

ПРОГРАММА ЗАСЕДАНИЯ
Федерального учебно-методического объединения по укрупненной группе
направлений подготовки и специальностей 28.00.00 «Нанотехнологии и
наноматериалы»
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
31 мая 2016 г., вторник

12-00 – 13-00	Заседание ФУМО: 1. Приветственное слово проректора ТПУ по образовательной деятельности Боровикова Юрия Сергеевича 2. «Формирование системы профессионально ориентированной подготовки кадров для наноиндустрии». Лучинин Виктор Викторович, д.т.н., директор Центра микротехнологии и диагностики, заведующий кафедрой микро- и наноэлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Корляков Андрей Владимирович, д.т.н., директор НОЦ «Нанотехнологии», профессор кафедры микро- и наноэлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ» 3. «Наноинженерия - новое научное направление и новое направление подготовки студентов». Панфилов Юрий Васильевич, д.т.н., заведующий кафедрой Электронные технологии в машиностроении МГТУ им. Н.Э. Баумана	Главный корпус, пр. Ленина, 30, 2 этаж, актовый зал
13-00 – 13-40	Обед	
13-40 – 14-50	Заседание ФУМО (продолжение): 1. «О задачах модернизации содержания ФГОС и основных образовательных программ». Соболев Александр Борисович, директор Департамента государственной политики в сфере высшего образования Минобрнауки России, трансляция 2. «О работе ФУМО: - задачи ФУМО, - утверждение состава ФУМО, - формирование структуры ФУМО (НМС и рабочие группы), - выборы зам. председателя ФУМО, - утверждение плана работы ФУМО на 2016 г., - утверждение плана работы на 2016 г. по разработке ФГОС ВОЗ++ и ПрООП», Панин Сергей Викторович, председатель ФУМО, профессор кафедры материаловедения в машиностроении ИФВТ ТПУ 3. «О работе ФУМО: организация взаимодействия НМС, рабочих групп, сайт ФУМО», Воронова Гульнара Альфридовна, ученый секретарь ФУМО, к.х.н., доцент	Главный корпус, пр. Ленина, 30, 2 этаж, актовый зал

	кафедры наноматериалов и нанотехнологий ИФВТ ТПУ	
	4. Выступления участников заседания	
14-50 – 15-00	Кофе-брейк	
15-00 – 16-00	Заседание ФУМО (продолжение): 5. «Проект ФГОС ВОЗ++ по направлению 28.03.03 «Наноматериалы», проект ПрООП по направлению 28.03.03 «Наноматериалы», Воронова Гульнара Альфридовна, ученый секретарь ФУМО, к.х.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий ИФВТ ТПУ, Лямина Галина Владимировна, к.х.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий ИФВТ ТПУ 6. Обсуждение документов 7. Выступления участников заседания	Главный корпус, пр. Ленина, 30, 2 этаж, актовый зал
16-00 – 18-30	Экскурсия по научным лабораториям ТПУ и вузов г. Томска	

ПРОТОКОЛ

заседания федерального учебно-методического объединения по укрупненной группе направлений подготовки и специальностей
28.00.00 «Нанотехнологии и наноматериалы»

Место проведения: г. Томск, пр. Ленина, д. 30, главный корпус ТПУ, Актовый зал (ауд. 216)

Дата проведения: 31 мая 2016 г.

Время: 12:00 – 16:00

ПРИСУТСТВОВАЛИ: Всего 45 человек, из них с правом голоса 40 (Приложение 1).

СЛУШАЛИ:

**Общие вопросы модернизации содержания подготовки кадров, в т.ч. для
наноиндустрии:**

1. **Лучинин Виктор Викторович**, д.т.н., директор Центра микротехнологии и диагностики, заведующий кафедрой Микро- и наноэлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ» «Формирование системы профессионально ориентированной подготовки кадров для наноиндустрии».
2. **Панфилов Юрий Васильевич**, д.т.н., заведующий кафедрой Электронных технологии в машиностроении МГТУ им. Н.Э. Баумана по вопросу «Наноинженерия - новое научное направление и новое направление подготовки студентов».
3. **Соболев Александр Борисович**, директор Департамента государственной политики в сфере высшего образования Минобрнауки России «О задачах модернизации содержания ФГОС и основных образовательных программ», *онлайн трансляция*.

Содержательные вопросы работы ФУМО:

4. **Панин Сергей Викторович**, председатель ФУМО, профессора кафедры материаловедения в машиностроении ИФВТ ТПУ по вопросу «О работе ФУМО:
 - задачи ФУМО,
 - выборы зам. председателя ФУМО,
 - утверждение состава ФУМО,
 - формирование структуры ФУМО (НМС и рабочие группы),
 - утверждение плана работы на 2016 г. по разработке ФГОС ВОЗ++ и ПрООП»
5. **Воронова Гульнара Альфридовна**, и.о. ученого секретаря ФУМО, доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий ИФВТ ТПУ «О работе ФУМО: план работы ФУМО на 2016 г., организация взаимодействия НМС, рабочих групп, сайт ФУМО»
6. **Воронова Гульнара Альфридовна**, и.о. ученого секретаря ФУМО, доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий ИФВТ ТПУ, **Лямина Галина Владимировна**, доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий ИФВТ ТПУ «Проект ФГОС ВОЗ++ по направлению 28.03.03 «Наноматериалы», проект ПрООП по направлению 28.03.03 «Наноматериалы».

В ОБСУЖДЕНИИ УЧАСТВОВАЛИ:

- Гридчин Виктор Алексеевич, НГТУ;
- Королёва Марина Юрьевна, РХТУ;
- Лучинин Виктор Викторович, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»;
- Лямкин Алексей Иванович, СФУ;
- Панин Сергей Викторович, председатель ФУМО, ТПУ;
- Поляков Вадим Витальевич, ЮФУ;

- Троян Павел Ефимович, ТУСУР;
- Удовиченко Сергей Юрьевич, ТюмГУ;
- Хасанов Олег Леонидович, ТПУ;
- Чулкова Галина Меркурьевна, МПГУ;
- Шахнов Вадим Анатольевич, МГТУ.

РЕШИЛИ:

1. Утвердить состав ФУМО (Приложение 2).
РЕЗУЛЬТАТЫ ГОЛОСОВАНИЯ: «за» - 40, «против» - 0, «воздержались» - 0.
2. Сформировать структуру ФУМО (НМС и рабочие группы) (Приложение 3).
РЕЗУЛЬТАТЫ ГОЛОСОВАНИЯ: «за» - 39, «против» - 0, «воздержались» - 1.
3. Утвердить кандидатуры двух заместителей председателя ФУМО:
 - **Лучинин Виктор Викторович**, директор Центра микротехнологии и диагностики, заведующий кафедрой микро- и нанoeлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ»;
 - **Гумерова Гюзель Исаевна**, д.э.н., к.х.н., профессор, руководитель отдела образовательных проектов Департамента образовательных программ Фонда инфраструктурных и образовательных программ (РОСНАНО).РЕЗУЛЬТАТЫ ГОЛОСОВАНИЯ: «за» - 40, «против» - 0, «воздержались» - 0.
4. Утвердить кандидатуру ученого секретаря ФУМО:
 - **Воронова Гульнара Альфридовну**, доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий ИФВТ ТПУ.РЕЗУЛЬТАТЫ ГОЛОСОВАНИЯ: «за» - 40, «против» - 0, «воздержались» - 0.
5. Утвердить план работы на 2016 г. по разработке ФГОС ВО 3++ и ПрООП (Приложение 4).
РЕЗУЛЬТАТЫ ГОЛОСОВАНИЯ: «за» - 40, «против» - 0, «воздержались» - 0.
6. Направить разработанный проект ФГОС 3++ по направлению 28.03.03 «Наноматериалы» в Минобрнауки России (Приложение 5). Одобрить проект примерной основной образовательной программы по направлению 28.03.03 «Наноматериалы» (Приложение 6).
РЕЗУЛЬТАТЫ ГОЛОСОВАНИЯ: «за» - 40, «против» - 0, «воздержались» - 0.

Председатель

С.В. Панин

Ученый секретарь

Г.А. Воронова

Список присутствующих на заседании ФУМО 28.00.00 Нанотехнологии и наноматериалы
31 мая 2016 г.

№ п/п	ФИО	Вуз	Должность
1.	Панин Сергей Викторович	ТПУ	Председатель ФУМО 28.00.00, профессор кафедры материаловедения в машиностроении Института физики высоких технологий ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Томский политехнический университет"
2.	Воронова Гульнара Альфريدовна	ТПУ	Ученый секретарь ФУМО 28.00.00, доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Томский политехнический университет"
3.	Боровиков Юрий Сергеевич	ТПУ	Проректор по образовательной деятельности ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Томский политехнический университет"
4.	Соловьев Михаил Александрович	ТПУ	Заместитель проректора по образовательной деятельности ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Томский политехнический университет"
5.	Яковлев Алексей Николаевич	ТПУ	Директор Института физики высоких технологий ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Томский политехнический университет"
6.	Дробчик Виталий Викторович	ТПУ	Заместитель директора Института физики высоких технологий ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Томский политехнический университет"
7.	Данейкин Юрий Викторович	ТПУ	Начальник Учебно-методического управления ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Томский политехнический университет"
8.	Ильин Александр Петрович	ТПУ	Д.ф.-м.н., профессор кафедры общей и неорганической химии Института физики высоких технологий, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
9.	Годымчук Анна Юрьевна	ТПУ	к.х.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
10.	Лямина Галина Владимировна	ТПУ	к.х.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
11.	Овечкин Борис Борисович	ТПУ	к.т.н., доцент кафедры материаловедения в машиностроении Института физики высоких технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
12.	Хасанов Олег Леонидович	ТПУ	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой наноматериалов и нанотехнологий, директор Научно-образовательного инновационного центра "Наноматериалы и нанотехнологии" Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
13.	Стогней Олег Владимирович	ВГТУ	Д.ф.-м.н., профессор кафедры Физики твердого тела факультета радиотехники и электроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Воронежский государственный технический университет (ВГТУ)"
14.	Сидорина Александра Игоревна	ВИАМ	К.т.н., и.о. с.н.с. лаборатории № 16 «Лаборатория углепластиков и органиков» Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов»
15.	Морозов Валентин Васильевич	ВлГУ	Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Технология машиностроения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая

№ п/п	ФИО	Вуз	Должность
			Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)
16.	Рева Виктор Петрович	ДВФУ	К.т.н., доцент кафедры Материаловедения и технологии материалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования Дальневосточный федеральный университет
17.	Лукьянова Елена Александровна	ИММ РАН	К.т.н., старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН
18.	Смирнов Владимир Владимирович	ИРНИТУ	Иркутский национальный исследовательский технический университет, зам. директора (декана) ФТИ по учебной работе, к.х.н.
19.	Корляков Андрей Владимирович	ЛЭТИ	Секретарь НМС, д.т.н., директор НОЦ «Нанотехнологии», проф. кафедры микро- и наноэлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)
20.	Лучинин Виктор Викторович	ЛЭТИ	д.т.н., профессор, директор Центра микротехнологии и диагностики, заведующий кафедрой микро- и наноэлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)
21.	Панфилов Юрий Васильевич	МГТУ	Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электронные технологии в машиностроении» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)
22.	Шахнов Вадим Анатольевич	МГТУ	Д.т.н., профессор, чл.-корр. РАН, заведующий кафедрой «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)
23.	Громов Дмитрий Геннадьевич	МИЭТ	Д.т.н., профессор кафедры материалов функциональной электроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»
24.	Чулкова Галина Меркурьевна	МПГУ	Д.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры общей и экспериментальной физики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский педагогический государственный университет
25.	Зайцев Сергей Аркадьевич	МФТИ	К.ф.-м.н., инженер-исследователь Центра коллективного пользования уникальным научным оборудованием в области нанотехнологий (ЦКП МФТИ), Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
26.	Иванов Виктор Владимирович	МФТИ	Д.ф.-м.н., профессор, декан факультета физической и квантовой электроники, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
27.	Батаев Анатолий Андреевич	НГТУ	Д.т.н., профессор, ректор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Новосибирский государственный технический университет
28.	Гриджин Виктор Алексеевич	НГТУ	Д.т.н., профессор кафедры полупроводниковых приборов и микроэлектроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Новосибирский государственный технический университет
29.	Королёва Марина Юрьевна	РХТУ	Профессору кафедры наноматериалов и нанотехнологий РХТУ им. Д.И. Менделеева, д.х.н.
30.	Звонов Сергей Юрьевич	СГАУ	К.т.н., доцент кафедры обработки металлов давлением Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский

№ п/п	ФИО	Вуз	Должность
			университет)"
31.	Новикова Екатерина Анатольевна	СГАУ	К.х.н., доцент кафедры химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)"
32.	Платонов Игорь Артемьевич	СГАУ	Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)"
33.	Фадеева Наталья Евгеньевна	СибГУТИ	К.т.н., доцент, заместитель заведующего кафедрой технической электроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
34.	Лямкин Алексей Иванович	СФУ	Д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет»
35.	Троян Павел Ефимович	ТУСУР	д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Физической электроники, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»
36.	Малютин Николай Дмитриевич	ТУСУР	Начальник Отдела перспективных проектов, д.т.н., профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»
37.	Удовиченко Сергей Юрьевич	ТюмГУ	Д.ф.-м.н., профессор, руководитель НОЦ «Нанотехнологии» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тюменский государственный университет»
38.	Федоров Константин Михайлович	ТюмГУ	Директор Физико-технического института, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный университет»
39.	Голованов Виктор Николаевич	УлГУ	Д.ф.-м.н., профессор, проректор по научной работе и информационным технологиям Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Ульяновский государственный университет, заведующий кафедрой физического материаловедения
40.	Обабков Николай Васильевич	УрФУ	Д.т.н., профессор кафедры редких металлов и наноматериалов Физико-технологического института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
41.	Степанова Елена Александровна	УрФУ	Доцент кафедры магнетизма и магнитных наноматериалов Института естественных наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
42.	Волкова Яна Юрьевна	УрФУ	Доцент кафедры физики низких температур Института естественных наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
43.	Поляков Вадим Витальевич	ЮФУ	Заведующий кафедрой нанотехнологий и микросистемной техники института нанотехнологий, электроники и приборостроения Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Южный федеральный университет"
44.	Юзюк Юрий Иванович	ЮФУ	Д.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой «Нанотехнология» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Южный федеральный университет"
45.	Трушин Максим Валерьевич	СПбГУ	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный

<i>№ п/п</i>	<i>ФИО</i>	<i>Вуз</i>	<i>Должность</i>
			университет», ассистент кафедры электроники твердого тела СПбГУ, PhD

УТВЕРЖДАЮ

Председатель УМО по УГСН 28.00.00

«Нанотехнологии и наноматериалы»

_____ С.В. Панин

«___» _____ 2016 г.

**Состав Федерального учебно-методического объединения
по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки
высшего образования
28.00.00 «Нанотехнологии и наноматериалы»**

Президиум

Председатель	Панин Сергей Викторович, д.т.н., профессор кафедры материаловедения в машиностроении Института физики высоких технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
Зам. председателя	Гумерова Гюзель Исаевна, д.э.н., к.х.н., профессор, руководитель отдела образовательных проектов Департамента образовательных программ Фонда инфраструктурных и образовательных программ (РОСНАНО)
Зам. председателя	Лучинин Виктор Викторович, д.т.н., профессор, директор Центра микротехнологии и диагностики, заведующий кафедрой микро- и нанoeлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)
Ученый секретарь	Воронова Гульнара Альфридовна, к.х.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий, ведущий эксперт учебно-методического отдела учебно-методического управления Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Состав ФУМО

	ФИО	Должность, звание, организация/вуз
1.	Агеев Олег Алексеевич	Д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Института нанотехнологий, электроники и приборостроения Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Южный федеральный университет"
2.	Александров Анатолий Иванович	Д.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой экспериментальной и технической физики физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Ивановский государственный университет"
3.	Аракелян Сергей Мартиросович	Д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой физики и прикладной механики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)
4.	Астахов Михаил Васильевич	Заместитель председателя НМС по направлению «Наносистемы и наноматериалы» (магистратура), «Нанотехнологии и наноматериалы» (аспирантура) , д.х.н., профессор, заведующий кафедрой физической химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»»
5.	Бабаевский Петр Гордеевич	Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технологии композиционных материалов, конструкций и микросистем» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского»
6.	Бабушкин Алексей Николаевич	Д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой физики низких температур, заместитель директора Института естественных наук Федерального

		государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
7.	Батаев Анатолий Андреевич	Заместитель председатель НМС по направлению: «Наноинженерия» (бакалавриат и магистратура) , д.т.н., профессор, ректор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Новосибирский государственный технический университет
8.	Борман Владимир Дмитриевич	Д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой молекулярной физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
9.	Бучельников Василий Дмитриевич	Д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой физики конденсированного состояния Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Челябинский государственный университет»
10.	Васьковский Владимир Олегович	Д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой магнетизма и магнитных наноматериалов Института естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
11.	Вывенко Олег Федорович	Д.ф.-м.н., профессор кафедры электроники твердого тела Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»
12.	Гаврилов Сергей Александрович	Д.т.н., профессор, проректор по научной работе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»
13.	Глебов Михаил Борисович	Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой кибернетики химико-технологических процессов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»
14.	Гмошинский Иван Всеволодович	Д.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт питания»
15.	Голованов Виктор Николаевич	Д.ф.-м.н., профессор, проректор по научной работе и информационным технологиям Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Ульяновский государственный университет, заведующий кафедрой физического материаловедения
16.	Гридин Виктор Алексеевич	Д.т.н., профессор кафедры полупроводниковых приборов и микроэлектроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Новосибирский государственный технический университет
17.	Громов Дмитрий Геннадьевич	Д.т.н., профессор кафедры материалов функциональной электроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»
18.	Гудилин Евгений Алексеевич	Д.х.н., член - корреспондент РАН, заведующий кафедрой "Нanomатериалы" факультета наук о материалах Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», заместитель декана факультета наук о материалах
19.	Гурин Нектарий Тимофеевич	Доктор физико-математических наук, профессор, первый проректор-проректор по учебной работе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Ульяновский государственный университет, заведующий кафедрой радиофизики и электроники
20.	Гурович Борис Аронович	Заместитель руководителя Комплекса по реакторным материалам и технологиям НИЦ «Курчатовский институт», д.т.н.
21.	Добаткин Сергей Владимирович	Д.т.н., профессор, заведующий лабораторией металловедения цветных и легких металлов Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН
22.	Жеребцов Сергей Валерьевич	Д.т.н., доцент, заведующий кафедрой материаловедения и нанотехнологий Института инженерных технологий и естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный

		исследовательский университет»
23.	Жуков Андрей Александрович	Д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Технологии производства приборов и информационных систем управления летательных аппаратов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского»
24.	Зайцев Сергей Аркадьевич	К.ф.-м.н., инженер-исследователь Центра коллективного пользования уникальным научным оборудованием в области нанотехнологий (ЦКП МФТИ), Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
25.	Звонов Сергей Юрьевич	К.т.н., доцент кафедры обработки металлов давлением Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)"
26.	Зубцов Дмитрий Александрович	К.ф.-м.н., проректор по учебной и методической работе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
27.	Иванов Виктор Владимирович	Д.ф.-м.н., профессор, декан факультета физической и квантовой электроники, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
28.	Игнатов Александр Николаевич	К.т.н., профессор, заведующий кафедрой технической электроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
29.	Ильин Александр Петрович	Д.ф.-м.н., профессор кафедры общей и неорганической химии Института физики высоких технологий, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
30.	Исламгалиев Ринат Кадыханович	Д.х.н., профессор кафедры нанотехнологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Уфимский государственный авиационный технический университет»
31.	Калошкин Сергей Дмитриевич	Д.ф.-м.н., профессор, директор Института новых материалов и нанотехнологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»»
32.	Колобов Юрий Романович	Д.ф.м.н., профессор, заведующий кафедрой Наноматериалов и нанотехнологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» на базе Научного центра РАН в Черноголовке
33.	Корляков Андрей Владимирович	Секретарь НМС, д.т.н., директор НОЦ «Нанотехнологии», проф. кафедры микро- и нанoeлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)
34.	Королёва Марина Юрьевна	Заместитель председателя НМС по направлениям «Наноматериалы» (бакалавриат, магистратура) , д.х.н., профессор кафедры наноматериалов и нанотехнологий РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва
35.	Костишко Борис Михайлович	Д.ф.-м.н., профессор, ректор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Ульяновский государственный университет, заведующий кафедрой физических методов в прикладных исследованиях
36.	Кудряшов Антон Владимирович	Заместитель декана факультета физической и квантовой электроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
37.	Лукьянова Елена Александровна	К.т.н., старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН
38.	Лупал Михаил Владимирович	К.ф.-м.н., руководитель отдела технологии и обслуживания оборудования ООО «Оптоган»

39.	Лучинин Виктор Викторович	Председатель НМС по направлению: «Нанотехнологии и микросистемная техника» (бакалавриат и магистратура) , д.т.н., профессор, директор Центра микротехнологии и диагностики, заведующий кафедрой микро- и нанoeлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)
40.	Лямина Галина Владимировна	Заместитель председателя НМС по направлениям «Наноматериалы» (бакалавриат, магистратура) , к.х.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
41.	Лямкин Алексей Иванович	Д.ф.-м.н, профессор, зав. кафедрой физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет»
42.	Малахов Андрей Анатольевич	К.т.н., «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
43.	Мамойленко Сергей Николаевич	Д.т.н., профессор, и.о. проректора по учебной работе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
44.	Морозов Валентин Васильевич	Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Технология машиностроения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)
45.	Ниндакова Лидия Очировна	Д.х.н., старший научный сотрудник, профессор кафедры физики и нанотехнологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Иркутский государственный национальный технический университет»
46.	Новикова Екатерина Анатольевна	К.х.н., доцент кафедры химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)"
47.	Обабков Николай Васильевич	Председатель НМС по направлению «Наносистемы и наноматериалы» (магистратура), «Нанотехнологии и наноматериалы» (аспирантура) , д.т.н., профессор кафедры редких металлов и наноматериалов Физико-технологического института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
48.	Овечкин Борис Борисович	К.т.н., доцент кафедры материаловедения в машиностроении Института физики высоких технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
49.	Очин Олег Федорович	Д.э.н., советник по образовательным и инновационным проектам Генерального директора ООО НТО «ИРЭ-Полус»
50.	Панфилов Юрий Васильевич	Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электронные технологии в машиностроении» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)
51.	Платонов Игорь Артемьевич	Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)"
52.	Поляков Вадим Витальевич	К.т.н., заведующий кафедрой нанотехнологий и микросистемной техники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Южный федеральный университет"
53.	Разумовская Ирина Васильевна	Д.х.н., к.ф.-м.н., профессор кафедры теоретической физики, научный руководитель УНЦ функциональных и наноматериалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский педагогический государственный университет
54.	Рева Виктор Петрович	К.т.н., доцент кафедры Материаловедения и технологии материалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования Дальневосточный федеральный университет

55.	Резаханов Ражудин Насретдинович	К.ф.-м.н., с.н.с., начальник отдела нанотехнологий Государственного научного центра Российской Федерации — федерального государственного унитарного предприятия «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша»
56.	Сидорина Александра Игоревна	К.т.н., и.о. с.н.с. лаборатории № 16 «Лаборатория углепластиков и органиков» Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов»
57.	Слепцов Владимир Владимирович	Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Радиоэлектроника, телекоммуникации и нанотехнологии» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского»
58.	Стогней Олег Владимирович	Д.ф.-м.н., профессор кафедры Физики твердого тела факультета радиотехники и электроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Воронежский государственный технический университет (ВГТУ)"
59.	Твердохлебов Сергей Иванович	К.ф.-м.н., доцент кафедры экспериментальной физики Физико-технического института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
60.	Тимошенков Сергей Петрович	Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой микроэлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»
61.	Троян Павел Ефимович	Заместитель председателя НМС по направлению: «Нанотехнологии и микросистемная техника» (бакалавриат и магистратура) , д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Физической электроники, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»
62.	Трушин Максим Валерьевич	PhD Branderburgische Technische Universitaet, PhD СПбГУ, ассистент Кафедры электроники твердого тела, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (СПбГУ)
63.	Удовиченко Сергей Юрьевич	Д.ф.-м.н., профессор, руководитель НОЦ «Нанотехнологии» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тюменский государственный университет»
64.	Фадеева Наталья Евгеньевна	К.т.н., доцент, заместитель заведующего кафедрой технической электроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
65.	Фармаковский Борис Владимирович	К.т.н., доцент, ученый секретарь Федерального государственного унитарного предприятия "Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов "Прометей"
66.	Федоров Константин Михайлович	Д.ф.-м.н., профессор, директор Физико-технического института Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский государственный университет»
67.	Хасанов Олег Леонидович	Председатель НМС по направлению «Наноматериалы» (бакалавриат и магистратура) , д.т.н., профессор, заведующий кафедрой наноматериалов и нанотехнологий, директор Научно-образовательного инновационного центра "Наноматериалы и нанотехнологии" Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
68.	Хотимченко Сергей Анатольевич	Д.м.н., профессор, вр.и.о. заместителя директора Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт питания»
69.	Чарная Елена Владимировна	Д.ф.-м.н., профессор кафедры физики твердого тела Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»
70.	Чижов Юрий Владимирович	Д.ф.-м.н., профессор с возложенными обязанностями заведующего кафедрой фотоники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»
71.	Чулкова Галина Меркурьевна	Д.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры общей и экспериментальной физики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский педагогический

		государственный университет
72.	Шахнов Вадим Анатольевич	Председатель НМС по направлению: «Наноинженерия» (бакалавриат и магистратура) , д.т.н., профессор, чл.-корр. РАН, заведующий кафедрой «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)
73.	Шашурин Василий Дмитриевич	Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технологии приборостроения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)
74.	Шаяхметов Ульфат Шайхизаманович	Д.т.н., профессор, генеральный директор ООО «Керам»
75.	Шешин Евгений Павлович	Д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры вакуумной электроники, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
76.	Юзюк Юрий Иванович	Д.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой «Нанотехнология» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Южный федеральный университет"
77.	Юртов Евгений Васильевич	Д.х.н., профессор, член-корр. РАН, и.о. ректора Российского химико-технологического университета (РХТУ) имени Д.И. Менделеева

Приложение 3

УТВЕРЖДАЮ
Председатель УМО по УГСН
28.00.00 «Нанотехнологии и
наноматериалы»

_____ С.В. Панин
«__» _____ 2016 г.

Состав научно-методических советов и рабочих групп по разработке и экспертизе ПрООП, ФОС, ФГОС (по представлениям от вузов и организаций)

- 1. Научно-методический совет по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника» (28.03.01 бакалавриат и 28.04.01 магистратура)**
 - Председатель НМС Лучинин Виктор Викторович, д.т.н., профессор, директор Центра микротехнологии и диагностики, заведующий кафедрой микро- и наноэлектроники, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
 - Заместитель председателя Троян Павел Ефимович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Физической электроники, Директор департамента образования (Проректор по учебной работе) ТУСУР, г. Томск

Рабочая группа по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника» (бакалавриат) по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС:

1. Шешин Евгений Павлович, д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры вакуумной электроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
2. Зайцев Сергей Аркадьевич, к.ф.-м.н., инженер-исследователь Центра коллективного пользования уникальным научным оборудованием в области нанотехнологий (ЦКП МФТИ) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
3. Бердинский Александр Серафимович, к.т.н., доцент кафедры полупроводниковых приборов и микроэлектроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Новосибирский государственный технический университет
4. Левицкий Алексей Александрович, к.ф.м.-н., доцент, заведующий кафедрой приборостроения и наноэлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет»
5. Патрушева Тамара Николаевна, д.т.н., профессор, доцент кафедры приборостроения и наноэлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет»
6. Чулкова Галина Меркурьевна, д.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры общей и экспериментальной физики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский педагогический государственный университет

7. Александров Анатолий Иванович, д.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой экспериментальной и технической физики физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Ивановский государственный университет"
8. Шахнов Вадим Анатольевич, д.т.н., профессор, чл.-корр. РАН, заведующий кафедрой «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)
9. Мошников Вячеслав Алексеевич, д.ф.-м.н., профессор кафедры микро- и нанoeлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)
10. Тарасов Сергей Александрович, к.ф.-м.н., доцент кафедры микро- и нанoeлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)
11. Корляков Андрей Владимирович, д.т.н., профессор кафедры микро- и нанoeлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)
12. Марасина Лариса Алексеевна, к.т.н., доцент кафедры микро- и нанoeлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)
13. Годымчук Анна Юрьевна, к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
14. Агеев Олег Алексеевич, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Института нанотехнологий, электроники и приборостроения Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Южный федеральный университет"
15. Поляков Вадим Витальевич, к.т.н., заведующий кафедрой нанотехнологий и микросистемной техники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Южный федеральный университет"

Рабочая группа по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника» (магистратура) по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС:

1. Шешин Евгений Павлович, д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры вакуумной электроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
2. Зайцев Сергей Аркадьевич, к.ф.-м.н., инженер-исследователь Центра коллективного пользования уникальным научным оборудованием в области нанотехнологий (ЦКП МФТИ) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»

3. Бердинский Александр Серафимович, к.т.н., доцент кафедры полупроводниковых приборов и микроэлектроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Новосибирский государственный технический университет
4. Кучерик Алексей Олегович, к.ф.-м.н., доцент, в.н.с., директор Инновационного научно-образовательного центра Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)
5. Левицкий Алексей Александрович, к.ф.м.-н., доцент, заведующий кафедрой приборостроения и наноэлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет»
6. Патрушева Тамара Николаевна, д.т.н., профессор, доцент кафедры приборостроения и наноэлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет»
7. Чулкова Галина Меркурьевна, д.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры общей и экспериментальной физики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский педагогический государственный университет
8. Александров Анатолий Иванович, д.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой экспериментальной и технической физики физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Ивановский государственный университет"
9. Шахнов Вадим Анатольевич, д.т.н., профессор, чл.-корр. РАН, заведующий кафедрой «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)
10. Мошников Вячеслав Алексеевич, д.ф.-м.н., профессор кафедры микроэлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»),
11. Корляков Андрей Владимирович, д.т.н., профессор кафедры микро- и наноэлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)
12. Марасина Лариса Алексеевна, к.т.н., доцент кафедры микро- и наноэлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)
13. Годымчук Анна Юрьевна, к.т.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
14. Агеев Олег Алексеевич, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Института нанотехнологий, электроники и приборостроения Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Южный федеральный университет"

2. Научно-методический совет по направлению «Наноинженерия» (28.03.02 бакалавриат и 28.04.02 магистратура)

- Председатель НМС Шахнов Вадим Анатольевич, д.т.н., профессор, чл.-корр. РАН, заведующий кафедрой «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
- Заместитель председателя Батаев Анатолий Андреевич, д.т.н., ректор НГТУ, Новосибирск

Рабочая группа по направлению «Наноинженерия» (бакалавриат) по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС :

1. Бучельников Василий Дмитриевич, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой физики конденсированного состояния Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Челябинский государственный университет»
2. Жданов Алексей Валерьевич, к.т.н., доцент кафедры "Технология машиностроения" Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)
3. Иванов Виктор Владимирович, д.ф.-м.н., профессор, декан факультета физической и квантовой электроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
4. Кудряшов Антон Владимирович, заместитель декана факультета физической и квантовой электроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
5. Панфилов Юрий Васильевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электронные технологии в машиностроении» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)
6. Буров Владимир Григорьевич, д.т.н., профессор кафедры материаловедения в машиностроении Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Новосибирский государственный технический университет
7. Платонов Игорь Артемьевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)"
8. Новикова Екатерина Анатольевна, к.х.н., доцент кафедры химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)"
9. Звонов Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент кафедры обработки металлов давлением Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)"

Рабочая группа по направлению «Наноинженерия» (магистратура) по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС:

1. Бучельников Василий Дмитриевич, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой физики конденсированного состояния Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Челябинский государственный университет»
2. Иванов Виктор Владимирович, д.ф.-м.н., профессор, декан факультета физической и квантовой электроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
3. Кудряшов Антон Владимирович, заместитель декана факультета физической и квантовой электроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
4. Панфилов Юрий Васильевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электронные технологии в машиностроении» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)
5. Платонов Игорь Артемьевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)"
6. Новикова Екатерина Анатольевна, к.х.н., доцент кафедры химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)"
7. Звонов Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент кафедры обработки металлов давлением Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)"
8. Овечкин Борис Борисович, к.т.н., доцент кафедры материаловедения в машиностроении Института физики высоких технологий, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

3. Научно-методический совет по направлению «Наноматериалы» (28.03.03 бакалавриат и 28.04.03 магистратура):

- Председатель НМС Хасанов Олег Леонидович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой наноматериалов и нанотехнологий, директор Научно-образовательного инновационного центра «Наноматериалы и нанотехнологии» ТПУ, г. Томск
- Заместитель председателя Королёва Марина Юрьевна, д.х.н., профессор кафедры наноматериалов и нанотехнологий РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва
- Заместитель председателя Лямина Галина Владимировна, к.х.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий ТПУ, г. Томск

Рабочая группа по направлению «Нanomатериалы» (бакалавриат) по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС:

1. Шешин Евгений Павлович, д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры вакуумной электроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
2. Зайцев Сергей Аркадьевич, к.ф.-м.н., инженер-исследователь Центра коллективного пользования уникальным научным оборудованием в области нанотехнологий (ЦКП МФТИ) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
3. Сидорина Александра Игоревна, к.т.н., и.о. с.н.с. лаборатории № 16 «Лаборатория углепластиков и органитов» Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов»
4. Гмошинский Иван Всеволодович, д.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи
5. Лямина Галина Владимировна, к.х.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
6. Верещагин Владимир Иванович, д.т.н., профессор, профессор кафедры технологии силикатов и наноматериалов Института физики высоких технологий, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Направление «Нanomатериалы» (магистратура) по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС:

1. Шешин Евгений Павлович, д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры вакуумной электроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
2. Зайцев Сергей Аркадьевич, к.ф.-м.н., инженер-исследователь Центра коллективного пользования уникальным научным оборудованием в области нанотехнологий (ЦКП МФТИ) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
3. Кузнецов Павел Алексеевич, д.т.н., начальник отдела Федерального государственного унитарного предприятия "Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов "Прометей"
4. Красиков Алексей Владимирович, к.х.н., заместитель начальника отдела Федерального государственного унитарного предприятия "Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов "Прометей"
5. Сидорина Александра Игоревна, К.т.н., и.о. с.н.с. лаборатории № 16 «Лаборатория углепластиков и органитов» Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов»
6. Гмошинский Иван Всеволодович, д.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий Федерального

государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи

7. Лямина Галина Владимировна, к.х.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
8. Верещагин Владимир Иванович, д.т.н., профессор, профессор кафедры технологии силикатов и наноматериалов Института физики высоких технологий, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

4. Научно-методический совет по направлениям «Наносистемы и наноматериалы» (28.04.03 магистратура), «Нанотехнологии и наноматериалы» (28.06.01 аспирантура):

- Председатель НМС Обабков Николай Васильевич, д.т.н., профессор кафедры редких металлов и наноматериалов Физико-технологического института УрФУ, Екатеринбург
- Заместитель председателя Астахов Михаил Васильевич, д.х.н., профессор, заведующий кафедрой физической химии МИСиС, Москва

Рабочая группа по направлению «Наносистемы и наноматериалы» (магистратура) по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС:

1. Иванов Виктор Владимирович, д.ф.-м.н., профессор, декан факультета физической и квантовой электроники, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
2. Разумовская Ирина Васильевна, д.х.н., к.ф.-м.н., профессор кафедры теоретической физики, научный руководитель УНЦ функциональных и наноматериалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский педагогический государственный университет
3. Кудряшов Антон Владимирович, заместитель декана факультета физической и квантовой электроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
4. Гмошинский Иван Всеволодович, д.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи
5. Борман Владимир Дмитриевич, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой молекулярной физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Рабочая группа по направлению «Нанотехнологии и наноматериалы» (аспирантура) по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС:

1. Иванов Виктор Владимирович, д.ф.-м.н., профессор, декан факультета физической и квантовой электроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»

2. Разумовская Ирина Васильевна, д.х.н., к.ф.-м.н., профессор кафедры теоретической физики, научный руководитель УНЦ функциональных и наноматериалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский педагогический государственный университет
3. Кудряшов Антон Владимирович, заместитель декана факультета физической и квантовой электроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
4. Гмошинский Иван Всеволодович, д.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи
5. Ильин Александр Петрович, д.ф.-м.н., профессор кафедры общей и неорганической химии Института физики высоких технологий, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
6. Борман Владимир Дмитриевич, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой молекулярной физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

УТВЕРЖДАЮ
 Председатель УМО по УГСН 28.00.00
 «Нанотехнологии и наноматериалы»
 _____ С.В. Панин
 «__» _____ 2016 г.

