

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Технологический институт сверхтвёрдых и новых углеродных материалов»
ФГБНУ ТИСНУМ

ПРИНЯТО

На заседании Ученого совета
ФГБНУ ТИСНУМ
Протокол № 2019-06-13

« 13 » июня 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора ФГБНУ ТИСНУМ

С.А. Терентьев



« 13 » июня 2019 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

Методы измерения геометрических характеристик,
параметров шероховатости, удельного электрического сопротивления и скорости звука для
твёрдых тел сложной формы

Срок освоения 36 академических часов

г. Москва, г. Троицк 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Оглавление	стр.
Введение	3
Общие положения	3
Характеристика программы	3
Планируемые результаты обучения	4
Календарный учебный график	6
Учебный план	6
Рабочая программа	7
Организационно-педагогические условия реализации программы	9
Формы контроля и аттестации	13
Оценочные средства	14
Нормативные правовые акты	15

1. ВВЕДЕНИЕ

Рабочая программа предназначена для реализации повышения квалификации специалистов в рамках направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия», специальность «Приборы и методы экспериментальной физики» направлена на освоение современных методов измерения физических и геометрических характеристик сложных машиностроительных изделий и знакомство с базовым набором используемого для этого оборудования.

Целью данного учебного курса является повышение профессионального уровня специалистов, развитие творческой инициативы, подготовка к выполнению новых трудовых функций, повышения метрологической грамотности и освоение современных методов компьютерной обработки экспериментальных данных.

Предлагаемый учебный курс содержит как теоретическую часть, связанную с физическими и математическими особенностями измерения геометрических характеристик, параметров шероховатости, удельного электрического сопротивления и скорости звука для твердых тел сложной формы, так и практическую часть включающую повышение квалификации сотрудников заводских лабораторий, эксплуатирующих автоматизированное и роботизированное метрологическое оборудование.

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Методы измерения для твердых тел сложной формы геометрических характеристик, параметров шероховатости, удельного электрического сопротивления и скорости звука» (далее – Программа), по специальности «Приборы и методы экспериментальной физики», представляет собой совокупность учебных материалов, квалификационных требований и контрольно-измерительных заданий, обязательных при ее реализации в рамках системы Российского высшего профессионального образования.

2.2. Направленность Программы – практико-ориентированная и заключается в удовлетворении потребностей профессионального развития научных, инженерных и технических работников, обеспечении соответствия их квалификации меняющимся условиям профессиональной деятельности и внедрению нового измерительного оборудования в производственный процесс.

2.3. Цель Программы – совершенствование имеющихся компетенций, приобретение новых навыков и умений, повышения профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации, освоение нового измерительного оборудования.

2.4. Задачи Программы:

– обновление существующих теоретических представлений и освоение новых экспериментальных методов и методик, изучение передового опыта в области метрологического обеспечения промышленного производства;

– усвоение и закрепление на практике профессиональных знаний, умений и навыков, обеспечивающих совершенствование широкого круга компетенций связанных с изучением методов измерения геометрических характеристик, параметров шероховатости, удельного электрического сопротивления и скорости звука для твердых тел сложной формы.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

3.1. Трудоемкость освоения Программы составляет 36 академических часов (1 академический час равен 45 минутам) и допускает прохождение полного курса за 5-10 учебных дней. Обучение включает как теоретическую, так и практическую часть, предполагающую получение начальных навыков на изучаемом измерительном оборудовании.

3.2. Программа может быть реализована в двух формах:

- в очной форме обучения (с отрывом от постоянного места работы) на базе федерального государственного бюджетного научного учреждения «Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов» (далее - ФГБНУ ТИСНУМ) Минобрнауки России.

- в очной форме обучения (без отрыва от постоянного места работы обучающихся) с выездом специалистов ФГБНУ ТИСНУМ на территорию предприятия.

К освоению Программы допускаются научные работники, инженерный и технический состав предприятий, имеющие законченное высшее образование. Обучение персонала имеющего только среднее специальное образование решается в индивидуальном порядке, после осуществления входного контроля имеющихся у обучающегося компетенций.

3.3. Для формирования профессиональных умений и навыков в Программе предусматривается: лекционные, семинарский, практические, лабораторные и контролируемые занятия.

