и средства измерений, применяемые для измерения размерных параметров продукции nanoиндустрии
Лекции: обеспечение единства измерений, стандартизация и оценка соответствия; метрология размерных параметров в нанотехнологиях; физические принципы построения средств измерений размеров в нанодиапазоне.

Вариативные модули

Специализированный лабораторный модуль 1

Метрологическое обеспечение измерений размерных параметров тонких пленок, многослойных гетероструктурных пленок, чипов на их основе и других элементов микросистемной техники

Практические занятия: методы рентгеновской дифракции и рефлектометрии для измерения размерных параметров тонких пленок; методы электронной микроскопии для измерения размерных параметров тонких пленок; методы атомно-силовой микроскопии, механической и оптической профилометрии для измерения размерных параметров тонких пленок; методы эллипсометрии для измерения размерных параметров тонких пленок.

Специализированный лабораторный модуль 2

Метрологическое обеспечение измерений размерных параметров наночастиц, нанотрубок, нанопорошков и ансамблей нанообъектов

Практические занятия: методы рентгеновской дифракции для измерения размерных параметров нанообъектов; методы электронной микроскопии для измерения размерных параметров нанообъектов; методы атомно-силовой микроскопии для измерения размерных параметров нанообъектов.

Специализированный лабораторный модуль 3

Метрологическое обеспечение измерений размерных параметров нанокompозитов, объемных наноструктурированных объектов, пористых наноматериалов

Практические занятия: методы электронной микроскопии для измерения размерных параметров нанокompозитов; методы атомно-силовой микроскопии, механической и оптической профилометрии для измерения размерных параметров нанокompозитов.

Специализированный лабораторный модуль 4

Метрологическое обеспечение измерений размерных параметров наноструктурированных покрытий

Практические занятия: методы рентгеновской дифракции и рефлектометрии для измерения размерных параметров наноструктурированных покрытий; методы электронной микроскопии для измерения размерных параметров наноструктурированных покрытий; методы атомно-силовой микроскопии, механической и оптической профилометрии для измерения размерных параметров наноструктурированных покрытий; методы эллипсометрии для измерения размерных параметров наноструктурированных покрытий.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание концепции развития метрологического обеспечения и стандартизации в области нанотехнологий; основных измеряемых параметров и применяемых средств измерений, эталонной базы; физических принципов построения средств измерений размеров в нанодиапазоне.
- Владение современными исследовательскими методами для измерения параметров широкого класса объектов nanoиндустрии.

СТРОИТЕЛЬСТВО

29. Образовательная программа

в области производства бесцементных минеральных наноструктурированных вяжущих негидратационного твердения и композиционных материалов строительного назначения на их основе

Разработана Белгородским государственным технологическим университетом им. В.Г.Шухова (соисполнитель – Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова) по заказу строительных компаний Белгородской области

Вид программы: профессиональная переподготовка.

Образовательные задачи программы

Формирование комплекса базовых и специальных компетенций в вопросах разработки и производства бесцементных наноструктурированных вяжущих (НВ) негидратационного твердения и композиционных материалов строительного назначения на их основе; формирование представления об основных тенденциях в области внедрения нанотехнологических приемов и наноматериалов в строительной индустрии.

Структура программы

Модуль 1

Основы нанотехнологии и применения наносистем

Курсы: основы теории наноструктурированных композиционных материалов; физико-химические и технологические принципы создания новых типов наноструктурированных вяжущих с высокими эксплуатационными и энергосберегающими характеристиками.

Модуль 2

Методы синтеза и исследования наносистем и материалов

Курсы: методы синтеза и регулирования наносистем; современные методы исследования наноструктур.

Модуль 3

Минерально-сырьевая база нанодисперсного и наноструктурированного сырья

Курсы: наноминералогия сырья строительной отрасли; оценка активности сырья в условиях процесса получения наноструктурированных вяжущих негидратационного типа твердения.

Модуль 4

Композиционные наноструктурированные вяжущие. Технология получения, состав и свойства.

Курсы: основы физико-химической механики и коллоидной химии нанодисперсных систем; реология высококонцентрированных дисперсных систем; физико-химические основы механохимии и механоактивационной диспергации; основные технологические принципы получения наноструктурированных вяжущих негидратационного типа твердения; структурообразование композиционных материалов на основе наноструктурированного вяжущего.

Модуль 5

Технология производства материалов и изделий с использованием наноструктурированных минеральных вяжущих

Курсы: технология производства материалов и изделий с использованием наноструктурированных минеральных вяжущих; особенности технологии производства строительных некомпозитов на основе или с применением наноструктурированных вяжущих.

Модуль 6

Практика

- ✓ Научная практика
- ✓ Технологическая практика
- ✓ Научно-исследовательская практика

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание физико-химических и технологических принципов создания новых типов НВ с высокими эксплуатационными характеристиками; основных принципов и особенностей технологии получения бесцементных НВ негидратационного твердения; современных методов синтеза, регулирования и исследования наносистем.
- Умение разрабатывать прогрессивные технологические процессы получения композитов строительного и специального назначения на основе НВ негидратационного типа твердения; анализировать параметры и режимы технологических процессов нанотехнологии; производить корректировочные расчеты по основным технологическим переделам процесса получения НВ, в зависимости от фазово-элементных и размерных изменений исходных сырьевых материалов.
- Владение навыками работы с оборудованием, используемым на технологических этапах производства бесцементных НВ негидратационного твердения и композиционных материалов строительного и специального назначения на их основе.