**План работы Федерального учебно-методического объединения
 по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки
 высшего образования 28.00.00 «Нанотехнологии и наноматериалы»**

№	Мероприятие	Срок
1.	Разработка проекта ФГОС 3++ и проекта ПрООП по направлению 28.03.03 Наноматериалы	31 мая
2.	Разработка сайта ФУМО (отв. – уч.секретарь ФУМО)	11 июня
3.	Разработка проектов ФГОС 3++ и ПрООП по другим направления и специальностям подготовки высшего образования, закрепленных за ФУМО 28.00.00:	
	• Соотнесение профессиональных стандартов из Реестра http://profstandart.rosmintrud.ru/ с направлениями и уровнями подготовки по УГСН 28.00.00 (отв. – председатель ФУМО)	15 июня
	• Вебинары для разработчиков ФГОС 3++ и ПрООП (отв. – ТПУ, по рассылке)	15-29 июня
	• Первый вариант проектов ФГОС 3++ и ПрООП – на сайт ФУМО, в форум для обсуждения (отв. – председатели НМС ФУМО)	15 июля
	• Взаимное обсуждение проектов ФГОС 3++ и ПрООП (отв. – председатели НМС ФУМО)	29 июля
	• Устранение замечаний по результатам взаимного обсуждения (отв. – председатели НМС ФУМО)	12 августа
	• Размещение проектов на сайте http://fgosvo.ru/ (отв. – уч.секретарь ФУМО)	19 августа
	• Доработка проектов по замечаниям МОН и экспертов (отв. – председатели НМС ФУМО)	1 октября
4.	Организация и проведение второго заседания ФУМО (Москва, АО «РОСНАНО»), обсуждение результатов работы за 2016 г. , плана работы на 2017 г.	октябрь 2016 г

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ****УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
БАКАЛАВРИАТ****НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
28.03.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ****I. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Настоящий федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования представляет собой совокупность требований, обязательных при реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования - программ бакалавриата по направлению подготовки **28.03.03 Наноматериалы** (далее соответственно - программа бакалавриата).

II. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем федеральном государственном образовательном стандарте используются следующие сокращения:

ФГОС ВО - федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования;
сетевая форма - сетевая форма реализации образовательных программ;
УК - универсальные компетенции;
ОПК - общепрофессиональные компетенции;
ПК - профессиональные компетенции.

III. ХАРАКТЕРИСТИКА НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ

3.1. Получение образования по программе бакалавриата допускается только в образовательной организации высшего образования (далее - Организация).

3.2. Обучение по программе бакалавриата в Организации может осуществляться в: очной, очно-заочной и заочной формах.

Объем программы бакалавриата составляет 240 зачетных единиц (далее - з.е.), вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы бакалавриата с использованием сетевой формы, реализации программы бакалавриата по индивидуальному учебному плану, в том числе ускоренного обучения.

3.3. При реализации программы бакалавриата Организация вправе применять электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

При обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

3.4. Реализация программы бакалавриата возможна с использованием сетевой формы.

3.5. Срок получения образования по программе бакалавриата:

в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, вне зависимости от применяемых образовательных технологий, составляет 4 года. Объем программы бакалавриата в очной форме обучения, реализуемый за один учебный год, составляет 60 з.е.;

в очно-заочной или заочной формах обучения вне зависимости от применяемых образовательных технологий, увеличивается не менее чем на 6 месяцев и не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования по очной форме обучения;

при обучении по индивидуальному учебному плану, вне зависимости от формы обучения, составляет не более срока получения образования, установленного для соответствующей формы обучения, а при обучении по индивидуальному учебному плану инвалидов может быть увеличен по их заявлению не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования для соответствующей формы обучения. Объем программы бакалавриата за один учебный год при обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе ускоренного обучения, вне зависимости от формы обучения не может составлять более 75 з.е.;

при реализации программы бакалавриата в сетевой форме, вне зависимости от применяемых образовательных технологий, может быть увеличен не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования для соответствующей формы обучения, при условии сохранения общего объема финансирования реализации программы.

Конкретный срок получения образования и объем программы бакалавриата, реализуемый за один учебный год в очно-заочной или заочной формах обучения, а также по индивидуальному учебному плану определяются Организацией самостоятельно в пределах сроков, установленных настоящим пунктом.

3.6. Образовательная деятельность по программе бакалавриата осуществляется на государственном

языке Российской Федерации, если иное не определено локальным нормативным актом Организации.

IV. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ, ОСВОИВШИХ ПРОГРАММУ БАКАЛАВРИАТА

4.1. Области профессиональной деятельности, входящие в Реестр профессиональных стандартов (перечень видов профессиональной деятельности), утвержденный Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации, в которых выпускники, освоившие программу бакалавриата, могут осуществлять профессиональную деятельность: «Химическое, химико-технологическое производство», «Металлургическое производство», «Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования», «Образование», а также в сферах производства наноструктурированных керамических, композитных, полимерных и биоматериалов, проведения модификации свойств и измерений параметров наноматериалов и наноструктур, в сфере научных исследований.

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность и в других областях и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

Выпускники могут решать задачи профессиональной деятельности следующих типов: научно-исследовательские и расчетно-аналитические, производственные и проектно-технологические, организационно-управленческие, педагогические.

4.2. При разработке программы бакалавриата Организация с учётом соответствующей примерной основной образовательной программы ориентирует программы бакалавриата на:

область (области) и (или) сферу (сферы) профессиональной деятельности выпускников,

тип (типы) задач и задачи профессиональной деятельности выпускников;

при необходимости – на объекты профессиональной деятельности выпускников или область (области) знания.

4.3. В зависимости от установленной согласно п. 4.2 направленности разрабатываемой программы бакалавриата Организация осуществляет выбор соответствующих профессиональной деятельности выпускников профессиональных стандартов (при наличии) из примерной основной профессиональной образовательной программы.

При этом из каждого выбранного профессионального стандарта Организация вправе выбрать одну или несколько обобщённых трудовых функций, полностью или частично, в соответствии с установленным для обобщённой(ых) трудовой(ых) функции(ий) квалификационным уровнем, а также закреплёнными в обобщённой(ых) трудовой(ых) функции(ий) требованиями к образованию и обучению.

4.4. Программа бакалавриата может иметь направленность (профиль), конкретизирующую ее ориентацию на конкретные области и (или) сферы, и (или) задачи, и (или) объекты профессиональной деятельности и (или) области знания в рамках направления подготовки.

V. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

5.1. В результате освоения программы бакалавриата у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

5.2. Выпускник, освоивший программу бакалавриата должен обладать следующими универсальными компетенциями:

Наименование категории компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника программы бакалавриата
Гражданская позиция	УК-0. Способен анализировать основные этапы и закономерности исторического развития России, её место и роль в современном мире для формирования гражданской позиции и развития патриотизма
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход, основанный на научном мировоззрении, для решения поставленных задач
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
Коммуникация	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном(ых) и иностранном(ых) языках
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
Самоорганизация и саморазвитие	УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов

(в т.ч. здоровьесбережение)	образования в течение всей жизни
	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
Экономическая культура	УК-8. Способен принимать обоснованные и ответственные решения в сфере личных финансов
Правовая культура	УК-9. Способен принимать обоснованные и ответственные решения в сфере правовых отношений
Безопасность жизнедеятельности	УК-10. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций

5.3. Выпускник, освоивший программу бакалавриата должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.

ОПК-2. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов.

ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

ОПК-4. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности

ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии.

ОПК-6. Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил.

ОПК-7. Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноматериалов.

5.4. Организация выбирает базовый перечень профессиональных компетенций из примерной основной образовательной программы с учетом направленности этой программы, согласно п. 4.2 настоящего ФГОС ВО. Организация вправе добавить к базовому перечню профессиональных компетенций дополнительные профессиональные компетенции на основе форсайт-анализа требований к компетенциям, предъявляемых к выпускникам данного направления подготовки на рынке труда, анализа рынка труда, общения зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники основных профессиональных образовательных программ в рамках данного направления подготовки, иных источников.

5.5. Совокупность всех универсальных и общепрофессиональных компетенций выпускника, установленных настоящим ФГОС ВО, а также всех профессиональных компетенций выпускника, установленных Организацией для программы бакалавриата, должна обеспечивать выпускнику способность осуществлять профессиональную деятельность не менее чем в одной области (сфере) профессиональной деятельности, решая при этом не менее одного типа задач профессиональной деятельности, указанных в п.4.1. настоящего ФГОС ВО.

5.6. Организация самостоятельно планирует результаты обучения по отдельным дисциплинам (модулям) и практикам, которые должны быть соотнесены с требуемыми результатами освоения программы бакалавриата (компетенциями выпускника). Совокупность запланированных результатов обучения должна обеспечивать выпускнику достижение всех универсальных и общепрофессиональных компетенций, установленных настоящим ФГОС ВО, а также всех профессиональных компетенций, установленных Организацией в соответствии с п.5.4 настоящего ФГОС ВО.

VI. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

6.1. Структура программы бакалавриата включает базовую часть и вариативную часть. Базовая часть программы бакалавриата формируется с учетом примерной основной образовательной программы и является инвариантом содержания подготовки обучающихся в рамках одного направления. Вариативная часть формируется Организацией самостоятельно.

Соотношение объемов базовой части и вариативной части программы Организация определяет с учетом соответствующей примерной основной образовательной программы.

6.2. Структура программы бакалавриата, представленная в таблице, включает следующие блоки.

Блок 1 "Дисциплины (модули)", который включает дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы, и дисциплины (модули), относящиеся к ее вариативной части.

Блок 2 "Практика", который включает практики, относящиеся к базовой части программы и (или) к вариативной части программы.

Блок 3 "Государственная итоговая аттестация".

Структура и объем программы бакалавриата

Таблица

Структура программы бакалавриата		Объем программы бакалавриата и ее структурных блоков в з.е.
Блок 1	Дисциплины (модули)	не менее 180
Блок 2	Практика	не менее 18
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	6-9
Объем программы бакалавриата		240

6.3. Перечень, содержание, объем и порядок реализации дисциплин (модулей) и практик программы бакалавриата организация определяет с учетом соответствующей примерной основной образовательной программы.

6.4. Обязательными дисциплинами (модулями) в рамках базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" являются: «Философия», «История России», «Иностранный язык», «Безопасность жизнедеятельности».

6.5. Программа бакалавриата предусматривает освоение дисциплины (модуля) "Физическая культура" в объеме не менее 400 академических часов. Указанные академические часы в зачетные единицы не переводятся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья Организация устанавливает особый порядок освоения дисциплины (модуля) "Физическая культура" с учетом состояния их здоровья.

6.6. В Блок 2 "Практика" входят учебная, производственная и **преддипломная** практики.

Способы проведения практики:

стационарная;

выездная.

При разработке программ бакалавриата Организация устанавливает типы и объемы учебной и производственной практик в зависимости от направленности программы бакалавриата, а также с учетом соответствующей примерной основной образовательной программы.

Учебная и (или) производственная практики могут проводиться в профильных структурных подразделениях Организации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест прохождения практик должен учитывать состояние здоровья и требования по доступности.

6.7. В Блок 3 "Государственная итоговая аттестация" входит защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, а также подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (если Организация включила государственный экзамен в состав государственной итоговой аттестации).

6.8. Программы бакалавриата, содержащие сведения, составляющие государственную тайну, разрабатываются и реализуются с соблюдением требований, предусмотренных законодательством Российской Федерации и нормативными правовыми актами в области защиты государственной тайны.

6.9. Реализация части (частей) программы бакалавриата и государственной итоговой аттестации, содержащих научно-техническую информацию, подлежащую экспортному контролю, и в рамках которой (которых) до обучающихся доводятся сведения ограниченного доступа, и (или) в учебных целях используются секретные образцы вооружения, военной техники, их комплектующие изделия, не допускается с применением дистанционных образовательных технологий.

6.10. Учебный план и календарный учебный график освоения программы бакалавриата должны обеспечивать логическую последовательность достижения результатов обучения по отдельным дисциплинам (модулям) и практикам, соотнесенных с требуемыми результатами освоения программы бакалавриата (компетенциями выпускников).

6.11. При разработке программы бакалавриата обучающимся обеспечивается возможность освоения дисциплин (модулей) по выбору в объеме не менее 30 процентов от объема вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)".

6.12. Инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (по их заявлению) должна быть предоставлена возможность обучения по образовательной программе, адаптированной с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и при необходимости обеспечивающей коррекцию нарушений развития и социальную адаптацию указанных лиц.

6.13. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем в целом по Блоку 1 "Дисциплины (модули)", при освоении программы бакалавриата должно составлять:

по очной форме обучения не менее 50 процентов от общего количества часов, отведенных на реализацию данного Блока;

по очно-заочной форме обучения не менее 30 процентов от общего количества часов, отведенных на

реализацию данного Блока;

по заочной форме обучения не менее 7 процентов от общего количества часов, отведенных на реализацию данного Блока;

Количество часов, выделенных Организацией на проведение занятий лекционного и семинарского типа, самостоятельную работу, а также иные виды учебных занятий обучающихся по отдельным дисциплинам (модулям), должно обеспечивать достижение запланированных результатов обучения.

6.14. В учебном году устанавливаются каникулы общей продолжительностью не менее 7 недель, в том числе не менее 2 недель в зимний и (или) весенний период.

VII. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

7.1. Общесистемные требования и требования к учебно-методическому обеспечению программы бакалавриата.

7.1.1. Организация должна осуществлять образовательную деятельность по программе бакалавриата с учетом требований Федерального закона от 29.12.2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и нормативных правовых актов федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере образования.

7.1.2. Образовательная программа представляет собой комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты), организационно-педагогических условий, форм аттестации, который представлен в виде общей характеристики образовательной программы, учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ дисциплин (модулей), программ практик, оценочных средств, методических материалов, иных компонентов, включенных в состав образовательной программы по решению организации.

7.1.3. Организация разрабатывает образовательную программу в форме комплекта документов, который ежегодно обновляется с учетом развития науки, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы.

Каждый компонент образовательной программы разрабатывается в форме единого документа или комплекта документов.

7.1.4. Оценочные средства представляются в виде фондов оценочных средств для промежуточной аттестации обучающихся и для итоговой (государственной итоговой) аттестации.

Фонды оценочных средств для промежуточной аттестации обучающихся и для итоговой (государственной итоговой) аттестации должны быть согласованы с работодателями или объединениями работодателей и иметь рецензию федерального учебно-методического объединения 28.00.00 Нанотехнологии и наноматериалы.

7.1.5. Каждый обучающийся в течение всего периода обучения должен быть обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде Организации, включающей одну или несколько электронно-библиотечных систем (электронных библиотек), из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), как на территории Организации, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда Организации должна обеспечивать:

доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах;

формирование электронного портфолио обучающихся.

В случае реализации образовательных программ исключительно с применением дистанционных образовательных технологий электронная информационно-образовательная среда Организации должна дополнительно обеспечивать:

фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации обучающихся и результатов освоения ими программы бакалавриата;

проведение всех видов занятий и процедур оценки результатов обучения, предусмотренных программой бакалавриата;

взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет".

Функционирование электронной информационно-образовательной среды должно обеспечиваться соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и работниками, имеющими соответствующую квалификацию. Функционирование электронной информационно-образовательной среды должно соответствовать законодательству Российской Федерации.

7.1.6. В случае реализации программы бакалавриата в сетевой форме выполнение требований к условиям реализации программы бакалавриата обеспечивается совокупностью ресурсов материально-технического и учебно-методического обеспечения, предоставляемых организациями, участвующими в реализации программы бакалавриата в сетевой форме.

7.1.7. В случае реализации программы бакалавриата на созданных в иных организациях кафедрах

(иных структурных подразделениях) Организации выполнение требований к условиям реализации программы бакалавриата обеспечиваются совокупностью ресурсов указанных организаций.

7.1.8. Каждая дисциплина (модуль) должна быть обеспечена рецензированными учебными изданиями, соответствующими современному уровню развития науки и техники, перечень которых указывается в рабочих программах дисциплин в качестве основной литературы.

Обучающимся должно быть предоставлено право бесплатного свободного пользования печатными и (или) электронными учебными изданиями, указанными в рабочих программах дисциплин (модулей) и практик, размещенных в электронно-библиотечной системе электронной информационно-образовательной среды Организации и (или) библиотечном фонде Организации. При использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд Организации должен быть укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не менее 25 экземпляров каждого из изданий дополнительной литературы на 100 обучающихся. Если электронная версия печатного издания находится в свободном для обучающихся доступе в электронно-библиотечной системе электронной информационно-образовательной среды Организации, то требование к укомплектованности этим печатным изданием считается выполненным вне зависимости от количества печатных экземпляров издания.

7.1.9. Организация должна быть обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей)).

7.1.10. Электронная информационно-образовательная среда, включающая электронно-библиотечные системы (электронную библиотеку), должна обеспечивать одновременный доступ не менее 25 процентов обучающихся по программе бакалавриата.

7.1.11. Обучающимся должен быть обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, перечень которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

7.1.12. Обучающиеся из числа инвалидов должны быть обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

7.2. Требования к кадровым условиям реализации программы бакалавриата.

7.2.1. Реализация программы бакалавриата обеспечивается руководителями и научно-педагогическими работниками Организации, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы бакалавриата на условиях гражданско-правового договора. Доля лиц (в приведенных к целочисленным значениям ставок), привлекаемых на условиях гражданско-правового договора, не должна превышать в общем количестве лиц, привлекаемых к реализации программы бакалавриата, 30 процентов.

7.2.2. Квалификация научно-педагогических работников Организации должна отвечать квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках (при наличии), и (или) профессиональным стандартам (при наличии).

7.2.3. Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), ведущих научно-методическую и (или) практическую деятельность, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модуля), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих Блок 1 "Дисциплины (модули)" программы бакалавриата, должна составлять не менее 80 процентов.

7.2.4. Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу бакалавриата, должна быть не менее 65 процентов.

7.2.5. Доля работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой программы бакалавриата (имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 3 лет), в общем числе работников, реализующих программу бакалавриата, устанавливается в примерной основной образовательной программе в зависимости от ее направленности (профиля).

7.3. Требования к материально-техническому обеспечению программы бакалавриата.

7.3.1. Организация должна располагать на праве собственности или ином законном основании материально-технической базой (зданиями, помещениями, оборудованием), обеспечивающей реализацию всех Блоков программы бакалавриата, предусмотренных учебным планом, и соответствующей санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Минимальные требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению определяются примерной основной образовательной программой.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Организации.

Допускается замена специального оборудования его виртуальными аналогами, позволяющими обучающимся получать знания, умения и навыки, предусмотренные программой бакалавриата.

Ограничения возможного применения виртуальных аналогов специализированного оборудования устанавливаются примерной основной образовательной программой.

7.4. Требования к финансовым условиям реализации программы бакалавриата.

7.4.1. Финансовое обеспечение реализации программы бакалавриата должно осуществляться в объеме не ниже установленных Министерством образования и науки Российской Федерации базовых нормативных затрат на оказание государственной услуги в сфере образования для данного уровня образования и направления подготовки с учетом корректирующих коэффициентов, учитывающих специфику образовательных программ в соответствии с Методикой определения нормативных затрат на оказание государственных услуг по реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ высшего образования по специальностям и направлениям подготовки, утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации.

VIII. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

8.1. Качество программы бакалавриата определяется в рамках внутренней и внешней оценки.

8.2. В целях совершенствования программы бакалавриата Организация ежегодно проводит внутреннюю оценку качества программы бакалавриата и ее реализации, для участия в которой может привлекать юридических и (или) физических лиц, в том числе работодателей.

8.3. В рамках внутренней оценки качества программы бакалавриата и ее реализации обучающимся и профессорско-преподавательскому составу должна быть предоставлена возможность оценивания содержания, организации и качества образовательного процесса.

8.4. Внешняя оценка качества программы бакалавриата и ее реализации осуществляется в рамках процедуры государственной аккредитации. Предметом аккредитационной экспертизы является определение соответствия содержания и качества подготовки обучающихся в организации, осуществляющей образовательную деятельность по заявленным для государственной аккредитации образовательным программам, федеральным государственным образовательным стандартам.

8.5. Добровольная внешняя оценка качества программы бакалавриата и ее реализации может осуществляться при проведении работодателями и (или) их объединениями профессионально-общественной аккредитации с целью признания качества и уровня подготовки выпускников, освоивших такую образовательную программу отвечающими требованиям профессиональных стандартов, требованиям рынка труда к специалистам, рабочим и служащим соответствующего профиля.

Сведения об имеющейся у Организации профессионально-общественной аккредитации рассматриваются при проведении государственной аккредитации.

8.6. Добровольная внешняя оценка и признание уровня деятельности Организации соответствующим критериям и требованиям российских, иностранных и международных организаций, может осуществляться при проведении общественной аккредитации.

8.7. Качество освоения программы бакалавриата определяется в результате оценки степени достижения планируемых результатов программы бакалавриата.

8.8. Оценка качества освоения программы бакалавриата обучающимися включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и итоговую (государственную итоговую) аттестацию.

8.9. Организация должна разработать порядок допуска к процедурам промежуточной аттестации обучающихся внешних экспертов – работодателей из числа руководителей и работников профильных организаций и (или) преподавателей.

8.10. Требования к содержанию, объему и структуре государственных аттестационных испытаний (выпускной квалификационной работы, а также к государственному экзамену (при наличии)) Организация определяет с учетом примерной основной образовательной программы.

Перечень профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников программ бакалавриата по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы

40.003	Инженер-конструктор в области производства наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем	Приказ Минтруда России от 03.02.2014 N 70н (Зарегистрировано в Минюсте России 21.02.2014 N 31390)
40.004	Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них	Приказ Минтруда России от 03.02.2014 N 72н (Зарегистрировано в Минюсте России 19.03.2014 N 31657)
40.005	Специалист в области материаловедческого обеспечения технологического цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них	Приказ Минтруда России от 03.02.2014 N 73н (Зарегистрировано в Минюсте России 20.03.2014 N 31667)
40.017	Специалист в области материаловедческого обеспечения технологического цикла производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них	Приказ Минтруда России от 11.04.2014 N 249н (Зарегистрировано в Минюсте России 22.07.2014 N 33213)
40.018	Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства изделий с наноструктурированными керамическими покрытиями	Приказ Минтруда России от 11.04.2014 N 248н (Зарегистрировано в Минюсте России 21.05.2014 N 32378)
40.020	Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них	Приказ Минтруда России от 11.04.2014 N 234н (Зарегистрировано в Минюсте России 10.07.2014 N 33044)
26.005	Специалист по производству полимерных наноструктурированных материалов	Приказ Минтруда России от 07.09.2015 N 594н (Зарегистрировано в Минюсте России 29.09.2015 N 39061)
40.042	Специалист технического обеспечения процесса производства полимерных наноструктурированных пленок	Приказ Минтруда России от 10.07.2014 N 453н (Зарегистрировано в Минюсте России 25.08.2014 N 33862)
40.043	Специалист по внедрению и управлению производством полимерных наноструктурированных пленок	Приказ Минтруда России от 10.07.2014 N 451н (Зарегистрировано в Минюсте России 18.08.2014 N 33628)
40.044	Специалист по научно-техническим разработкам и испытаниям полимерных наноструктурированных пленок	Приказ Минтруда России от 10.07.2014 N 447н (Зарегистрировано в Минюсте России 21.08.2014 N 33736)

40.045	Инженер-проектировщик фотошаблонов для производства наносистем (включая наносенсорику и интегральные схемы)	Приказ Минтруда России N 455н от 10.07.2014 (Зарегистрировано в Минюсте России 18.08.2014 N 33629)
40.046	Специалист производства наноструктурированных сырьевых керамических масс	Приказ Минтруда России от 10.07.2014 N 450н (Зарегистрировано в Минюсте России 25.08.2014 N 33861)
10.104	Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	Приказ Минтруда России от 07.09.2015 № 593н (Зарегистрировано в Минюсте России 23.09.2015 № 38983)
40.103	Специалист формообразования изделий из наноструктурированных керамических масс	Приказ Минтруда России от 15.09.2015 № 639н (Зарегистрировано в Минюсте России 01.10.2015 № 39081)
26.005	Специалист по производству наноструктурированных полимерных материалов	Приказ Минтруда России от 07.09.2015 № 594н (Зарегистрировано в Минюсте России 29.09.2015 № 39061)
26.002	Специалист по подготовке и эксплуатации оборудования по производству наноструктурированных полимерных материалов	Приказ Минтруда России от 14.09.2015 № 632н (Зарегистрировано в Минюсте России 14.09.2015 № 39251)
26.006	Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов	Приказ Минтруда России от 08.09.2015 № 604н (Зарегистрировано в Минюсте России 23.09.2015 № 38984)
26.003	Специалист по проектированию изделий из наноструктурированных композиционных материалов	Приказ Минтруда России от 14.09.2015 № 631н (Зарегистрировано в Минюсте России 02.10.2015 № 39116)
26.004	Специалист по производству волокнистых наноструктурированных композиционных материалов	Приказ Минтруда России от 07.09.2015 № 592н (Зарегистрировано в Минюсте России 21.09.2015 № 38938)
26.001	Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов	Приказ Минтруда России от 07.09.2015 № 598н (Зарегистрировано в Минюсте России 23.09.2015 № 38985)

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Направление ООП	28.03.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ
Профиль(и) подготовки	Наноструктурные материалы
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	очная
Количество кредитов	240 кредитов ECTS
Временной ресурс всего	7452 час.
Аудиторные занятия	2994 час.
Самостоятельная работа	4458 час.
Итоговая государственная аттестация	государственный экзамен, выпускная квалификационная работа
Выпускающее (ие) подразделение	Институт физики высоких тех- нологий, кафедра наноматериа- лов и нанотехнологий
Руководитель ООП	О.Л. Хасанов
Разработчики ООП	Г.В. Лямина Г.А. Воронова

ТОМСК 2016 г.

Содержание

Раздел 1. Общие положения	3
Раздел 2. Общая характеристика образовательной программы	5
Раздел 3. Характеристика профессиональной деятельности выпускников	8
Раздел 4. Компетенции выпускников	10
Раздел 5. Структура и содержание ООП	15
Раздел 6. Условия осуществления образовательной деятельности по ООП	19
Раздел 7. Требования к обеспечению качества образования	27
Раздел 8. Список разработчиков и экспертов ООП	28
Приложение 1 Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы, профиль «Наноструктурные материалы»	
Приложение 2 Рабочие программы дисциплин	
Приложение 3 Материально-техническое обеспечение ООП	
Приложение 4 Кадровое обеспечение ООП	
.....	

РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. *Назначение примерной основной образовательной программы по направлению подготовки 28.03.03 и уровню высшего образования бакалавриат (далее – ПООП, примерная программа).*

Примерная основная образовательная программа бакалавриата по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы в соответствии с ФЗ № 273 от 29.12.2012 «Об образовании в Российской Федерации» представляет собой комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты), организационно-педагогических условий и форм аттестации, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных компонентов, а также оценочных и методических материалов.

Примерная программа, прошедшая в установленном порядке экспертизу и одобренная ФУМО по УГСН, размещается в Реестре ПООП, являющимся государственным информационным ресурсом. Согласно законодательной норме ПООП должна быть учтена при разработке образовательных программ организациями, реализующими ООП на основе ФГОС ВО.

1.2. *Нормативные основания для разработки ПООП*

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Порядок разработки примерных основных образовательных программ, проведения их экспертизы и ведения реестра примерных основных образовательных программ, утвержденный приказом Минобрнауки России от 28 мая 2014 года № 594;
- Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки 28.03.03 – Наноматериалы и уровню высшего образования бакалавриат, утвержденный приказом Минобрнауки России от _____ № _____ (далее – ФГОС ВО);
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам магистратуры, программам специалитета, утвержденный приказом Минобрнауки России от 13 декабря 2013 года №1367 (далее – Порядок организации образовательной деятельности);
- Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 29 июня 2015 г. № 636;
- Положение о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования, утвержденное приказом Минобрнауки России от 27 ноября 2015 г. № 1383

1.3. Перечень сокращений, используемых в тексте ПООП

ФГОС ВО - федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования;

сетевая форма - сетевая форма реализации образовательных программ;

УК - универсальные компетенции;

ОПК - общепрофессиональные компетенции;

ПК - профессиональные компетенции;

УП – учебный план;

РАЗДЕЛ 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

реализуемой в рамках направления подготовки 28.03.03 Наноматериалы на уровне высшего образования бакалавриат

1. Квалификация, присваиваемая выпускникам ООП: бакалавр
2. Получение образования по программе бакалавриата допускается только в образовательной организации высшего образования (далее - Организация).

3. Обучение по программе бакалавриата в Организации может осуществляться в: очной, очно-заочной и заочной формах.

Объем программы бакалавриата составляет 240 зачетных единиц (далее - з.е.), вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы бакалавриата с использованием сетевой формы, реализации программы бакалавриата по индивидуальному учебному плану, в том числе ускоренного обучения.

4. При реализации программы бакалавриата Организация вправе применять электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

При обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

5. Реализация программы бакалавриата возможна с использованием сетевой формы.

6. Срок получения образования по программе бакалавриата:
в очной форме обучения, включая каникулы, предоставляемые после прохождения государственной итоговой аттестации, вне зависимости от применяемых образовательных технологий, составляет 4 года. Объем программы бакалавриата в очной форме обучения, реализуемый за один учебный год, составляет 60 з.е.; нормативно установленный объем ООП 240 зачетных единиц;

в очно-заочной или заочной формах обучения вне зависимости от применяемых образовательных технологий, увеличивается не менее чем на 6 месяцев и не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования по очной форме обучения;

при обучении по индивидуальному учебному плану, вне зависимости от формы обучения, составляет не более срока получения образования, установленного для соответствующей формы обучения, а при обучении по индивидуальному учебному плану инвалидов может быть увеличен по их заявлению не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования для соответствующей формы обучения. Объем программы бакалавриата за один учебный год при обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе ускоренного обучения, вне зависимости от формы обучения не может составлять более 75 з.е.;

при реализации программы бакалавриата в сетевой форме, вне зависимости от применяемых образовательных технологий, может быть увеличен не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования для соответствующей формы обучения, при условии сохранения общего объема финансирования реализации программы.

Конкретный срок получения образования и объем программы бакалавриата

та, реализуемый за один учебный год в очно-заочной или заочной формах обучения, а также по индивидуальному учебному плану определяются Организацией самостоятельно в пределах сроков, установленных настоящим пунктом.

7. Образовательная деятельность по программе бакалавриата осуществляется на государственном языке Российской Федерации, если иное не определено локальным нормативным актом Организации.

8. Рекомендуемый перечень направленностей (профилей) образовательных программ на момент разработки ПООП:

- Наноструктурные материалы;
- Композиционные наноматериалы и функциональные наносистемы;
- и другие...

9. Характеристика профиля

Основная образовательная программа по направлению 28.03.03 «Наноматериалы», профиль «Наноструктурные материалы» разработана коллективами кафедры наноматериалов и нанотехнологий (НМНТ) и научно-образовательного инновационного центра «Наноматериалы и нанотехнологии» (НОИЦ НМНТ) Национального исследовательского Томского политехнического университета (ТПУ).

Профиль «Наноструктурные материалы» реализуется под руководством заведующего кафедрой НМНТ и директора НОИЦ НМНТ, профессора, доктора технических наук Хасанова Олега Леонидовича. Коллектив кафедры работает в области решения фундаментальных и прикладных задач разработки новых объемных наноматериалов с использованием *запатентованных* методов, которые получили мировое признание в России и за рубежом. В настоящее время на кафедре сформирован квалифицированный научно-педагогический коллектив, состоящий из физиков, химиков, материаловедов, и включающий как преподавателей и ученых с 35-летним опытом исследований нано- (ультрадисперсных) материалов. НОИЦ НМНТ служит базой для научно-исследовательских и производственных практик студентов и молодых ученых.

Особенность профиля состоит в том, что дисциплины профессионального цикла ориентированы, в основном, на наноструктурные материалы. Научные направления, с которыми работает кафедра и центр:

- разработка изделий из функциональной и конструкционной нанокерамики, разработка оптически прозрачной нанокерамики для лазерной техники, сцинтилляторов и других применений;
- разработка технологий создания объемных наноматериалов на основе методов сухого компактирования нанопорошков;
- физико-химические свойства наноматериалов в биологических средах;
- разработка методик диагностики наноматериалов.

