

# Вовлечение работодателей в проектирование и реализацию образовательных программ как важное условие обеспечения их качества

*Трудное – это то, что может быть сделано немедленно; невозможное – то, что потребует немного больше времени.  
Джордж Сантаяна*

Яблонскене Наталья Леонидовна

Фонд инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО

## Содержание образования

- ❑ То, что изучают студенты, довольно часто никак не соотнесено с тем, что называется «**трудовыми функциями специалиста**» или «**квалификационными характеристиками инженера**», а рынок труда говорит, скорее, на этом языке.

**«фундаментальное образование», «общегуманитарная подготовка», «цивилизационная» («социализирующая» и пр.) роль университетов и прочие тезисы этого ряда верны, но этими функциями не исчерпывается роль университетов!!**

## Проблема взаимного недоверия...

- ❑ Работодатели, которые *«сами не знают, чего хотят»* и вузы, которые *«отстали от жизни и готовят студентов непонятно к чему»* – расхожие и мешающие сотрудничеству максимы. Сегодня налицо тенденция (пусть пока медленного) сближения двух систем. Рынок поворачивается в сторону системы образования. Университетам необходимо научиться разговаривать с работодателями: **точнее спрашивать, точнее и активнее предлагать**, в том числе программы доп.подготовки, то есть научиться, так называемой, *проактивности*... Примеры: программа «Инженерные кадры», ОАК, вузы, сотрудничающие с Фондом...

- **Образовательные программы даже хорошего качества мало отражают потребности рынка труда, иногда неявно позиционируются относительно сегментов рынка труда;**
- **Участие работодателей на этапах проектирования, оценки программ часто номинальное;**
- **Не ведется планомерной работы по выявлению потребностей работодателей;**
- Малое число вузов ведет аналитическую работу по отслеживанию карьер и трудовых траекторий выпускников (это имеет объективные трудности);
- Общие критерии и показатели слабо учитывают разницу в миссиях программ и в позиционировании вузов относительно ключевых работодателей
- Даже подготовленные эксперты часто имеют противоположный взгляд по оценке конкретных критериев (исходя из субъективного понимания их важности)
- Эксперты из числа «Чистых работодателей» не заинтересованы и мало компетентны в оценке образовательных программ
- Неясна экономическая модель профессионально-общественной аккредитации

## **...Внутренняя неготовность вузов к само-реформированию, резистентность к переменам**

- *Образовательные технологии не меняются десятилетиями: лекции-семинары-экзамены... и снова лекции-семинары-экзамены...*
- *Образовательная деятельность «от результата» или «от итоговых компетенций» - это все еще экзотика, «Болонский процесс» в негативной коннотации, или... подгонка.*

...в том числе благодаря грамотному позиционированию вузов на региональном-отраслевом рынке труда

## Ход «от университета»

XXXX

Создание «образовательно-индустриального Совета» (!) ☺ для согласования ООП



«Департамент дополнительного образования»

- Анализ квалификационных запросов/требований, формирование квалификационных рамок предприятий (аналог профстандартов...)
- Предложение модульных программ(от запроса или «от себя»)
- Предложение программ в формате e-Learning
- **Рекомендации факультетам и кафедрам по развитию ООП**

«Центр оценки квалификаций»

- Разработка контрольно-измерительных материалов к квалификационным рамкам (КИМ)
- Предложение своих услуг в качестве ЦОК

Институт прикладных разработок/Центр трансфера технологий

- Аудит планов НИР и НИОКР вуза и текущих проектов – для трансляции инфо вовне
- Регулярный съем инфо с возможных заказчиков
- Челночная работа....

Техно парк

- Обучение студентов выпускных курсов
- Поддержка технологического предпринимательства
- Поддержка МИПов
- ....

Ход «от работодателя»



<p><b>1. Подготовка кадров для запуска и становления производства</b></p>	<p>Подготовка команд специалистов для компаний по заданным квалификациям, включая «управленческие» модули подготовки инженерных кадров в новых для них областях, и т.п. <i>Примеры компаний, сформулировавших такой заказ: ЗАО НИР, (Рыбинск), ПНППК (Пермь), Уралпластик (Екатеринбург), Тректор Технолоджи (Дубна) и др.</i></p>
<p><b>2. Подготовка кадров для развития компании</b></p>	<p>Переподготовка специалистов для работы в исследовательских и/или проектно-конструкторских подразделениях ПК. Переподготовка по новой технологии и проч. <i>Примеры компаний, сформулировавших преимущественно такой заказ: Вириал (СПб), Оптиган (СПб), Микрон (Зеленоград), Элекард Девайсез (Томск), Нитол (Иркутск) и др.</i></p>
<p><b>3. Подготовка кадров определенной квалификации для нескольких компаний</b></p>	<p>Специализированные программы под потребности нескольких ПК. <i>Примеры программ:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <i>Строительные технологии (Белгород),</i></li><li>▪ <i>Метрология изделий нанофотоники (....),</i></li><li>▪ <i>Бионанотехнологии, бионаномедицина и бионанофармакология,</i></li><li>▪ <i>Инновационный менеджмент,</i></li><li>▪ <i>Венчурное финансирование нанотехнологических проектов</i></li><li>▪ <i>Создание системы продаж</i></li><li>▪ <i>...</i></li></ul>
<p><b>4. Программы для продвижения на рынок продукции предприятий</b></p>	<p>Подготовка учебных модулей для включения в образовательные программы российских технических вузов и для «самостоятельного» существования (оптимально – в сети Интернет),</p>