Магистерские программы

НАНОМАТЕРИАЛЫ

**1. Образовательная программа «Композиционные материалы»
(в области промышленного производства препрегов на основе наномодифицированных углеродных и минеральных волокон и наномодифицированных связующих)**

*Разработана Московским государственным университетом им. М.В.Ломоносова
по заказу ЗАО «Препрег-СКМ»*

Вид программы: магистратура.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций, позволяющих осуществлять организационно-управленческую, научно-исследовательскую и проектную деятельность в области промышленного производства препрегов на основе наномодифицированных углеродных и минеральных волокон и наномодифицированных связующих.

Структура программы

Особенности программы: 50% времени магистры работают и проводят исследования на реальных учебно-технологических установках. Выпускная работа (магистерская диссертация) состоит из двух равноценных компонентов – научно-исследовательского и технологического.

Партнеры: Физический институт имени П.Н.Лебедева РАН (ФИАН), Математический институт им. Стеклова РАН, Институт элементоорганических соединений им. Несмеянова РАН.

Базовые дисциплины

Методы получения полимерных и полимерных композиционных материалов. Связующие для получения полимерных конструкционных материалов. Специальные главы механики материалов. Методы исследования и диагностики нанообъектов и наносистем. Технология изготовления деталей, изделий и конструкций из композиционных материалов. Высокопрочные армирующие материалы.

Гуманитарные дисциплины

Иностранный язык. Инновационный и проектный менеджмент. Технологический менеджмент, управление предприятием и основы экономики. Практическое патентоведение и защита интеллектуальной собственности.

Вариативные дисциплины

Специальные главы коллоидной химии. Технология формования полимерных композиционных материалов. Технология углеродных волокон. Технология углеродных материалов и т.д.

Задачи специального практикума

Получение непрерывных базальтовых волокон. Получение штапельных стеклянных волокон. Получение интеркалированного графита. Получение уплотнительных материалов. Получение полиакрилнитрильных волокон. Получение углеродных волокон. Получение тканей из базальтовых и углеродных волокон. Получение препрегов. Получение композиционных материалов. Испытание композиционных материалов. Получение огнезащитных материалов.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание основных видов и свойств нанообъектов, наноматериалов, физических и химических свойств наноматериалов; основных видов и свойств композиционных материалов, технологий получения, физических и химических свойств композитов, применения композиционных материалов; знание технологии получения и переработки полимерных материалов, волокон; знание типовых технологических процессов получения нанокомпозитов на полимерной и неорганической основе, нанотехнологического оборудования, приборов и устройств для производства и контроля свойств наноматериалов; российского и мирового рынка полимерных и композиционных материалов.
- Навыки лабораторной работы с органическими материалами, полимерами, волокнами, наноматериалами; проведения измерений свойств и контроля качества сырья полуфабрикатов и изделий, применяемых в производстве композиционных материалов; составления и постановки методик измерения; моделирования химических процессов с помощью специализированного программного обеспечения; составления технологической документации: технологических регламентов, инструкций, технических условий; организации и проведения монтажа и пусконаладочных работ оборудования, отработки технологических процессов.

НАНОЭЛЕКТРОНИКА

2. Образовательная программа в области проектирования СБИС с топологическими нормами 90 нм

*Разработана Московским государственным институтом электронной техники
(технический университет) по заказу ОАО «НИИМЭ и Микрон»*

Вид программы: магистратура.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций в области проектирования интегральных схем с проектными нормами 90 нм.

Структура программы

Программа включает в себя 11 базовых курсов (единых для проектировщиков и технологов), а также специальные курсы и лабораторные практикумы по курсам, построенные на принципах реализации исследовательских работ в области проектирования ИС с проектными нормами 90 нм.

Партнеры: Физико-технологический институт РАН, НИИ системных исследований РАН, ГУП НПП «Элвис», ООО «IDM», ЗАО ПКК «Миландр», Зеленоградский инновационно-технологический центр.

Базовые курсы

Методы математического моделирования. История и методология науки и техники в области электроники. Английский язык, специальные виды перевода. Философия. Физика наноразмерных полупроводниковых структур. Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники. Компьютерные технологии в научных исследованиях. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Системная среда качества. Введение в область научной специализации. Подготовка данных для изготовления фотошаблонов.

Специальные курсы

Компоненты наноразмерных ИС и их модели. Проектирование низкочастотных аналоговых ИС с топологическими нормами 90 нм. Проектирование блоков цифровых наноразмерных ИС. Процессы изготовления нанoeлектронных СБИС. Проектирование топологии КМОП АИС с наноразмерными элементами. Физическое прототипирование и верификация проектов. Проектирование и верификация СФ-блоков. Проектирование систем на кристалле. Методы приборно-технологического моделирования для разработки приборов и устройств нанoeлектроники с технологическими нормами до 90 нм. Ускоренное схемотехническое моделирование нанoeлектронной компонентной базы средствами САПР Synopsys. Пакет NanoSim. Ускоренное схемотехническое моделирование нанoeлектронной компонентной базы средствами САПР Cadence. Программа UltraSim. Моделирование процессов распределения тепла в сложных изделиях нанoeлектроники. Компьютерное моделирование процессов фотолитографии. Энергоэффективное проектирование нанoeлектронных ИС средствами САПР Cadence и Synopsys. Особенности автоматизированного проектирования схем смешанного сигнала по технологическим нормам 90 нм. Особенности логического синтеза цифровых нанoeлектронных блоков. Автоматизация проектирования наноразмерных топологических примитивов в САПР Cadence. Языки SKILL, как средство унификации и автоматизации процесса проектирования заказных нанoeлектронных ИС. Особенности автоматизированного проектирования телекоммуникационных схем по технологическим нормам 90 нм. Проектирование библиотек стандартных элементов с топологическими размерами 90 нм. Электрофизическая верификация и контроль изделий нанoeлектроники. Формальная верификация и контроль цифровых нанoeлектронных блоков. Техника функционального контроля параметров СБИС на пластине. Программные пакеты физической верификации САПР Cadence и Synopsys.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание методологии и маршрутов проектирования цифровых, аналоговых схем и устройств смешанного сигнала; теоретических основ прикладного программирования и умение работать с современными пакетами САПР компаний Cadence, Synopsys, Mentor Graphics, Agilent.
- Владение методами системотехнического, функционально-логического, схемотехнического и топологического проектирования СБИС с топологическими нормами 90 нм с использованием САПР Cadence, Synopsys.
- Навыки проектирования, расчета, моделирования и конструирования приборов и устройств электронной техники на схемотехническом и элементном уровне с использованием систем автоматизированного проектирования компаний Cadence, Synopsys и Agilent; проектирования фотошаблонов с использованием САПР Cadence, Synopsys, Mentor Graphics; использования современного контрольно-измерительного оборудования для электрофизической и функциональной диагностики УБИС с топологическими нормами до 90 нм.