Уникальность программы связана с возможностью для студентов участвовать в научно-исследовательской работе при выполнении реальных проектов по созданию новых материалов и технологий.

В Сибири и на Дальнем Востоке находится много инновационных предприятий и крупные научно-образовательных коллективов, готовых предоставить рабочие места для выпускников данной программы. Например, в Томске это ЗАО НПФ «Микран», Томский ОЭЗ ТВТ – ООО «Мойе керамик имплантате», ОАО НПЦ малые предприятия Сибирского химического комбината, Томский

политехнический университет, Институт сильноточной электроники и отдел структурной макрокинетики Сибирского отделения Российской академии наук и др.

Одним из потребителей программы является Новосибирский электровакуумный завод. «НЭВЗ-Союз» один из крупнейших производителей компонентов для электронных вакуумных приборов, технической керамики, силовых полупроводниковых приборов на внутреннем рынке России.

Реализация данной программы в ТПУ позволяет комплексно решать актуальные проблемы реального сектора экономики: подготовка специалистов, владеющих технологиями получения объемных наноматериалов

Выпускники программы готовятся к производственно-технологической, научно-исследовательской, проектно-конструкторской и организационно-управленческой деятельности в области инновационных технологий получения новых наноматериалов и производства изделий из них. Программа *учитывает требования международных стандартов ISO 9001:2008, Европейских стандартов и руководств для обеспечения качества высшего образования (ESG, Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area) в рамках Болонского процесса, а также национальных и международных критериев качества образовательных программ (Ассоциации инженерного образования России, согласованных с EUR-ACE Framework Standards for Accreditation of Engineering Programmes и FEANI).*

ООП позволяет использовать в процессе обучения, выполнения учебно-исследовательских работ и практик студентов новейшее оборудование Томского политехнического университета, исследовательских и академических институтов и инновационных предприятий г. Томска и Сибирского региона в целом.

Образовательной программой предусмотрена возможность углубленного изучения студентами одного из иностранных языков, а также возможность их обучения в течение 1 – 2 семестров в ведущих университетах мира, что обеспечивает высокий уровень общекультурных и профессиональных компетенций выпускников и их конкурентоспособность на рынке труда.

Основными потребителями программы и заинтересованными сторонами являются:

- абитуриенты – соискатели степени бакалавра по направлению 28.03.03 «Наноматериалы», ориентированные на профессиональную деятельность в области современного материаловедения;
- научно-исследовательские институты РАН, занимающиеся разработкой новых материалов, покрытий и изделий, заинтересованные в формировании кадрового резерва для дальнейшего развития;
- инновационные компании, в том числе международные и транснациональные, внедряющие новые высокоэффективные технологии получения наноматериалов с новыми свойствами;
- предприятия, использующие порошковые технологии для получения изделий из керамики и нанокерамики;
- вузы, ведущие подготовку магистров в области объемных наноматериалов.

Студенту, успешно прошедшему обучение по основной образовательной программе присуждается степень *бакалавра* по направлению 28.03.03 «Наноматериалы». В приложении к диплому о высшем образовании по заявлению студента указывается соответствующий профиль «Наноструктурные материалы».

РАЗДЕЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ

Области профессиональной деятельности, входящие в Реестр профессиональных стандартов (перечень видов профессиональной деятельности), утвержденный Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации, в которых выпускники, освоившие программу бакалавриата, могут осуществлять профессиональную деятельность:

- «Химическое, химико-технологическое производство»;
- «Металлургическое производство»;
- «Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования»;
- «Образование»;
- в сферах производства наноструктурированных керамических, композитных, полимерных и биоматериалов, проведения модификации свойств и измерений параметров наноматериалов и наноструктур;
- в сфере научных исследований.

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность и в других областях и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня его образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

Выпускники могут решать задачи профессиональной деятельности следующих типов: научно-исследовательские и расчетно-аналитические, производственные и проектно-технологические, организационно-управленческие, педагогические.

Цели программы «Наноматериалы» сформулированы в соответствии с требованиями ФГОС, Стандарта ООП ТПУ, самостоятельно устанавливаемого образовательного стандарта. Они определяются компетенциями, приобретаемыми выпускниками через некоторое время (3-5 лет) после освоения программы, и дают потребителям информацию об областях профессиональной подготовки, профиле программы и видах профессиональной деятельности. Цели программы сформулированы, исходя из оценки востребованности образовательной программы, которая определяется интересом потенциальных работодателей, абитуриентов, потенциала вуза, требования государства и общества в целом.

Задачей образовательной программы «Наноматериалы» является формирование у выпускников гуманитарных, социальных, экономических, математических и естественнонаучных знаний, углубленной профессиональной подготовки, позволяющей выпускникам успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать универсальными (общекультурными) и предметно-специализированными (профессиональными) компетенциями, способствующими его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда.

В области воспитания задачей образовательной программы «Наноматериалы» является формирование у выпускников социально-личностных качеств: целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности, гражданственности, коммуникативности, толерантности и повышение их общей культуры. ООП по направлению подготовки 28.03.03 «Наноматериалы» имеет следующие основные цели в области обучения и воспитания:

Таблица 1

Код цели	Формулировка цели	Требования ФГОС и (или) заинтересованных работодателей
Ц1	Подготовка выпускника к производственной деятельности в области создании наноматериалов с заданными технологическими и функциональными свойствами для различных областей техники и технологии	Требования ФГОС ВО, профессиональных стандартов 40.046 и 40.103, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Потребности российских предприятий nanoиндустрии, электроники, машиностроительного комплекса, приборостроения, авиационной и ракетно-космической техники, атомной энергетики, медицинской техники.
Ц2	Подготовка выпускника к проектно-технологической деятельности в области создания инновационных технологий производства, обработки и модификации наноматериалов и изделий на их основе.	Требования ФГОС ВО, профессиональных стандартов 40.046 и 40.103, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Потребности российских предприятий nanoиндустрии, электроники, машиностроительного комплекса, приборостроения, авиационной и ракетно-космической техники, атомной энергетики, медицинской техники.
Ц3	Подготовка выпускника к организационно-управленческой деятельности для обеспечения эффективного функционирования на участке своей профессиональной деятельности.	Требования ФГОС ВО, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Потребности российских предприятий nanoиндустрии, электроники.
Ц4	Подготовка выпускника к научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области создания конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических наноматериалов; композитов и гибридных материалов; на основе ресурсоэффективных технологий.	Требования ФГОС ВО по направлению 28.03.03, профессиональных стандартов 40.046 и 40.103, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Потребности российских предприятий nanoиндустрии, электроники, машиностроительного комплекса, приборостроения, авиационной и ракетно-космической техники, атомной энергетики, медицинской техники. Потребности научно-исследовательских центров РАН
Ц5	Подготовка выпускника к самостоятельному обучению и освоению новых профессиональных знаний и умений, непре-	Требования ФГОС ВПО, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , запросы отечественных, транснациональных и зарубежных работодателей

Код цели	Формулировка цели	Требования ФГОС и (или) заинтересо- ванных работодателей
	ривному профессиональ- ному самосовершенствова- нию	

РАЗДЕЛ 4. КОМПЕТЕНЦИИ ВЫПУСКНИКОВ

Результаты освоения ООП определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т. е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения ООП выпускник должен обладать следующими компетенциями:

1. универсальные компетенции (УК),
2. общепрофессиональные компетенции (ОПК),
 - в области научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности;
 - в области производственной и проектно-технологической деятельности;
 - в области организационно-управленческой деятельности.
3. профессиональные компетенции (ПК).

Универсальные компетенции

УК-0. Способен анализировать основные этапы и закономерности исторического развития России, её место и роль в современном мире для формирования гражданской позиции и развития патриотизма

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход, основанный на научном мировоззрении, для решения поставленных задач

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов

УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде

УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном(ых) и иностранном(ых) языках

УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах

УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности

УК-8. Способен принимать обоснованные и ответственные решения в сфере личных финансов

УК-9. Способен принимать обоснованные и ответственные решения в сфере правовых отношений

УК-10. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций

Общепрофессиональные компетенции

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.

ОПК-2. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом социальных ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов.

ОПК-3. Способен анализировать, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.
ОПК-4. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии.
ОПК-6. Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил.
ОПК-7. Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноматериалов.
<i>(ОПК-8) Проводить стоимостную оценку научно-исследовательской работы.</i>
Профессиональные компетенции (общие для всего направления)
(ПК-1) Прогнозировать влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов.
(ПК-2) Выбирать основные типы наноматериалов и наносистем различной природы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности;
(ПК-3) Оценивать экологические последствия применения наноматериалов и нанотехнологий; предотвращать и снижать экологический риск при внедрении новых технологий синтеза и эксплуатации наноматериалов в реальном секторе экономики;
(ПК-4) Определять механические физические, химические и другие свойства наноматериалов и наносистем, оценивать их структуру и фазовый состав, включая стандартные и сертификационные испытания
Профессиональные компетенции (индивидуальные для профиля)
(ПК-5) Реализовывать и модернизировать технологии на основе методов компактирования порошков для производства наноструктурированных объемных наноматериалов.
(ПК-6) Реализовывать и модернизировать технологии получения нанопорошков, используемых для производства наноструктурированных объемных наноматериалов.

Таблица 2 Соответствие компетенций трудовым функциям
(пример)

Трудовая функция	Компетенции выпускников ООП
Работать в коллективе в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	Требования ФГОС (УК-3, 5), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2)

Механизм определения и корректировки результатов обучения

Для лучшего достижения результатов обучения по ООП студентам выдаются индивидуальные задания в виде задач, лабораторных работ, тем рефератов и курсовых работ (проектов). Контроль достижения результатов обучения по

дисциплинам производится в конце каждого семестра в виде зачета, дифференцированного зачета или экзамена, защиты практик и курсовых работ. Кроме того, по каждой дисциплине в начале семестра производится входной контроль остаточных знаний по предшествующим дисциплинам.

Степень достижения целей ООП определяется по следующим направлениям:

1. Анализ успеваемости учащихся;
2. Анализ деятельности коллектива кафедры по организации и реализации ООП;
3. Самообследование в системе менеджмента качества.

Данными для проведения анализа по п. 1 (анализ успеваемости учащихся) являются:

- результаты текущего контроля, подтверждающая документация – кафедральные журналы учета посещаемости и текущей успеваемости, рейтинговые ведомости;
- результаты семестрового контроля, подтверждающая документация – экзаменационные/зачетные ведомости, зачетные книжки студентов;
- результаты студенческих практик, подтверждающая документация – отзывы руководителей студенческих практик, дневники и отчеты студентов по учебным и производственным практикам;
- результаты итогового контроля, подтверждающая документация – копии отчетов и протоколов ГАК, выпускные квалификационные работы студентов.

Итоговая государственная аттестация бакалавра включает междисциплинарный экзамен и защиту выпускной квалификационной работы.

Аттестационные испытания, входящие в состав итоговой государственной аттестации выпускника, полностью соответствуют основной образовательной программе высшего профессионального образования, которую он освоил за время обучения по направлению 28.03.03 «Наноматериалы».

Данными для проведения анализа по п. 2 являются:

- данные анкетирования студентов, подтверждающая документация – анкеты студентов в документах по менеджменту качества кафедры, рейтинг преподавателя, индивидуальный план работы преподавателя в документах рабочего места преподавателя);
- семестровый отчет преподавателей о выполнении запланированных мероприятий осуществляется на кафедральных заседаниях в конце каждого семестра и отражается в индивидуальном плане работы преподавателя;
- семестровый анализ деятельности кафедры по учебной, методической и научной работе согласно годовым планам кафедр проводится на заседаниях кафедры (планы работы кафедры, анализ выполнения запланированного, планы корректирующих мероприятий – в документах по менеджменту качества кафедры);
- ежегодно уровень достижения целей образовательной программы обсуждается и оценивается Государственной аттестационной комиссией. Результаты обсуждения и оценка оформляются в виде отчета председателя Государственной аттестационной комиссии. Кафедра на заседании обсуждает рекомендации ГАК и разрабатывает

предложения по их выполнению;

- ежегодно проводится и анализ деятельности кафедры по данным результата рейтинга кафедры/специальности в Министерском и университетском конкурсе (подтверждающая документация – анализ результатов, план корректирующих мероприятий).
- регулярно (в соответствии с Программой аттестации образовательных учреждений среднего и высшего профессионального образования) проводится анализ и экспертиза ООП, учебного плана.

Итоги результатов государственной аттестации тщательно анализируются и формируются планы корректирующих мероприятий.

Данными для проведения анализа по п. 3 является документация по системе менеджмента качества ТПУ.

Таблица 3 – Составляющие результатов обучения

Определение профессионального опыта, знаний и умений *(пример)*

1 – номер компетенции; **2** – номер ПО, **3** – номер дисциплины в учебном плане;
последовательная нумерация в рамках одного ПО (**4**) или одного умения (**5**)

Компетенция	Профессиональный опыт (владеть)	Умения	Знания
УК-1.	ПО 1.1. Опыт составления литературных обзоров в области наноматериаловедения.	У. 1. 143.1. Подбирать данные для составления обзора по получению порошков керамик	3. 1. 143.1.1. Знать перечень журналов в России и за рубежом по получению порошков керамик
		У. 1. 143.2. Анализировать и обобщать научно-техническую информацию по получению порошков керамик	3. 1. 143.1.2. Знать условия использования данных, содержащихся в научных публикаций
			3. 1. 145.2.3. Знать методологию составления аналитического обзора, включающего описание научных достижений и критический анализ по получению порошков керамик
	ПО 1.2. ПО 1.N		
ПК-5	ПО 5.1. технологиями получения нанопорошков и наночастиц	У. 5.1.43.1. синтезировать коллоидные растворы и суспензии оксидов металлов	3. 5.1.43.1.1. классификацию коллоидных растворов
			3. 5.1.43.1.2. методы синтеза и стабилизации коллоидных растворов и суспензий
			3. 5.1.43.1.3. оптические свойства коллоидных растворов
			3. 5.1.43.1.4. электрокинетические свойства коллоидных растворов
			3. 5.1.43.1.5. условия коагуляции лиофобных зольей
		У. 5.1.43.2. извлекать нанопорошки оксидов металлов из растворов и суспензий химическими методами и методом распылительной сушки	3. 5.1.43.2.1. устройство аппарата нанораспылительной сушки
			3. 5.1.43.2.2. методики промывки и сушки осадков гидроксидов металлов
			3. 5.1.43.2.3. отличие прямого и обратного осаждения, преимущества и недостатки
		У. 5.1.43.3. синтезировать порошки тугоплавких соединений методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС)	3. 5.1.43.2.4. условия прокаливании осадков: температура, время
			3. 5.1.43.3.1. методику проведения СВС
			3. 5.1.43.3.2. реакции, применяемые в СВС
			3. 5.1.43.3.3. типы волн горения в СВС
			3. 5.1.43.3.4. влияние размера частиц сырья на степень недогорания продукта

РАЗДЕЛ 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ООП

Основная образовательная программа бакалавриата по направлению 28.03.03 «Наноматериалы» предусматривают изучение следующих учебных модулей и разделов (Таблица 10):

- гуманитарных и социально-экономических дисциплин;
- естественнонаучных и математических дисциплин;
- общепрофессиональных дисциплин;
- междисциплинарный профессиональный модуль;
- вариативный междисциплинарный профессиональный модуль.
- физическая культура;
- учебные и производственные практики;
- итоговая государственная аттестация.

Таблица 4

Соответствие результатов обучения дисциплинам (пример)

Компетенция	ПО	Дисциплина	Умения	Дисциплина	Знания	Дисциплина
ПК-5	ПО 5.1.	Технологии изготовления нанопорошков	У. 5.1.43.1.	Коллоидная химия	3. 5.1.43.1.1; 3. 5.1.43.1.2	Коллоидная химия
			У. 5.1.43.2.	Технологии изготовления нанопорошков	3. 5.1.43.2.1-3. 5.1.43.2.4	Технологии изготовления нанопорошков

Таблица 5

Соответствие модулей ООП компетенциям

Результаты обучения (компетенции)	Модули ООП							
	Модуль гуманитарных и социально-экономических дисциплин	Модуль естественнонаучных и математических дисциплин	Модуль общепрофессиональных дисциплин	Междисциплинарный профессиональный модуль	Вариативный междисциплинарный профессиональный модуль	Дополнительные дисциплины	Практики и/или научно-исследовательские работы	Итоговая государственная аттестация
УК1	+					+		
УК2			+	+	+		+	+
...				+			+	
ОПК 1	+	+	+	+	+		+	

ОПК 2				+	+		+	+
...				+	+		+	+
ПК 1	+		+			+	+	
ПК 2	+			+		+	+	+
...			+			+	+	
	+	+			+	+		
		+			+			
Кредиты ECTS	29	44	23	72	39	40	24	6

Таблица 6

Структура основной образовательной программы
направления подготовки 28.03.03 «Наноматериалы» по дисциплинам

Код дисциплины	Название	Кредиты ECTS	Форма контроля
Дисциплины (модули) По ФГОС ВО (210 – 219). Всего 210			
ДИСЦ.Б.М	Базовая часть. Модуль гуманитарных и социально-экономических дисциплин	29	
ДИСЦ.Б.М1	История	3	Экзамен
ДИСЦ.Б.М2	Философия	3	Зачет
ДИСЦ.Б.М3	Иностранный язык (английский)	12	Экзамен, зачет
ДИСЦ.Б.М4	Экономика 1.1	3	Экзамен
ДИСЦ.Б.М5	Экономика 2.5	3	Экзамен
ДИСЦ.Б.М6	Правоведение	3	Зачет
ДИСЦ.Б.М7	Физическая культура	2	Зачет
ДИСЦ.Б.М	Базовая часть. Модуль естественнонаучных и математических дисциплин	44	
ДИСЦ.Б.М1	Математика 1.1	8	Экзамен
ДИСЦ.Б.М2	Математика 2.1	6	Экзамен
ДИСЦ.Б.М3	Математика 3.1	4	Экзамен
ДИСЦ.Б.М4	Физика 1.1	6	Экзамен
ДИСЦ.Б.М5	Физика 2.1	6	Экзамен
ДИСЦ.Б.М6	Физика 3.1	6	Экзамен
ДИСЦ.Б.М7	Информатика 1.1	3	Зачет
ДИСЦ.Б.М8	Химия 1.3.	3	Экзамен
ДИСЦ.Б.М9	Экология	2	Зачет
ДИСЦ.Б.М	Базовая часть. Модуль общепрофессиональных дисциплин	23	
ДИСЦ.Б.М1	Начертательная геометрия и инженерная графика 1.3	3	Экзамен
ДИСЦ.Б.М2	Начертательная геометрия и инженерная графика 2.3	2	Зачет
ДИСЦ.Б.М3	Механика 1.2.	4	Экзамен
ДИСЦ.Б.М4	Механика 2.2	2	Диф. зачет
ДИСЦ.Б.М5	Электротехника 1.3.	3	Экзамен
ДИСЦ.Б.М6	Метрология, стандартизация и сертификация 1.1	3	Зачет
ДИСЦ.Б.М7	Безопасность жизнедеятельности 1.1	3	Экзамен

Код дисциплины	Название	Кредиты ECTS	Форма контроля
ДИСЦ.Б.М8	Менеджмент 1.1	3	Экзамен
ДИСЦ.В.М	Вариативная часть. Междисциплинарный профессиональный модуль	72	
ДИСЦ.В.М1	Введение в инженерную деятельность	1	Зачет
ДИСЦ.В.М2.1	Творческий проект	3	Зачет
ДИСЦ.В.М3.1	Профессиональная подготовка на английском языке	8	Зачет
ДИСЦ.В.М4.1	Учебно-исследовательская работа студентов	4	Зачет
ДИСЦ.В.М5	Органическая химия	3	Экзамен
ДИСЦ.В.М6	Основы кристаллографии	2	Экзамен
ДИСЦ.В.М7	Основы физики твердого тела	3	Экзамен
ДИСЦ.В.М8	Физическая химия	3	Экзамен
ДИСЦ.В.М9	Технологии полимерных материалов и наноматериалов	12	Экзамен
ДИСЦ.В.М10	Материаловедение	12	Экзамен
ДИСЦ.В.М11	Коллоидная химия	3	Экзамен
ДИСЦ.В.М12	Физическо-химические основы технологии силикатных и неорганических материалов	3	Зачет
ДИСЦ.В.М13	Термическая и химико-термическая обработка металлов	6	Экзамен
ДИСЦ.В.М14	Технологии изготовления нанопорошков	3	Экзамен
ДИСЦ.В.М15	Физико-химические методы анализа наноматериалов	6	Зачет
ДИСЦ.В.М	Вариативная часть. Вариативный междисциплинарный профессиональный модуль	39	
ДИСЦ.В.М.1	«Наноструктурные материалы»	39	
ДИСЦ.В.М.1.1	Междисциплинарные аспекты нанотехнологий	3	Зачет
ДИСЦ.В.М.1.2	Дифракционные и спектроскопические методы исследования наноматериалов	6	Экзамен
ДИСЦ.В.М.1.3	Физические методы синтеза и модифицирования нанокристаллических материалов	3	Зачет
ДИСЦ.В.М.1.4	Диагностика микро- и нанообъектов	6	Экзамен
ДИСЦ.В.М.1.5	Технологические процессы консолидации объемных наноматериалов и производства изделий	12	Диф.зачет, Экзамен
ДИСЦ.В.М.1.6	Экологические аспекты применения нанотехнологий	6	Экзамен
ДИСЦ.В.М.1.7	Процессы на поверхности раздела фаз	6	Экзамен
ДД	Дополнительные дисциплины	40	
ДД.Б	Базовая часть	0	
ДД.Б1	Прикладная физическая культура	0	Зачет
ДД.В	Вариативная часть	40	
ДД.В1	Военная подготовка	30	
ДД.В2	Факультативные дисциплины по выбору студента	10	
Практики и/или научно-исследовательские работы По ФГОС (12 – 24). Всего 24			
	Учебная практика	9	Защита
	Производственная практика	6	Защита
	Преддипломная практика	9	Защита
Итоговая государственная аттестация По ФГОС (6 – 9). Всего 6			
	Государственный экзамен по направлению		Защита

Код дисциплины	Название	Кредиты ECTS	Форма контроля
	Выпускная квалификационная работа бакалавра	6	Защита
<i>Общая трудоемкость ООП – 240 кредитов</i>			

РАЗДЕЛ 6. УСЛОВИЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ООП

1. Общие условия реализации ООП направления подготовки 28.03.03 «Наноматериалы»

Программа разрабатывается на основе ФГОС ВО по направлению 28.03.03 «Наноматериалы» с учетом критериев АИОР, согласованных с требованиями международных стандартов *EUR-ACE* и *FEANI*, *Стандарта ООП ТПУ, СУОС*), а также потребностей рынка труда.

ООП включает в себя учебный план, рабочие программы учебных дисциплин и другие материалы, обеспечивающие воспитание и качество подготовки студентов, а также программы практик, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

ООП реализуется в форме лекций, лабораторных практикумов, практических занятий, учебно-научной работы студентов в течение семестра и учебных практик после 2, 4 и 6-го семестров.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет ежегодно обновляет основную образовательную программу по направлению 28.03.03 «Наноматериалы» с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, технологий и социальной сферы, придерживаясь рекомендаций по обеспечению гарантии качества, заключающихся в следующем:

- разработке стратегии по обеспечению качества подготовки выпускников,
- мониторинге и периодическом рецензировании программы,
- разработке объективных процедур оценки знаний, умений и опыта, компетенций выпускников на основе четких согласованных критериев,
- обеспечении качества и компетентности преподавательского состава,
- обеспечении программы достаточными ресурсами, контроле эффективности их использования, в том числе путем опроса студентов,
- регулярном проведении самообследования по согласованным критериям для оценки своей деятельности (стратегии) и сопоставления с другими вузами,
- информировании общественности о результатах своей деятельности, планах, инновациях.

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

В рамках учебных курсов предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью ООП, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в

учебном процессе они должны составлять не менее 20 процентов аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не превышают 50 процентов аудиторных занятий. В учебной программе каждой дисциплины (модуля, курса) сформулированы конечные результаты обучения в органичной увязке с осваиваемыми знаниями, умениями и приобретаемыми компетенциями в целом по ООП. Общая трудоемкость дисциплины не менее 2 зачетных единиц (за исключением дисциплин по выбору обучающихся). По дисциплинам, трудоемкость которых составляет более 3 зачетных единиц, может выставляться оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»).

Максимальный объем учебной нагрузки студента устанавливается 54 часа в неделю, включая все виды его аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы.

Объем аудиторных занятий в неделю при очной форме обучения не должен превышать в среднем за период теоретического обучения 27 часов в неделю. При этом в указанный объем не входят обязательные практические занятия по физкультуре и занятия по факультативным дисциплинам.

2. Условия, обеспечивающие развитие универсальных компетенций студентов

При разработке ООП по направлению подготовки 28.03.03 «Нanomатериалы» определены возможности ТПУ, кафедры НМНТ в формировании универсальных компетенций выпускников (компетенций социального взаимодействия, самоорганизации и самоуправления, системнодеятельностного характера).

Реализация компетентностного подхода при формировании универсальных компетенций выпускников обеспечивается в сочетании учебной и внеучебной работы. ТПУ формирует социокультурную среду вуза, создает условия, необходимые для всестороннего развития личности. ТПУ в лице соответствующих служб и подразделений и при активной поддержке руководства выпускающих кафедр способствует развитию социально-воспитательного компонента учебного процесса, включая развитие студенческого самоуправления, участие обучающихся в работе общественных организаций, спортивных и творческих клубов, научных студенческих обществ.

3. Права и обязанности обучающихся при реализации ООП

Студенты, обучающиеся по ООП направления 28.03.03 «Нanomатериалы» наряду с установленными законодательными и другими

нормативными актами имеют следующие права и обязанности:

- *право выбирать дисциплины в пределах объема учебного времени, отведенного на освоение дисциплин по выбору студента, предусмотренных ООП,*
- *право получать консультации по выбору дисциплин и их влиянию на будущий профиль подготовки (специализацию) при формировании своей индивидуальной образовательной траектории,*
- *обязанность участвовать в развитии студенческого самоуправления, в работе общественных организаций, спортивных и творческих клубов, научных студенческих обществ в целях достижения результатов при освоении ООП в части развития социально-личностных компетенций,*
- *обязанность выполнять в установленные сроки все задания, преду-*

смотренные ООП.

4. Организация практик и научно-исследовательской работы

Раздел ООП подготовки бакалавров «Практики» является обязательным и представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся.

В ТПУ для бакалаврской подготовки по направлению 28.03.03 «Наноматериалы» установлены следующие виды практик:

Учебная практика;

Производственная практика,

Преддипломная практика.

Цели и задачи, программы и формы отчетности определены стандартом ТПУ по каждому виду практики. Практики могут проводиться в сторонних организациях или на кафедрах и в лабораториях вуза (учебная практика), обладающих необходимым кадровым и научно-техническим потенциалом.

Аттестация по итогам практики выполняется на основании представления обучающимся отчета о результатах прохождения практики с защитой отчета перед аттестационной комиссией. По результатам аттестации выставляется дифференцированная оценка.

Разделом учебной и производственных практик может являться научно-исследовательская работа студента, которая регламентируется соответствующей программой практики.

Преддипломная практика проводится для выполнения выпускной квалификационной работы и является обязательной.

В случае выполнения в период учебной и производственных практик научно-исследовательской работы ТПУ и обеспечивающая кафедра предоставляет возможность обучающимся изучать специальную литературу и другую научно-техническую информацию, достижения отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний, участвовать в проведении научных исследований или выполнении технических разработок, осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию); принимать участие в стендовых и промышленных испытаниях опытных образцов (партий) проектируемых изделий; составлять отчеты (разделы отчета) по теме или ее разделу (этапу, заданию); выступать с докладами и сообщениями на конференциях и семинарах.

5. Кадровое обеспечение учебного процесса

Реализация ООП подготовки бакалавров по направлению 28.03.03 «Наноматериалы» обеспечивается педагогическими кадрами Томского политехнического университета с привлечением кадров академических институтов ИФПМ СО РАН, ИСЭ СО РАН, имеющими базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины и систематически занимающимися научной и научно-методической деятельностью. Профессиональную образовательную программу обеспечивает профессорско-преподавательский состав, 67 % которого имеют ученые степени и звания. Доктора наук, профессора — 15%. Доля преподавателей с учеными степенями и званиями по блокам дисциплин составляет: общие гуманитарные и социально экономические дисциплины — 65%; общие математические и естественнонаучные дисциплины — 70 %; общепрофессиональные дисциплины — 78%; специальные дисциплины — 92 %.

По профилю «Наноструктурные материалы» обучение осуществляют 2 профессора и 7 доцентов. Регулярно ППС кафедры проходит повышение квалификации в ведущих университетах и академических институтах РАН (МИСИС, МАТИ, НГТУ, ИФПМ СО РАН), а также в зарубежных университетах (Университет Шеффилда, Англия, университет Гренобля Альп, Франция, Шеньянский университет Китая и др.).

Кафедра НМНТ ведет подготовку аспирантов и докторантов по двум специальностям.

В рамках научных исследований кафедра сотрудничает с зарубежными коллегами из Фраунгоферовского Института технической керамики г.Хермсдорфа (Германия), Университета Касселя, Института науки и технологии керамики (ISTEC, г. Фаенца, Италия), фирмы JEOL (Токио, Япония), Королевского Технического университета г.Стокгольма (Швеция), Университета г. Лиопинг (Швеция) и др.

Кафедра является участником Национальной нанотехнологической сети (ННС), создаваемой в рамках Федеральной целевой программы «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в РФ. В 2010 г. заведующий кафедрой НМНТ Хасанов О.Л. аккредитован экспертом Госкорпорации «РОСНАНО» для рецензирования научно-технических проектов РФ, требующих инвестирования.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного процесса

Уровень необходимого лабораторно-практического и информационного обеспечения учебного процесса (в том числе, профессиональные и реферативные журналы, научная литература, информационные базы и доступные сетевые источники информации) на кафедре НМНТ соответствуют требованиям подготовки высококвалифицированных исследователей и преподавателей.

Реализация ООП подготовки бакалавра обеспечивается доступом каждого студента к библиотечным фондам и базам данных, по содержанию соответствующих полному перечню дисциплин основной образовательной программы из расчета обеспеченности учебниками и учебно-методическими пособиями не менее 0,5 экземпляра на одного студента, наличием методических пособий и рекомендаций по всем дисциплинам и по всем видам занятий и практикам, а также наглядными пособиями, аудио-, видео-, и мультимедийными материалами.

Библиотечный фонд ТПУ содержит в достаточном количестве учебную и научно-техническую литературу, указанную в рабочих программах дисциплин учебного плана высшего учебного заведения, а также реферативные журналы «Физика», «Нанотехника», «Наноиндустрия», «Огнеупоры и техническая керамика», «Нано- и микросистемная техника», «Российские нанотехнологии», «Успехи физических наук», «Журнал экспериментальной и теоретической физики», «Физика твердого тела», «Известия вузов - серии: Физика, Материалы электронной техники, Машиностроение, Приборостроение, Цветная металлургия», «Защита металлов», «Порошковая металлургия», «Неорганические материалы», «Перспективные материалы», «Физика и химия обработки материалов», «Заводская лаборатория и диагностика материалов», «Стандарты и качество», «Надежность и контроль качества».

Иностранные научные и научно-технические журналы: Physical Review, Journal of Material Science, Journal of Composite Materials, Acta Materialia, Scripta Materialia, Metallurgical and Materials Transactions, Journal of Materials Strategy,

International Ceramic Review, Journal of Electronics Materials, Journal of Applied Physics, Journal of Applied Polymer Science, Composite Science and Technology.

ООП обеспечена Internet - ресурсами, а также информацией качественного и количественного характера:

- аннотация и концепция ООП,
- цели ООП,
- ключевые показатели деятельности подразделений, обеспечивающих ООП,
- планируемые результаты обучения (освоения программы),
- присваиваемые по окончании ООП степени,
- контингент студентов,
- обучающие и оценочные процедуры,
- образовательные ресурсы,
- достижения студентов и выпускников ООП,
- спрос на рынке труда на выпускников,
- удовлетворенность выпускников,
- эффективность преподавания.

7. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, реализующий ООП по направлению 28.03.03 «Наноматериалы», располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов лабораторных, практических занятий, научно-исследовательской работы студентов, предусмотренных учебным планом и соответствующей действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам. Интеграция с академическим Институтами СО РАН позволяет использовать всю его инфраструктуру и научный потенциал.