# Программы доп.образования «под заказ» Что важно для работодателя-заказчика программы

Выдержки из оценочного листа на заявки, поступающие в наш адрес		
2.1.	Качество Технического предложения.	60
2.1.1.	Раздел «Начальная версия образовательной программы».	20
2.1.1.1.	Представлен <b>сопоставительный перечень (в табличном виде, или текстом) формируемых программой компетенций, которые, по мнению Заявителя, соответствуют заданным работодателем трудовым функциям</b> специалистов.	7
2.1.1.2.	Представлена первоначальная версия образовательной программы, <b>структура и планируемое содержание которой соответствуют перечню формируемых компетенций.</b>	5
2.1.1.3.	Приведена информация о том, <b>какие будут использоваться образовательные технологии. Перечисленные формы обучения адекватны стоящим перед Заявителем задачам:</b> осуществить подготовку (переподготовку) специалистов для выполнения заданных работодателем трудовых функций.	5
2.1.2.	Раздел «Организация разработки образовательной программы».	20
2.1.2.1.	Представлена информация о том, как будет организован процесс разработки образовательной программы, включая <b>инструментарий и формы работы по уточнению запроса работодателя на формируемые компетенции.</b>	3
2.1.2.2.	Описан процесс пилотной реализации образовательной программы (например, структура и последовательность, формат, продолжительность и т.п.).	3
2.1.2.3.	Заявитель сумел доказать, что он (вместе с соисполнителями и партнерами) <b>обладает наилучшей совокупностью взаимосвязанных ресурсов для разработки и пилотной реализации образовательной программы:</b> опытом выполнения аналогичных договоров, материально-техническими и кадровыми ресурсами. Описание ресурсов соответствует информации, приведенной в формах 8-10.	5
2.1.2.4.	<b>Приведены сведения о привлекаемых партнерах, необходимых для разработки и/или пилотной реализации программы</b> (привлечение к партнерству зарубежных и/или российских организаций является обязательным требованием). Целесообразность выбора привлекаемых партнеров и условия партнерства убедительно обоснованы.	4

# Второй элемент системы – профессиональные стандарты

## Логика формирования ПС (для любых специальностей)



# Пример описания трудовых функций/квалификаций в профстандарте

Профстандарт «Инженер по метрологии в области метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний нанотехнологической продукции»

**Трудовая функция А/02.7. Выполняет работы по разработке и аттестации методик измерений параметров продукции и технологических процессов, применяемых на предприятии**

<b>Трудовые действия</b>	А) Анализирует потребности предприятия в методиках измерений
	Б) Разрабатывает требования к методикам измерений параметров продукции и технологических процессов, применяемых на предприятии.
	В) Разрабатывает методики измерений параметров продукции и технологических процессов, применяемых на предприятии.
	Г) Аттестует (самостоятельно при условии соответствующей аккредитации или во внешних аккредитованных организациях) методики измерений, применяемые на предприятии.
<b>Необходимые умения</b>	➤ <b>Разрабатывать требования к методикам измерений параметров продукции и технологических процессов, применяемых на предприятии</b>
	➤ <b>Разрабатывать методики измерений параметров продукции и технологических процессов, применяемых на предприятии.</b>
	➤ <b>Исследовать показатели точности аттестуемых методик измерений</b>
	➤ <b>Оформлять результаты разработки и аттестации методик измерений</b>
<b>Необходимые знания</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Параметры продукции и технологических процессов в области нанотехнологий, подлежащие измерениям</li><li>• Нормативные и методические документы, регламентирующие разработку и аттестацию методик измерений</li><li>• <b>Физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств измерений, применяемых в области нанотехнологий</b> (растровой электронной, просвечивающей электронной, атомно-силовой, туннельной, оптической ближнего поля, магнитно-силовой, оже-электронной, ионной микроскопий; электронно-зондового рентгеноспектрального анализа, рентгенофотоэлектронной спектроскопии, оже-электронной спектроскопии, масс-спектрометрии вторичных ионов, локального рентгенофлуоресцентного анализа, рентгенофлуоресцентного анализа с полным внешним отражением, EXAFS- и XANES- спектроскопии; электронографии, дифракции медленных электронов, малоуглового рентгеновского рассеяния, рентгеновской рефлектометрии; комбинационного рассеяния света, эллипсометрии, динамического светорассеяния, люминесцентной спектроскопии, ИК-фурье-спектроскопии и др.) и необходимых предприятию</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Методы оценки результатов измерений</li></ul>

# Пример описания трудовых функций/квалификаций в профстандарте

## Трудовая функция А/01.7

**Выполняет работы по поверке и калибровке средств измерений, применяемых на предприятии**

### Трудовые действия

- А) Разрабатывает методики калибровки средств измерений
- Б) Проводит калибровку средств измерений
- В) Проводит поверку средств измерений (при условии соответствующей аккредитации)
- Г) Организует поверку и калибровку средств измерений во внешних аккредитованных организациях

### Необходимые умения

- Разрабатывать методики калибровки средств измерений, применяемых в области нанотехнологий
- Эксплуатировать измерительное оборудование, применяемое в области нанотехнологий
- Применять методики (методы) и средства поверки и калибровки средств измерений, применяемых в области нанотехнологий
- Рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений

### Необходимые знания

- Нормативные и методические документы, регламентирующие поверку и калибровку средств измерений
- Физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств измерений, применяемых в области нанотехнологий
- Методики (методы) и средства поверки и калибровки средств измерений, применяемых в области нанотехнологий
- Методы расчета погрешностей (неопределенностей) результатов измерений