3. Образовательная программа в области производства СБИС с топологическими нормами 90 нм

*Разработана Московским государственным институтом электронной техники
(технический университет) по заказу ОАО «НИИМЭ и Микрон»*

Вид программы: магистратура.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций в области производства интегральных схем с проектными нормами 90 нм.

Структура программы

Программа включает в себя 11 базовых курсов (единых для проектировщиков и технологов), а также специальные курсы и лабораторные практикумы по курсам, построенные на принципах реализации исследовательских работ в области проектирования ИС с проектными нормами 90 нм.

Партнеры: Физико-технологический институт РАН, НИИ системных исследований РАН, ГУП НПЦ «Элвис», ООО «IDM», ЗАО ПКК «Миландр», Зеленоградский инновационно-технологический центр.

Базовые курсы

Методы математического моделирования. История и методология науки и техники в области электроники. Английский язык, специальные виды перевода. Философия. Физика наноразмерных полупроводниковых структур. Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники. Компьютерные технологии в научных исследованиях. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Системная среда качества. Введение в область научной специализации. Подготовка данных для изготовления фотошаблонов.

Специальные курсы

Базовая КМОП-технология. Технологические процессы нанoeлектроники. Управление высокотехнологическими проектами. Моделирование технологических процессов и наноразмерных структур. Технология спецсхем. Методы диагностики наноразмерных элементов и структур. Техника оптической фотолитографии. Особенности формирования рисунка нанометровых размеров. Оборудование оптической фотолитографии 0,13–0,065 мкм. Физико-технологические особенности создания подзатворного диэлектрика в КМОП СБИС с нанометровыми размерами. Технологические особенности создания боковой изоляции КМОП структур с нанометровыми размерами. Ионное легирование. Особенности создания мелкозалегающих слоев. Технологические особенности создания затворов в КМОП СБИС с нанометровыми размерами. Физико-технологические особенности плазменного травления кремния для создания наноразмерных структур. Методы осаждения диэлектрических материалов. Физико-технологические особенности создания силицидных контактов. Технология создания термостабильных контактных систем металлизации СБИС. Внутриуровневые и межуровневые диэлектрики многоуровневой металлизации СБИС. Особенности многоуровневой металлизации УБИС с медными межсоединениями. Damascene технология. Электрохимические методы осаждения металлов. Особенности осаждения меди. Методы локальной и тотальной планаризации многоуровневой металлизации СБИС. Особенности создания тестовых структур СБИС. Особенности контроля технологических операций и межоперационного контроля СБИС. Техника функционального контроля параметров СБИС на пластине.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Владение методами математического моделирования технологических процессов и интегральных наноструктур при создании СБИС с топологическими нормами 90 нм и элементов наносистем; владение методологией разработки технологических маршрутов и процессов.
- Умение разрабатывать конструкторско-технологическую документацию на процессы и маршруты изготовления СБИС; разрабатывать нанoeлектронные СБИС специальных применений и технологические маршруты их изготовления на основе различных типов элементной базы.
- Навыки разработки и мониторинга базовых технологических процессов; планирования и проведения экспериментальных исследований; проектирования, расчета и моделирования приборов и устройств электронной техники на приборно-технологическом уровне с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств.

4. Образовательная программа в области разработки и производства мультимедийных многопроцессорных систем на кристалле

*Разработана Томским государственным университетом систем управления и радиоэлектроники
по заказу ЗАО «Элекард нано Девайсез»*

Вид программы: магистратура.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций, необходимых для осуществления исследований, разработок, проектирования, программирования, размещения проектов мультимедийных многопроцессорных систем на кристалле на производствах, тестирования и вывода на рынок.

Структура программы

Программа включает в себя *6 образовательных траекторий*: 1) проектирование архитектуры и топологии мультимедийных многопроцессорных систем на кристалле; 2) схемотехника мультимедийных устройств; 3) программирование систем на кристалле и устройств на их основе; 4) тестирование проектируемой аппаратуры и программного обеспечения; 5) маркетинг и продажи; 6) техническая поддержка.

Программа состоит из 18 модулей. Для каждой группы студентов обязательными к посещению являются лекции по всем модулям и занятия английским языком, остальные занятия выбираются слушателями по желанию. Первые 4 месяца на практических занятиях каждый студент пробует себя в качестве тестировщика, продавца-маркетолога и специалиста отдела технической поддержки. В этот период студенты определяются с выбором своей дальнейшей специализации.

Партнер: Томский государственный университет.