На кафедре НМНТ имеется научное и учебное оборудование:

1. Просвечивающий электронный микроскоп JEM-2100F (JEOL, Япония) с системой пробоподготовки EM-09100IS Ion Slicer;
2. Сканирующий электронный микроскоп JSM-7500F (JEOL, Япония) с энергодисперсионным микроанализатором EDXS;
3. Нанолaborатория «Ntegra Aura» (NT MDT, Россия): комплекс атомного силового микроскопа и сканирующего зондового микроскопа;
4. Учебно-научная лаборатория по нанотехнологии (учебный класс) Nanoeducator из 10 установок атомно-силовой и зондовой микроскопии (NT MDT, Россия);
5. Рентгеновский дифрактометр XRD-7000S (Shimadzu, Япония) с высокотемпературной приставкой для исследований РФА, РСТА в диапазоне 20...2200°C ;
6. Нанотвердомер DUH-211S (Shimadzu, Япония), микротвердомер ПМТ-3М (ЛОМО, Россия), твердомер ТП-78-1 (Россия);
7. Нанопоромер Poremaster 33 (Quantachrome, США), измеряет поры размером от 3 нм до 950 мкм;
8. Гелиевый пикнометр Ultrapycnometer 1000 (Quantachrome, США) измеряет открытую пористость твёрдых материалов с точностью до 0,01%;
9. Анализатор удельной поверхности - БЭТ-анализатор Sorbi (МЕТА, Россия); диапазон измерения удельной поверхности 0.1...2000 м²/г;

10. Лазерный анализатор размеров частиц Shimadzu SALD-7101;
11. Бинокулярный микроскоп ММН-2 с цифровой CCD видеокамерой (ЛОМО, Россия);
12. Тепловизор SDS HotFinder-DXT (Энергоаудит, Россия) для картирования и компьютерной обработки температурных полей на поверхностях мощной УЗ-оснастки в диапазоне температур от -20 до 1500°C с разрешением 0,2°C;
13. Установка синтеза нанопорошков распылением-сушкой Nano Spray Dryer B-90 BUCHI;
14. Установка для спекания нанокерамики и нанокompозитов "Spark Plasma Sintering" SPS 515S (SPS SYNTEX INC, Япония); усилие 5 тонн; рабочий ток 1 кА; температура спекания до 2200°C;
15. Высокотемпературный вакуумный дилатометр NETZSCH DIL 402 E/7/G-Py;
16. Вакуумная печь VHT 8/22GR (Nabertherm, Германия); 20...2200°C, 10⁻⁵ мбар;
17. Высокотемпературная печь VP 20/17 (ЛАС, Чехия), 20...1700°C;
18. Высокотемпературная печь Nabertherm LHT 02/18, 20...1700°C;
19. Прессовое и ультразвуковое оборудование:
 - Испытательно-технологический комплекс для исследования свойств и производства изделий из порошковых наноматериалов: пресс ИП-500М-авто с эталонным цифровым динамометром и устройством для испытания изгибной прочности материалов (ЗАО «ЗИПО», Россия);
 - Гидравлические прессы WK 18 (Польша), Д2430Б (Россия); усилие прессования до 100 Т;
 - Цифровые датчики перемещений ID-F125/150 (Mitutoyo, Япония);
 - УЗ-генераторы УЗГ 6.3 (6 кВт; 18...24 кГц); УЗГ 3 (3 кВт; 21 кГц); ИЛ10-5.0 (4 кВт с плавной регулировкой рабочей частоты 16...22 кГц с системой фазовой АПЧ) (Россия);
 - Магнитострикционные преобразователи ПМС-15 (1.5 и 3 кВт; 21 кГц) (Россия).
20. Лабораторная установка для производства жидкого азота LNP-10 (США) производительностью 10 литров в сутки;
21. 8 управляющих аналитическим оборудованием станций и 1 вычислительная станция для моделирования наноструктурных объектов, сбора и комплексной обработки данных от различного аналитического оборудования;
22. 10 производительных компьютеров-клиентов и один сервер с 8 процессорными ядрами для организации группового дистанционного обучения технологиям моделирования наносистем и пакетной обработки оптических микроизображений для учебно-методического программного комплекса SIAMS;
23. Комплект оборудования химической лаборатории в составе центрифуги, весов аналитических, рН-метра, одноканального дозатора переменного объема, термостатируемого шейкера, электрического аквадистиллятора, предназначенных для химических анализов и обеспечения процессов в порошковой технологии;
24. Шлифовально-полировальная система Buehler EcoMet 300 Pro (Германия);
25. Термошкафы «Снолл 20/3»;

26. Шлифовально-полировальный станок EcoMet 300 PRO с полуавтоматической насадкой AutoMet 300 и модульной дозирующей системой Burst;
27. Низкоскоростная прецизионная пила IsoMet Low Speed;
28. 3D-принтер: Picaso Designer PRO 250;
29. 3D-сканер: ArtecSpider;

Специализированное программное обеспечение Нано-Центра ТПУ:

- Пакет программ QForm3D для 2D/3D моделирования технологических процессов объёмного деформирования материалов;
- Solid Works (конструирование и моделирование пресс-форм и др.);
- SIAMS (пакет многомасштабного анализа и моделирования нано-объектов и наноструктур) в составе: «SIAMS Photolab»; «SIAMS-CP Multiscale Modeling»; «S3D PoroStructure»;
- PDF-4 (кристаллографическая база данных);
- NEXSYS (анализ изображений SEM, TEM, AFM);
- пакеты программ для обработки данных оптической и электронной микроскопии.

Для выполнения исследований и организации учебного процесса используются компьютерная техника, мультимедиа проекторы, современные программные продукты. Кафедры располагают собственными компьютерными классами, в которых компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Интернет.

Компьютеризация учебного процесса по дисциплинам общеобразовательного и специального циклов обеспечивается базовым вычислительным центром и серверами, классами ПЭВМ последних поколений, связанных через локальную сеть с информационными ресурсами глобальной компьютерной сети INTERNET.

8. Итоговая государственная аттестация

Итоговая государственная аттестация выпускника высшего учебного заведения является обязательной, осуществляется после освоения образовательной программы в полном объеме и обязательно включает защиту выпускной квалификационной работы бакалавра.

К защите выпускной квалификационной работы студенты допускаются после сдачи Государственного междисциплинарного экзамена.

Требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы) определены в положении, утвержденном Ученым Советом ТПУ.

9. Условия, обеспечивающие развитие общекультурных компетенций студентов

Характеристики среды, важные для воспитания личности и позволяющие формировать общекультурные компетенции:

- среда, построенная на ценностях, устоях российского общества, нравственных ориентирах, принятых сообществом Томского политехнического университета и соответствующих образу современного инженера;
- правовая среда, где в полной мере действуют основные законы нашей страны - Конституция РФ, законы, регламентирующие образова-

тельную деятельность и работу с молодежью, Устав университета и правила внутреннего распорядка; деятельность в которой раскрывает специфику деятельности специалиста и научного работника;

- высокоинтеллектуальная среда, содействующая развитию инновационного потенциала студентов и приходу молодых одарённых людей в фундаментальную и прикладную науку;
- гуманитарная среда, поддерживаемая современными информационно-коммуникационными технологиями, позволяющая формировать информационную культуру, адекватную требованиям, предъявляемым к современному инженеру и научному работнику;
- среда высокой коммуникативной культуры, толерантного диалогового взаимодействия студентов и преподавателей, студентов друг с другом, студентов и сотрудников университета, позволяющая моделировать взаимодействие в научном и производственном коллективе;
- среда, открытая к сотрудничеству с работодателями, с различными социальными партнерами, в том числе с зарубежными;
- среда, ориентированная на психологическую комфортность, здоровый образ жизни, богатая событиями, традициями.

РАЗДЕЛ 7. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

1. Качество программы бакалавриата определяется в рамках внутренней и внешней оценки.

2. В целях совершенствования программы бакалавриата Организация ежегодно проводит внутреннюю оценку качества программы бакалавриата и ее реализации, для участия в которой может привлекать юридических и (или) физических лиц, в том числе работодателей.

3. В рамках внутренней оценки качества программы бакалавриата и ее реализации обучающимся и профессорско-преподавательскому составу должна быть предоставлена возможность оценивания содержания, организации и качества образовательного процесса.

4. Внешняя оценка качества программы бакалавриата и ее реализации осуществляется в рамках процедуры государственной аккредитации. Предметом аккредитационной экспертизы является определение соответствия содержания и качества подготовки обучающихся в организации, осуществляющей образовательную деятельность по заявленным для государственной аккредитации образовательным программам, федеральным государственным образовательным стандартам.

5. Добровольная внешняя оценка качества программы бакалавриата и ее реализации может осуществляться при проведении работодателями и (или) их объединениями профессионально-общественной аккредитации с целью признания качества и уровня подготовки выпускников, освоивших такую образовательную программу отвечающими требованиям профессиональных стандартов, требованиям рынка труда к специалистам, рабочим и служащим соответствующего профиля.

Сведения об имеющейся у Организации профессионально-общественной аккредитации рассматриваются при проведении государственной аккредитации.

6. Добровольная внешняя оценка и признание уровня деятельности Организации соответствующим критериям и требованиям российских, иностранных и международных организаций, может осуществляться при проведении общественной аккредитации.

7. Качество освоения программы бакалавриата определяется в результате оценки степени достижения планируемых результатов программы бакалавриата.

8. Оценка качества освоения программы бакалавриата обучающимися включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и итоговую (государственную итоговую) аттестацию.

9. Организация должна разработать порядок допуска к процедурам промежуточной аттестации обучающихся внешних экспертов – работодателей из числа руководителей и работников профильных организаций и (или) преподавателей.

10. Требования к содержанию, объему и структуре государственных аттестационных испытаний (выпускной квалификационной работы, а также к государственному экзамену (при наличии)) Организация определяет с учетом примерной основной образовательной программы.

РАЗДЕЛ 8. РАЗРАБОТЧИКИ ООП

Основная образовательная программа подготовки бакалавров по профилю «Наноструктурные материалы» направления 28.03.03 «Нanomатериалы» разработана сотрудниками выпускающей кафедры Nanоматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий Национального исследовательского Томского политехнического университета в составе: заведующий кафедрой НМНТ Хасанов О.Л., доцент кафедры НМНТ, к.х.н. Лямина Г.В., доцент кафедры НМНТ, к.х.н. Воронова Г.А.

Руководитель ООП подготовки бакалавров направления 28.03.03 «Наноматериалы» - заведующий кафедрой НМНТ ИФВТ НИ ТПУ д.т.н. О.Л. Хасанов

Программа утверждена на заседании Ученого совета ТПУ « » 20__г., протокол №____

Перечень профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников программ бакалавриата по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы

40.004	Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них	Приказ Минтруда России от 03.02.2014 N 72н (Зарегистрировано в Минюсте России 19.03.2014 N 31657)
40.005	Специалист в области материаловедческого обеспечения технологического цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них	Приказ Минтруда России от 03.02.2014 N 73н (Зарегистрировано в Минюсте России 20.03.2014 N 31667)
40.017	Специалист в области материаловедческого обеспечения технологического цикла производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них	Приказ Минтруда России от 11.04.2014 N 249н (Зарегистрировано в Минюсте России 22.07.2014 N 33213)
40.018	Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства изделий с наноструктурированными керамическими покрытиями	Приказ Минтруда России от 11.04.2014 N 248н (Зарегистрировано в Минюсте России 21.05.2014 N 32378)
40.020	Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них	Приказ Минтруда России от 11.04.2014 N 234н (Зарегистрировано в Минюсте России 10.07.2014 N 33044)
40.046	Специалист производства наноструктурированных сырьевых керамических масс	Приказ Минтруда России от 10.07.2014 N 450н (Зарегистрировано в Минюсте России 25.08.2014 N 33861)
10.104	Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	Приказ Минтруда России от 07.09.2015 № 593н (Зарегистрировано в Минюсте России 23.09.2015 № 38983)
40.103	Специалист формообразования изделий из наноструктурированных керамических масс	Приказ Минтруда России от 15.09.2015 № 639н (Зарегистрировано в Минюсте России 01.10.2015 № 39081)

26.006	Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов	Приказ Минтруда России от 08.09.2015 № 604н (Зарегистрировано в Минюсте России 23.09.2015 № 38984)
26.003	Специалист по проектированию изделий из наноструктурированных композиционных материалов	Приказ Минтруда России от 14.09.2015 № 631н (Зарегистрировано в Минюсте России 02.10.2015 № 39116)
26.001	Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов	Приказ Минтруда России от 07.09.2015 № 598н (Зарегистрировано в Минюсте России 23.09.2015 № 38985)

Об организации работы на базе ТПУ федерального учебно-методического объединения по УГНС 28.00.00 «Нанотехнологии и наноматериалы»

Панин Сергей Викторович, д.т.н
Председатель ФУМО 28.00.00

31 мая 2016 г.



УМО были созданы приказом Министерства высшего и среднего специального образования СССР от 18 сентября 1987 г. № 650 «О создании учебно-методических объединений»

80 УМО

(вузы Москвы
(30) и
С. Петербурга
(4))

Направления и
специальности были
закреплены отдельными
приказами

Приказом Министерства общего и профессионального образования РФ от 28 июля 1997 г. № 1670 утверждено «Положение о Координационном совете УМО Минобразования России и составе его президиума»

Модернизация
содержания
ООП.

Новая структура
перечня
направлений и
специальностей
подготовки

Области Образования	УГНС	НПис
Математические и естественные науки	6	50
Инженерное дело, технологии и технические науки	23	245
Здравоохранение и медицинские науки	5	113
Сельское хозяйство и сельскохозяйственные науки	2	30
Науки об обществе	7	66
Образование и педагогические науки	1	11
Гуманитарные науки	5	34
Искусство и культура	6	94
Оборона и безопасность государства. Военные науки.	2	21

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА



В 2015 году «старая» система УМО ликвидирована!
(Приказы Минобрнауки России № 942 от 02.09.2015 г., № 967 от 08.09.2015 г.)

- * Научно-методические, экспертные и иные советы, секции, рабочие группы, отделения:
- по уровням высшего образования;
 - по направленностям (профилям) образовательных программ;
 - по направлениям подготовки и специальностям;
 - по обеспечению деятельности УМО в отдельных субъектах РФ

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ:

Создание Координационных советов и УМО

Актуализация ООП с учетом требований профессиональных стандартов

Разработка ФГОС 3++

Разработка примерных ООП



ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КООРДИНАЦИОННЫХ СОВЕТОВ ПО ОБЛАСТЯМ ОБРАЗОВАНИЯ:

ЦЕЛЬ:

Создание консультативных органов при Минобрнауки России, обеспечивающих взаимодействие между участниками отношений в сфере образования, связанных с совершенствованием системы образования

- Координация деятельности учебно-методических объединений
- Выработка предложений по общей политике в сфере образования
- Подготовка предложений по оптимизации перечня профессий, специальностей и направлений подготовки

Приказом Минобрнауки России от 22 декабря 2014 г. № 1605 создан Координационный совет в области инженерного дела, технологии и технических наук

ЗАДАЧИ:

- Организация деятельности вузов, работодателей и их объединений, общественных объединений по реализации государственной политики в сфере образования
- Тиражирование лучших практик ведущих вузов в сфере модернизации образования

Сопредседатели Координационного совета:

- ☐ Чубик П.С., ректор ТПУ
- ☐ Рудской А.И., ректор СПбПУ
- ☐ Александров А.А., ректор МГТУ им. Баумана

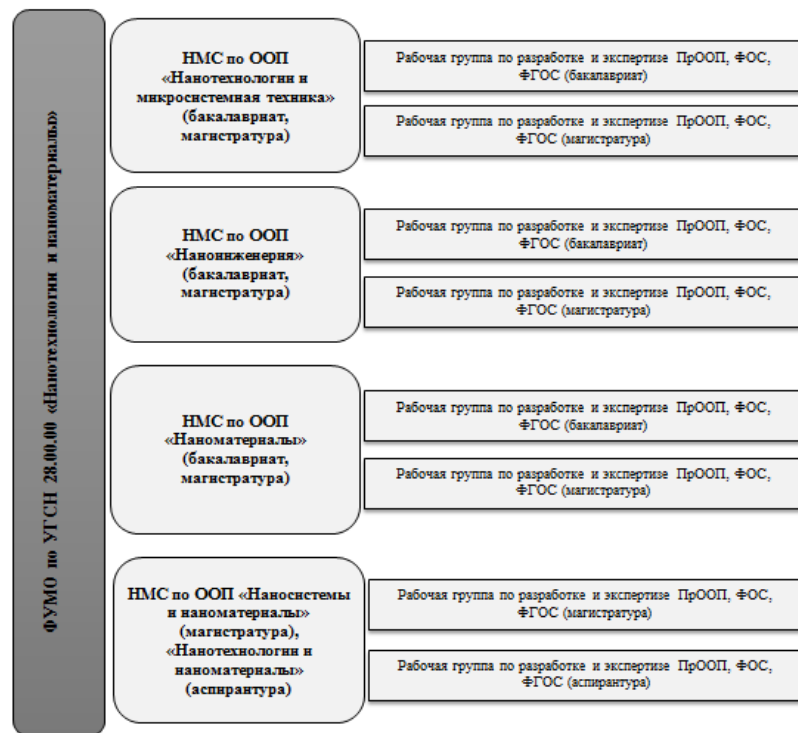
Приказом Минобрнауки России № 1220 от 27.10.2015 г. утверждены председатели ФУМО, в т.ч. по УГСН **28.00.00 «Нанотехнологии и наноматериалы»**

ТПУ будет выполнять функции базовой организации деятельности ФУМО

бакалавриат	• «Нанотехнологии и микросистемная техника» • «Наноинженерия» • «Наноматериалы»
магистратура	• «Нанотехнологии и микросистемная техника» • «Наноинженерия» • «Наноматериалы» • «Наносистемы и наноматериалы»
аспирантура	• «Нанотехнологии и наноматериалы»

ИТОГИ РАБОТЫ в 2015 году:

- ❑ Для организации работы ФУМО на базе ТПУ приказом № 10159 от 05.08.2015 г. **создана рабочая группа**
- ❑ **Сформирован проект состава ФУМО** (рекомендованы 67 кандидатур - представителей 29 вузов, 8 научных организаций и 4 промышленных предприятий, в том числе представителей Фонда инфраструктурных и образовательных программ АО «РОСНАНО»)
- ❑ **Сформирована структура ФУМО** по уровням и направлениям подготовки, **рабочие группы** по уровням и направлениям подготовки **для разработки проектов примерных ООП, ФГОС и экспертизы учебно-методических материалов**
- ❑ **Подготовлено Положение о ФУМО** (утверждено на заседании Президиума Координационного совета «Инженерное дело, технологии и технические науки» протоколом № 2 от 24.11.2015 г., проект отправлен в Минобрнауки России)



ЦЕЛЬ

Участие педагогических, научных работников, представителей работодателей в разработке ФГОС, примерных образовательных программ, координация действий организаций, осуществляющих образовательную деятельность, в обеспечении качества и развития содержания образования в системе образования

ФГОС ВО:

- Подготовка предложений в Минобрнауки России по проектам ФГОС ВО, участие в их разработке
- Организация работы по актуализации ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов
- Обеспечение методического сопровождения реализации ФГОС ВО
- Проведение мониторинга реализации ФГОС ВО по результатам государственной аккредитации образовательной деятельности, государственного контроля (надзора) в сфере образования

ПрООП:

- Участие в экспертизе содержания фондов оценочных средств
- Организация разработки и проведение экспертизы ПрООП
- Обеспечение научно-методического и учебно-методического сопровождения разработки и реализации ООП
- Формирование открытых он-лайн курсов и формирование рекомендаций по их использованию при реализации ООП

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ АУДИТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Важнейшие задачи ФУМО на текущий период:

- ☐ Разработка проекта ФГОС 3++ (не менее одного проекта ФГОС 3++ по направлению и не менее одного проекта ПрООП по области образования должны быть представлены в Минобрнауки России **не позднее 31 мая 2016 года**)
- ☐ Формирование плана ФУМО по разработке ПрООП до конца года (не менее одного проекта должно быть представлено в Минобрнауки России **не позднее 31 июля 2016 года**)
- ☐ Разработка проектов ФГОС 3++ по всем направления и специальностям подготовки высшего образования, закрепленных за ФУМО (**не позднее 15 сентября 2016 года все проекты ФГОС 3++ должны быть представлены в Минобрнауки**)



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН
«О внесении изменений в трудовой
кодекс российской федерации и
статьи 11 и 73 федерального закона
«Об образовании в Российской
федерации» от 02.05.2015
№ 122-ФЗ

"7. Формирование требований ФГОС к результатам освоения основных образовательных программ в части профессиональной компетенции осуществляется на основе соответствующих профессиональных стандартов (при наличии)."

ФГОС ПО, утвержденные до 1 июля 2016 года, подлежат приведению в соответствие с требованиями, установленными [частью 7 статьи 11](#) Федерального закона от 29 декабря 2012 года N 273-ФЗ в течение одного года с 1 июля 2016 года

Уровни
квалификации

Аспирантура

8

ФГОС ВО

Магистратура,
специалитет

7

Профессиональные
стандарты

ФГОС 3++

Бакалавриат

6



МОДЕРНИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ФГОС 3++

Разделение компетенций

ФГОС

Унификация требований к универсальным компетенциям

Унификация требований к общепрофессиональным компетенциям
(единые для УГНС)

Уровень образования

Универсальные компетенции

Область образования
УГНС

Общепрофессиональные компетенции

ПрООП

Перенос из ФГОС ВО перечня профессиональных компетенций в ПрООП, а также объекты и задачи профессиональной деятельности

Направление, направленность подготовки

профессиональные компетенции

Перечень профстандартов отражается в приложении к ФГОС/ПрООП

Из требований к структуре ОПОП исключаются требования к объемам базовой и вариативной частей

В случае отсутствия ПС, сопряженных с ФГОС ВО, профессиональные компетенции формируются на основе форсайт-анализа требований к компетенциям, предъявляемых к выпускникам данного направления подготовки на рынке труда, обобщения зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ФГОС 3++

Введение требований к обеспечению качества подготовки (раздел 8)

Внутренняя оценка качества программ

Процедуры внешней оценки:

- государственная аккредитация;
- профессионально-общественная аккредитация;
- международная аккредитация

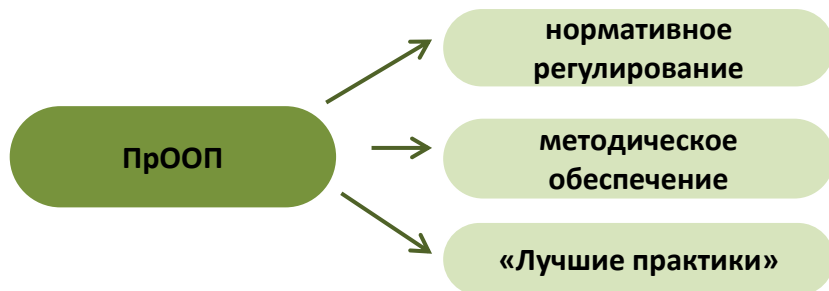
Введение требований к условиям реализации программ

7.1. Общесистемные требования к реализации программы бакалавриата.

7.1.1. Организация должна располагать материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

7.1.2....

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПрООП:



Раздел 1. Общие положения

- ☐ назначение примерной основной образовательной программы по направлению подготовки и уровню высшего образования
- ☐ нормативные основания для разработки ПООП

Раздел 2. Общая характеристика образовательных программ

- ☐ квалификация, присваиваемая выпускникам ОПОП
- ☐ возможные формы получения образования и формы обучения
- ☐ нормативно установленные объем и сроки ОПОП
- ☐ рекомендуемый перечень направленностей (профилей) образовательных программ на момент разработки ПООП

Раздел 3. Характеристика образовательной программы и профессиональной деятельности выпускников

- ☐ общее описание профессиональной деятельности выпускников: области, сферы, объекты профессиональной деятельности, типы задач
- ☐ перечень профессиональных стандартов, сопрягаемых с образовательной программой

Раздел 4. Планируемые результаты освоения образовательной программы

- ☐ универсальные,
- ☐ общепрофессиональные,
- ☐ профессиональные компетенции (по профилю программы)
- ☐ сопряжение профессиональных компетенций и требований профессиональных стандартов

Раздел 5. Рекомендации по разработке образовательной программы

Принципы и подходы к:

- ☐ проектированию образовательной программы,
- ☐ распределению объемов базовой и вариативной частей образовательной программы
- ☐ определению результатов обучения по модулю, дисциплине;
- ☐ определению образовательных технологий и средств оценивания

Раздел 6. Примерная структура и содержание образовательной программы

- ☐ примерный учебный план, примерный календарный учебный график
- ☐ примерные программы дисциплин (модулей) и практик
- ☐ рекомендации по разработке фондов оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) или практике
- ☐ рекомендации по разработке программы государственной итоговой аттестации

Раздел 7. Условия реализации образовательной программы

- ☐ кадровое обеспечение реализации программ, материально-техническое обеспечение
- ☐ рекомендации по применению образовательных технологий
- ☐ использование дистанционных образовательных технологий и электронного обучения
- ☐ особенности организации образовательного процесса по ООП для инвалидов и лиц с ОВЗ
- ☐ примерные расчеты нормативных затрат оказания государственных услуг по реализации ОП

Организационные и содержательные вопросы по работе ФУМО

1. Задачи ФУМО
2. Выборы зам. председателя ФУМО
3. Утверждение состава ФУМО
4. Формирование и утверждение структуры ФУМО (НМС и рабочие группы)
5. Утверждение плана работы ФУМО на 2016 г.
6. Утверждение плана работы на 2016 г. по разработке ФГОС 3++ и ПрООП»
7. Организация взаимодействия НМС, рабочих групп, сайт ФУМО, сайт fgosvo.ru
8. Рассмотрение проектов ФГОС 3++ и ПрООП по направлению 28.03.03 «Нanomатериалы»

Спасибо за внимание!



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**



Формирование системы профессионально ориентированной подготовки кадров для nanoиндустрии

**В.В. Лучинин, зав. кафедрой микро- и наноэлектроники,
научный руководитель НОЦ «Нанотехнологии»**

**А.В. Корляков, проф. каф. микро- и наноэлектроники,
директор НОЦ «Нанотехнологии»**

31 мая 2016 г., ТПУ

Содержание доклада

- История возникновения направления подготовки «Нанотехнология»
- Процессы лицензирования подготовки кадров по направлению «Нанотехнология»
- Современное состояние в области образовательных стандартов
- Формирование элементов профессионально-ориентированной подготовки кадров
- Интеграция научно-образовательного потенциала вузов в рамках национальной нанотехнологической сети (ННС)
- Заключение

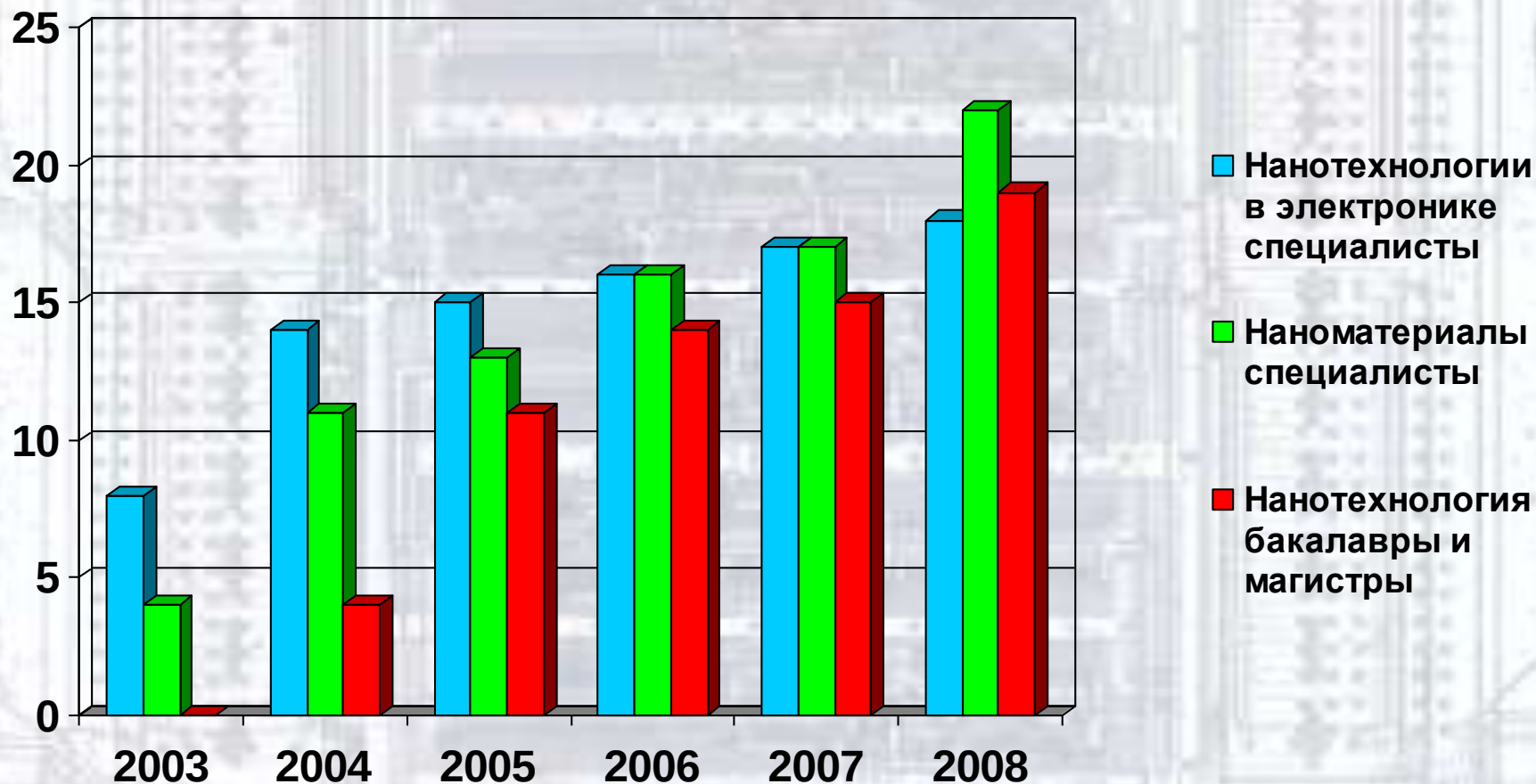
ХРОНОЛОГИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И ВЕДОМСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ ПО РАЗВИТИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ НАНОИНДУСТРИИ (1 этап)

- **4 июля 2003г. – Приказ Минобрнауки РФ №2398** “Об эксперименте по созданию нового направления подготовки специалистов “Нанотехнология” и специальностей “Нанотехнология в электронике” и “Наноматериалы”. Подготовлены Государственные образовательные стандарты и примерные учебные программы подготовки специалистов “Нанотехнология в электронике” и “Наноматериалы”.
- **23 апреля 2004г. – Приказ Минобрнауки РФ №1922.** Принято решение о подготовке бакалавров и магистров по направлению “Нанотехнология”. Председателем УМС по данному направлению утвержден академик Ж.И. Алферов. Подготовлены Государственные образовательные стандарты и примерные учебные программы подготовки по направлению “Нанотехнология”.
- **12 июля 2005г. – Приказ Минобрнауки РФ №197.** Отменен эксперимент и введены в действие Государственные образовательные стандарты (2 поколения) подготовки бакалавров, магистров и специалистов в рамках направления 210600 “Нанотехнология”.

Государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования (2-го поколения) 2000 г.

- ❑ 201100 «Электроника и микроэлектроника»
 - ❑ + спец. Микросистемная техника (2000 г.)
- ❑ Эксперимент (с 2003г.) «Нанотехнология»
 - ❑ спец. Нанотехнологии в электронике
 - ❑ спец. Наноматериалы
- ❑ 210600 «Нанотехнология» (2005 г.)
 - ❑ + бакалавры, магистры

Структура подготовки кадров в ВУЗах, осуществляющих подготовку и прошедших лицензирование по направлению «Нанотехнология» до 2008 г.



Всего ВУЗов: 11 21 26 31 33 40 (нарастающим итогом)

Количество вузов, прошедших лицензирование по направлению 210600 «Нанотехнология»

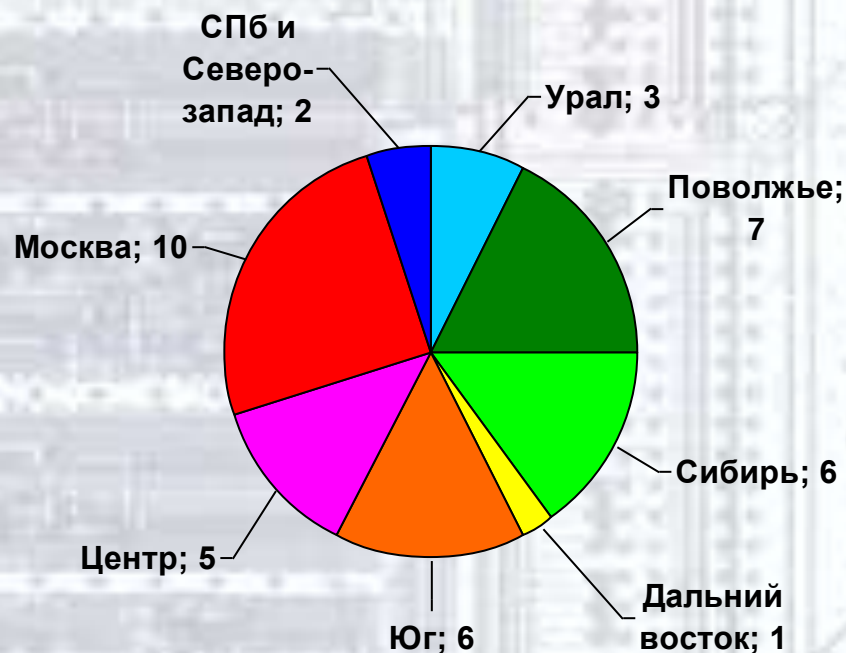
Всего с 2003 г. по 2009 г. получили заключение УМО - 54 вуза

Из них:

- по специальности «Нанотехнология в электронике» - 17 вузов;
- по специальности «Наноматериалы» - 26 вузов;
- по направлению (бакалавр, магистр) - 33 вуза

Отдельные ведущие вузы открыли подготовку сразу по специальностям и двухуровневой системе подготовки

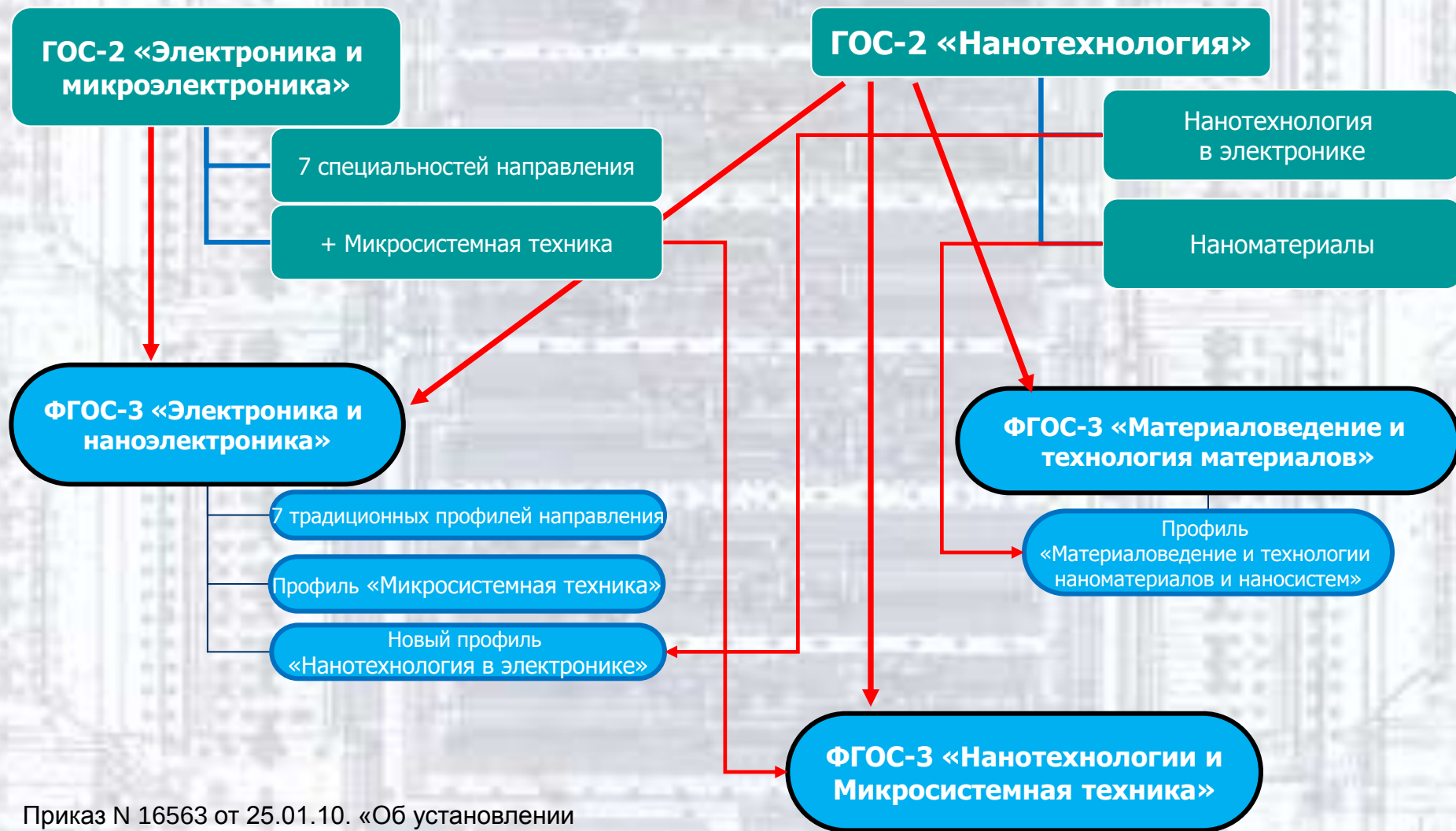
Распределение по регионам вузов, открывших подготовку по направлению «Нанотехнология»



ХРОНОЛОГИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И ВЕДОМСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ ПО РАЗВИТИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ НАНОИНДУСТРИИ (2 этап)

- **2007- 2008 гг. – ФЦП “Развитие образования в РФ на 2006-2010г.г.”**
Осуществлена закупка (в ЛЭТИ) новых Федеральных образовательных стандартов подготовки бакалавров и магистров по направлению “Электроника и нанoeлектроника”, “Нанотехнология и микросистемная техника”.
- **декабрь 2009г. – январь 2010г. – Приказы Минобрнауки РФ “Об утверждении и введении в действие федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования по направлениям подготовки:**
 - **222900 «Нанотехнологии и микросистемная техника» (б, м);**
 - **210100 «Электроника и нанoeлектроника» (б, м);**
 - **150100 «Материаловедение и технология материалов» (б, м).**

Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования (3-го поколения) 2010 г.