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ

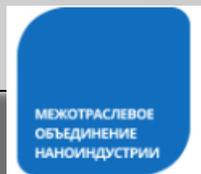


2013 - 12 утвержденных ПС

2014 – 12 разрабатываемых ПС



Оценка квалификаций на соответствие требованиям профессиональных стандартов



Сертификация Межотраслевым объединением нанопромышленности

## ПРОГРАММЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ СОИСКАТЕЛЕЙ



Метрология

- 20 учебных модулей
- 15 виртуальных установок



Наноэлектроника

- 8 учебных модулей
- 12 виртуальных установок

По этим же направлениям – ресурсы для оценки квалификаций



База контрольно-измерительных материалов



База контрольно-измерительных материалов



# Пример КИМ под профстандарт по метрологии

Оцениваемые квалификации (трудовые функции С1/6 и С1/7)	Критерии оценки и критериальные значения (требования к выполнению задания)	Условия выполнения заданий
<p><b>Задание № ПЗ-С1С6-1</b>                      Разработка плана-графика проведения поверки и калибровки средств измерений, имеющихся на предприятии. Задание включает написание докладной записки, обосновывающей необходимость и частоту проведения поверки и/или калибровки каждого средства измерений, исходя из области его использования и принципов функционирования, а также рекомендовать способ калибровки (например, используемые стандартные образцы).</p> <p><b>Количество вариантов (пакетов) заданий</b> 3  <b>Время выполнения</b> задания мин./час. <u>2 часа</u></p>		
<p><b>С1/7</b> Осуществляет контроль за соблюдением установленных сроков поверки и калибровки средств измерений, аттестации испытательного и технологического оборудования, чистых помещений предприятия  <b>С6/7</b> Разрабатывает планы-графики поверки и калибровки средств измерений, аттестации методик измерений, испытательного и технологического оборудования, чистых помещений, проведения метрологической экспертизы</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Адекватность выбора межкалибровочных/ межповерочных интервалов. Завышенные интервалы - признак несоответствия.</li> <li>2. Соответствие РМГ 51-2002, ПР 50.2.006-94, РСК 002-06, ПР 50.2.016-94.</li> <li>3. Необходимо показать обеспечение прослеживаемости.</li> </ol> <p>Критериальные значения: «да» - «нет»</p>	<p>Требования охраны труда: не предъявляются                      Оборудование: не требуется.</p>

# Пример КИМ под профстандарт по нанoeлектронике

На этапе проведения контроля выходных параметров процесса формирования подзатворного диэлектрика при изготовлении ИМС с проектными нормами менее 100 нм получены данные о толщине подзатворного диэлектрика.

**Изучите приведенные источники.** Осуществите статистический анализ результатов измерений толщины подзатворного диэлектрика, используя имеющуюся информацию.

**Сделайте вывод об устойчивости процесса.** Установите возможные источники отклонения параметра, предложите корректирующие действия.

**Составьте отчет по каждому этапу работы и итоговый отчет в заданном формате.**

*Источник 1, программа*

*обработки изделия GATEOX30*

```
Продувка камеры -> Загрузка пластин -> Выставление температуры
->
подача N2
Подъем температуры
->
подача O2 + N2
Температура = const
->
подача N2
Снижение температуры -> Выгрузка пластин

Название технологического рецепта: GATEOX30
Название технологического оборуд...
```

```
Параметры процесса:
давление - 1,0 атм.
Температура(маx) - 900 оc
длительность - 50 cl
Расход O2 - 15,0 л/час
Расход N2 - 10,0 л/час
Расход N2 - 5,00 л/час
```

параметр	Значение	Метод измер.	изм. оборудов.
Толщина диэлектрика, А			
> верхняя граница	30,0		
> нижняя граница	34,0		
> Верхняя контр. граница	33,0		
> нижняя контр. граница	31,0		
> целевое значение	32,0		
Привнесённая дефектность			
> верхняя граница	200,0		
> нижняя граница	--		
> Верхняя контр. граница	150,0		
> нижняя контр. граница	--		
> целевое значение	180,0		
Разброс толщины, А (delta wafer)			
> верхняя граница	1,00		
> нижняя граница	--		
Разброс толщины, А (delta Run)			
> верхняя граница	2,00		
> нижняя граница	--		

*Источник 2, спецификация на п...*

*И еще два источника...*

# Оценка и сертификация квалификаций: процедура



Сертификат  
Межотраслевого  
Объединения  
Наноиндустрии



Защита проекта,  
собеседование  
с экспертами (вебинар)



Выполнение  
комплексного  
индивидуального  
проекта



Оценка практических  
умений (виртуальный  
практикум)



Оценка теоретических  
знаний (электронные  
тесты и задачи)



Самоподготовка  
соискателя с помощью  
электронных обучающих  
программ

## Фонд – «Центр ответственности» за КЦП

### 1. Межотраслевое объединение:

«осуществляет профессионально-общественную аккредитацию образовательных программ нанотехнологического профиля учреждений профессионального образования...»,  
**то есть, принимает решение об аккредитации**

### 2. Более 100 вузов ведут программы:

- ✓ Наноматериалы
- ✓ Наноинженерия
- ✓ Нанотехнологии и микросистемная техника
- ✓ Наносистемы и наноматериалы
- ✓ Электроника и наноэлектроника
- ✓ Метрология и стандартизация.

### 3. НОВОЕ: ОЦЕНКА КВАЛИФИКАЦИЙ СТУДЕНТОВ

Ст. 96 нового Закона «Об образовании в РФ» трактует профессиональную аккредитацию программ как:  
**«...признание качества и уровня подготовки выпускников... отвечающими требованиям профессиональных стандартов, требованиям рынка труда к специалистам**

### 4. Критерии оценки программы

- В дополнение к оценке квалификаций студентов, программа будет оцениваться**
- ✓ По содержанию;
  - ✓ По оснащенности современным оборудованием;
  - ✓ По качеству преподавательского состава;
  - ✓ По тому, **как** программа готовит студентов к профессиональной деятельности

Основные показатели для оценки программ со стороны рынка труда:  
подходы РСПП, ОПОРЫ России (+ ФИОП РОСНАНО)

## Основные показатели:

- ✓ **Соответствие компетенций студентов, освоивших образовательную программу, требованиям профстандартов** или иным квалификационным требованиям (оценка «профессиональных квалификаций» выпускающихся студентов... это ОЧЕНЬ узкое место, мы это понимаем, и ищем оптимальные пути решения этой задачи);
- ✓ **Востребованность выпускников**, освоивших программу, рынком труда (контрактное обучение, целевое финансирование, информация о трудоустройстве и проч.);