- Модуль 1.** Основы проектирования систем на кристалле.
- Модуль 2.** Конструирование радиоэлектронных систем.
- Модуль 3.** Архитектура систем на кристалле.
- Модуль 4.** Основы компрессии видео- и аудиоданных.
- Модуль 5.** Стандарты цифрового видеовещания DVB.
- Модуль 6.** Операционные системы, потоковая обработка данных, технология виртуализации.
- Модуль 7.** Сети IP.
- Модуль 8.** Технология IPTV.
- Модуль 9.** Языки и технологии программирования.
- Модуль 10.** Объектно-ориентированные методы анализа, программирования и проектирования.
- Модуль 11.** Методы трансляции.
- Модуль 12.** Технология создания коммерческого программного обеспечения.
- Модуль 13.** Техническая поддержка клиентов.
- Модуль 14.** Параллельное программирование.
- Модуль 15.** Английский язык.
- Модуль 16.** Современные проблемы науки и производства электронной техники.
- Модуль 17.** История и методология науки и производства электронной техники.
- Модуль 18.** Компьютерные технологии в науке и производстве электронной техники.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Умение выполнять синтез и функциональное моделирование разрабатываемого устройства; оценивать производительность и ресурсоемкость проектируемого устройства; разрабатывать системное и пользовательское программное обеспечение для ядер общего назначения и ядер цифровых сигнальных процессоров, входящих в систему на кристалле; проектировать и разрабатывать модули ПО для потоковой обработки цифровых сигналов (фильтры, кодеки); проектировать системы цифрового телевидения; обосновать необходимость и условия применения различных методов ценообразования; проводить технико-экономическое обоснование целесообразности инвестиций в инновационный проект в форме бизнес-плана.
- Владение приемами поиска, выбора и практического использования методов, инструментов и форм отраслевого маркетинга, стратегии.

НАНОФОТОНИКА

5. Образовательная программа в области твердотельной светотехники

Разработана Санкт-Петербургским Академическим Университетом – научно-образовательным центром нанотехнологий РАН по заказу ЗАО «Оптоган»

Вид программы: магистратура.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций в области физики и технологии наносистем и наноэлектроники, научно-исследовательской и научно-производственной деятельности.

Структура программы

Партнер: Санкт-Петербургский физико-технологический научно-образовательный центр РАН (СПбФТНОЦ РАН), исследовательский центр компании «Оптоган» в г. Дортмунд (Германия), Технический университет Берлина (Германия).

Базовые курсы

по фундаментальным разделам физики твердого тела, полупроводников, оптическим явлениям, математической физике.

Специальные курсы и лабораторные практикумы

Эпитаксиальный синтез наногетероструктур и приборов твердотельной светотехники (4 специализированных курса и 3 лабораторных практикума).

Темы: теоретические основы, аппаратное обеспечение и применение молекулярно-пучковой эпитаксии и эпитаксии из металлоганических соединений; аппаратное обеспечение и методы изготовления современных приборов твердотельной светотехники, включая оптическую и электронно-лучевую литографию, нанесение диэлектрических (в том числе многослойных) покрытий, формирование контактных и Шоттки металлизаций, химическое и сухое травление; теоретические основы и практические навыки аналитического описания поведения наносистем и наноматериалов и их эпитаксиального синтеза.

Методы исследований наногетероструктур (4 специализированных курса и 3 лабораторных практикума).

Темы: физические основы и аппаратное обеспечение основных методов диагностики оптических, структурных и электрических свойств нанообъектов; теоретические основы и аппаратное обеспечение методов контроля формирования полупроводниковых наноструктур – дифракция электронов, эллипсометрия и рефлектометрия, масс-спектрометрия, Оже-спектроскопия; особенности фотolumинесценции, электролюминесценции, возбуждения люминесценции при диагностике наноструктур; рентгеновская дифракция, электронно-зондовая микроскопия низкоразмерных структур; вольт-емкостные мането-электрические и электрические методы диагностики низкоразмерных структур

Физические основы приборов твердотельной светотехники (6 специализированных курсов и 2 лабораторных практикума).

Темы: теоретические и технологические основы многокаскадных фотоэлектрических преобразователей; влияние размерности полупроводниковых структур на характеристики полупроводниковых лазеров, лазеры на квантовых ямах и квантовых точках; физические основы, технология и современный статус полупроводниковых вертикально-излучающих лазеров, резонансных светодиодов и резонансных фотоприемников; теоретические основы и экспериментальные сведения по оптическим приборам волоконной связи; физические основы, технология и современный статус гетероструктурных полевых транзисторов с двумерным электронным каналом, гетероструктурных биполярных транзисторов, светодиодов, включая светодиоды на основе нитридных материалов видимого спектрального диапазона.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание различных методик синтеза полупроводниковых нанообъектов.
- Навыки работы с эпитаксиальным оборудованием синтеза полупроводниковых структур и нанообъектов. Владение методами разработки и планирования научно-технологических процессов изготовления полупроводниковых нанообъектов в оптоэлектронике.
- Умение организовывать и проводить стандартные испытания и технический контроль; решать организационные и технико-экономические вопросы, связанные с производством светоизлучающих приборов на основе полупроводниковых нанообъектов; анализировать и прогнозировать эффекты от применения нанопроductии оптоэлектроники в различных условиях их эксплуатации.

**6. Образовательная программа
в области создания мультикаскадных наногетероструктурных солнечных элементов
и солнечных батарей космического назначения на основе
полупроводниковых материалов АЗВ5**

Разработана НИТУ «МИСиС» по заказу ОАО «НПП «Квант»

Вид программы: магистратура.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций в области физики и технологии наногетероструктурных солнечных элементов.

Структура программы

Партнеры: Итальянский экспериментальный электротехнический центр (CESI, Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano), Италия; Университет Милана (Universita degli Studi di Milano – Bicocca), Италия; Миланский технический университет (Politecnico di Milano), Италия.

Социально-гуманитарный модуль

История и методология науки. Иностранный язык. Основы предпринимательства. Управление инновациями.