Приказ N 16563 от 25.01.10. «Об установлении соответствия направлений подготовки» (переходник)

Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования (3-го поколения) в сфере нанотехнологии (УГН 2011г. - 2014 г.)

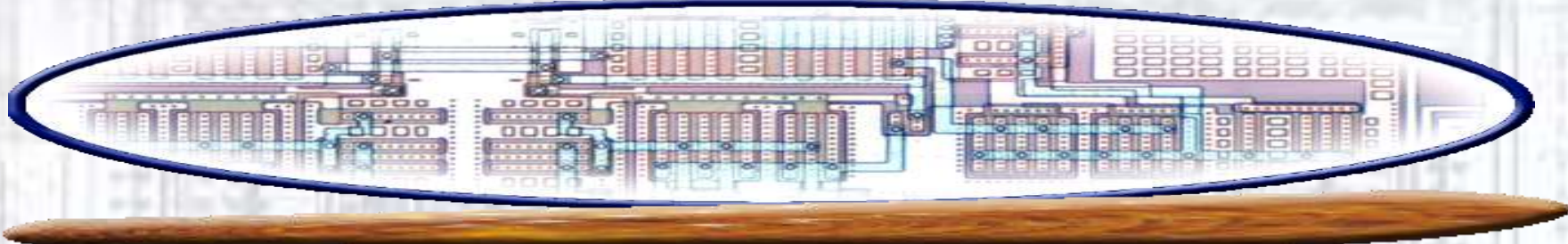
- 022200 «Наносистемы и наноматериалы» (м),
УГН 020000 «Естественные науки»;
- 210100 «Электроника и наноэлектроника» (б, м),
УГН 210000 «Электронная техника, радиотехника и связь»;
- 222900 «Нанотехнологии и микросистемная техника» (б, м),
УГН 220000 «Автоматика и управление»;
- 150100 «Материаловедение и технологии материалов» (б, м),
- 152100 «Наноматериалы» (б, м),
- 152200 «Наноинженерия» (б, м)
УГН 150000 «Металлургия, машиностроение и
материалобработка».

Современные тенденции развития стандартизации образовательного процесса (3+, 3++ поколение) в сфере нанотехнологии

- Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ “Об образовании в Российской Федерации”;
- Постановление Правительства Российской Федерации №23 от 22 января 2013 г. ”О Правилах разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов”
 - положения соответствующих профессиональных стандартов должны учитываться при формировании федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования
 - профессиональные стандарты должны создавать основу для разработки программ профессиональной подготовки и более эффективных методов оценки результатов профессионального обучения (сертификации выпускников)

Профессиональные стандарты в области наноиндустрии

- Организация разработчик - Фонд инфраструктурных и образовательных программ (ФИОП РОСНАНО). Разработано и утверждено более 30 профессиональных стандартов в области нанотехнологии (2012г. – 2016г.)
- Примеры утвержденных профессиональных стандартов:
 - Инженер по верификации и тестированию наноразмерных интегральных схем;
 - Специалист по проектному управлению в области разработки и постановки производства полупроводниковых приборов и систем с использованием нанотехнологий.
 - Инженер-конструктор в области производства наногетероструктурных СВЧ монолитных интегральных схем;
 - Инженер-технолог в области производства наногетероструктурных СВЧ монолитных интегральных схем;
 - Специалист в области технологического обеспечения полного цикла производства объёмных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них;
 - Специалист в области материаловедческого обеспечения технологического цикла производства объёмных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них;
 - Специалист обеспечения технической безопасности наноэлектронных производств.
 - Специалист конструирования фотошаблонов наносистем



ФЦП “Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации”

Целевые индикаторы:

- удельная оснащенность (стоимость оборудования) на одного сотрудника - 860 тыс.руб.;
- средний возраст научного и специального оборудования – 5 лет.

Рособразование: общий объем – 4 211млн.руб.

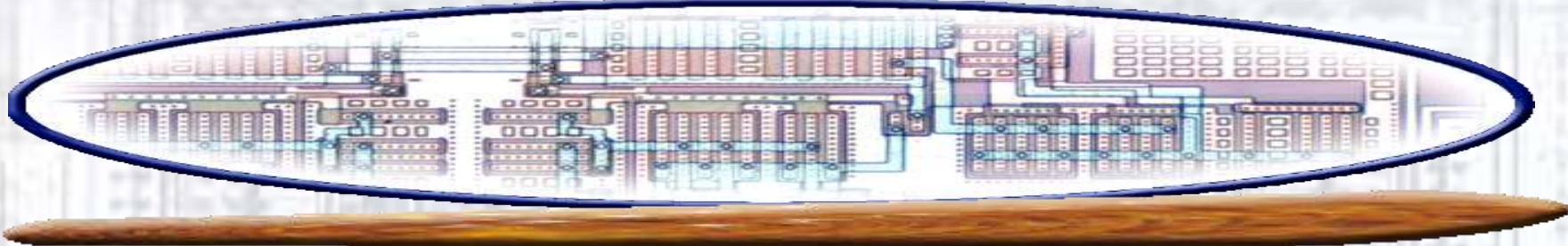
2008г.: 1 ВУЗ (МИЭТ) – 410млн.руб., научно-технологический центр “Нано- и Микросистемной техники”.

2008г.: 12 ВУЗов – по 129,5млн.руб.

2009г. – 10 ВУЗов – по 111,5млн.руб.

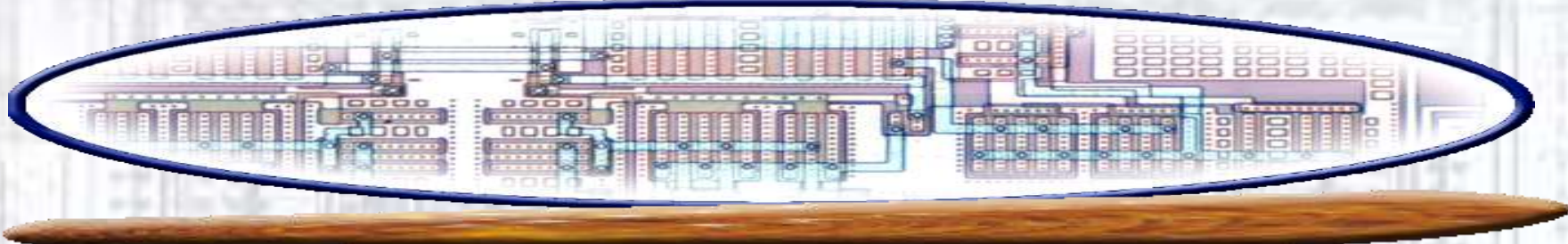
2010г. – 9 ВУЗов – по 125,7-125,8млн.руб.

Научно-образовательные центры по направлению “Нанотехнологии”.



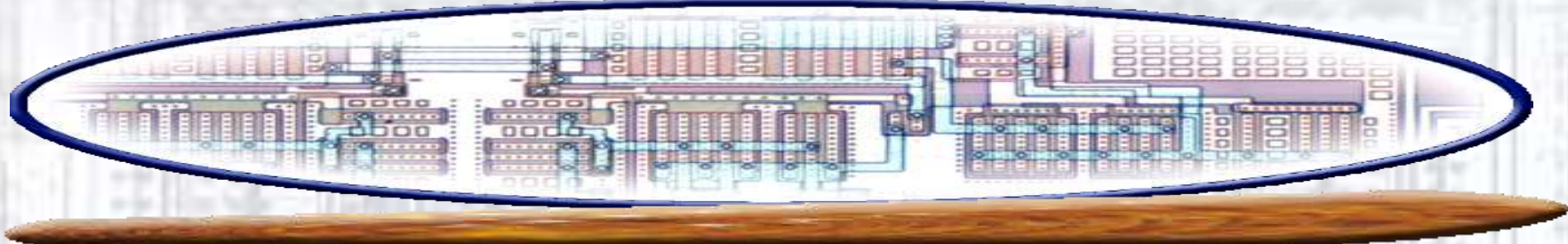
Структура организации научно-образовательных центров по направлению "Нанотехнологии"

- 1. Специализированный научно-технологический кластер на базе уникального оборудования (5-6 единиц) в рамках разделения "труда" в ННТС.**
- 2. Модульная унифицированная малобюджетная учебно-научная лаборатория по направлению "Нанотехнологии и нанодиагностика" для подготовки и переподготовки кадров.**
- 3. Информационно-аналитический сектор для координации и обеспечения научных исследований и образовательного процесса.**
- 4. Сектор образовательных технологий для обеспечения образовательного процесса.**

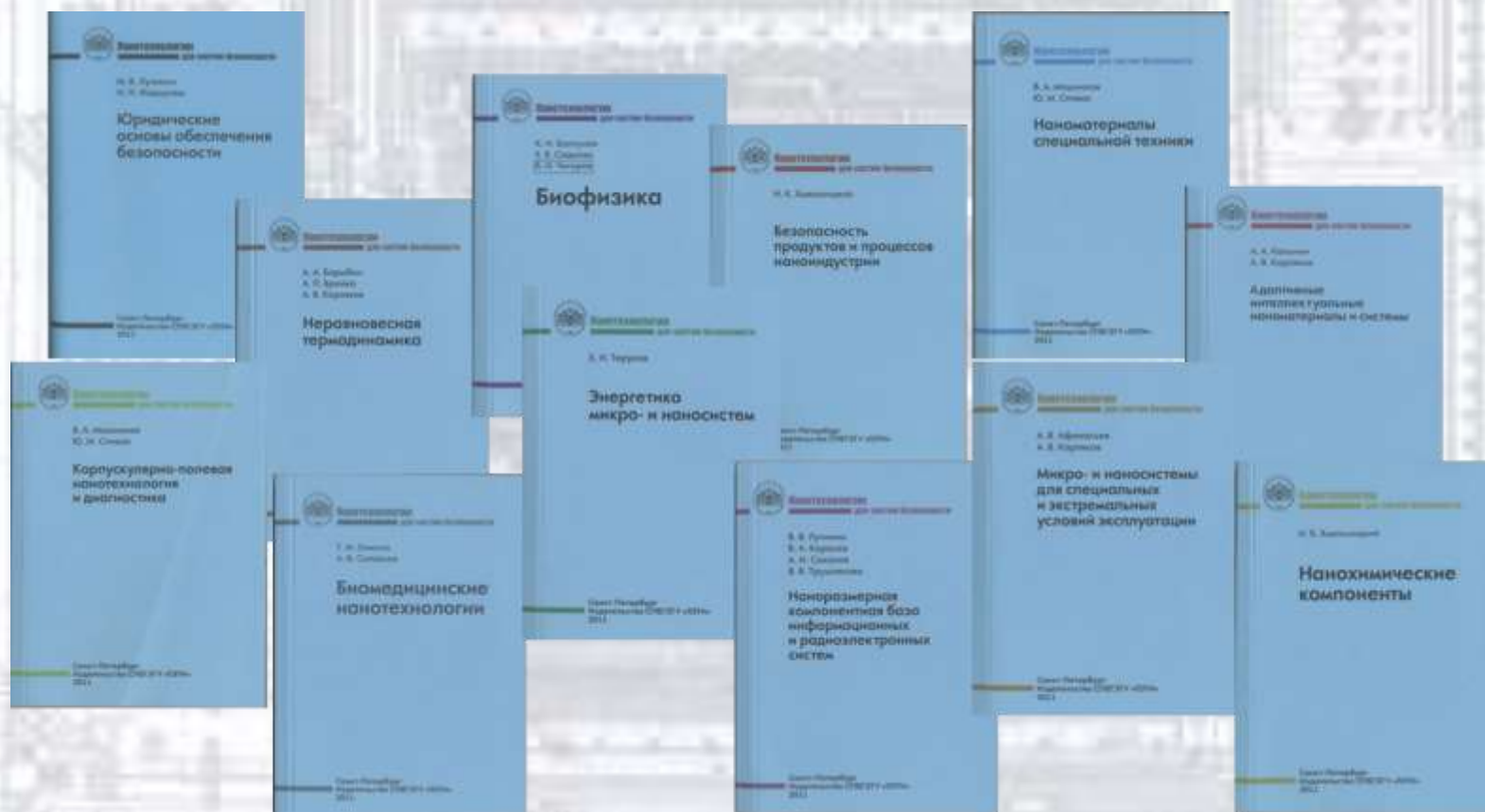


НОЦ (ЛЭТИ) для подготовки кадров в области нанотехнологии

1. Разработка учебно-методического обеспечения для подготовки кадров в области нанотехнологии по тематическому направлению ННС «Нанотехнологии для систем безопасности»;
2. Разработка системы удаленного доступа к сложному многофункциональному аналитико-технологическому комплексу на основе наноразмерного ионного пучка;
3. Разработка модульной унифицированной «малобюджетной» учебно-научной лаборатории «нанотехнологии и нанодиагностики»;
4. Повышение квалификации преподавателей вузов и специалистов предприятий по направлениям в области нанотехнологии;
5. Предоставление практической и лабораторной базы для студентов по программам образования в области нанотехнологии.

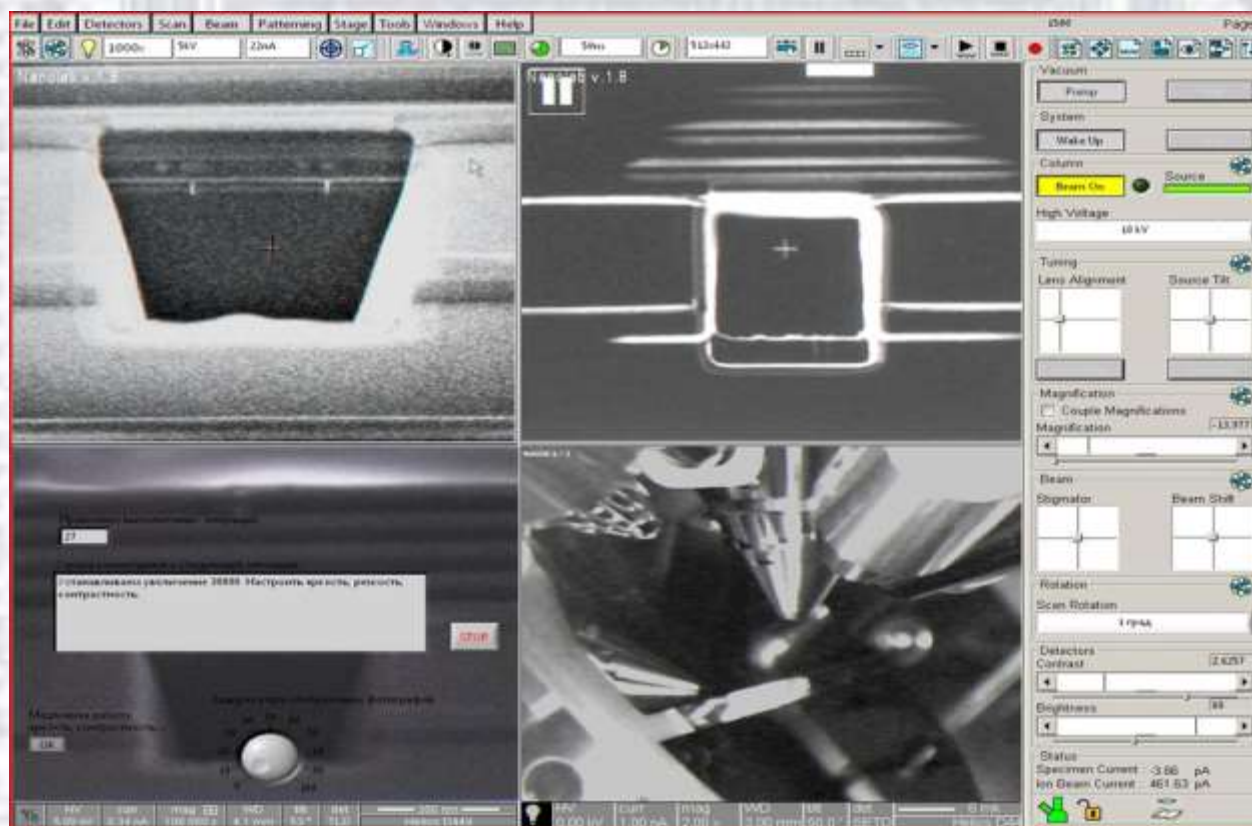


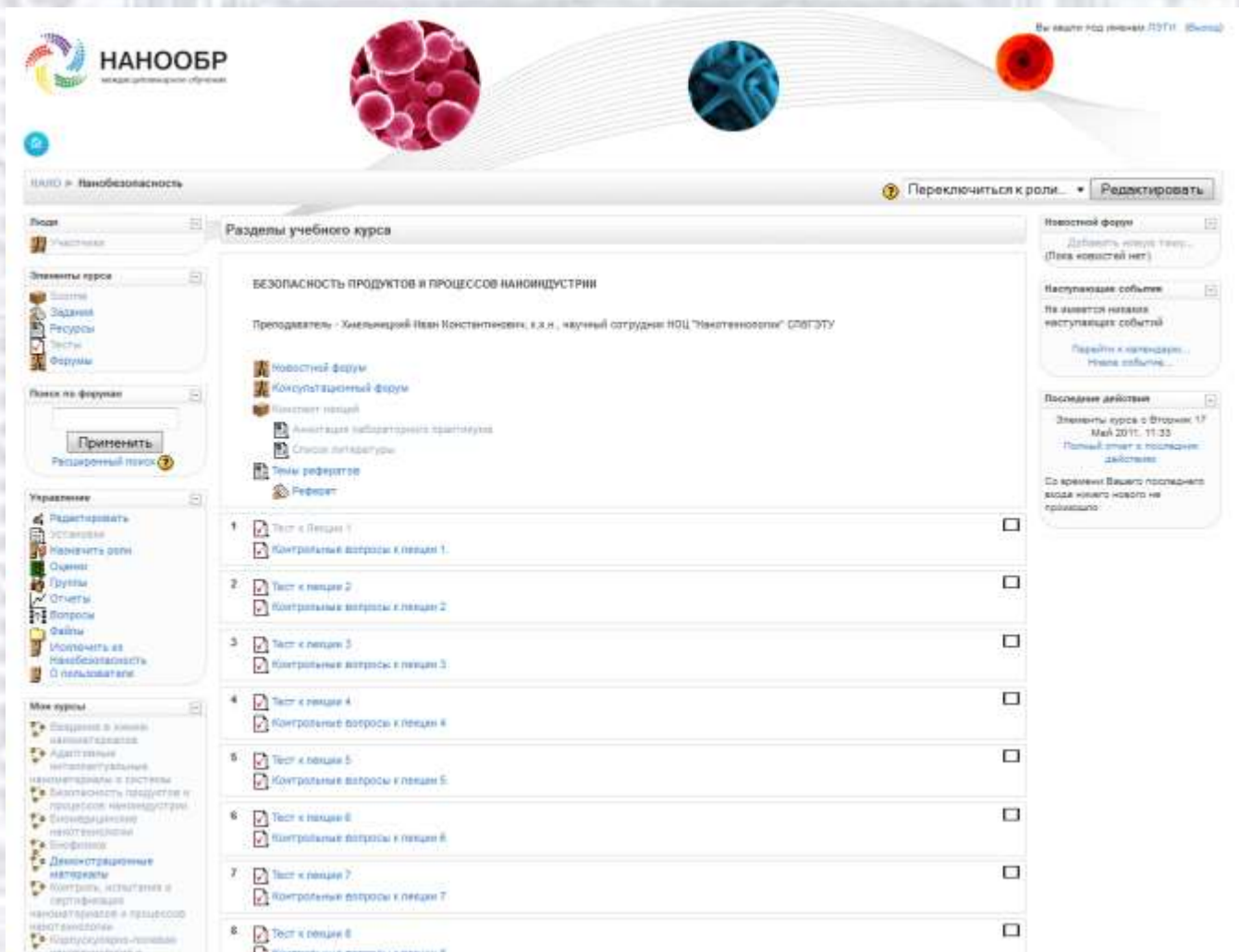
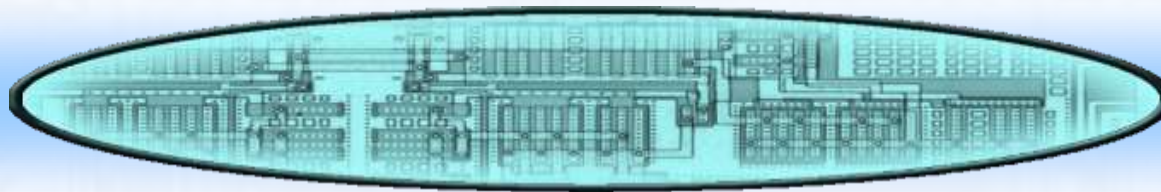
Разработка учебно-методического обеспечения для подготовки кадров в области нанотехнологии по тематическому направлению ННС «Нанотехнологии для систем безопасности»

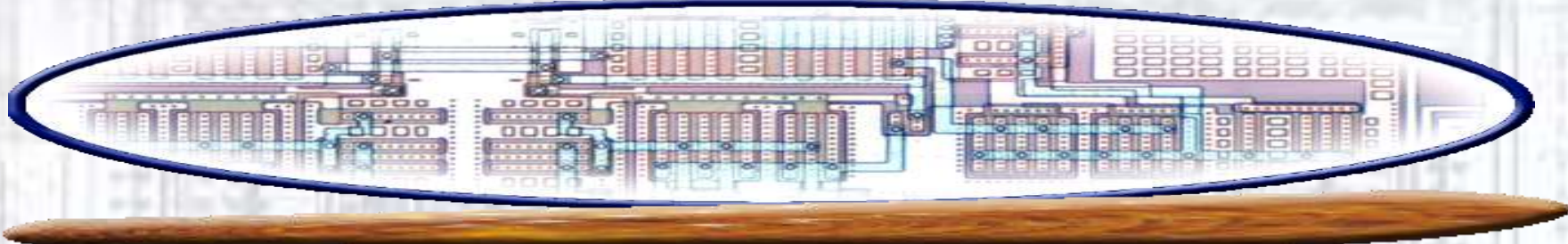




система удаленного доступа к аналитико-технологическому комплексу на основе наноразмерного ионного пучка

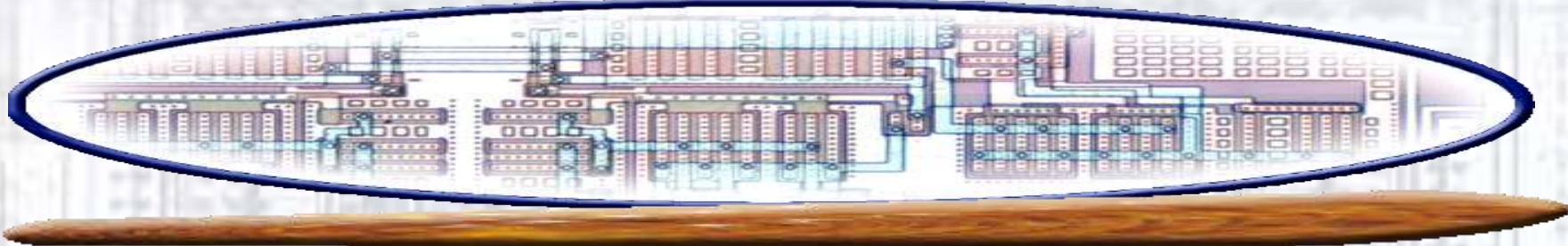






Программы повышения квалификации преподавателей и инженерных кадров

- Программы ПК «Нанотехнология и нанодиагностика». «Нано- и микросистемная техника. Особенности реализации программы в рамках новых ФГОС третьего поколения». 2010 – 2012 гг. более 150 преподавателей из более 80 вузов РФ
 - Объем аудиторных занятий 72 часа (2 нед.)
 - Лекции и лабораторно-практические занятия
 - Посещение научных лабораторий ЛЭТИ, ФТИ
- Президентская программа повышения квалификации инженерных кадров «Нано- и микросистемная техника»
 - Общий объем аудиторных занятий 74 часа (2 нед.)
 - Практические и лабораторные занятия 38 ч. (более 50%)
 - Практические навыки разработки конструкций и технологий МСТ
 - Стажировка в ведущих отечественных центрах (МИЭТ, 10 дней)
 - Стажировка в зарубежных центрах (GVR Trade SA, Швейцария, 10 дн.)



МАЛОБЮДЖЕТНАЯ УНИФИЦИРОВАННАЯ УЧЕБНО-НАУЧНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

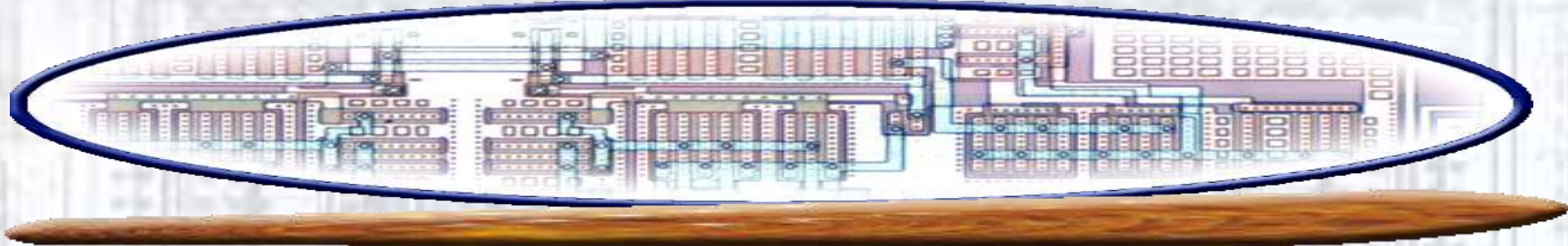
СЕКТОРЫ

НАНОТЕХНОЛОГИИ

- Получение углеродных нанотрубок из газовой фазы
- Молекулярная химическая сборка нитридов и оксидов
- Плазменное осаждение нанокластеров углерода и металлов
- Электрохимическое формирование нанопористого кремния
- Золь-гель технология получения наноструктурированных оксидов
- Получение органических нанослоев методом Ленгмюра-Блоджетт
- Амплификация ДНК методом полимеразной цепной реакции

НАНОДИАГНОСТИКИ

- Оптическая микроскопия с электрической нанозондовой диагностикой
- Растровая электронная микроскопия наносистем
- Атомно-силовая микроскопия наноразмерных объектов
- Эллипсометрия нанослоевых композиций
- Оптическая спектроскопия наночастиц
- Электронный парамагнитный резонанс магнитных нанокластеров
- Хроматография белков
- Капиллярный электрофорез коллоидных частиц



МАЛОБЮДЖЕТНАЯ УНИФИЦИРОВАННАЯ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНАЯ БАЗА для образовательного процесса и научных исследований в интересах "Наноиндустрии"

Нанотехнологии



Нанодиагностика



ХАРАКТЕРИСТИКИ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА

Технологический уклад №	Временные интервалы	Базовые технологии (производства)	Характерные особенности
VI		■ Атомно-молекулярная инженерия ■ Бионическая инженерия и робототехника ■ Биоинформацион-ные и сетевые технологии ■ Микро- и наноэнергетика ■ Космические технологии	■ Глобальные информационные коммуникационные сети. ■ Системы искусственного интеллекта и искусственные органы. ■ Комплексная роботизация. ■ Нетрадиционная энергетика. ■ Освоение труднодоступного земного и внеземного пространства.

Приоритеты российской наноиндустрии

№	Приоритеты	Направления развития
1	Государственные приоритеты	■ безопасность человека и государства; ■ технологическая независимость; ■ конкурентоспособность продукции.
2	Доминирующие технологии	■ информационные (обслуживающие, интегрирующие); ■ бионические (заимствующие «живую» природу); ■ когнитивные (думающие, интеллектуальные).
3	Социальная направленность технологий	■ медико-биологическая – сохранение народонаселения; ■ образовательная – сохранение и развитие культурного потенциала; ■ продовольственная безопасность.
4	Технологическая политика	■ сохранение и создание уникальных отечественных технологий; ■ приобретение коммерчески эффективных технологий массового производства; ■ заимствование и внедрение социально значимых технологий.

№	Приоритеты	Направления развития
5	Инфраструктурная политика	■ обновление научно-производственной инфраструктуры; ■ наращивание производства; ■ формирование научного задела; ■ развитие сетевых технологий; ■ сохранение и развитие профессионально ориентированного образования.
6	Законодательно-нормативная база	■ стабильность принципов; ■ динамичность законов ; ■ вариативность (свобода) решений .
7	Приоритеты программы развития наноиндустрии до 2015 г.	■ введение продукции наноиндустрии в хозяйственно-экономический оборот государства; ■ коммерциализация продукции с доминирующей интеллектуальной составляющей; ■ позиционирование на международном рынке товаров и услуг в области нано продукции;
8	Продукция наноиндустрии	■ интеллектуальность (рынок патентов и «ноу-хау»); ■ новизна; ■ конкурентоспособность. ■ безопасность
9	Приоритеты рынка наноиндустрии	■ интеллектуальность; ■ масштабность (много и доступно) – социально ориентированные продукция и услуги; ■ уникальность– специальная продукция

МАТРИЦА ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ НОЦ

Функциональная ориентация

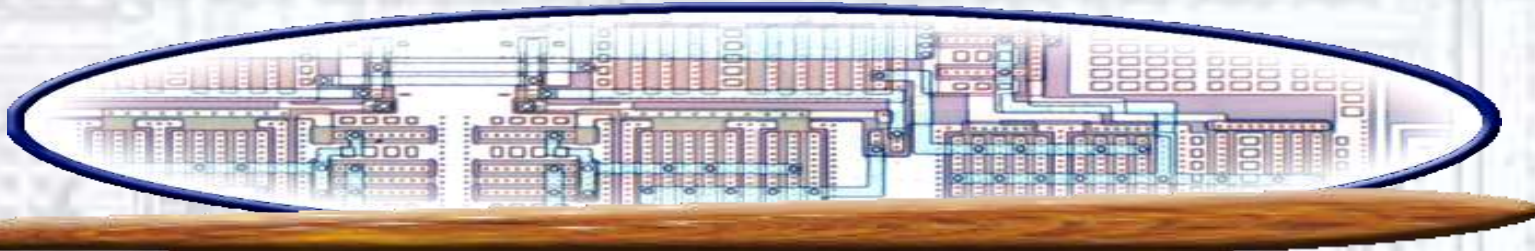
1. Подготовка кадров в рамках основного образовательного процесса
2. Лабораторно-методическое обеспечение образовательного процесса
3. Повышение квалификации, переподготовка кадров
4. Фундаментальные и поисковые исследования
5. Инновации, трансфер технологий и методов
6. Коллективное использование уникального оборудования и методик
7. Информационно-аналитическое обеспечение образовательного, исследовательского и инновационного процессов

НОЦ

МГУ
МИФИ
МФТИ
СПбГУ
СПбГЭТУ
...
...
...
...

Профессиональная ориентация

1. Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества
2. Функциональные наноматериалы для энергетики
3. Функциональные наноматериалы для космической техники
4. Конструкционные наноматериалы
5. Композитные наноматериалы
6. Процессы нанотехнологии
7. Методы нанодиагностики
8. Дизайн наноматериалов и наносистем
9. Нанoeлектроника
10. Нано и микросистемная техника
11. Фотоника
12. Нанохимические компоненты
13. Нанозергетика
14. Нанобиотехнология
15. Нанобиомедицина
16. Метрологическое обеспечение нанопроизводства
17. Испытания нанопроизводства

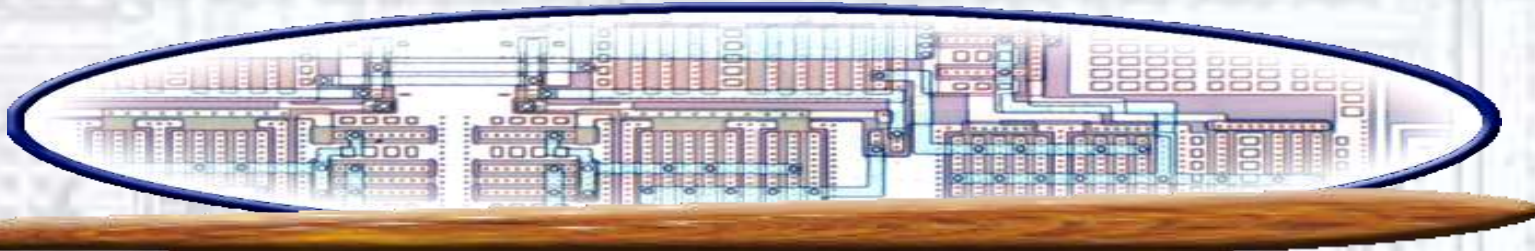


Общая цель: Эффективность использования созданной инфраструктуры НОЦ, информационно-аналитического, правового обеспечения, кадрового потенциала при формировании нанотехнологической культуры и производства наукоемкой инновационной продукции.