## Дополнительные показатели

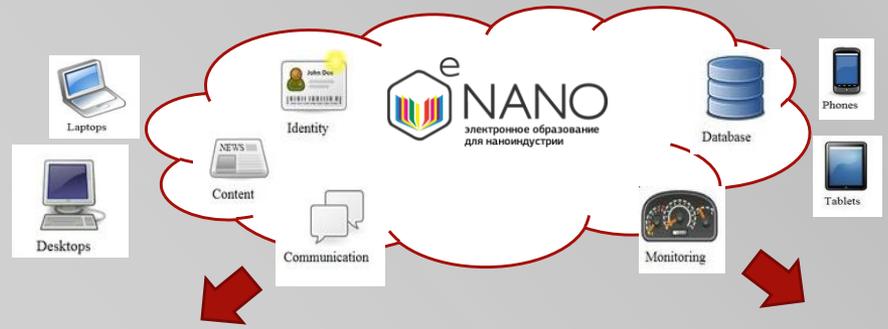
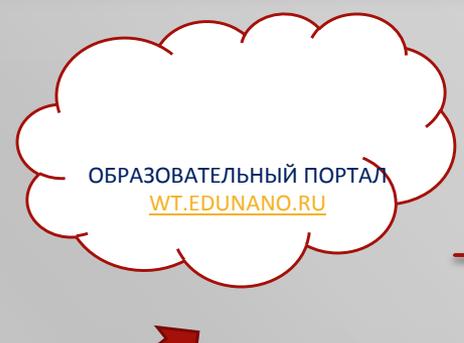
- ✓ **Образовательная программа должна иметь четко сформулированные и документированные результаты обучения, учитывающие квалификационные требования профстандартов**
  - ✓ **Учебный план и рабочая программа** каждой дисциплины должны соответствовать целям образовательной программы и **обеспечивать достижение результатов обучения**
- ✓ **Учебный процесс, включая образовательные технологии**, должен соответствовать целям образовательной программы и **обеспечивать достижение результатов обучения**
- ✓ **Качество ресурсов:**
  - ✓ **Наличие своего ТО**, или документированное право доступа к **оборудованию**, которое формирует требуемые профессиональные квалификации;
  - ✓ **Наличие информационных ресурсов**, необходимы для формирования профессиональных квалификаций;
  - ✓ **Современность и адекватность задаче учебно-методических ресурсов**
  - ✓ **Наличие у ППС опыта работы** в соответствующей отрасли промышленности и выполнения НИР и НИОКР, а также опыта работы в программах переподготовки специалистов реального сектора экономики.

- Образовательные программы даже хорошего качества мало отражают потребности рынка труда, иногда неявно позиционируются относительно сегментов рынка труда;
- Участие работодателей на этапах проектирования, оценки программ часто номинальное;
- Не ведется планомерной работы по выявлению потребностей работодателей;
- **Малое число вузов ведет аналитическую работу по отслеживанию карьер и трудовых траекторий выпускников** (это имеет объективные трудности);
- Общие критерии и показатели слабо учитывают разницу в миссиях программ и в позиционировании вузов относительно ключевых работодателей
- Даже подготовленные эксперты часто имеют противоположный взгляд по оценке конкретных критериев (исходя из субъективного понимания их важности)
- **Эксперты из числа «чистых работодателей» не заинтересованы и мало компетентны в оценке образовательных программ**
- **Неясна экономическая модель профессионально-общественной аккредитации**

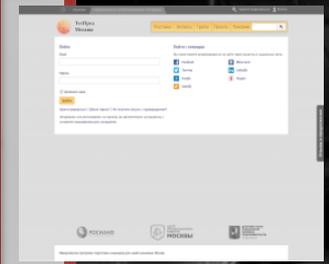
# Чтобы приблизить и к вузам, и к работодателям всю систему, мы создали:

ИНТЕГРАЦИЯ:

- Facebook
- Твиттер
- Google
- OpenID
- ВКонтакте
- LinkedIn
- Яндекс
- startbase



- 93 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММЫ/МОДУЛЯ
- 27 ВИРТУАЛЬНЫХ УСТАНОВОК



ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПРОГРАММЫ ЦИР ГОРОДА МОСКВЫ



- 834 УНИКАЛЬНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ
- БОЛЕЕ 350 ПОСЕЩЕНИЙ В МЕСЯЦ
- ПОСЕТИТЕЛИ ИЗ 12 СТРАН МИРА