Физический модуль

Физика наноструктур. Физика фотопреобразователей. Физика радиационного воздействия на полупроводниковые материалы и структуры. Физика импульсного отжига электронных структур.

Исследовательский модуль

Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур. Метрология, стандартизация и сертификация наноструктур. Диффузионные процессы в наногетероструктурах. Основы надежности элементной базы электроники в условиях ионизирующего излучения космического пространства.

Технологический модуль

Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Оборудование для производства наногетероструктурных солнечных элементов. Технология наногетероструктур. Организация и планирование эксперимента.

Лабораторные практикумы

Просвечивающая электронная микроскопия. Рентгеновская дифрактометрия. ИК-Фурье-спектроскопия. Электронная Оже-спектроскопия. Вторично-ионная масс-спектроскопия. Рентгено-фотоэлектронная спектроскопия. Сканирующая ионная микроскопия. Исследование фотопроводимости наноматериалов космического назначения. Измерение сопротивления образцов бесконтактным методом. Определение и анализ спектров фотолюминесценции. Лазерная эллипсометрия. Визуальный контроль качества поверхности и определение оптических характеристик эпитаксиальных структур. Измерение коэффициента Холла.

Научно-исследовательская практика, состоящая из двух этапов: первый этап – выездная практика в CESI (Милан, Италия) и в миланских университетах, второй этап – 5-недельная практика на предприятиях, производящих мультикаскадные наногетероструктурные солнечные элементы и солнечные батареи космического назначения на основе полупроводниковых материалов АЗВ5.

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Умение разрабатывать и исследовать полупроводниковые наноструктуры и материалы с требуемым строением, составом и сочетанием физико-химических свойств; рассчитывать зонную диаграмму, вольт-амперную характеристику, эквивалентную схему, основные электрические параметры многокаскадных наногетероструктурных фотопреобразователей при заданной последовательности и составе слоев; проводить стандартные испытания и технический контроль наноструктур; выбирать и применять методы структурного анализа объемных полупроводниковых материалов и наноструктур.
- Владение основами менеджмента научно-исследовательского процесса и производства; современные методы диагностики и исследования наногетероструктур; программными средствами моделирования полупроводниковых наноструктур и расчета их электрических параметров с учетом конструктивно-технологических особенностей.
- Навыки компьютерного моделирования нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур.

ПРОЧЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ

НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

7. Образовательная программа

«Наноструктурные материалы и покрытия в нефтедобывающем машиностроении» (в области производства погружных электронасосов для нефтедобычи и их узлов с наноструктурными покрытиями)

Разработана Пермским государственным техническим университетом по заказу ЗАО «Новомет»

Вид программы: магистратура.

Образовательные задачи программы

Формирование профессиональных компетенций инновационных менеджеров в области производства погружных электронасосов для нефтедобычи и их узлов с наноструктурными покрытиями.

Структура программы

Партнеры: Институт физики металлов УрО РАН, Институт машиноведения УрО РАН, Белгородский государственный университет, Физико-технический институт УрО РАН, Новосибирский государственный технический университет.

Общенаучный цикл

Профессиональный цикл

Блок гуманитарно-социально-экономических дисциплин

Философские, культурологические и социологические проблемы науки и техники. Современные проблемы науки и производства в области наноматериалов и нанотехнологий. Производственный менеджмент. Экологические проблемы производства материалов и наноматериалов. История, логика и методология науки. Психология делового общения.

Блок математических и компьютерных дисциплин

Математическое моделирование в материаловедении. Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве. Компьютерное моделирование сложных систем в нанометалловедении. Компьютерное моделирование сложных систем в порошковой металлургии. Компьютерное моделирование сложных механических систем.

Блок естественнонаучных дисциплин

Физические и химико-механические основы получения и обработки наноматериалов. Физические методы исследования структуры нанокристаллических материалов. Физические методы и приборы для изучения, анализа и диагностики наночастиц и нанопокровов. Методы и приборы для измерения шероховатости поверхности. Физико-химия наночастиц и наноматериалов. Физико-химия наноструктурированных материалов. Физико-механические основы обработки металлических материалов в нанометровом диапазоне. Физика прочности и механика разрушения металлических материалов и наноматериалов.

Блок специальных (технологических) дисциплин

Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов. Теория и технология получения наноструктурированных компактных материалов. Процессы получения наночастиц и нанопокровов. Технология финишной обработки материалов в нанометровом диапазоне. Микровыглаживание шероховатостей в нанометровом диапазоне. Оборудование в технологии наноматериалов. Введение в супрамолекулярную химию и нанобиологию. Основы лазерной технологии наплавки дисперсных систем. Автоматизация и управление качеством производства нефтедобывающего оборудования с применением нанотехнологий. Методы и процедуры проведения экспертизы качества металлопродукции, в том числе – наноструктурированной.

Научно-исследовательская работа и практика

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Знание методов и оборудования для обеспечения автоматизации технологических процессов промышленного производства нефтедобывающего оборудования с применением нанотехнологий; технологических процессов и параметров обработки поверхностей наноструктурных изделий постоянной кривизны с шероховатостью поверхности в нанометровом диапазоне; влияния технологических параметров процесса получения наноструктурных покрытий на свойства нефтедобывающего оборудования, эффективность и себестоимость технологического процесса.
- Умение разрабатывать и проектировать технологические линии производства и обработки порошковых и композиционных материалов, покрытий; решать организационные и технико-экономические вопросы, связанные с производством нанопорошковых, наноструктурных изделий различного назначения.

МЕТРОЛОГИЯ

8. Образовательная программа в области нанодиагностики, метрологии, стандартизации и сертификации продукции нанотехнологий и nanoиндустрии

*Разработана НИТУ «МИСиС» (соисполнитель – Московский физико-технический институт
(государственный университет))*

Вид программы: магистратура.