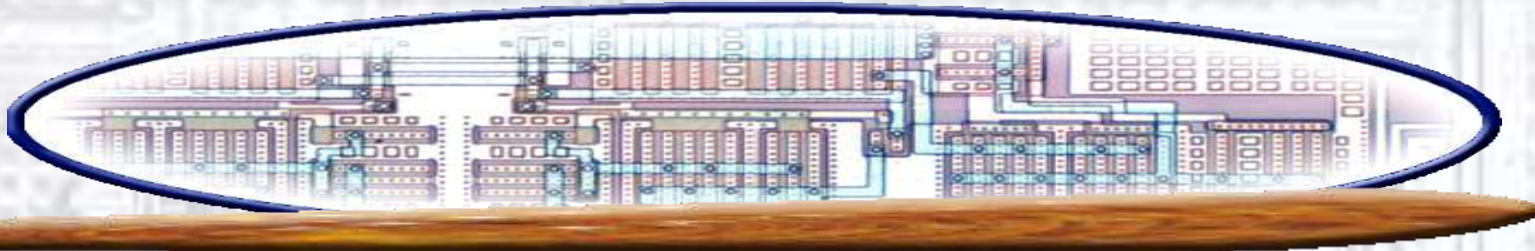
КЛЮЧЕВЫЕ ВОПРОСЫ

- Эффективность и правовые основы использования результатов, полученных ВУЗами и НОЦ при выполнении государственных контрактов в рамках ФЦП “Развитие инфраструктуры наноиндустрии в РФ на 2008-2011 годы”.
- Организация взаимодействия НОЦ с головными организациями ННС по направлениям.
- Сетевое взаимодействие между НОЦ, входящими в ННС, и перспективы его развития.
- Деятельность НОЦ после завершения работ по ФЦП в 2011 году.



Базовые направления для повышения эффективности деятельности образовательного направления ННС

- Сетевая интеграция через формирование базы данных научно-технической продукции, информационных и образовательных услуг.
- Создание системы мониторинга НОЦ для обеспечения кооперации и оценки эффективности их функционирования.
- Сетевая дистанционная профессионально-ориентированная подготовка и переподготовка кадров с использованием информационно-образовательного ресурса, интегрируемого в рамках создаваемой информационно площадки.
- Сетевая интеграция и селекция кадрового потенциала ВУЗа для участия в подготовки профессионально-ориентированных стандартов и центров сертификации квалификации в области nanoиндустрии.

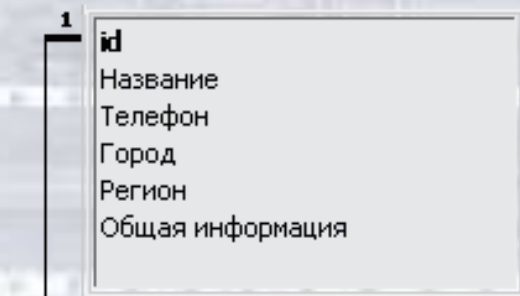
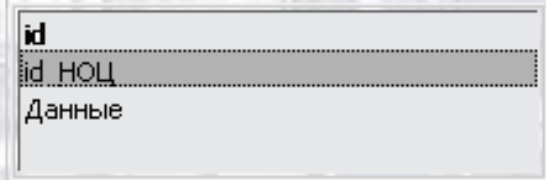


Структура базы данных

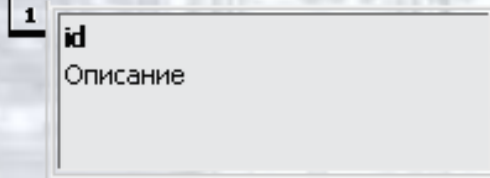
Разделение по трем основным признакам:

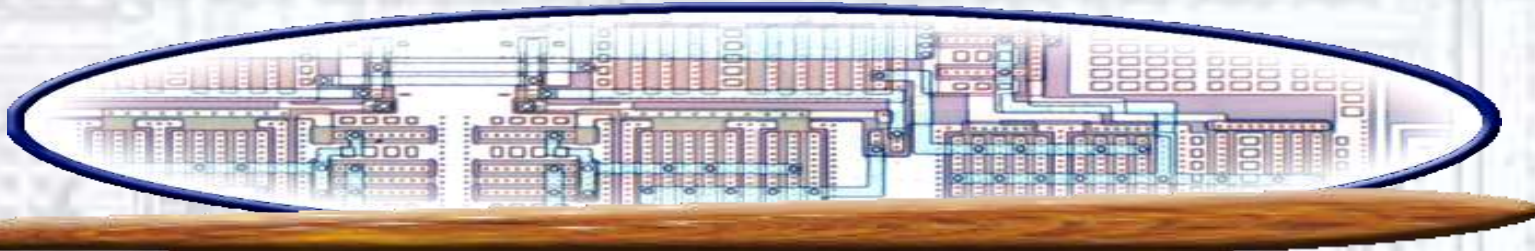
Контактная информация

Индивидуально
вносимая информация
(продукция, статьи,
патенты)



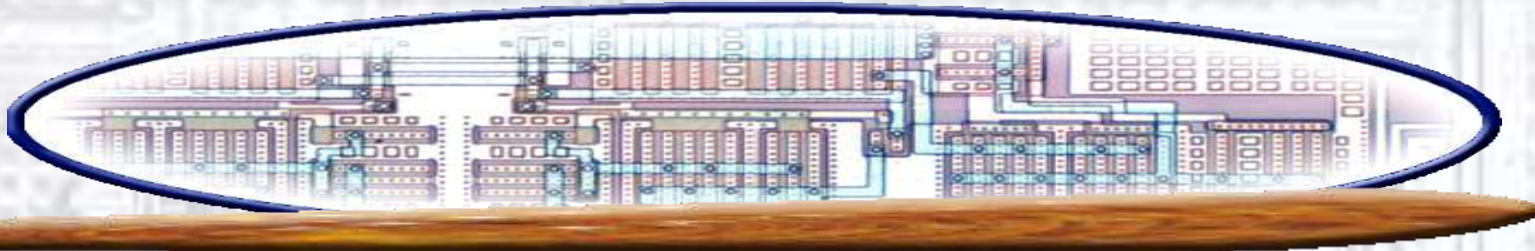
Общая информация
(списки, на основании
которых осуществлялся
выбор)





Основные поля для поиска

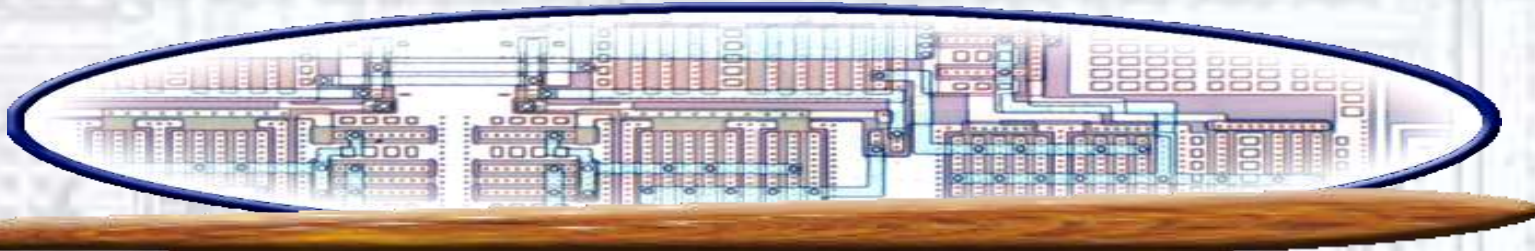
- Направления в рамках ННС
- Профессионально-тематическая ориентация
- Организационные формы функционирования
- Функциональная ориентация
- Предлагаемая продукция (в рамках сетевого сотрудничества)
- Результаты деятельности
- Предоставляемые услуги



Поиск по ключевым словам в рамках поля

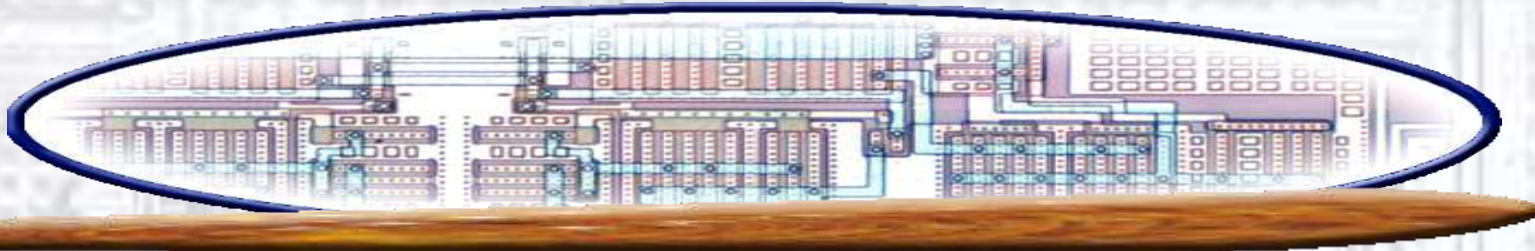
Профессионально-тематическая ориентация:

- Разработка и синтез наноматериалов
- Процессы нанотехнологии
- Методы нанодиагностики
- Моделирование и проектирование наносистем
- Нанoeлектроника
- Нано- и микросистемная техника
- Фотоника
- Нанохимические компоненты
- Нанoeнергетика
- Нанобиотехнология
- Нанобиомедицина
- Метрологическое обеспечение нанопродукции
- Испытание нанопродукции
- Безопасность нанопродукции



БАЗОВЫЕ КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ННС

№	Критерии	Достигаемый результат
1	Системность	Формы гибкой (в том числе виртуальной) интеграции оборудования, знаний и кадрового потенциала
2	Экономичность	Механизмы окупаемости инфраструктуры, минимизация затрат в процессе эксплуатации
3	Мобильность	Алгоритмы быстрой адаптации инфраструктуры при решении разнообразных задач с достижением результата за минимальное время
4	Инновационность	Система отбора знаний и их интеграция с достижением новизны и конкурентоспособности интеллектуальной и материальной продукции



РОЛЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СЕГМЕНТА ННС В РАЗВИТИИ НАНОИНДУСТРИИ В РФ

- **Обеспечение научного и образовательного процесса гибкой, устойчиво функционирующей аппаратурно-методической инфраструктурой**
- **Развитие новой (отечественной) технологической культуры и обеспечение ее конкурентоспособности**
- **Создание и обеспечение системы профессионально ориентированного обучения**
- **Организация и/или обеспечение выпуска инновационной наукоемкой продукции**



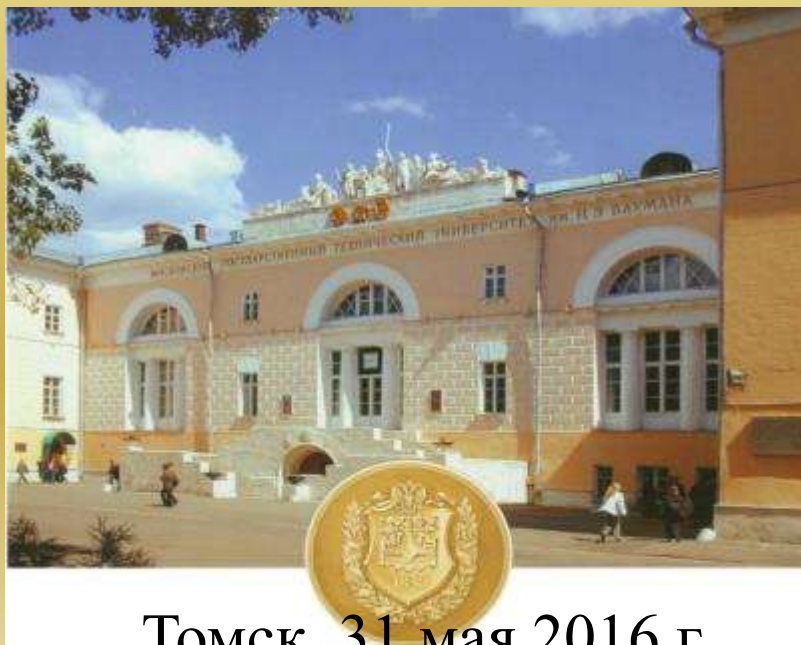
БЛАГОДАРЮ
ЗА
ВНИМАНИЕ



Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана

Д.т.н., профессор Панфилов Ю.В.

НАНОИНЖЕНЕРИЯ – НОВОЕ НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ И НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ



Томск, 31 мая 2016 г.

В 1947 году был открыт транзистор – электроламповая техника была заменена только через 30 лет;

В 1954 году были открыты пьезоэлектрические свойства кремния – коммерциализация МЭМС произошла в 1990 году, т.е. через 36 лет ;

В 1976 году был теоретически предсказан мемристор – только сейчас благодаря нанотехнологии появились первые образцы мемристоров (четвертый элемент в ряду «резистор – конденсатор – катушка индуктивности»);

В 1978 году была открыта высокотемпературная сверхпроводимость (ВТСП) – серьезные практические результаты появляются только сейчас;

**«НУЖНО 25 – 35 ЛЕТ ОТ НАЧАЛА РАБОТ ДО ПОЛНОЙ
КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ»**

Основное предназначение наноинженерии – сократить период выхода достижений нанотехнологии на рынок !

Проблема заключается в следующем: как этого добиться?

Ответ нам видится в решении следующих основных задач:

1. В поиске принципиально новых технических решений, как это было, например, с планарной технологией в микроэлектронике, которая совершила переворот в электронной технике;

2. В критической оценке вновь разрабатываемых и существующих технологических процессов и оборудования для изготовления изделий нанотехнологии по критерию их перспективности для серийного и массового, т.е. экономически оправданного производства;

3. В нахождении оптимального сочетания в конструкциях машин и приборов элементов нано-, микро- и макро-компонентной базы;

4. В разработке такой методики подготовки кадров для нанотехнологических областей, которая разумно сочетала бы классическую инженерную направленность с получением новых знаний, доступных ранее только физико-математической и специальной химической областям.

Первую задачу - «**ПОИСК НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**»

можно решить, используя эвристические методы проектирования [1], с помощью которых удастся найти простое решение как обеспечить, например, энергетические и информационные связи с отдельными нанообъектами (скорее всего это будут бесконтактные устройства передачи энергии и сигнала).



Концепция применения наноантенн для беспроводных соединений наносистем и макроприборов:

Для нанотрубок и графена скорость Ферми $V_F \approx 0,01 c$ (c – скорость света) и при несущей частоте $f_0 = 4$ ГГц длина полуволны плазмона составит $\lambda_p/2 \leq 3,25$ мкм, т.е. можно размещать антенны на чипе! При этом, сопротивление нанотрубки, как и любого нанорезистора, одинаково и равно $R_0 = h/(2e^2) = 12,9$ кОм (h – постоянная Планка, e – заряд электрона) [2].

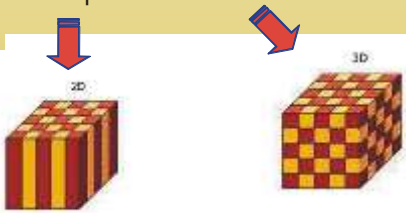
1. А. Хилл. Наука и искусство проектирования. Мир, 1972, 356 с.
2. Алексенко А.Г. Микро- и наносистемы беспроводной электроники / Нано- и микросистемная техника, №9, 2009, С.33 – 36.

РАБОТЫ МГТУ им. Н.Э. Баумана С ПАРТНЕРАМИ В ПОИСКЕ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ НАНОИНЖЕНЕРИИ



Наноккомпозиты на основе опаловых матриц

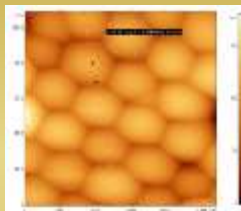
Фотонные кристаллы



Двухмерные фотонные кристаллы

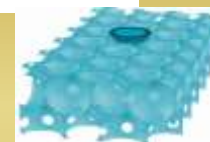
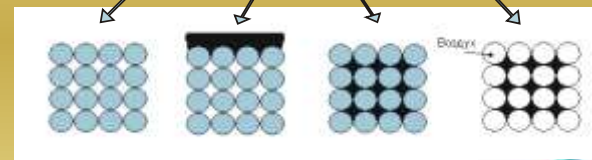
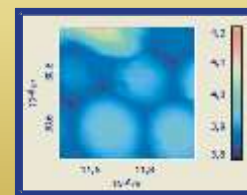


Трёхмерные фотонные кристаллы



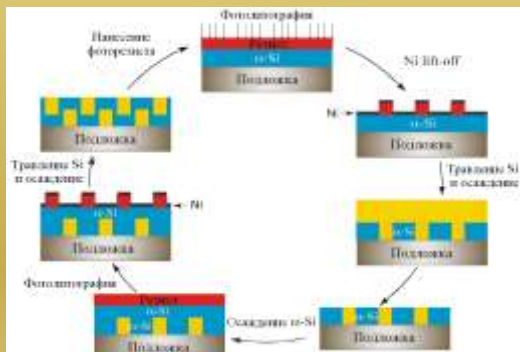
Фотонные кристаллы

Наноструктуры на основе опаловых матриц



Газовые сенсоры

Планарные технологии формирования 3-D наноструктур

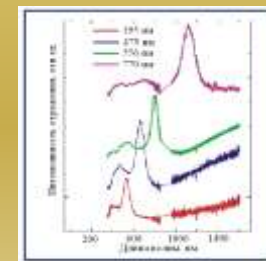
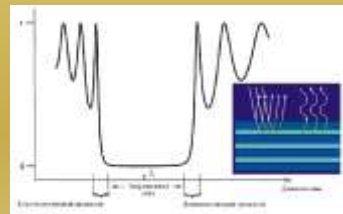
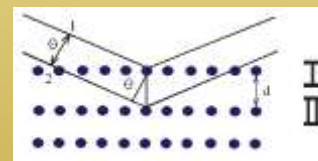


Формирование 3-D наноструктур на основе опаловых матриц



Автоэммиттеры на основе УНТ

Фотонная запрещенная зона

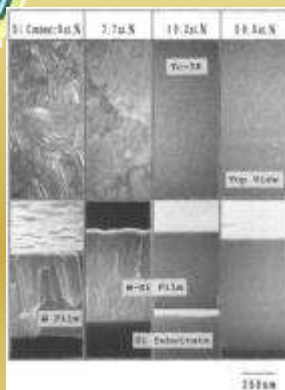


$$\Delta = 2d \cdot \sin \theta$$

СВЧ фильтры



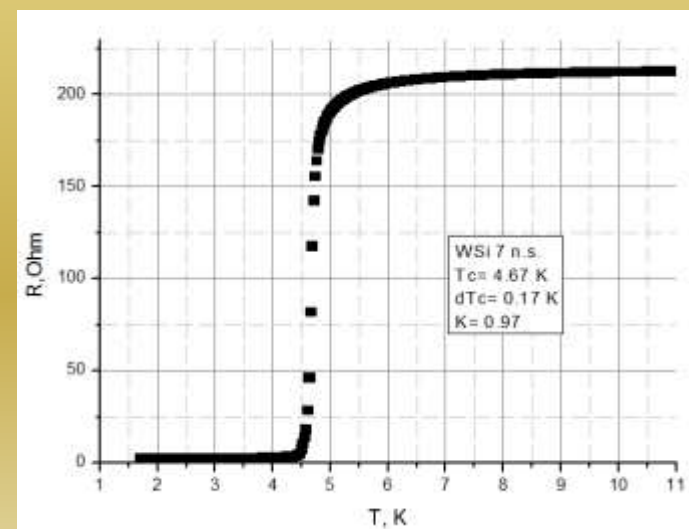
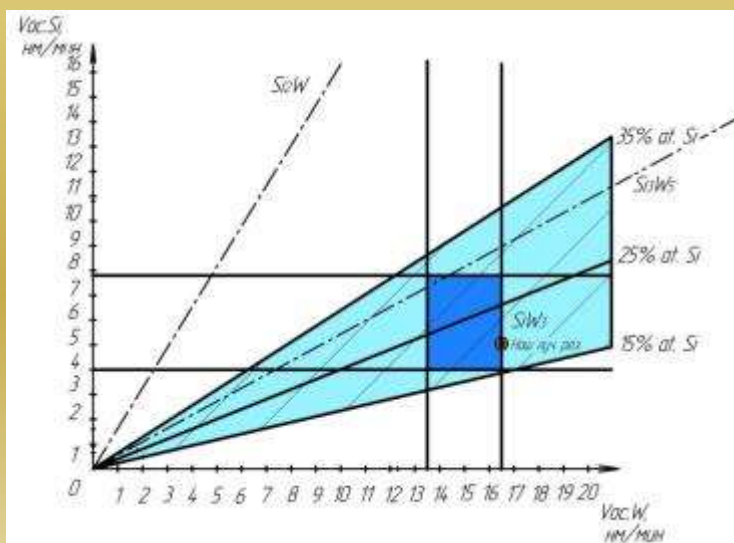
Пленки WSi для однофотонных сверхпроводниковых детекторов



Материал	Квантовая эффективность
NbN	65%
WSi	63%

Технологические достоинства пленок WSi:

- Стабильная температура перехода в сверхпроводящее состояние на относительно большом интервале соотношения материалов;
- Возможность формирования пленки на подложке любого материала.



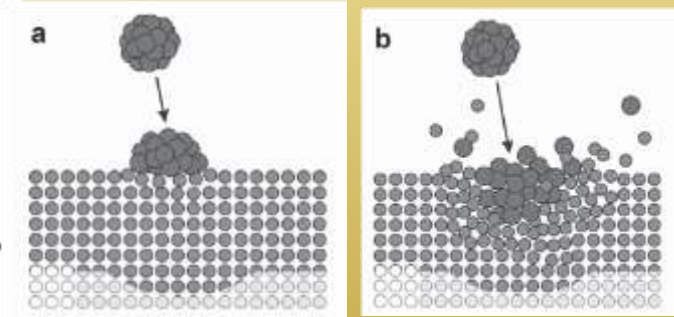
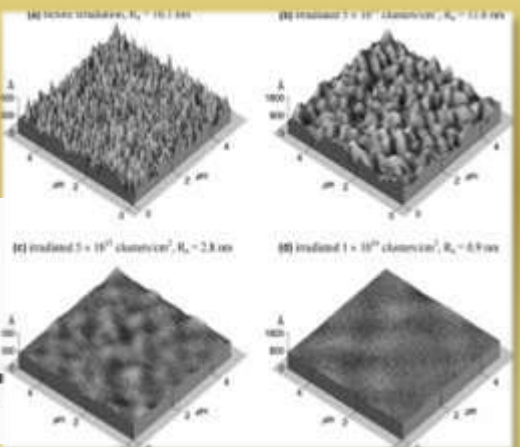
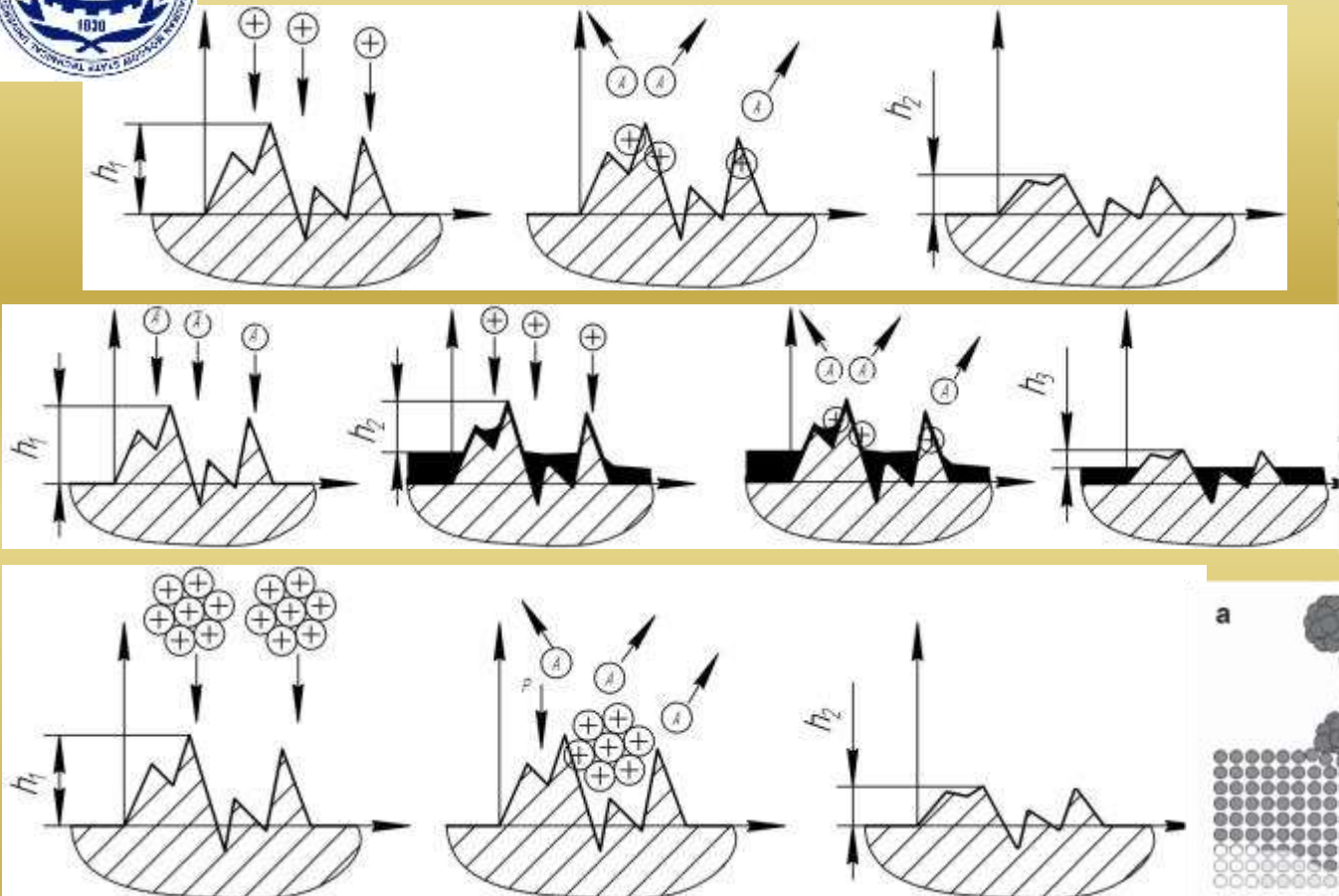
Измерение скоростей осаждения W и Si

Сопротивление пленки от температуры



Получение субнанометровой шероховатости для лазерной техники, СВЧ-электроники, МЭМС, НЭМС и др. (ИЯФ МГУ, НГУ, НИИВТ)

$R_a < 1 \text{ нм}$



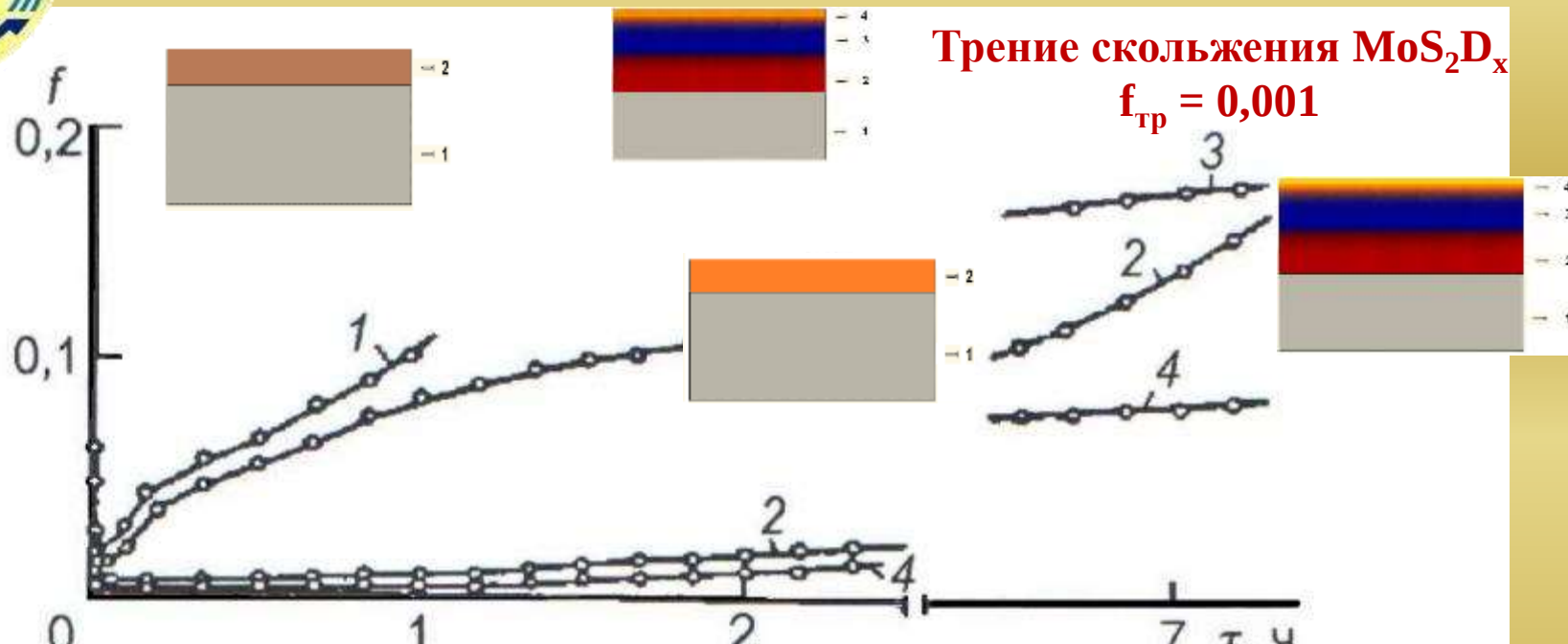
Кластерно-ионное полирование



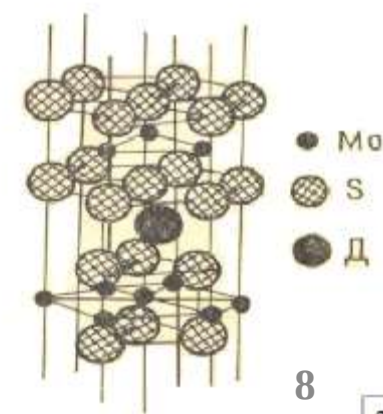
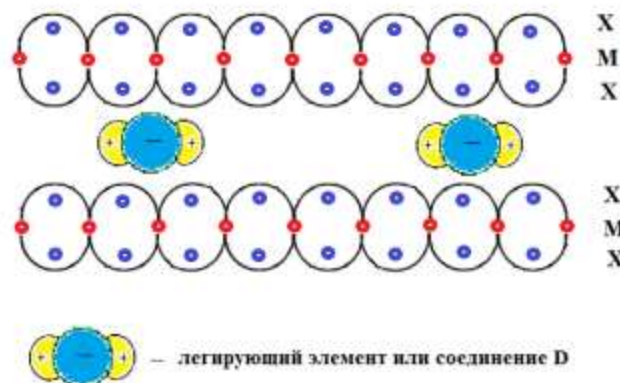
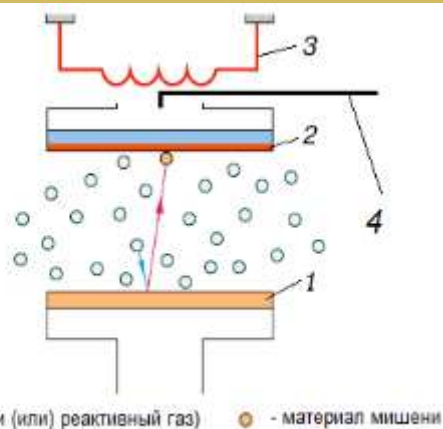
Антифрикционные и износостойкие покрытия: эффект anomalously low friction of coatings based on MoS_2

**ИМАШ
РАН**

Трение скольжения MoS_2D_x
 $f_{\text{тр}} = 0,001$



1 - MoS_2 ; 2 - MoS_2D_x ; 3 - $(\text{Mo}_k\text{N})(\text{MoN}_m\text{S}_n)(\text{MoS}_2)$; 4 - $(\text{Mo}_k\text{N})(\text{MoN}_m\text{S}_n)(\text{MoS}_2\text{D}_x)$



Вторую задачу – ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ДЛЯ СЕРИЙНОГО И МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

невозможно выполнить без известных из приборо- и машиностроения принципов анализа вариантов технических решений, многие из которых сформулированы в теории производительности машин – универсальном инструменте выбора варианта **прогрессивной технологии и производительного оборудования.**

$$Q_{\Phi} = Q_{\text{Ц}} \eta_{\Phi} \eta_{\Gamma}$$

где Q_{Φ} – фактическая производительность; $Q_{\text{Ц}}$ — цикловая производительность оборудования – показатель быстродействия, шт/час (м²/мин, кг/сутки); η_{Φ} — коэффициент функционирования – показатель бесперебойной работы; η_{Γ} — коэффициент выхода годных изделий.

$$Q_{\text{ц}} = \frac{1}{T} = \frac{1}{t_p + t_x} \quad \eta_{\Phi} = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^k \frac{T_{Bj}}{T_{Hj}}} \quad \lim_{t_p, t_x \Rightarrow 0} Q_{\Phi} = \lim \left(\frac{1}{t_p + t_x} \right) \eta_{\Phi} \eta_{\Gamma} \Rightarrow \infty$$

где T – длительность цикла, t_p – длительность рабочего хода – времени изменения размеров, структуры и свойств поверхности обрабатываемого изделия; t_x – длительность не совмещенных с t_p холостых ходов, например, открытия, закрытия и откачки рабочей камеры, загрузки и выгрузки изделий); где T_{Bj} — среднее время восстановления j -го элемента оборудования, час; T_{Hj} — средняя наработка на отказ j -го элемента оборудования, час; k — общее число элементов в оборудовании, шт. **9**