САЙТ



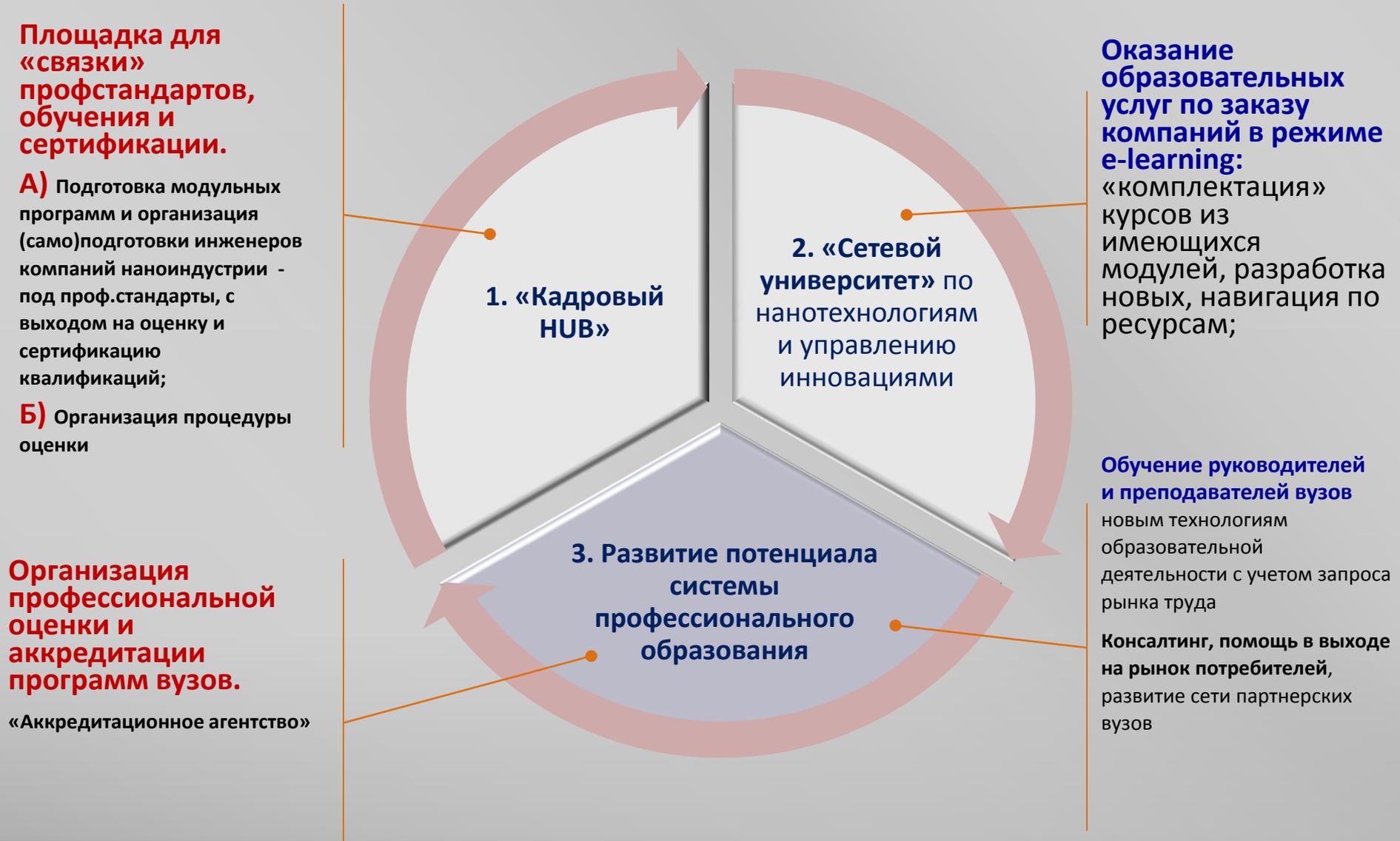
ЛЕКТОРИЙ



ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПОРТАЛ



ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА





Автономная некоммерческая организация  
«Электронное образование для нанопромышленности»

Любовская Татьяна Евгеньевна

Каталог электронных курсов | Сертификация | Помощь

Образовательный портал >>> Сертификация >>> Подготовка к сертификации

Подготовка  
к оценке  
квалификации

## Электронный курс по нанометрологии для инженеров

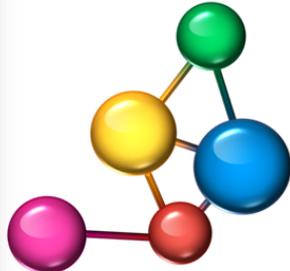
Вы подали заявку на активацию данного учебного модуля.

Основные сведения | Карта курса | Дополнительные материалы | История обучения | Подчиненные сотрудники

- Разработка и аттестация методик измерений
- Метрологическая экспертиза
- Аттестация оборудования и чистых помещений
- Утверждение типа средств измерений
- Анализ состояния метрологического оборудования
- Корректировка сроков проведения метрологических измерений
- Контроль соблюдения утвержденных метрологических требований
- Отнесение технических устройств к средствам измерений



# Нанометрология



## Нанометрология

### Метрологическая экспертиза

#### Определение

**Метрологическая экспертиза** – это анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований применительно к объекту, подвергаемому экспертизе.

 [Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»](#)

Метрологическая экспертиза проводится в обязательном или добровольном порядке:

- Содержащиеся в проектах нормативных правовых актов Российской Федерации требования к измерениям, стандартным образцам и средствам измерений подлежат обязательной метрологической экспертизе.
- В добровольном порядке может проводиться метрологическая экспертиза продукции, проектной, конструкторской, технологической документации и других объектов, в отношении которых законодательством Российской Федерации не предусмотрена обязательная метрологическая экспертиза.

Проекты стандартов и других документов Государственной системы обеспечения единства измерений, разрабатываемые национальными метрологическими институтами, метрологической экспертизе не подлежат.

Слайд: 2/20

Анализ потребностей предприятия в методиках измерений - Windows Internet Explorer

http://wt.edunano.ru/webtutor/Nanometrology/6/start.html?aicc\_sid=5957962608914145967&aicc\_url=http%3A%2F%2Fwt.edunano.ru%3A80%2Fhan

## Нанометрология

### Разработка и аттестация методик измерений

#### Анализ потребностей предприятия в методиках измерений

При возможности использования конкурирующих методик измерений следует выбирать не ту методику, которая обладает самой высокой точностью, а ту, которая требовала бы наименьших затрат с учетом имеющихся материальных ресурсов, либо позволяла минимизировать затраты на проектирование процессов измерений при необходимости приобретения или разработки новых средств измерений.



Слайд: 8/28

Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений - Windows Internet Explorer

http://wt.edunano.ru/webtutor/Nanometrology/6/start.html?aicc\_sid=5957962608914145967&aicc\_url=http%3A%2F%2Fwt.edunano.ru%3A80%2Fhan

## Нанометрология

### Разработка и аттестация методик измерений

#### Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений

Сведения об аттестованных методиках измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений проводящими аттестацию юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений

#### Сведения об аттестованных методиках (методах) измерений

Номер в реестре	Наименование документа на методику	Свидетельство		Поиск
		Номер	Дата	
ФР.1.34.2013.16485	Методика измерений электрической энергии и мощности с использованием системы автоматизированной информационно-измерительной коммерческого учета электрической энергии ПС 110/35/10 кВ "Юбилейная" – АИИС ЮЭ ПС 110/35/10 кВ "Юбилейная"	01.00252/013-2013	09.12.2013	Вид измерений Биологические и биомедицинские измерения методик: 80 Виброакустические измерения методик: 8 Геометрические измерения методик: 210 Измерения времени и частоты методик: 8 Измерения давления и вакуума методик: 9
№ М 01-05. "Методика выполнения"				

Слайд: 12/28

Итоговое тестирование - Windows Internet Explorer

http://wt.edunano.ru/webtutor/Nanometrology/6/start.html?aicc\_sid=5957962608914145967&aicc\_url=http%3A%2F%2Fwt%2Eedunano%2Eru%3A80%2Fhan

**РОСНАНО**

## Нанометрология

### Разработка и аттестация методик измерений

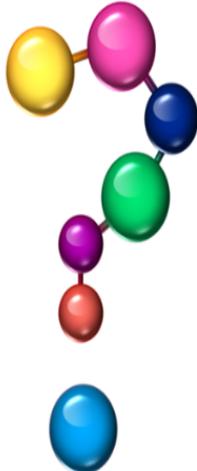
#### Итоговое тестирование

Вам предстоит ответить на тестовые вопросы по курсу.

Тест предназначен для самоконтроля, но результаты тестирования будут зафиксированы в системе.

Вы можете пройти тест несколько раз.

После выбора правильного(ых) варианта(ов) ответа нажмите кнопку «Проверить ответ». Для перехода к следующему вопросу тестирования нажмите кнопку «Далее».