Образовательные задачи программы

Формирование компетенций в области нанодиагностики, метрологии, стандартизации и сертификации продукции нанотехнологий и nanoиндустрии.

Структура программы

Партнеры: Университет Линчепинг, Швеция (Linköping University), Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума (НИЦПВ) Ростехрегулирования.

1-й год обучения

Базовые учебные курсы

Квантовая механика с элементами квантовой статистики (вторичное квантование), квантовые размерные эффекты, туннельные явления. Статистическая физика, включая флуктуационно-диссипационную теорему, аппарат матрицы плотности и функций Вигнера для описания термодинамики наночастиц. Электронная теория металлов и нанокластеров, теория случайных матриц Вигнера-Дайсона и ее приложения в термодинамике наночастиц. Физика полупроводниковых материалов и приборов. Физико-химические основы технологий микро- и нанoeлектроники. Приборы и методы исследования наноструктур и nanoобъектов. Метрология и стандартизация в нанотехнологиях.

Модульные курсы по физике и технике наноструктур

Введение в физику наносистем: низкоразмерные структуры, квантовая когерентность и кулоновское взаимодействие, физические принципы наноустройств, квантовый компьютер. Основы высоковакуумной сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии, атомно-силовая микроскопия. Нанoeлектроника: устройства, цепи и применения, одноэлектронные устройства. Механика взаимодействия зонд-образец, введение в нанолитографию, nanoиндентация. Квантовый транспорт через реальные наноустройства: двумерные электронные газы, слабая локализация, роль электрон-электронного взаимодействия. Нанoeинженерия и характеристика сложных гетероструктур. Мезоскопическая сверхпроводимость (флуктуации в сверхпроводниках, слабая сверхпроводимость в джозефсоновских структурах, гранулированные сверхпроводники. Взаимодействие света с наноструктурами (основы квантовой оптики).

Лабораторный практикум по созданию и исследованию микро- и наносистем

2-й год обучения

Модульные курсы по физике и технике наноструктур

Квантовые вычисления в твердотельных системах (принципы управления квантовыми вычислительными устройствами). Nano-электро-механические устройства: nano-пьезо-магнетики, резонаторы, сенсоры. Молекулярная электроника: электронная структура атома углерода и некоторых органических молекул, молекулярные проводники, проводящие полимеры. Спинтроника (устройства, манипулирующие электронными спинами и зарядами). Сосуществование сверхпроводимости и ферромагнетизма в наномасштабах (основные механизмы взаимодействия сверхпроводимости с ферромагнетизмом). Введение в теорию когерентных квантовых устройств (основные идеи квантовых алгоритмов, кубиты и логические затворы, декогерентность).

Лабораторный практикум по созданию и исследованию микро- и наносистем.

Учебно-технологическая практика в Шведском стратегическом исследовательском центре материаловедения для nanoинженерии поверхности (университет г. Линчепинг, Швеция).

Образовательные результаты программы (основные компетенции)

- Навыки теоретических расчетов в области квантовой физики наносистем и экспериментальных измерений с использованием современной аппаратуры в области электронной и зондовой микроскопии и спектроскопии.
- Знание проблем, принципов и средств передачи размеров единиц физических величин в нанодиапазоне для проведения измерений, стандартизации и сертификации, необходимых в nanoиндустрии. Знание регламентирующей документации в области стандартизации и сертификации наноматериалов и технологий.

Образовательные проекты

**Стажировки в Финляндии и США участников инвестиционных проектов РОСНАНО
из научно-образовательного и производственного секторов
по тематике «Коммерциализация разработок и управление инновациями»
(октябрь–ноябрь 2010 г.)**

Стажировки состояли из двух элементов: интенсивного двухдневного семинара по трансферу технологий и комплекса тематических мероприятий, включающего посещение университетов, бизнес-инкубаторов и высокотехнологических компаний для практического ознакомления с процессом управления высокотехнологическими компаниями и прикладными научными разработками.

В рамках стажировок *были рассмотрены следующие основные вопросы*: особенности менеджмента высокотехнологических предприятий и опыт управления разработками в компании; особенности защиты интеллектуальной собственности при продвижении высокотехнологичных продуктов; инвестиционное обеспечение инновационного предпринимательства в высокотехнологической сфере; возможности университетов и научных учреждений по развитию предпринимательской деятельности для создания высокотехнологичных производств, создание малых инновационных фирм при университете; образовательные программы типа «предпринимательство в высокотехнологической сфере»; структура и стратегия развития технопарков и бизнес-инкубаторов.

Стажировка в Финляндии
(18–28 октября 2010 г.)

Интенсивная **двухдневная обучающая программа** (семинар, лекции, презентации) была организована консалтинговой компанией Spinverse OY по темам:

- Основные подходы и опыт в области коммерциализации разработок и технологий: в университетах, компаниях, технопарках.
- Современные подходы к организации управления высокотехнологическим предприятием.

К участию в программе были привлечены преподаватели бизнес-школ и руководители подразделений R&D из университетов и компаний Финляндии.

Комплекс тематических мероприятий

Участники стажировки посетили и рассмотрели конкретные кейсы (истории успеха) следующих университетов и компаний:

Spinverse Ltd www.spinverse.com

Консалтинговая компания, которая основана в 2004 г. бывшим исполнительным директором «Нокиа» Пеккой Копонен (Pekka Koronen). Компания коммерческая, оборот в 2009 г. составил около 2 млн. евро. Штат – 16 человек. Команда международная, состоит из высокопрофессиональных людей. Деятельность: оказание консалтинговых услуг (в том числе, на международных рынках) и координация программ и проектов в области коммерциализации и трансфера технологий. Фокус: новые материалы, нанотехнологии, энергетика, энергоэффективные и экологически чистые технологии. Основной способ работы: организация взаимодействия представителей академической среды, представителей высокотехнологического бизнеса и финансового сектора, с широким участием международных экспертов-профессионалов. Имеет большой опыт в организации крупных национальных проектов и программ, в том числе по развитию nanoиндустрии (напр., TEKES).