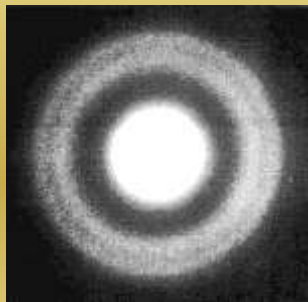


Нанесение наноструктурированных упрочняющих покрытий типа TiBSiN на инструмент

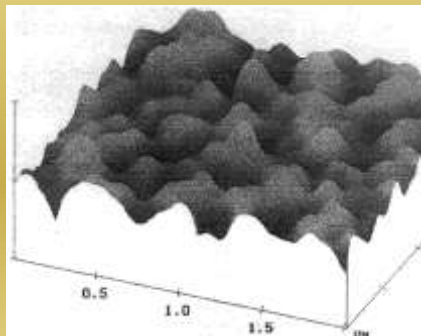
НИУ МИСиС



а



б



в

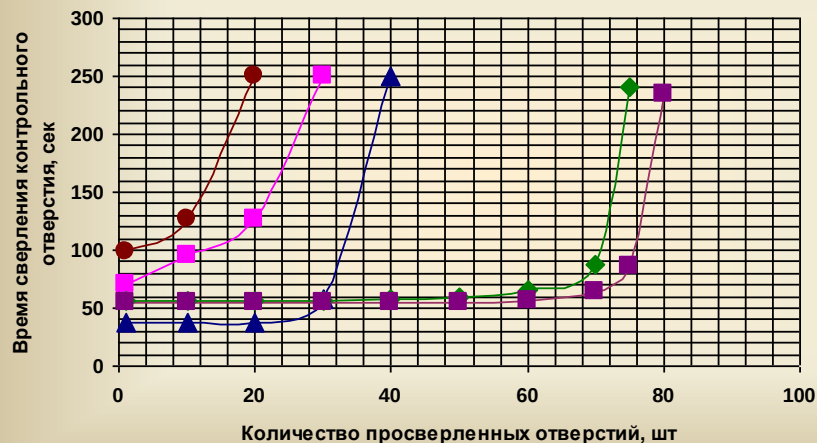
Электронно-микроскопическое изображение (а),
электроннограмма (б) и топография поверхности (в)
пленки Ti-Al-B-N с размерами кристаллитов порядка 1 нм



**Режимы
обработки,
качество
поверхности**

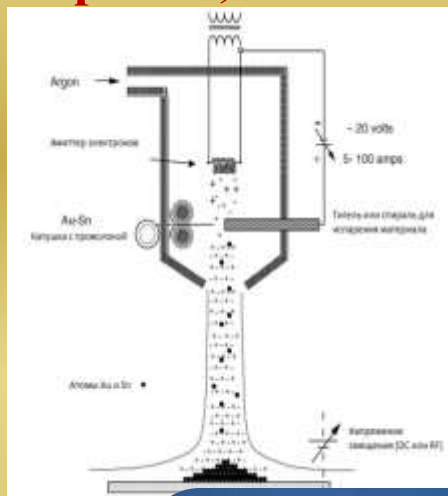


Обрабатываемый материал - 12X18H10T, диаметр сверла - 4.2 мм, материал сверла - P18, толщина обрабатываемого материала 15 мм





Разработка установки пароструйного осаждения (JET VAPOR DEPOSITION): высокая скорость осаждения, полный расход материала, высокая адгезия

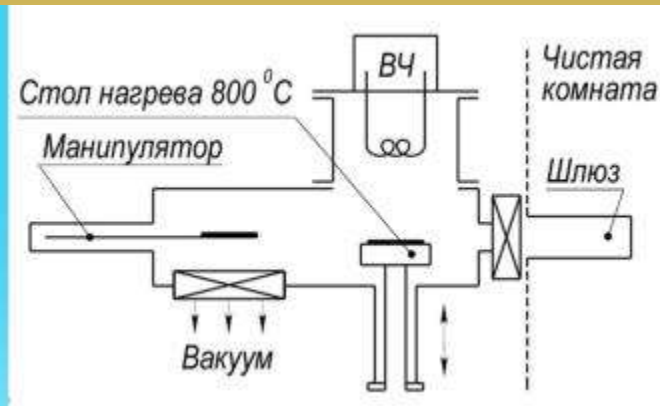




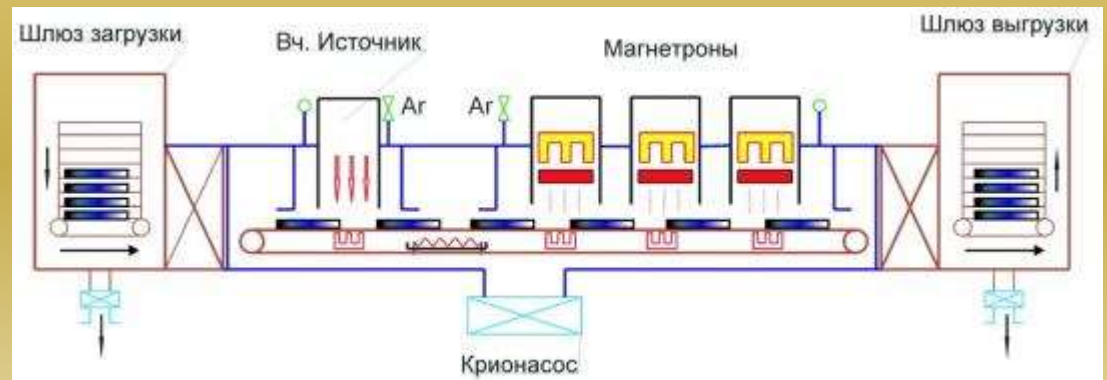
«Историческая перспектива» нанотехнологии связана с выходом ее продукции на серийное и массовое производство (по аналогии с конвейерным выпуском бытовой электроники и автомобилестроением): вакуумное технологическое оборудование ОАО НИИ точного машиностроения, г. Зеленоград, Москва.



$Q_{ц} = 4 - 8$ пл./час



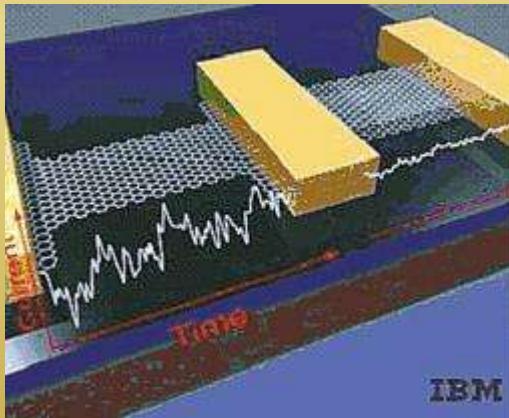
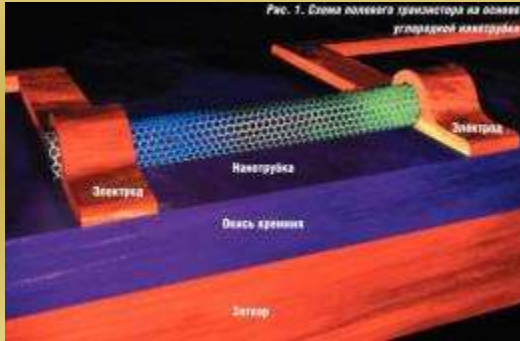
$Q_{ц} = 10 - 30$ пл./час



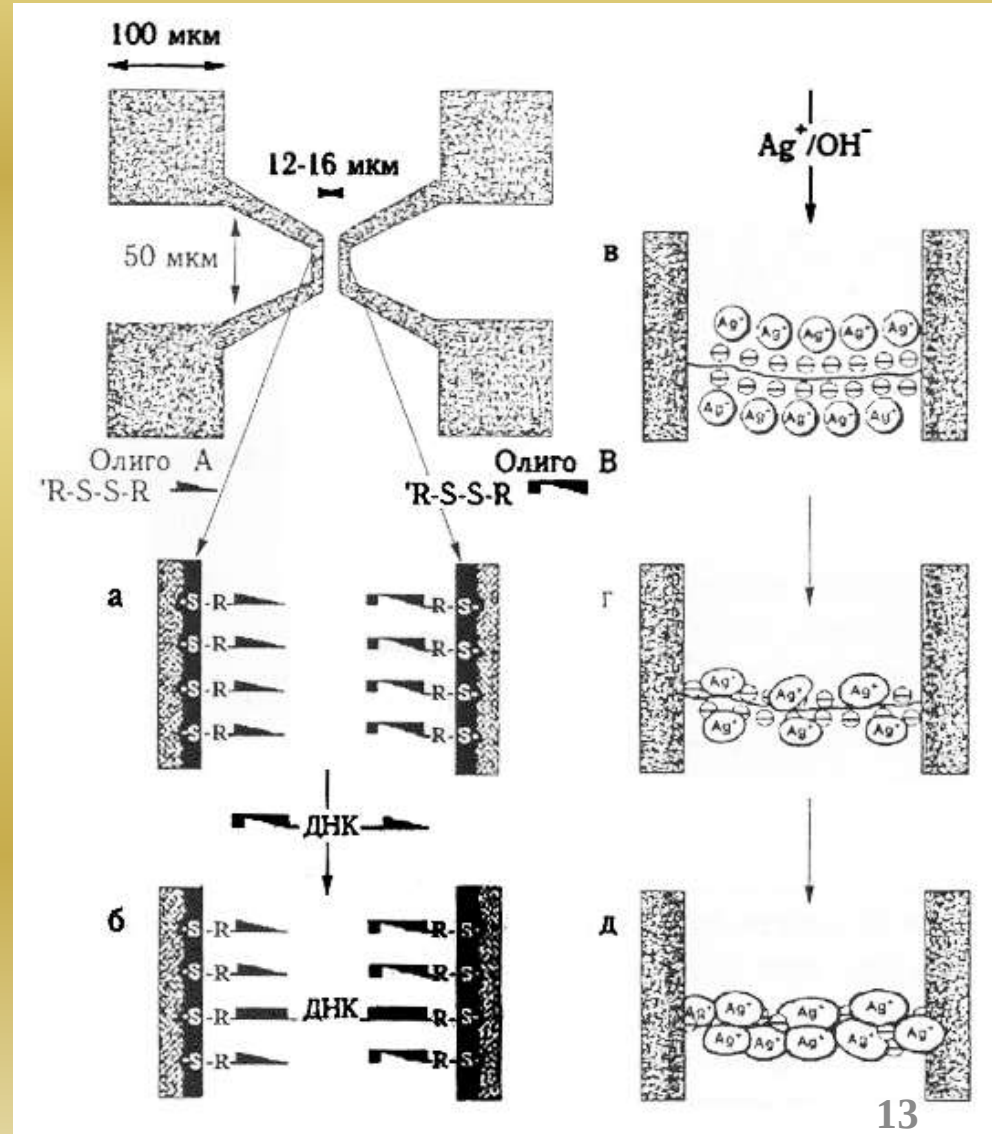
$Q_{ц} = 50 - 120$ пл./час

Третья задача – ОПТИМАЛЬНОЕ СОЧЕТАНИЕ «НАНО» С «МИКРО» И «МАКРО»

это задача для синергетики – науке о взаимодействии и самоорганизации, соотношения параметров порядка и синергетических затрат, т.е. совместить несовместимое.



Углеродные нанотрубки, графен, металлические нанопровода, большие молекулы (например, ДНК) встроенные в планарную микроструктуру – **нужно искать другое решение?**





Разработка измерительного комплекса для наноиндентирования и сканирующей зондовой микроскопии поверхностей с большой площадью (**диаметром до 300 мм**) на микро- (**размер скана 1x1 мкм**) и наноуровне – АСМ Nanite компании “Nanosurf AG” (Швейцария) обладает чувствительностью перемещений 0,03 нм по оси Z и **0,15 нм** по осям XY.



АСМ NanosurfNanite

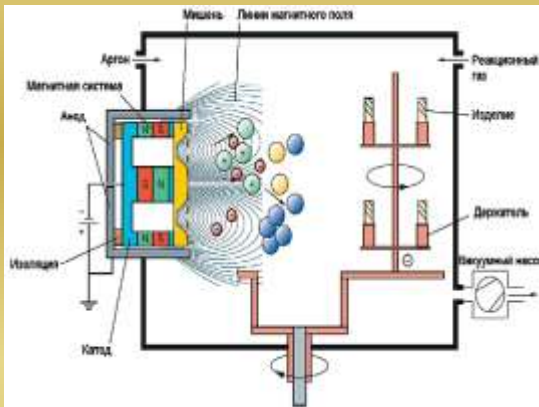


Комплект приводов компании Festo для перемещения АСМ по трем координатам

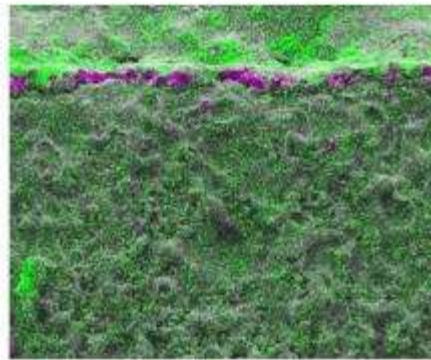


Активная виброизолирующая платформа, обеспечивающая виброизоляцию в диапазоне частот 0,1...200 Гц с коэффициентом передачи амплитуды вибраций 0,1...0,01¹⁴

Нанесение барьерного слоя методом магнетронного распыления материала



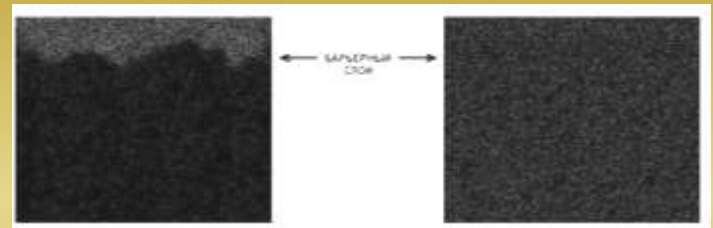
Структура слоёв ТЭМ (поперечный шлиф)



Результаты для барьерного слоя, полученного на электродуговой вакуумной установке с помощью источника плазмы с сепарацией потока плазмы

Результаты для барьерного слоя, полученного магнетронным методом

Диффузионные карты Cu



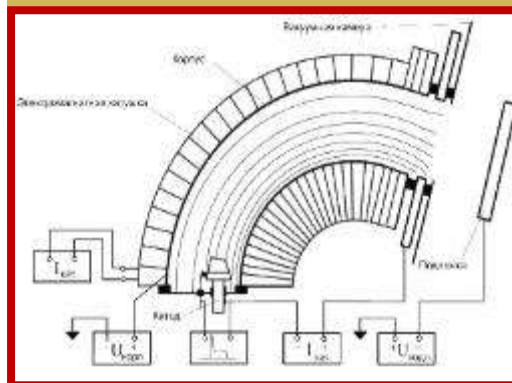
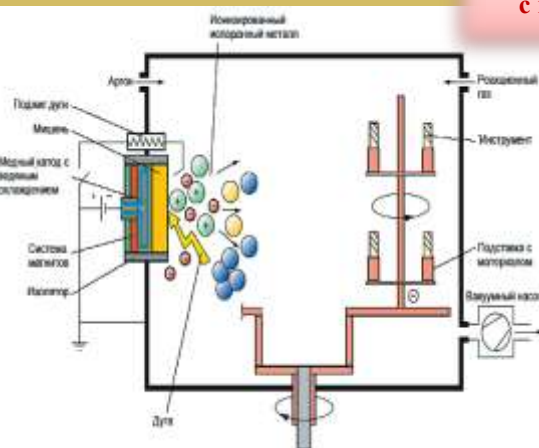
Диффузионные карты Te_2Bi_3



Нанесение барьерного слоя электродуговым методом

D → min

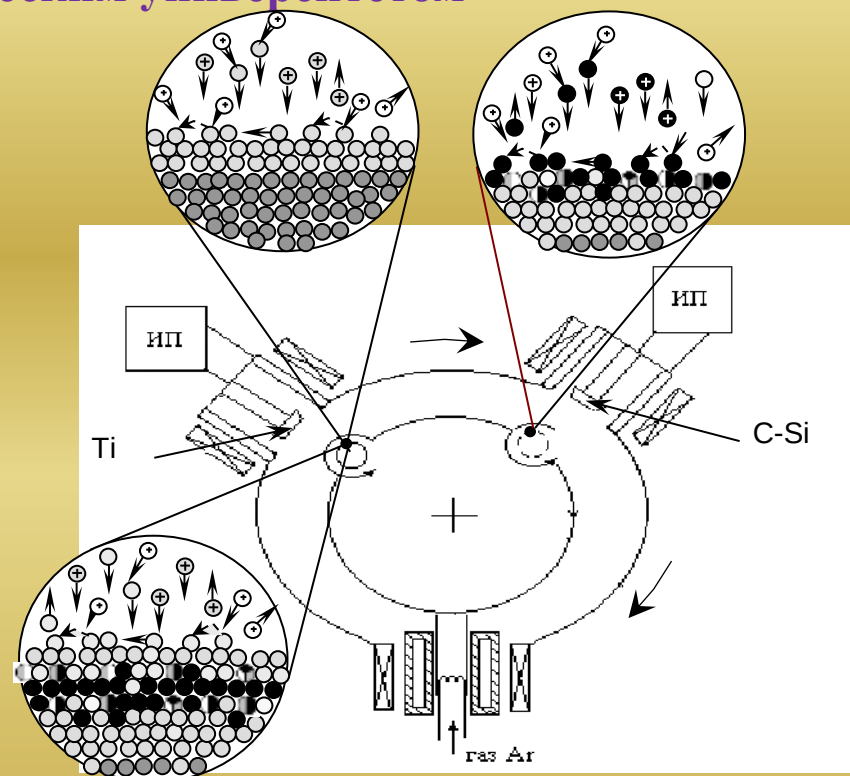
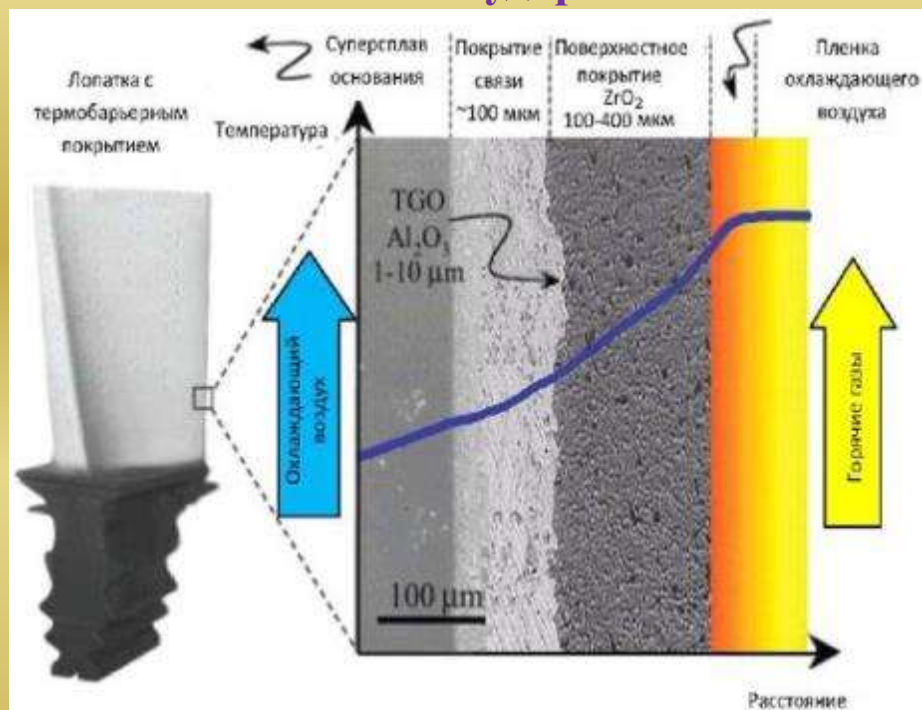
Метод электродугового напыления материала с помощью электродугового источника с сепарацией потока плазмы



Достоинства и недостатки методов нанесения барьерного слоя

	Зерна	Тип покрытия	Бескапельность	Быстрота нанесения	Поры	Сложность подготовки образцов	Управляемость потока
Магнетрон	крупные	✓	+	-	+	+	-
Эд	средние	Кроме легкоплав. Me	-	+	+	-	+
Эд с сепар.пл	мелкие	✓	+	+	-	-	+

Наноструктурированные термобарьерные покрытия лопаток турбин: совместные работы с РОСНАНО, ОАО «НПО Сатурн» и Уфимским государственным техническим университетом





РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОКОМПОЗИТОВ

для корпусов твердотопливных ракетных двигателей, баллонов для сжатых и сжиженных газов, различных силовых элементов и др.

Наиболее перспективны полиэфирные связующие с нанодобавками в виде УНТ, введенных с помощью УЗ диспергирования без запуска реакции полимеризации. **Оптимальная концентрация УНТ 0,01%.**



Межконтинентальная баллистическая ракета «Тополь-М» на 90% состоит из композитов (конструкции двигателей, головная часть, смесевые топливные баки).

www.sm.bmstu.ru/sm13



Рис. 2. Зависимость механических характеристик нанокompозита от концентрации УНТ

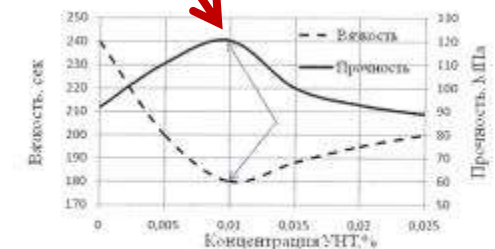


Рис. 9. Обобщенная зависимость физико-механических характеристик нанокompозитов от концентрации нанотрубок

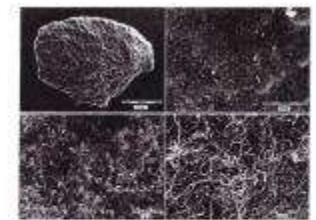
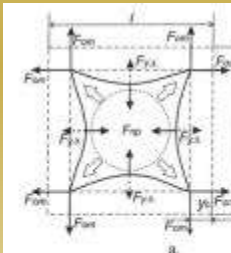


Рис. 8. Поведение агломерата УНТ в ультразвуковом поле.

а. Схема сил, действующих на нанотрубки агломерата в ультразвуковом поле (F_{0i} – силы ультразвукового воздействия на нанотрубки в агломерате; F_{ij} , F_{ji} – силы притяжения и отталкивания нанотрубок); б. СЭМ – изображения агломерата на различных стадиях воздействия ультразвукового поля

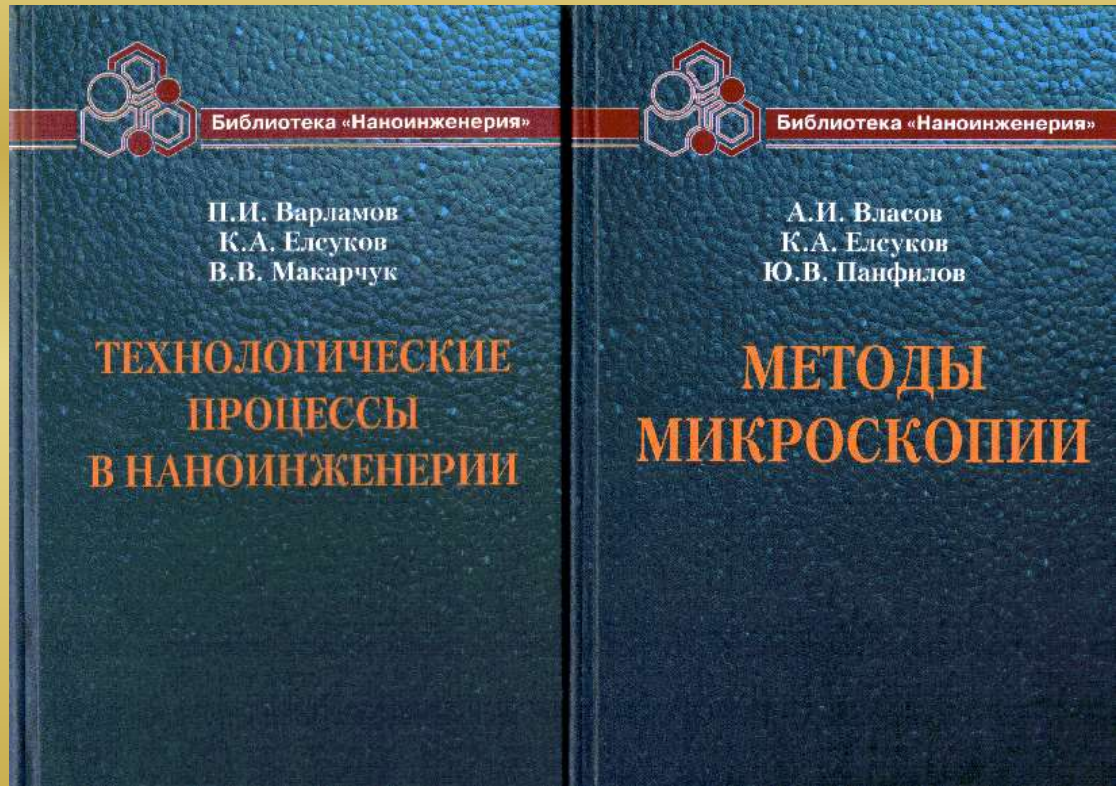
Задача 4. ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Образовательные стандарты: ФГОС и ОС МГТУ им. Н.Э. Баумана



**Учебно-методический комплекс по направлению
«НАНОИНЖЕНЕРИЯ» в 17 томах.**

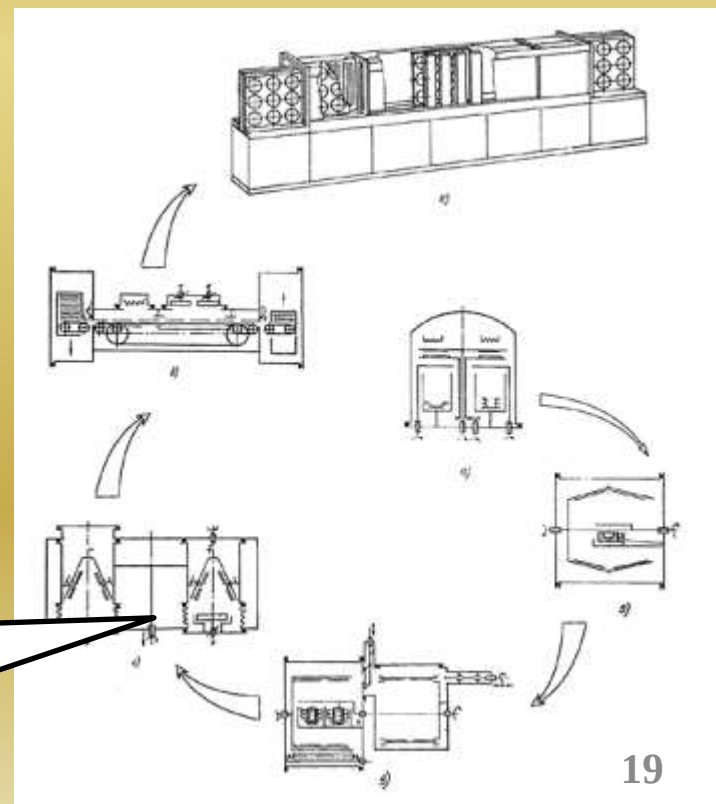
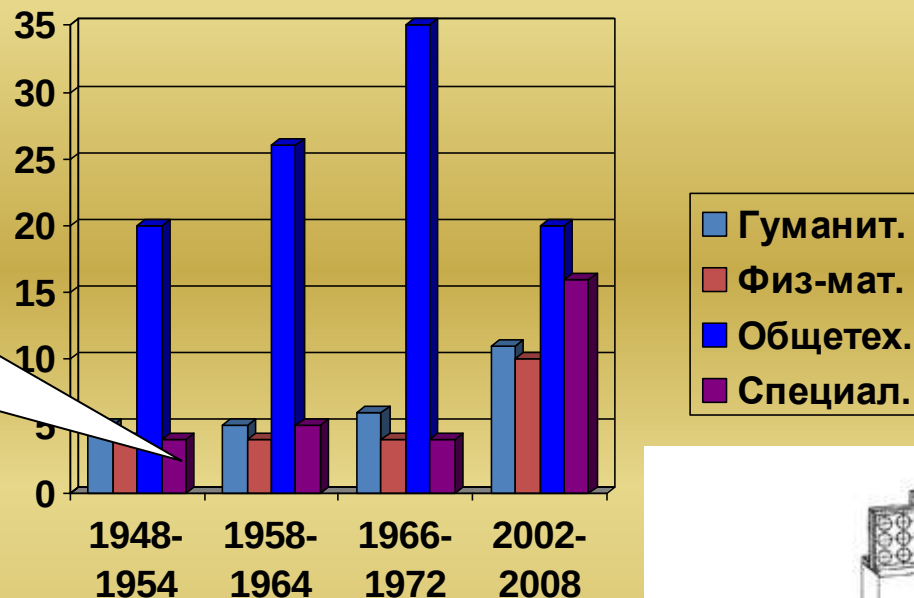
Под редакцией Чл. корр. РАН В.А.Шахнова



Наша позиция в этом вопросе основана на 70-летнем опыте подготовки специалистов в области электронного машиностроения, основной смысл которой заключается в постепенном увеличении доли узкоспециальных дисциплин относительно классических общетехнических и общепромышленных учебных курсов.

Структура учебного плана специальности «Электронное машиностроение» МГТУ им. Н.Э. Баумана за 50 лет

«Не так важно
чему учить,
важнее – как
учить!»



От гибридных микросхем к твердотельной электронике

Спираль развития оборудования для нанесения тонких пленок в вакууме, созданного выпускниками 50-х – 60-х годов: Александрова А.Т., Блинов И.Г., Попов В.К., Минайчев В.Е., Мелехин Ю.Я. и др.

Направление подготовки «ЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОЭЛЕКТРОНИКА» Специальность «ЭЛЕКТРОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»

11.03.04 Электроника и микроэлектроника 28.03.02 Наноинженерия

4 семестр	Итоговая государственная аттестация		Магистерская диссертация							
3 семестр	Экономика и управление инновационными процессами	Основы наноэлектроники	Нейросетевое моделирование сложных технических систем	Матрично-матричное обеспечение инновационных технологий	Информационное обеспечение разработок и исследований	Основы изобретательства	Высокоскоростные системы управления технологическим оборудованием (с курсовым проектом)	Научно-исследовательская практика	Промышленная практика	Педагогическая практика
2 семестр	Современные информационные технологии	Организация и планирование производства	Иностранный язык (English, German, French, Spanish)	Математическое моделирование	Технология электронного машиностроения (с курсовым проектом)	Технология электронного машиностроения (с курсовым проектом)	САПР механики в устройстве и корпусе (курсовый проект)	Научно-исследовательская работа в лаборатории и на предприятиях	Промышленная практика	Педагогическая практика
1 семестр	Методология научного познания		Иностранный язык (English, German, French, Spanish)	Математическое кодирование						

Квалификационная работа бакалавра										
8 семестр		$K_{\text{окт}} = K_{\text{окт1}} \cdot K_{\text{окт2}}$ $K_2 = K_{\text{окт2}} + K_{\text{окт3}}$	Прецизионные механизмы микро и нанотехнологий	Технологические комплексы микро и нанотехнологий	Информационное обеспечение разработок	Основы микроэлектроники и нанотехнологий	Проектирование оборудования электронной техники / нанотехнологического оборудования	Системы автоматического управления / Спецтехнологии — курсовой проект	Конструкторско-технологический практикум	
7 семестр	Русский язык и культура речи / Экология	Экономика		Безопасность жизнедеятельности	Технология электронного машиностроения	Основы микроэлектроники и нанотехнологий	Проектирование оборудования электронной техники / нанотехнологического оборудования	Системы автоматического управления / Спецтехнологии — курсовой проект	Конструкторско-технологический практикум	
6 семестр	Иностранный язык (English, German, French, Spanish)	Философия	Электротехника и электроника		Детали машин — курсовой проект	Техника эксперимента в электронике и микроэлектронике	Термовакuumные процессы и оборудование	Процессы и оборудование микроэлектроники / Технологии и оборудование микро и микроэлектроники	Вакуумные системы технологического оборудования	
5 семестр	Иностранный язык (English, German, French, Spanish) / Физкультура	Правоведение	$p_2 = p_1 + \rho \cdot h^2/2$ Механика жидкости и газа		Детали машин / Теория машин и механизмов — курсовая работа	Физика вакуума	Физические основы электронного приборостроения / Квантовая теория твердого тела	Процессы и оборудование микроэлектроники / Технологии и оборудование микро и микроэлектроники	Вакуумные системы технологического оборудования	
4 семестр	Иностранный язык (English, German, French, Spanish) / Физкультура	Технология конструктивных материалов	Материаловедение		Теория машин и механизмов	Физика вакуума	Физические основы электронного приборостроения / Квантовая теория твердого тела	Процессы и оборудование микроэлектроники / Технологии и оборудование микро и микроэлектроники	Вакуумные системы технологического оборудования	
3 семестр	Иностранный язык (English, German, French, Spanish) / Физкультура	Палитология	Высшая математика		Детали машин / Теория машин и механизмов — курсовая работа	Физика вакуума	Физические основы электронного приборостроения / Квантовая теория твердого тела	Процессы и оборудование микроэлектроники / Технологии и оборудование микро и микроэлектроники	Вакуумные системы технологического оборудования	
2 семестр	Иностранный язык (English, German, French, Spanish) / Физкультура	Журналистика	Интегралы и дифференциальные уравнения	Линейная алгебра	Физика	Физика вакуума	Физические основы электронного приборостроения / Квантовая теория твердого тела	Процессы и оборудование микроэлектроники / Технологии и оборудование микро и микроэлектроники	Вакуумные системы технологического оборудования	
1 семестр	Иностранный язык (English, German, French, Spanish) / Физкультура	История	Математический анализ	Аналитическая геометрия	Физика	Физика вакуума	Физические основы электронного приборостроения / Квантовая теория твердого тела	Процессы и оборудование микроэлектроники / Технологии и оборудование микро и микроэлектроники	Вакуумные системы технологического оборудования	

Циклы специальных дисциплин

Бакалавр

Физико-химические основы специальности		
Специальная конструкторская подготовка	Специальная технологическая подготовка	Научно-исследовательская подготовка
Основы автоматизированного проектирования	Процессы и оборудование микротехнологии	Техника эксперимента в электронике и наноэлектронике
Вакуумные системы технологического оборудования	Технология и оборудование микро и наноэлектроники	Информационное обеспечение разработок
Проектирование технологического оборудования	Технология и оборудование микро и наноэлектроники - курсовой проект	Конструкторско-технологический практикум
Технологические комплексы микро и наноэлектроники	Термовакuumные процессы и оборудование	
Системы автоматического управления		
Прецизионные механизмы микро и наноперемещений		

Магистр

Специальная конструкторская подготовка	Специальная технологическая подготовка	Научно-исследовательская подготовка
Проектирование нанотехнологического оборудования	Технология микро-электро-механических систем	Нейросетевое моделирование сложных технических систем
Проектирование нанотехнологического оборудования - курсовой проект	Основы технологии изделий наноинженерии	Информационное обеспечение разработок и исследований
Основы изобретательства	Метрологическое обеспечение инновационных технологий	Научно-исследовательская работа
САПР механизмов и устройств	Технология электронного машиностроения - курсовой проект	
Микропроцессорные системы управления технологическим оборудованием		
Микропроцессорные системы управления технологическим оборудованием - курсовой проект		

**«Русская система обучения ремеслам –
мировое достижение технической мысли».
Президент МГТ, профессор Джон Рункл, 1876 год.**

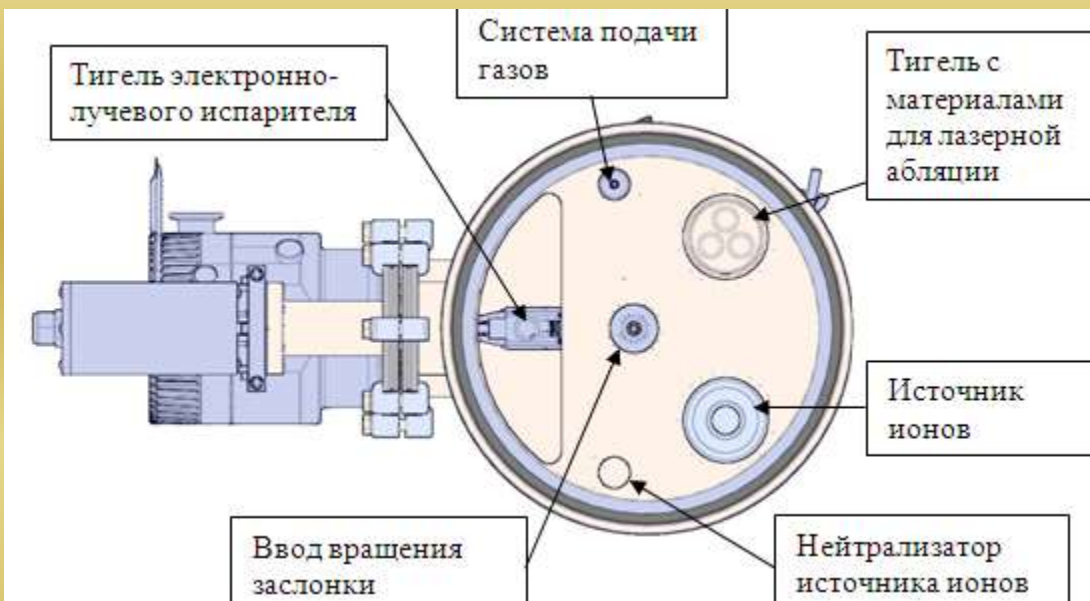
Следуя традиции «русского метода подготовки инженеров», заложенной в конце XIX столетия в Императорском Московском техническом училище (метод был признан лучшим в мире после успешной демонстрации на Всемирных выставках в Вене в 1873 г. и в Филадельфии в 1878 г.), более 20 лет назад на кафедре «Электронные технологии в машиностроении» МГТУ им. Н.Э. Баумана появилась новая учебная дисциплина под названием «Инженерный практикум»: пять семестров, 687 часов аудиторных занятий у специалистов; 3 семестра, 17 з.е. у бакалавров; 4 семестра, 37 з.е. у магистров.