3.4. Содержание Программы построено в соответствии с модульным принципом, структурными единицами модуля являются разделы. Каждый раздел модуля подразделяется на темы, каждая тема – на элементы.

Для удобства пользования Программой в учебном процессе каждая его структурная единица кодируется. На первом месте ставится код раздела (например, 1), на втором – код темы (например, 1.1), далее – код элемента (например, 1.1.1). Кодировка вносит определенный порядок в изучение разделов и тем, содержащихся в Программе.

3.5. Учебный план определяет перечень, трудоемкость, последовательность и распределение модулей (разделов), устанавливает формы организации учебного процесса и их соотношение (лекционные, семинарский, практические, лабораторные), формы контроля знаний и умений обучающихся.

С учетом базовых знаний обучающихся и актуальности задач в системе непрерывного образования отделом образовательных программ и аспирантуры могут быть внесены изменения в распределение учебного времени, предусмотренного учебным планом Программы, в пределах 15 % от общего количества учебных часов.

3.6. В Программу включены планируемые результаты обучения, в которых отражаются требования профессиональных стандартов или квалификационных характеристик по соответствующим должностям, профессиям и специальностям.

3.7. Программа содержит требования к итоговой аттестации обучающихся, которая осуществляется в форме зачета и выявляет теоретическую и практическую подготовку в соответствии с целями и содержанием Программы.

3.8. Организационно-педагогические условия реализации Программы включают:

- а) тематику учебных занятий и их содержание для совершенствования компетенций;
- б) учебно-методическое и информационное обеспечение;
- в) материально-техническое обеспечение;
- г) кадровое обеспечение.

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Требования к квалификации:

Уровень образования работников, проходящих повышение квалификации должен соответствовать установленным квалификационным требованиям к конкретным должностям, а именно: уровень профессионального образования – высшее образование, соответствующее отрасли 01.00.00 Физико-математические науки и специальности отрасли 05.00.00 технические науки, среднее профессиональное образование, соответствующее классификатору специальностей 200105 Акустические приборы и систем, 200101 Приборостроение, 200205 Оптические и оптико-электронные приборы и системы

4.2. Результаты обучения по Программе направлены на совершенствование компетенций, усвоенных в рамках полученного ранее высшего профессионального образования, и в

приобретении компетенций, необходимых для выполнения профессиональной деятельности по вышеуказанным специальностям.

4.3. Характеристика профессиональных компетенций (далее – ПК), подлежащих усовершенствованию в результате освоения Программы.

У обучающегося совершенствуется следующая профессиональная компетенция:

Способность самостоятельно использовать и применять физические явления и процессы, которые позволяют измерять форму, шероховатость, вес, удельное электрическое сопротивление и скорость звука промышленных изделий сложной формы и значительного размера и веса (ПК-1).

Способность к совместной обработке разнородных экспериментальных данных с целью разностороннего контроля выпускаемых изделий и формирования обоснованных выводов о степени соблюдения технологических требований на всех этапах производства (ПК-2).

4.4. Характеристика новых профессиональных компетенций, приобретаемых в результате освоения Программы.

У обучающегося должна быть сформированы следующие новые профессиональные компетенции:

Способность самостоятельно применять технологии и методы исследования механических и геометрических свойств поверхности с микронным пространственным разрешением, используя знание о физических явлениях и процессах, происходящих при взаимодействии механических и оптических зондов с поверхностью исследуемого объекта (ПК-3).

Способность к установлению взаимосвязи таких внешне разнородных характеристик промышленного изделия, как форма, шероховатость, вес, удельное электрическое сопротивление и скорость звука с потребительскими свойствами изделия и его эксплуатационными характеристиками (ПК-4).

4.5. Требования к результатам освоения содержания Программы.

В результате изучения Программы обучающийся должен:

Знать: актуальные на сегодня задачи и достигнутые результаты в области измерения геометрических характеристик, параметров шероховатости, удельного электрического сопротивления и скорости звука для твердых тел сложной формы, представлять круг проблем, возникающих в ходе его профессиональной деятельности, основные тенденции развития приборов и методов экспериментальной физики и специфику использования научного приборостроения в условиях промышленного производства.