Spinno Enterprise Center www.spinno.fi

Spinno Enterprise Center занимается разработкой программ предварительной инкубации и инкубации для высокотехнологических и наукоемких стартапов, в том числе в области nanoиндустрии, стремящихся к быстрому росту и международному успеху.

Picodeon Ltd www.picodeon.com

Picodeon является высокотехнологической компанией, работающей в сфере тонких пленок и покрытий, на основе запатентованной технологии Coldab™. Бизнес Picodeon основан на лицензировании соответствующих прав интеллектуальной собственности, продаже тонкопленочных покрытий.

InnoPraxis International Ltd www.innopraxis.fi

InnoPraxis International Ltd – финская консалтинговая компания, работающая на мировых рынках, осуществляющая поддержку развития и управления инновационными системами и инновационной инфраструктурой.

Nokia Research Center www.research.nokia.com

Nokia Research Center (NRC) занимается изучением новых границ для мобильности, решением научных проблем мобильной индустрии и Интернета. Команды специалистов стратегически расположены по всему миру и сотрудничают с ведущими университетами и исследовательскими институтами в режиме открытых инноваций.

Papula-Nevinpat www.papula-nevinpat.com

Papula-Nevinpat является на сегодняшний день одной из крупнейших патентных фирм в Финляндии и одной из всемирно известных патентных фирм по защите промышленной собственности в России. У компании Papula-Nevinpat есть офисы в Финляндии, России, Украине, Белоруссии, Казахстане и Узбекистане. Главный офис компании расположен в Хельсинки.

LuxDyne Ltd www.luxdyne.com

LuxDyne разрабатывает оптические технологии регенерации, обеспечивающие оптическую регенерацию сигналов данных в континентальных и межконтинентальных оптоволоконных сетях. LuxDyne была основана в 2008 году и базируется в Хельсинки, Финляндия.

Beneq Ltd www.beneq.com

Компания Beneq была создана в мае 2005 года в качестве спин-оффа из компании Nextrom (бывшая Nokia-Maillefer). Производство оборудования и технологий для функциональных покрытий.

University of Helsinki www.helsinki.fi/university

Это старейший и крупнейший университет в Финляндии с широким спектром дисциплин. Около 35 000 студентов в настоящее время обучаются в образовательных программах университета в рамках 11 факультетов и 11 научно-исследовательских институтов.

Technopolis www.technopolis.fi

Technopolis – крупнейший в Финляндии технопарк, который предоставляет операционную среду и услуги для наукоёмких компаний и организаций (комплексный набор услуг по развитию бизнеса). В настоящее время на базе Technopolis функционирует около 1200 компаний по всей Финляндии, а также в Санкт-Петербурге и Таллинне (Эстония).

Aalto University www.aalto.fi

Университет Аалто, созданный путем слияния Хельсинкской школы экономики, Университета искусства и дизайна Хельсинки и Хельсинкского технологического университета (ТКК) в январе 2010 г. (многопрофильное образование и междисциплинарные научные исследования). На базе университета созданы несколько структур для коммерциализации, инкубации и развития стартапов, в том числе:

- **Aalto Center for Entrepreneurship.** Центр предпринимательства Аалто был основан с целью запуска деятельности инновационных компаний и лицензирования технологий.
- **Aalto Design Factory** www.aaltdesignfactory.fi. Дизайн-фабрика, экспериментальная платформа Университета Аалто, которая поддерживает и постоянно развивает инновационную атмосферу, направленную на поддержку междисциплинарного и международного сотрудничества.

- **Aalto Venture Garage** www.aaltovg.com Венчурный Гараж Аалто – центр для предпринимателей и стартапов региона Балтийского моря, расположенный на территории кампуса Университета Аалто вблизи Хельсинки. 700 кв. метров открытого пространства для работы, где предприниматели получают поддержку со стороны консультантов и работают вместе, чтобы развивать свой бизнес.

Micronova www.micronova.fi

Micronova является уникальным центром для проектирования, разработки и изготовления микро- и наносистем. Micronova является совместной инициативой VTT Технического исследовательского центра Финляндии и Университета Аалто.

VTT Technical Research Centre of Finland www.vtt.fi

VTT Технический исследовательский центр Финляндии – крупнейшая научно-исследовательская организация в Северной Европе. VTT может комбинировать различные технологии, создавать инновации и осуществлять прикладные исследования.

Optoelectronics Research Centre, Tampere University of Technology www.orc.tut.fi

Основным бизнесом ORC является изучение и разработка новых эпитаксиальных полупроводниковых гетероструктур, используя МПЭ (молекулярно-пучковая эпитаксия) для выращивания излучающих свет кристаллов, модулей осветительных приборов и лазеров высокой мощности с ультракороткими импульсами.

Nanoscience Center, University of Jyväskylä www.jyu.fi/science/muut_yksikot/nsc/en

Наноцентр объединяет компетенции в сфере физики, химии и биологии для подготовки коммерчески привлекательных решений для наноиндустрии. Исследовательская работа в основном сосредоточена на молекулярных наносистемах. Наноцентр служит платформой технологического трансфера для нужд промышленности.

Moventas www.moventas.com

Moventas является одним из крупнейших в мире производителей ветровых турбин. Компания также производит решения для передачи отраслевых мощностей и предоставляет услуги по их ремонту и обслуживанию. Конечная продукция компании используется в сфере возобновляемых источников энергии.