Целью дисциплины является получение студентами навыков реальной инженерной деятельности в лабораторных и производственных условиях путем их непосредственного участия в решении актуальных научных и производственных задач с раскрытием индивидуальных склонностей и способностей.

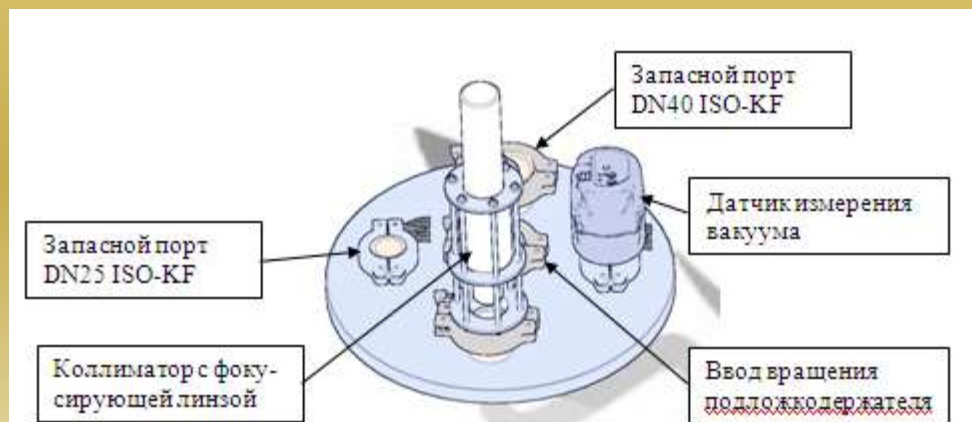
Лабораторная база практикума



Конструирование, наладка и обслуживание вакуумного технологического оборудования



Конфигурация элементов на нижнем фланце

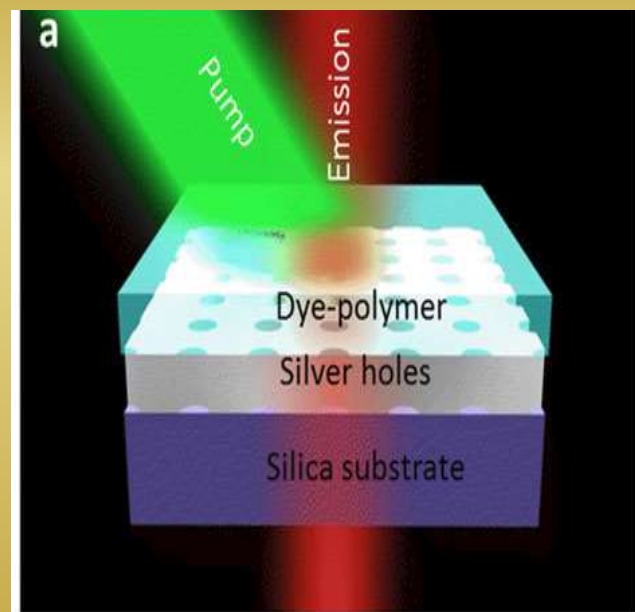
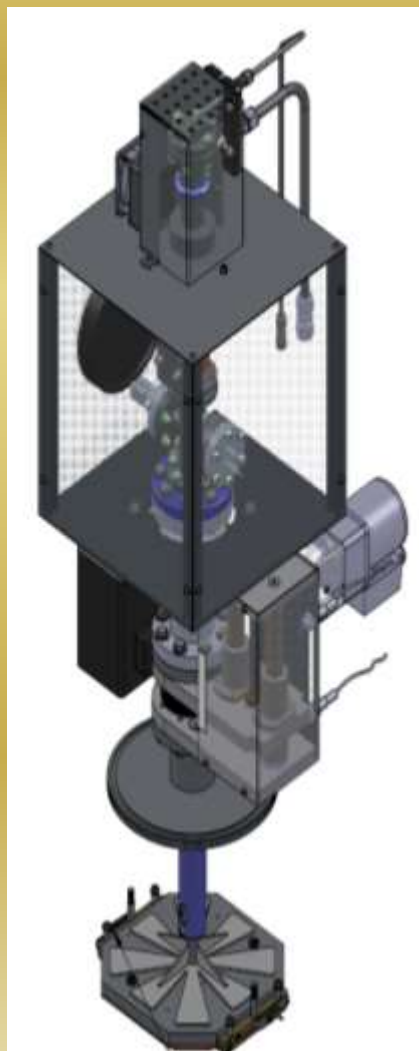
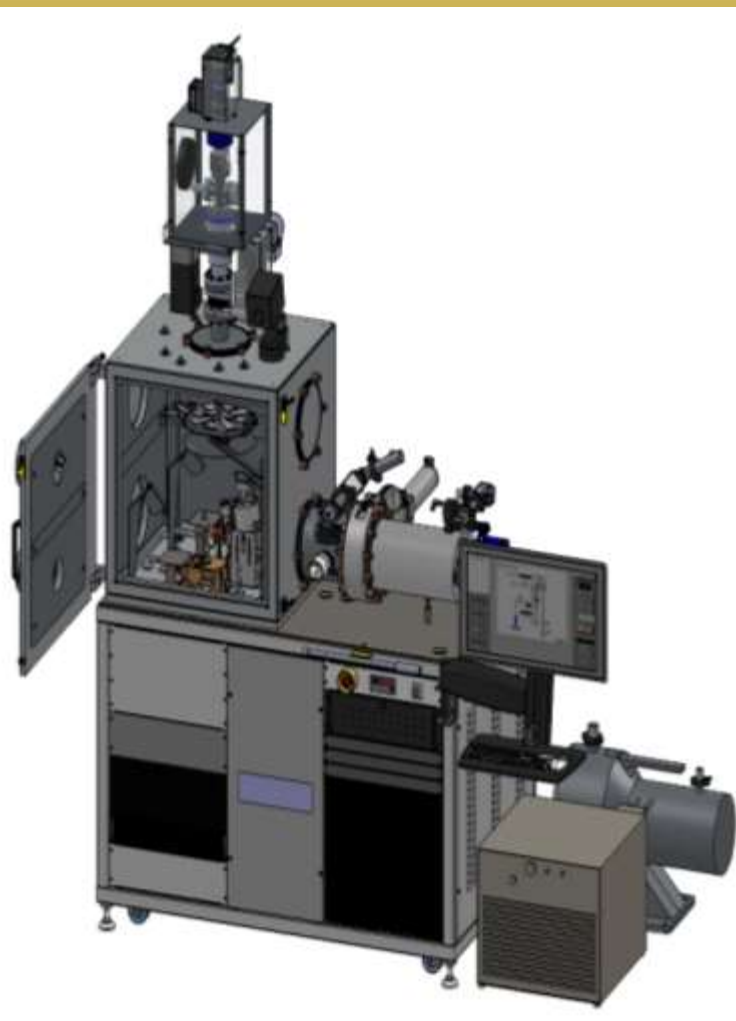


Конфигурация элементов на верхнем фланце





Разработка установки электронно-лучевого испарения с ионным ассистированием «Евочас» (НОЦ «Функциональные микро и наносистемы» МГТУ им. Н.Э. Баумана)



**SPASER (Surface plasmon
amplification
stimulated by emission
radiation)**

Профессионально ориентированная подготовка студентов в области электронных технологий и наноинженерии

Свою работу мы начинали с НПО «Исток», НПО МЭЛЗ, НИИ точного машиностроения, НИИ «Пульсар», НИИ «Полюс», НИИ вакуумной техники им. С.А. Векшинского.

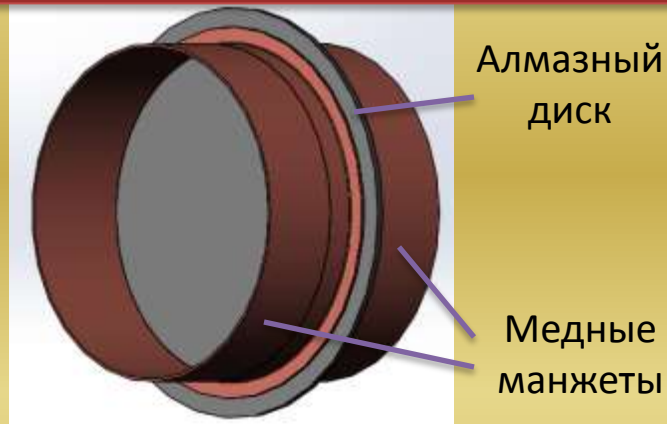
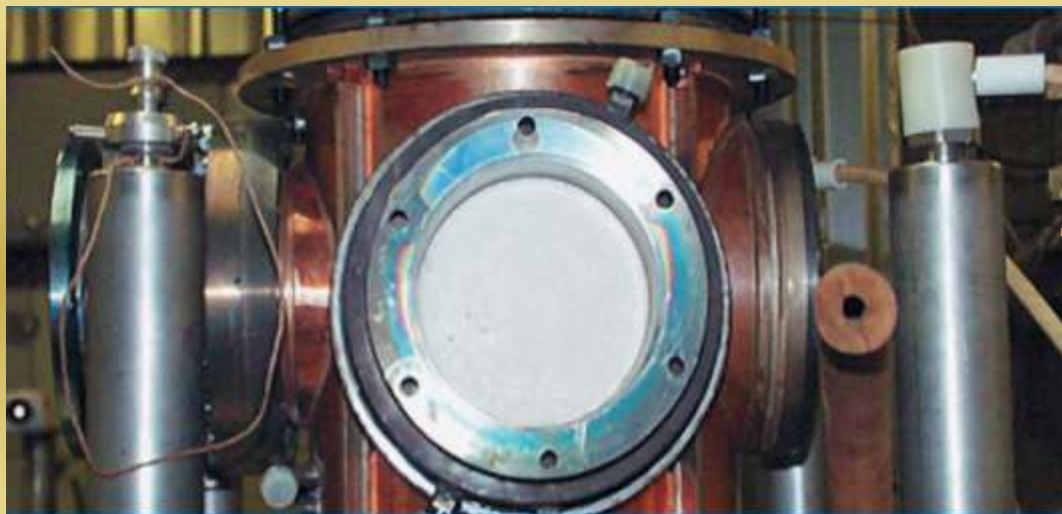


ОАО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ
имени С.А. ВЕКШИНСКОГО»



Базы практикума и НИРС – предприятия различных отраслей промышленности: ФГУП ВНИИ автоматики им. Н.Л. Духова, ФГУП НПО «Геофизика», ФГУП «Концерн радиостроения «Вега», ФГУП ВНИИ оптико-физических измерений», ФГУП НПО «Исток», Российский научный центр «Курчатовский институт», ОАО «РОСНАНО», ОАО НИИТМ, ОАО ЦНИТИ «Техномаш», ООО «Электронсервис», ООО «Томилинский завод полупроводниковых приборов» и др.

Проблема термостойкости спая
алмаз-металл
(перепады температуры в режиме
 $20-600-20^{\circ}\text{C}$ при давлении 10^{-5} Па)



Существующая технология пайки

Одноступенчатая пайка

Нанесение активного припоя (TiCuAg)
«ручным» способом

Пайка в высоком вакууме
при температурах $780 - 870^{\circ}\text{C}$

Недостаток метода

Неравномерность
толщины припоя

Отсутствие повторяемости
по выдерживаемому
количеству
термоциклов спая

Решение проблемы

Многоступенчатая пайка

Предварительная металлизация
области спая алмазного диска
**методом вакуумного
дугового плазменного
нанесения**

Выпускники кафедры – представители INTECH, VLM, MSH, GNB, ТАКО, ERSTVAK, ЭТНА, МЭЛЗ-ИНВЕСТ, НИИТМ, НИИВТ





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

О работе ФУМО по УГНС 28.00.00 «Нанотехнологии и наноматериалы»: организация взаимодействия НМС, рабочих групп

Воронова Гульнара Альфридовна,
ученый секретарь ФУМО 28.00.00,
доцент кафедры НМНТ ИФВТ ТПУ, к.х.н.,
ведущий эксперт УМО УМУ ТПУ

31 мая 2016 г.



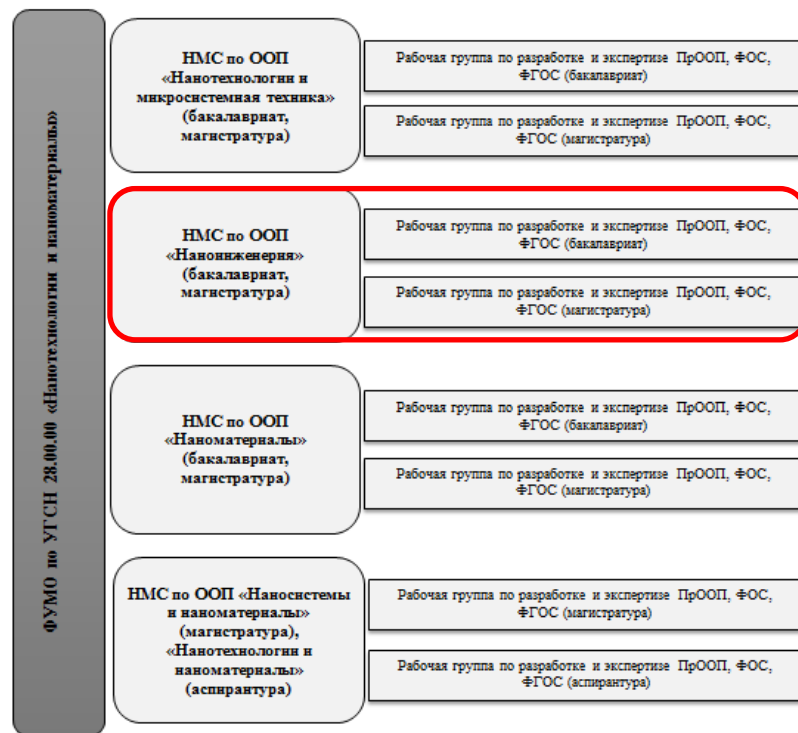
Научно-методический совет по направлению: «Нанотехнологии и микросистемная техника» (28.03.01 бакалавриат и 28.04.01 магистратура)

- ☐ **Председатель НМС** Лучинин Виктор Викторович, д.т.н., профессор, директор Центра микротехнологии и диагностики, заведующий кафедрой микро- и наноэлектроники, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
- ☐ **Заместитель председателя** Троян Павел Ефимович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Физической электроники, Директор департамента образования (Проректор по учебной работе) ТУСУР, г. Томск
- ☐ Рабочая группа по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС (бакалавриат)
- ☐ Рабочая группа по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС (магистратура)

ФУМО по УГНС 28.00.00 «Нанотехнологии и наноматериалы»	НМС по ООП «Нанотехнологии и микросистемная техника» (бакалавриат, магистратура)	Рабочая группа по разработке и экспертизе ПрООП, ФГОС (бакалавриат)
		Рабочая группа по разработке и экспертизе ПрООП, ФГОС (магистратура)
	НМС по ООП «Нанонженерия» (бакалавриат, магистратура)	Рабочая группа по разработке и экспертизе ПрООП, ФГОС (бакалавриат)
		Рабочая группа по разработке и экспертизе ПрООП, ФГОС (магистратура)
	НМС по ООП «Наноматериалы» (бакалавриат, магистратура)	Рабочая группа по разработке и экспертизе ПрООП, ФГОС (бакалавриат)
		Рабочая группа по разработке и экспертизе ПрООП, ФГОС (магистратура)
	НМС по ООП «Наносистемы и наноматериалы» (магистратура), «Нанотехнологии и наноматериалы» (аспирантура)	Рабочая группа по разработке и экспертизе ПрООП, ФГОС (магистратура)
		Рабочая группа по разработке и экспертизе ПрООП, ФГОС (аспирантура)

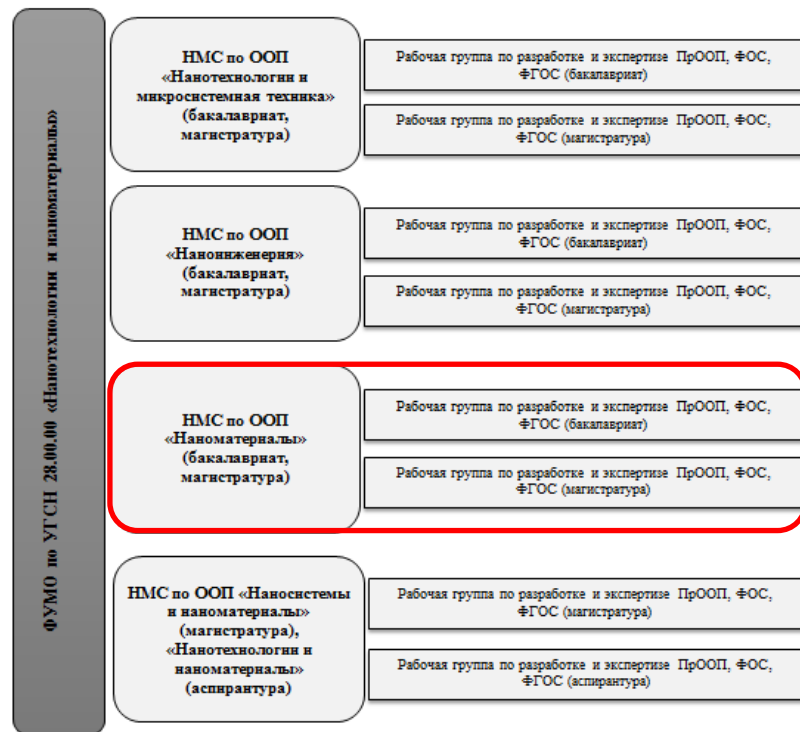
Научно-методический совет по направлению: «Наноинженерия» (28.03.02 бакалавриат и 28.04.02 магистратура)

- ☐ **Председатель НМС** Шахнов Вадим Анатольевич, д.т.н., профессор, чл.-корр. РАН, заведующий кафедрой «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва
- ☐ **Заместитель председателя** Батаев Анатолий Андреевич, д.т.н., ректор НГТУ, Новосибирск
- ☐ Рабочая группа по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС (бакалавриат)
- ☐ Рабочая группа по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС (магистратура)



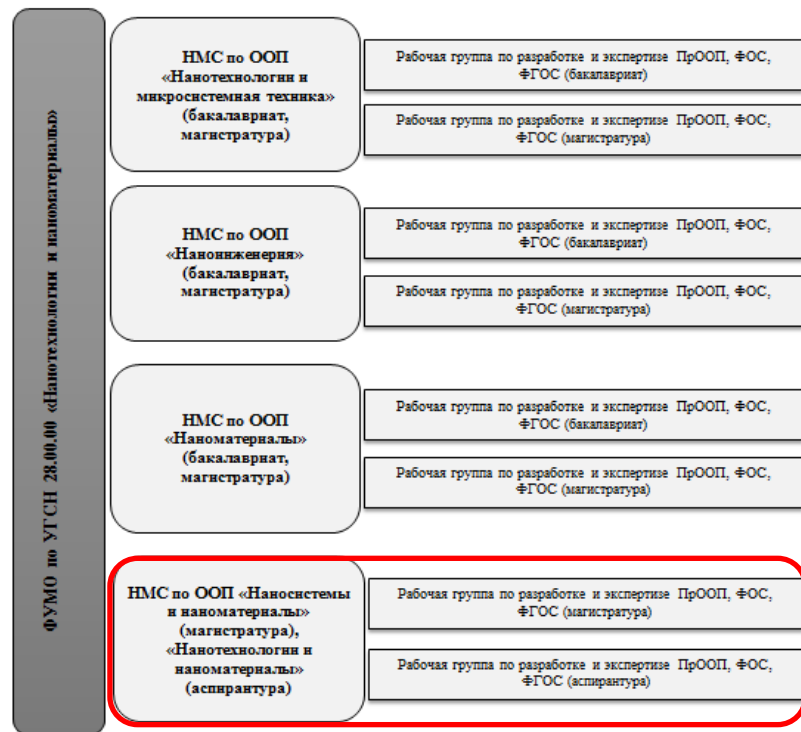
Научно-методический совет по направлению: «Наноматериалы» (28.03.03 бакалавриат и 28.04.03 магистратура)

- ☐ **Председатель НМС** Хасанов Олег Леонидович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой наноматериалов и нанотехнологий, директор Научно-образовательного инновационного центра «Наноматериалы и нанотехнологии» ТПУ, г. Томск
- ☐ **Заместитель председателя** Королёва Марина Юрьевна, д.х.н., профессор кафедры наноматериалов и нанотехнологий РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва
- ☐ **Заместитель председателя** Лямина Галина Владимировна, к.х.н., доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института физики высоких технологий ТПУ, г. Томск
- ☐ Рабочая группа по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС (бакалавриат)
- ☐ Рабочая группа по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС (магистратура)



Научно-методический совет по направлениям: «Наносистемы и наноматериалы» (28.04.03 магистратура), «Нанотехнологии и наноматериалы» (28.06.01 аспирантура)

- ❑ **Председатель НМС** Обабок Николай Васильевич, д.т.н., профессор кафедры редких металлов и наноматериалов Физико-технологического института УрФУ, Екатеринбург
- ❑ **Заместитель председателя** Астахов Михаил Васильевич, д.х.н., профессор, заведующий кафедрой физической химии МИСиС, Москва
- ❑ Рабочая группа по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС (магистратура)
- ❑ Рабочая группа по разработке и экспертизе ФГОС, ПрООП, ФОС (аспирантура)



План работы ФУМО ПО УГНС 28.00.00 на 2016 г.

☐ Разработка проекта ФГОС 3++ и проекта ПрООП по направлению 28.03.03 Наноматериалы ☐ Доработка по замечаниям МОН	✓ 31 мая 1 сентября
☐ Разработка проектов ФГОС 3++ и ПрООП по другим направления и специальностям подготовки высшего образования, закрепленных за ФУМО • Соотнесение профессиональных стандартов из Реестра http://profstandart.rosmintrud.ru/ с направлениями и уровнями подготовки по УГНС 28.00.00 (отв. – председатель ФУМО) • Вебинары для разработчиков ФГОС 3++ и ПрООП (отв. – ТПУ, по рассылке) • Первый вариант проектов ФГОС 3++ и ПрООП – на сайт ФУМО, в форум для обсуждения (отв. – председатели НМС ФУМО) • Взаимное обсуждение проектов ФГОС 3++ и ПрООП (отв. – председатели НМС ФУМО) • Устранение замечаний по результатам взаимного обсуждения (отв. – председатели НМС ФУМО) • Размещение проектов на сайте http://fgosvo.ru/ (отв. – уч.секретарь ФУМО) • Доработка проектов по замечаниям МОН и экспертов (отв. – председатели НМС ФУМО)	15 июня 15-29 июня 15 июля 29 июля 12 августа 19 августа 1 октября
☐ Организация и проведение второго заседания ФУМО (Москва, АО «РОСНАНО»), обсуждение результатов работы, плана работы на 2017 г.	Октябрь

Корректировки в план работ могут быть внесены в связи с разработкой макетов ФГОС 3++ по магистратуре и аспирантуре

Нормативная база для разработки профессиональных стандартов в интересах nanoиндустрии

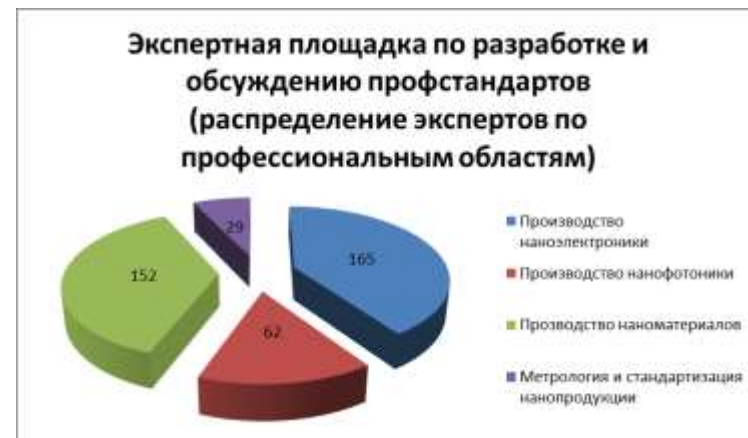
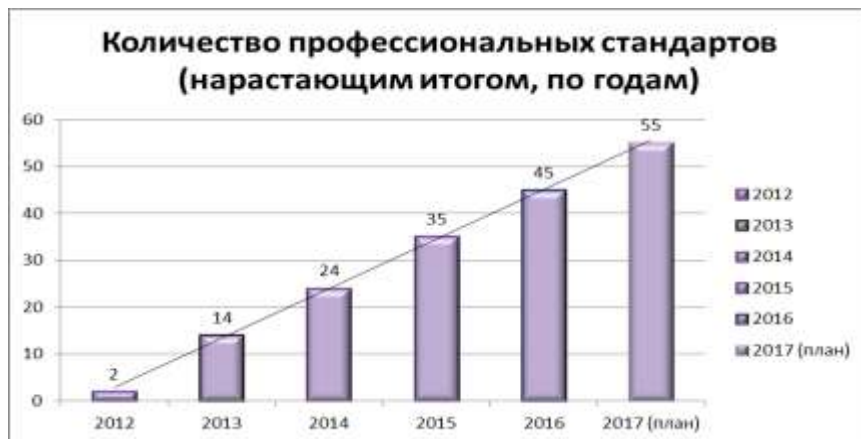


Название документа	Принявший орган
Комплексный план мероприятий по разработке профессиональных стандартов, их независимой профессионально-общественной экспертизе и применению на 2014 - 2016 годы	Утвержден Распоряжением Правительства РФ № 487-р от 31 марта 2014 г.
Правила разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов	Утверждены Постановлением Правительства РФ №23 от 22 января 2013 г. О внесении изменений от 29сентября 2014 г.№666н
Экспертный совет по профессиональным стандартам при Министерстве труда и социальной защиты Российской Федерации	Создан Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ №118н от 25 марта 2013 г.
Макет профессионального стандарта	Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 12 апреля 2013 г. № 147н. О внесении изменений от 29сентября 2014 г.№665н
Методические рекомендации по разработке профессионального стандарта	Утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 апреля 2013 г. № 170н О внесении изменений от 29сентября 2014 г.№666н
Уровни квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов О реестре профессиональных стандартов	Утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 12 апреля 2013 г. № 148н О внесении изменений от 29сентября 2014 г.№667н
Положение о Национальном совете при Президенте Российской Федерации по профессиональным квалификациям	Указ Президента РФ от 16.04.2014 №249
Национальный совет при Президенте РФ по профессиональным квалификациям наделил ФИОП полномочиями Совета по профессиональным квалификациям в nanoиндустрии	Решение Национального совета при Президенте РФ по профессиональным квалификациям от 29 июля 2014 года

Разработка профессиональных стандартов для nanoиндустрии

Разработаны 45 профессиональных стандартов, из которых 35 внесены в Национальный реестр профессиональных стандартов РФ

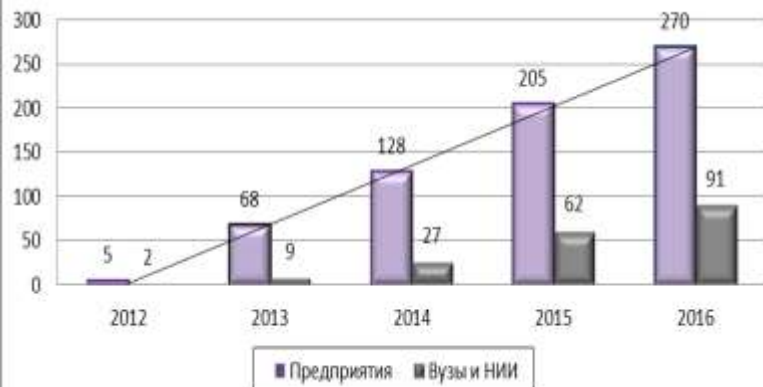
В 2016 году начата разработка еще 10 новых профессиональных стандартов



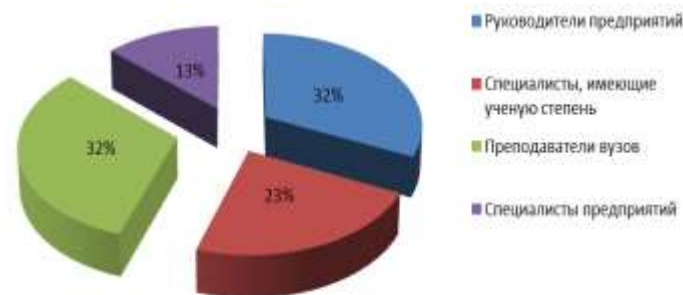
Область профессиональной деятельности	Производство наноматериалов	Производство нанопроизводства	Производство нанопроизводства	Метрология и стандартизация нанопроизводства
Количество профстандартов	21	15	6	3

Состав специалистов, принявших участие в разработке и экспертизе профессиональных стандартов

Количество предприятий и вузов-партнеров,
принявших участие в разработке 45
профессиональных стандартов
(нарастающим итогом, по годам)



Качественный состав разработчиков и
экспертов в области профессиональных
стандартов



mikron



Росэлектроника



ХК ОАО НЭВЗ СОЮЗ



**ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**



МИЭТ

ТУСУР | **ТУСГУП**
Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

В течении 2016-2017 годов ФИОП (РОСНАНО) разработает 10 профессиональных стандартов в следующих видах экономической деятельности (код ОКВЭД):

- **«Производство наноструктурных PVD покрытий и способы их получения»** четыре ПС: специалист разработке рецептуры наноструктурированных PVD покрытий; инженер-технолог по исследованиям характеристик поверхностей наноструктурированных PVD покрытий; специалист технологии наноструктурированного PVD покрытия; специалист по подготовке и эксплуатации оборудования для наноструктурированных PVD покрытий.
- **«Производство солнечных преобразователей»** два ПС: Технолог производства солнечных фотопреобразователей; специалист по разработке и оптимизации технологических процессов производства солнечных фотопреобразователей.
- **«Производство в области сварки деталей и упрочнения сварного шва металлических труб»** два ПС: специалист технического обеспечения процесса сварки деталей и упрочнения сварного шва металлических труб; специалист по научно-техническим разработкам и испытанием процесса сварки деталей и упрочнения сварного шва металлических труб.
- **«Деятельность в области метрологии и стандартизации нанотехнологической продукции»** два ПС: специалист по метрологии в наноиндустрии; специалист по безопасности инновационной продукции наноиндустрии.

Спасибо за внимание!

Информация получена с ресурса:

[http://web.tpu.ru/webcenter/portal/fumo/meeting/m2016?](http://web.tpu.ru/webcenter/portal/fumo/meeting/m2016?leftWidth=0%25&showFooter=false&showHeader=false&_adf.ctrl-state=10c9u6432o_25&rightWidth=0%25¢erWidth=100%25)

[leftWidth=0%25&showFooter=false&showHeader=false&_adf.ctrl-state=10c9u6432o_25&rightWidth=0%25¢erWidth=100%25](http://web.tpu.ru/webcenter/portal/fumo/meeting/m2016?leftWidth=0%25&showFooter=false&showHeader=false&_adf.ctrl-state=10c9u6432o_25&rightWidth=0%25¢erWidth=100%25)