**Начать тестирование** >

Слайд: 26/28

Тест - Windows Internet Explorer

http://wt.edunano.ru/webtutor/Nanometrology/6/start.html?aicc\_sid=5957962608914145967&aicc\_url=http%3A%2F%2Fwt%2Eedunano%2Eru%3A80%2Fhan

**РОСНАНО**

## Нанометрология

### Разработка и аттестация методик измерений

вопрос 3 из 12

Укажите исходные данные для разработки методики измерений

Выберите все правильные варианты

- требования к показателям точности измерений
- требования к условиям выполнения измерений
- наименование измеряемой величины
- наименование организации, разрабатывающей методику измерений
- рост, вес и другие параметры сотрудника, который будет проводить измерения
- область применения методики измерений

ПРОВЕРИТЬ ОТВЕТ Попыток: 1

Слайд: 27/28

Виртуальная лаборатория по метрологии разработана с целью подготовки инженеров-метрологов к прохождению сертификации по трудовым функциям, определенным профессиональным стандартом по нанометрологии.

На первом этапе нужно выбрать **класс объекта** и **класс задачи**.

Выберите класс объекта

file:///C:/Users/Юлия/Desktop/Физикон\_демо/256310/selectobjectclass.htm

РОСНАНО ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО МЕТРОЛОГИИ ФИЗИКОН

## ВЫБЕРИТЕ КЛАСС ОБЪЕКТА

Задача: Измерение среднего размера частиц

Порошки

Нанотрубка

Наноструктурные составляющие защитных покрытий

Пористые материалы

Аэрозоли

Тонкопленочные структуры

Наноструктуры микро- и оптоэлектроники

Коллоидные растворы и суспензии

Выберите класс задачи

file:///C:/Users/Юлия/Desktop/Физикон\_демо/256310/selectproblemclass.htm

РОСНАНО ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО МЕТРОЛОГИИ ФИЗИКОН

## ВЫБЕРИТЕ КЛАСС ЗАДАЧИ

Измерение среднего размера частиц

Измерение среднего эффективного размера

Измерение среднего размера области когерентного рассеяния

Определение межплоскостных расстояний в кристаллитах

Определение удельной площади поверхности

Определение среднего диаметра открытых пор

Определение удельного объема открытых пор

Измерение среднего эффективного диаметра частиц

Измерение толщины слоев

Определение параметров шероховатости поверхности

Калибровка

Проверка

Далее следует **выбрать прибор**, с помощью которого следует проводить исследование.

Объект и задача выбраны

file:///C:/Users/Юлия/Desktop/Физикон\_демо/256310/start.htm

РОСНАНО ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО МЕТРОЛОГИИ ФИЗИКОН

## ОБЪЕКТ И ЗАДАЧА ВЫБРАНЫ

**Задача:**  
← Измерение среднего эффективного диаметра частиц

**Вещество:**  
← Пористые материалы

Прислупить

Выберите прибор

file:///C:/Users/Юлия/Desktop/Физикон\_демо/256310/selectdevice.htm

РОСНАНО ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО МЕТРОЛОГИИ ФИЗИКОН

## ВЫБЕРИТЕ ПРИБОР

**Задача:**  
← Измерение среднего эффективного диаметра частиц

**Вещество:**  
← Пористые материалы

Рентгеновский дифрактометр предназначен для измерения зависимости интенсивности рассеянного рентгеновского излучения от угла рассеяния

Выбрать

Специалист может получить основную информацию о приборе: схему устройства, принцип работы, инструкцию по работе, посмотреть пример работы с прибором

Знакомство с прибором

file:///C:/Users/Юлия/Desktop/Физикон\_демо/256310/instructions.htm

РОСНАНО ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО МЕТРОЛОГИИ ФИЗИКОН

## ЗНАКОМСТВО С ПРИБОРОМ

- Теоретические основы измерения
- Схема устройства прибора
- Принцип работы устройства
- Инструкция по работе с прибором
- Пример работы с прибором
- Получить доступ к работе
- Приступить к измерению

Инструмент: дифрактометр

Рентгеновский дифрактометр

file:///C:/Users/Юлия/Desktop/Физикон\_демо/256310/index.htm?

РОСНАНО ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО МЕТРОЛОГИИ ФИЗИКОН

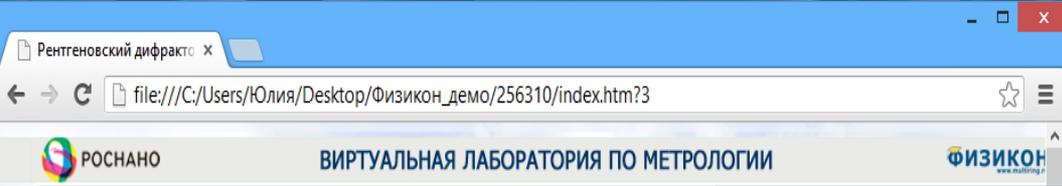
геометрических параметров монокристаллических и поликристаллических образцов. Для монокристаллических объектов это, главным образом, исследование кристаллической структуры, определение группы симметрии кристалла, размера и пространственной группы элементарной ячейки, типов и координат атомов в элементарной ячейке, дефекты кристаллической решетки. В монокристаллических эпитаксиальных объектах исследуют, главным образом, толщины и состав слоев, напряжения и дефекты в кристаллической решетке слоев, величины разориентации кристаллических решеток пленок и подложки. Задачи дифракции на поликристаллических объектах включают, в основном, исследование кристаллического фазового состава, определение среднего размера кристаллитов и величины микронапряжений кристаллической решетки, а так же текстурирование.

Схемы классического порошкового рентгеновского дифрактометра, работающего в геометрии Брэгга-Брентанно, представлена на рисунке 2.