Уметь: использовать широкий круг экспериментальных методов пригодных для исследования геометрических характеристик, параметров шероховатости, удельного электрического сопротивления и скорости звука для твердых тел сложной формы;

проводить калибровку и поверку приборов используемых на производстве;

измерять и испытывать образцы изделий с учетом конкретной научной или технической задачи и в условиях сквозного контроля технических изделий в условиях конвейерного непрерывного производства;

пользоваться программным обеспечением, используемым для управления процессом измерения и обработки получаемых данных.

Владеть: навыками и методами работы со специализированным и автоматизированным оборудованием и программным обеспечением;

навыками применения метрологических знаний в работе служб отдела технического контроля;

навыками оператора измерительной системы и ее перенастройки под типоразмер испытываемого изделия;

навыками диагностики измерительного оборудования и принятия решения о необходимости калибровки или поверки автоматизированной измерительной системы.

5. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

График обучения Форма обучения	Академиче- ских часов в день	Дней в неделю	Общая трудо- емкость Про- граммы в ча- сах	Число не- дель	Итоговая аттестация
Очная на территории ФГБНУ ТИСНУМ	6-8	5	36	1	зачет
Очная с выездом спе- циалистов ФГБНУ ТИСНУМ на террито- рию предприятия	4-8	5	36	1-2	зачет

6. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Код	Наименование разделов дисциплин и тем	Всего часов	Форма контроля			
			Лекции	СР	практ. зан.	Промежуточный контроль (тесто- вые задания)
1	Контрольно измерительные ма- шины	8	6	–	2	
1.1.	Основные принципы построения КИМ	2	2	–	–	Текущий кон- троль (опрос)
1.2.	Типы зондовых датчиков	3	2	–	1	Текущий кон- троль (опрос)
1.3.	Способы совместной обработки данных	2	1	–	1	Текущий кон- троль (опрос)
1.4.	Методы калибровки КИМ	1	1			Текущий кон- троль (опрос)
2	Измерение геометрии и шерохо- ватости изделий сложной формы	10	4	–	6	
2.1	Конфокальные хроматические оп- тические датчики	4	2	–	2	Текущий контроль (опрос)
2.2	Примеры комплексной обработки получаемых данных	4	2		2	Текущий контроль (опрос)
2.3	Практические занятия на измери- тельном комплексе	2			2	Текущий контроль (опрос)
3	Измерение веса и удельной плот- ности крупногабаритных деталей	6	2	–	4	
3.1	Базовые методы измерений массы тела и его плотности	4	2	–	2	Текущий кон- троль (опрос)
3.2	Практические занятия на измери- тельном комплексе	2			2	Текущий кон- троль (опрос)
4	Измерение удельного сопротив- ления	6	2		4	

Код	Наименование разделов дисциплин и тем	Всего часов	Форма контроля			
			Лекции	СР	практ. зан.	Промежуточный контроль (тестовые задания)
4.1	Многоэлектродные методы измерения удельного электрического сопротивления	4	–	–	4	Промежуточный контроль (опрос)
4.2	Практические занятия на измерительном комплексе	2	–	–	2	Текущий контроль (опрос)
5	Скорость звука	4	2		2	
6	Зачетные мероприятия . Итоговая аттестация	2				
6.1	Самостоятельная работа по всему изученному материалу, ответы на вопросы	1		1		Круглый стол
6.2	Проверка усвоения курса. Обсуждение проведенных занятий. Рассмотрение нестандартных вопросов.	1		–	1	Круглый стол
6.3	Зачетное занятие. Итоговая аттестация					Зачет (контрольные вопросы)
Всего		36	16	1	19	

7. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА

«Методы измерения геометрических характеристик, параметров шероховатости, удельного электрического сопротивления и скорости звука для твердых тел сложной формы»

РАЗДЕЛ 1.