В процессе посещения организаций были рассмотрены конкретные кейсы по следующим темам:

- Создание и управление технопарками.
- Инфраструктурные единицы (подразделения) для коммерциализации, трансфера технологий и поддержки инноваций.
- Примеры успешной коммерциализации «от идеи и до внедрения».
- Примеры трансфера технологий.
- Организация и деятельность подразделения R&D.

Стажировка в США

(11–20 ноября 2010 г.)

Семинар по трансферу технологий проводился *Ассоциацией университетских менеджеров по трансферу технологий*, США (Association of University Technology Managers) и был посвящен рассмотрению основных подходов и опыта в области коммерциализации разработок и технологий в университетах и высокотехнологических компаниях США, а также современных подходов к организации управления высокотехнологическим предприятием. В качестве лекторов выступили бизнесмены-практики, имеющие также опыт работы в академической среде.

Комплекс тематических мероприятий

Университет Мэриленда

Участники стажировки познакомились с основными направлениями деятельности *Мэрилендского института технологических предприятий (MTech)*, образовательными программами по предпринимательству, принципами взаимодействия с бизнесом и работы со стартапами. Посетили *Мэрилендский центр нанотехнологий* и обсудили с его директором современные тенденции научных исследований в сфере нанотехнологий. На практике ознакомились с особенностями формирования и развития высокотехнологических предприятий в условиях *Мэрилендского бизнес-инкубатора*.

Государственный университет Аризоны

Участники стажировки включились в работу *Первого международного симпозиума Российского научно-технического и образовательного консорциума (RUSTEC)*. Основная цель мероприятия – взаимодействие и сотрудничество между некоммерческими организациями, научными центрами, университетами и компаниями России и США, занятыми в сфере инноваций, образования и научно-исследовательской деятельности. На симпозиуме обсуждались проблемы подготовки кадров для инновационной экономики, вопросы коммерциализации инновационных проектов.

В ходе симпозиума участники стажировки познакомились с деятельностью российских и американских университетов/бизнес-школ в области нанотехнологий и инновационной деятельности, а также *Государственным университетом Аризоны* – его структурой, направлениями деятельности в области инноваций, подходом к коммерциализации научных разработок. Посетили *бизнес-инкубатор SkySong* – инновационный центр, призванный оказывать поддержку высокотехнологическим компаниям путем предоставления площадок, оборудования, консультационной поддержки и доступа к образовательным программам Государственного университета Аризоны.

Калифорнийский университет Лос-Анджелеса

В ходе визита в *бизнес-инкубатор Momentum Biosciences* и работающие на его базе компании участники стажировки обсудили с руководством бизнес-инкубатора и компаний проблемы формирования и развития высокотехнологического предприятия в условиях бизнес-инкубатора, вопросы управления интеллектуальными ресурсами и инвестиционного обеспечения инновационного предпринимательства в высокотехнологической сфере.

Участники стажировки посетили *Калифорнийский институт наносистем* и лаборатории, работающие в *технологическом бизнес-инкубаторе* института.

Школа менеджмента Anderson Калифорнийского университета Лос-Анджелеса стабильно входит в число лучших бизнес-школ мира благодаря превосходному профессорско-преподавательскому составу, известному своей исследовательской и академической деятельностью, строгому отбору студентов и первоклассной материально-технической базе. Представители школы Anderson познакомили участников стажировки со структурой школы и ее образовательными программами, обсудили вопрос инвестиционного обеспечения высокотехнологических компаний.

В рамках визита в **Калифорнийский университет Лос-Анджелеса** состоялись встречи по тематике стажировки с представителями университета и высокотехнологических компаний:

Круглый стол с участием американских предпринимателей *по вопросу инвестиционного обеспечения инновационного предпринимательства в высокотехнологической сфере* (основная тема – финансирование деятельности небольших компаний – стартапов).

Круглый стол с представителями Калифорнийского университета Лос-Анджелеса и предпринимателями *по вопросу управления высокотехнологическими компаниями*.

Круглый стол с руководителями исследовательских центров университета и **круглый стол** с представителями университетского отдела интеллектуальной собственности и спонсируемых промышленностью исследований по тематике *защиты интеллектуальной собственности и финансирования университетских исследований со стороны промышленности*.

В ходе дискуссий обсуждались особенности работы со студенческими коммерческими идеями и стартапами, возможности университетов по развитию предпринимательской деятельности для создания высокотехнологичных производств, взаимодействие с местным бизнесом по привлечению заказов на исследования и разработки в университете и стартапах, вопросы защиты интеллектуальной собственности. Обсуждались вопросы привлечения финансовых ресурсов для активизации исследований в университете, проблемы защиты интеллектуальной собственности при продвижении высокотехнологичных продуктов на рынок.

Основные итоги стажировок

Участники стажировок получили возможность обсудить наиболее важные для развития инвестиционных проектов темы с целью последующей реализации перспективных проектов по разработке и продвижению инноваций, коммерциализации высокотехнологичных разработок. В ходе стажировок их участникам были продемонстрированы яркие примеры создания качественной инфраструктуры для генерирования и развития инновационных идей. Позитивным моментом стажировок, как отметили участники, была их практическая ориентированность – т.е. возможность на конкретных примерах увидеть характерные особенности ведения бизнеса в высокотехнологической сфере, рассмотреть различные аспекты трансфера технологий. В ходе стажировок участники завязали деловые контакты с представителями университетов и высокотехнологических компаний Финляндии и США.

Участники стажировки оценили поездки как чрезвычайно полезные с точки зрения повышения профессиональной компетенции, возникновения новых профессиональных идей, а также для разработки планов развития/реструктуризации своих организаций.