Рис. 1. Внешний вид рентгеновского дифрактометра ARL X'TRA

Схема рентгеновского дифрактометра ARL X'TRA

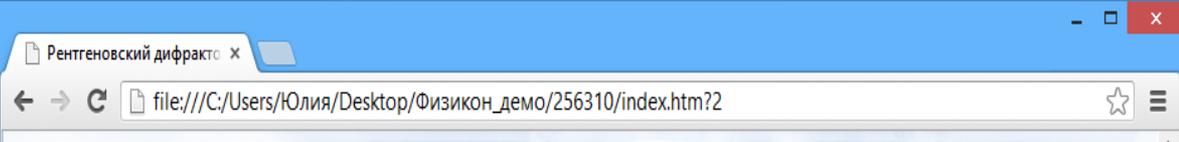
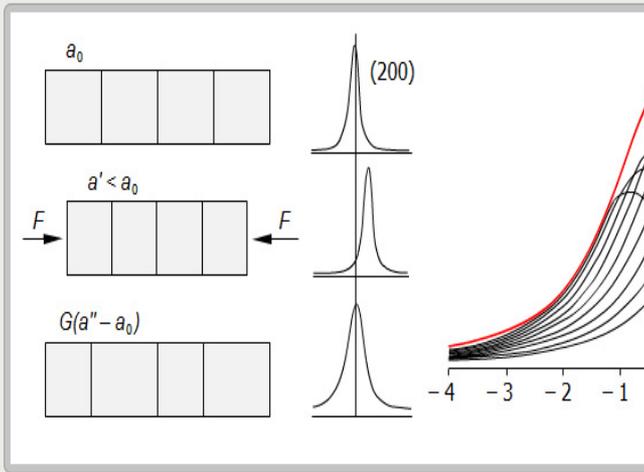
Упрощённый вариант схемы рентгеновского



## Теоретические основы

Уширение рефлексов на рентгенограмме возникает вследствие двух эффектов: дифракционного (из-за конечности размера кристаллитов) и инструментального (из-за конечности размера дифрактометра).

При анализе размеров частиц, определяемых из данных дифракции, вводят понятие когерентного участка (ОКР). ОКР — это упорядоченный участок вещества, на котором волнового пакета рентгеновского излучения. Длина когерентности для CuK $\alpha$  можно считать бесконечно большими. ОКР зависит не только от размера частицы, но и от дефектов, таких как дислокации. Таким образом, «дифракционный» эффект «микроскопического». Уширение пика  $\beta_H$ , связано с величиной ОКР  $d$ , пропорционально  $1/d$ . Схема уширения рефлексов в связи с микронапряжениями представлена на рисунке.



## Методика проведения эксперимента

- 1) Подготовка прибора к измерению.
  - a. Включение прибора.
  - b. Прогрев прибора.
- 2) Измерение инструментального вклада в уширение пиков рефлексов дифрактограммы.
  - a. Установка стандартного образца (СО) в держатель образца.
  - b. Юстировка нулей осей дифрактометра, подстройка высоты образца.
  - c. Измерение дифрактограммы СО в широком диапазоне углов.
  - d. Профильный анализ дифрактограммы — определение параметров дифракционных пиков СО.
  - e. Построение графика зависимости интегральной ширины пика от углового положения пика, аппроксимация полученной кривой зависимостью Кальотти, нахождение параметров Кальотти.
- 3) Измерение исследуемого образца.
  - a. Установка исследуемого образца в держатель образца.
  - b. Юстировка нулей осей дифрактометра, подстройка высоты образца.
  - c. Определение оптимального диапазона сканирования, шага сканирования и экспозиции с помощью пробного измерения.
  - d. Измерение дифрактограммы образца.
  - e. Профильный анализ дифрактограммы — определение параметров дифракционных пиков.
  - f. Определение фазового состава образца с использованием информации базы данных кристаллических фаз.
  - g. Для каждой из фаз:
    - определение вклада кристаллической фазы в интегральную ширину пика в зависимости от его углового положения (с учётом инструментального уширения);
    - нахождение области когерентного рассеяния и величины микронапряжений кристаллической решетки с использованием построения Вильямсона—Холла.

Перед выполнением лабораторной работы необходимо пройти оцениваемый тест. При успешном прохождении тестирования открывается доступ к виртуальному оборудованию.

Допуск к работе x

file:///C:/Users/Юлия/Desktop/Физикон\_демо/256360/index.htm?1

РОСНАНО ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО МЕТРОЛОГИИ ФИЗИКОН

Чему должно равняться отношение ограждающего потока к входному потоку аэрозоля?

Вход ограждающего потока воздуха  
Полидисперсный аэрозоль (вход)  
Выпрямитель потока (ламинизатор)  
Внешний электрод (заземлен)  
Внутренний электрод под напряжением  
Выход избыточного воздуха  
Монодисперсный аэрозоль (выход)

Ваш ответ:

Ответить

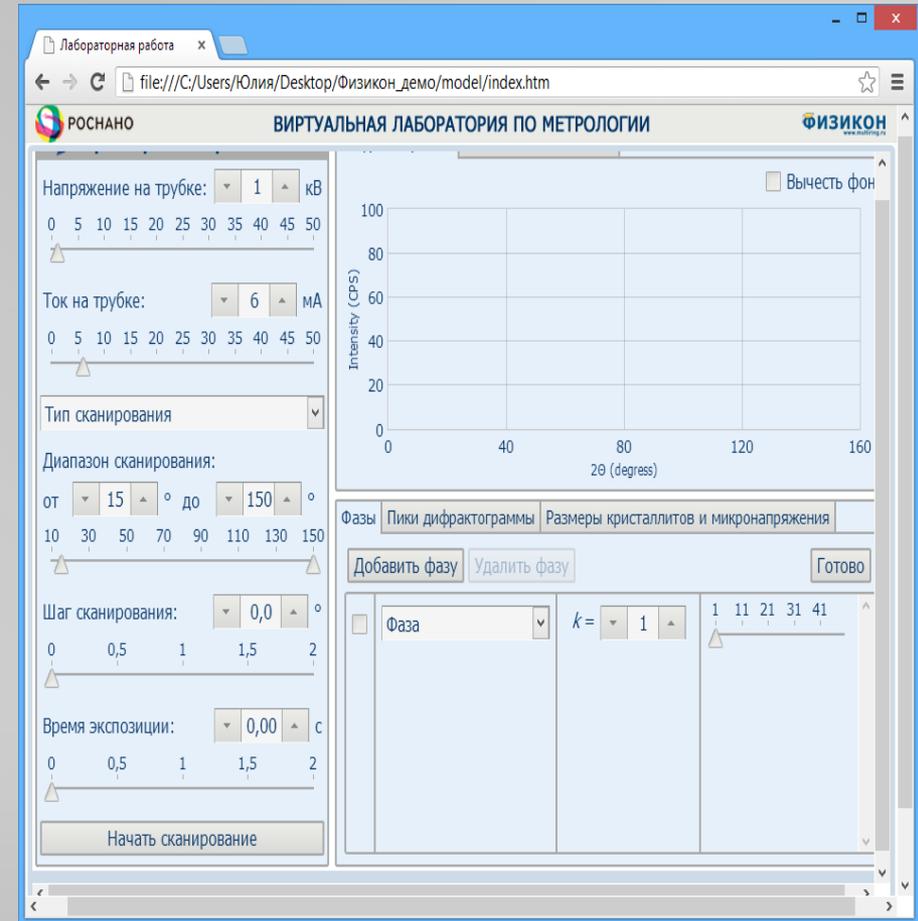
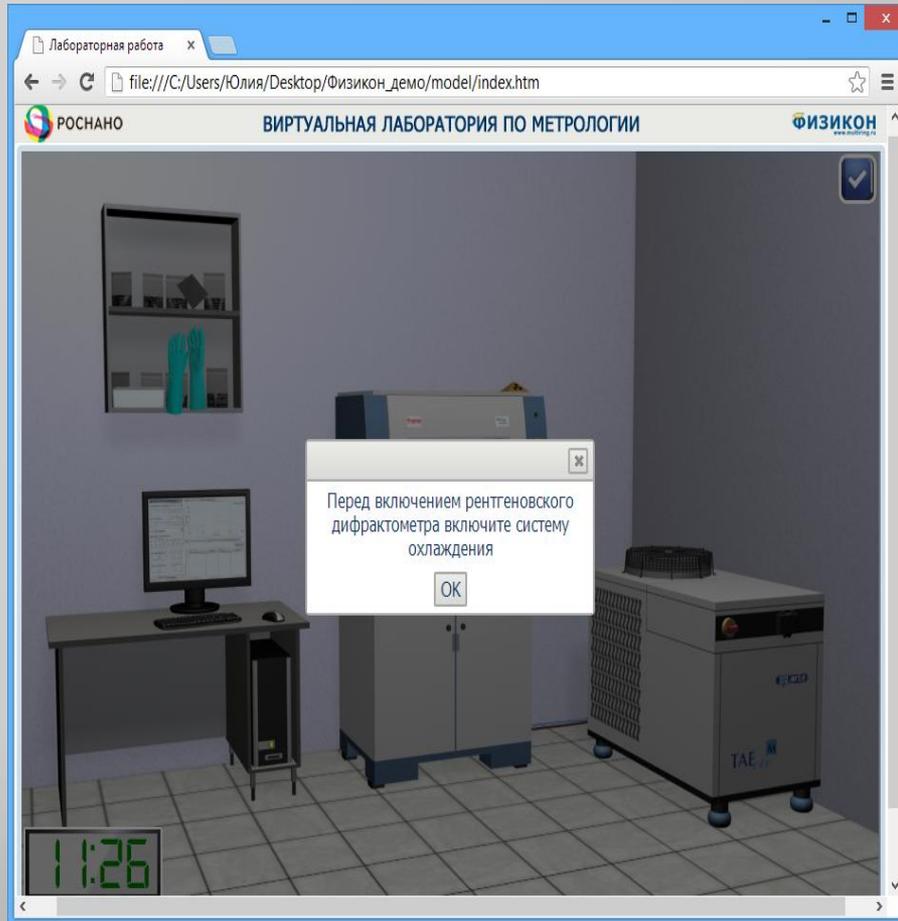
Лабораторная работа x

file:///C:/Users/Юлия/Desktop/Физикон\_демо/model/index.htm

РОСНАНО ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО МЕТРОЛОГИИ ФИЗИКОН

09:37

Результаты работы на виртуальном оборудовании оцениваются автоматически и отправляются в СДО.



## КОНТРОЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

Вы работали с:



Вещество:

**Порошки**

Задача:

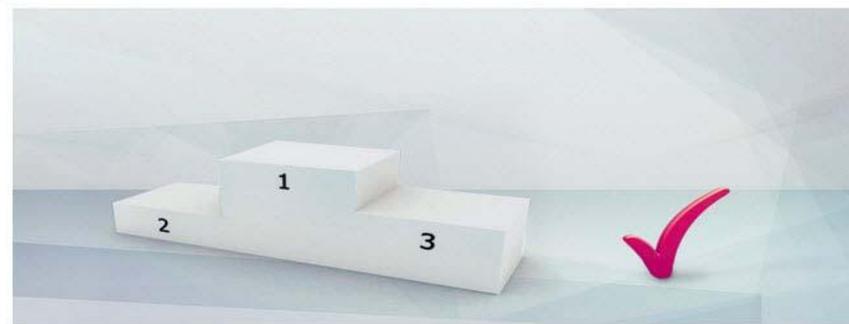
**Удельная площадь  
поверхности, объем  
открытых пор**

Инструмент:

**Газоанализатор  
Autosorb-iQ-C**

Вы показали хороший результат

Допуск к работе:	<b>80%</b>
Следование методике:	<b>100%</b>
Определение параметров образца:	<b>100%</b>
Стоимость работы с прибором:	<b>4389 руб.</b>
Контрольный тест:	<b>75%</b>



Вернуться



**Совместно с МГУ:** «Разработка и реализация образовательных программ на основе требований ФГОС ВО»

Как создать современную образовательную программу

Перевод квалификационных запросов производственных компаний в планируемые образовательные результаты программ



Технология разработки образовательной программы профессионального образования с учетом запроса рынка труда

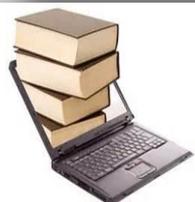
Как работать с рынком труда



Технология разработки оценочных средств для реализации образовательной программы профессионального образования



**Подготовка к профессионально-общественной аккредитации образовательных программ**





Спасибо за внимание!

Яблонскене Наталья Леонидовна  
[natalya.yablonskene@rusnano.com](mailto:natalya.yablonskene@rusnano.com)  
[yablonskene@gmail.com](mailto:yablonskene@gmail.com)