Контрольно измерительные машины

Код	Наименования тем, элементов и подэлементов
1.1.	Многокоординатные контрольно измерительные машины и кругломеры – принципы построения и основные технические характеристики
1.1.1.	Измерительные преобразователи используемые в многокоординатные контрольно измерительные машины и кругломерах
1.1.2.	Системы прецизионных подвижек используемые в многокоординатных контрольно измерительных машинах и кругломерах.
1.1.3.	Основные источники ошибок и потенциальные возможности КИМ и кругломеров.
1.1.4	Получение изображений поверхности при сканировании. Точность и разрешение различных методов позиционирования. Защита от вибрации и температурного дрейфа и прочих внешних факторов.
1.2.	Типы зондовых датчиков
1.2.1.	Механические контактные зонды.
1.2.2.	Электромагнитные, емкостные и тензорезистивные датчики силы и перемещения
1.2.3.	Типы используемых энкодеров. Калибровка системы позиционирования датчиков и узлов линейного перемещения и вращения.

1.2.4.	Работа с экспериментальными данными. Артефакты изображений. Методы обработки. Фильтрация. Количественный анализ изображений и профилограмм. Шероховатость и ее измерения.
1.3.	Обработка данных, полученных при работе с КИМ
1.3.1.	Не ортогональность реальной системы координат и способы ее ортогонализации.
1.3.2.	Влияние шероховатости на измеряемые КИМ параметры тел сложной формы.
1.3.3.	Специфика и алгоритмы обработки измерительной информации получаемой при работе с биконическими резьбовыми элементами.
1.4.	Методы калибровки КИМ и оценки бюджета неопределенности для косвенных измерений.

РАЗДЕЛ 2

Измерение геометрии и шероховатости изделий сложной формы

Код	Наименования тем, элементов и подэлементов
2.1	Измерение геометрии и шероховатости изделий сложной формы
2.1.1.	Демонстрация измерительного комплекса (и его отдельных элементов) для определения геометрических параметров ниппелей графитированных электродов LaserEyeProv. Устройство комплекса. Интерфейс управления. Алгоритмы первичной обработки данных. Сохранение измеряемых параметров, выключение комплекса.
2.1.2.	Основные этапы штатной работы измерительного комплекса.
2.1.3.	Типы используемых тестовых, юстировочных и калибровочных образцов и контролируемые с их помощью метрологические параметры комплекса.
2.2.	Работа с полученными юстировочными данными. Интерфейс корректировки базовых параметров рабочей системы координат. Алгоритм и процедура верификации измерительной информации
2.3.	Практические занятия на измерительном комплексе под наблюдением преподавателя.

РАЗДЕЛ 3

Измерение веса и удельной плотности крупногабаритных деталей

Код	Наименования тем, элементов и подэлементов
3.1.	Базовые методы измерений массы тела и его плотности
3.1.1.	Особенности конструкции установки и ее взаимодействия с роботизированной производственной линией.
3.1.2.	Основные типы датчиков используемых для определения веса изделий.
3.1.3.	Гидростатические и аэродинамические методы определения объема и плотности
3.2.	Устройство установки для измерения массы, удельного электросопротивления и скорости звука изделий типа «Ниппель».
3.2.2.	Практические занятия на установке под наблюдением преподавателя.

РАЗДЕЛ 4

Измерение удельного сопротивления и веса

Код	Наименование тем, элементов и подэлементов
4.1	Измерение удельного сопротивления, веса и объемной плотности

4.1.1.	Демонстрация установки для измерения массы, удельного электросопротивления и скорости звука изделий типа «Ниппель» и ее составных элементов.
4.1.2.	Многоэлектродные методы измерения удельного электрического сопротивления
4.2.1.	Количественные измерения удельного электрического сопротивления и скорости продольных акустических волн в изделиях сложной формы. Демонстрация установки для измерения массы, удельного электросопротивления и скорости звука изделий типа «Ниппель» и ее составных элементов. Многоэлектродные методы измерения удельного электрического сопротивления
4.2.2.	Самостоятельная работа. Работа с литературой и электронными ресурсами.

РАЗДЕЛ 5 Скорость звука

Код	Наименование тем, элементов и подэлементов
5.1	Скорость звука
5.1.1.	Теория упругости для изотропных твердых тел. Типы упругих волн. Механические напряжения и деформации.
5.1.2.	Закон Гука, модуль юнга и сдвига, модуль всестороннего сжатия, коэффициент Пуассона.
5.1.3	Демонстрация установки для измерения скорости звука изделий типа «Ниппель» и ее составных элементов.
5.1.4.	Количественные измерения скорости продольных акустических волн в изделиях сложной формы.
5.1.5.	Самостоятельная работа. Работа с литературой и электронными ресурсами.

РАЗДЕЛ 6 Зачетные мероприятия

6.1.	Итоговая аттестация (Зачетное занятие)
6.1.1.	Самостоятельная работа по всему изученному материалу, ответы на вопросы.
6.1.2.	Проверка усвоения курса. Обсуждение проведенных занятий. Рассмотрение нестандартных вопросов.
6.1.3	Контрольный опрос по пройденному материалу.

8. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

8.1. Тематика учебных занятий и их содержание для совершенствования компетенций.
Лекционные занятия:

№	Тема лекции	Содержание	Совершенствуемые компетенции
1.	Контрольно измерительные машины	1.1 – 1.4	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4
2.	Измерение геометрии и шероховатости изделий сложной формы	2.1 – 2.3	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4
3.	Измерение веса и удельной плотности крупногабаритных деталей	3.1 – 3.2	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4
4	Измерение удельного электрического сопротивления	4.1 – 4.2	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4
5	Скорость звука	5	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4

Практические занятия:

№	Тема практического занятия	Содержание	Совершенствуемые компетенции
1.	Демонстрация измерительного комплекса (и его отдельных элементов) для определения геометрических параметров ниппелей графитированных электродов LaserEyeProv. Устройство комплекса. Интерфейс управления. Алгоритмы первичной обработки данных. Сохранение измеряемых параметров, выключение комплекса. Типы зондовых датчиков. Способы совместной обработки данных	1.2-1.3, 2.1.1	ПК-1, ПК-3
2	Получение изображений поверхности при сканировании. Точность и разрешение различных методов позиционирования. Защита от вибрации и температурного дрейфа и прочих внешних факторов.	1.1.4	ПК-1, ПК-3
3	Работа с полученными юстировочными данными. Интерфейс корректировки базовых параметров рабочей системы координат. Алгоритм и процедура верификации измерительной информации	2.2.-2.3	ПК-1, ПК-3
	Демонстрация установки для измерения массы, удельного электросопротивления и скорости звука изделий типа «Ниппель» и ее составных элементов.	3.1-3.2, 4.1.1.	ПК-1, ПК-3
	Количественные измерения удельного электрического сопротивления и скорости продольных акустических волн в изделиях сложной формы.	4.2.1, 5	ПК-1, ПК-2
4.	Демонстрация установки для измерения массы, удельного электросопротивления изделий типа «Ниппель» и ее составных элементов.	4.1.1	ПК-1, ПК-2
5.	Демонстрация установки для измерения скорости звука	5	ПК-1, ПК-2

Итоговая аттестация

№	Зачетное занятие	Содержание	Совершенствуемые компетенции
1	Контрольный опрос	6.1.2	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4

8.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение:

Основная литература:

1. ГОСТ 8.481-82 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Кругломеры. Методы и средства поверки
2. МИ1138-86 Меры отклонения от круглости образцовые 2го и 3го разряда. Методика аттестации.
3. ГОСТ Р ИСО 10360-2-2017 Характеристики изделий геометрические. Приемочные и перепроверочные испытания координатно-измерительных машин. Координатно-измерительные машины, применяемые для измерения линейных размеров
4. МИ 1976-89 Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Машины трехкоординатные измерительные с измеряемым объемом не более 1х1х1 м3. Методика метрологической аттестации.
5. https://standartgost.ru/g/ГОСТ_P_ИСО_10360-2-2017
6. <http://umotnas.ru/umot/kalibrovka-koordinatno-izmeritelenih-mashin-kim/>
7. http://metrol.expoprom.ru/archive/2016/Report2016/19_may/2016_19may_Lysenko.pdf
8. <http://metrol.expoprom.ru/archive/2018/>
9. <http://fif.vniiftri.ru>
10. <https://metrologu.ru/topic/7665-метрологическое-обеспечение-круглости/>
11. <https://all-pribors.ru/opisanie/11031-87-omk-omok-1-omok-2-1386>
12. <http://docs.cntd.ru/document/1200014283>
13. В.Л. Миронов, Основы сканирующей зондовой микроскопии. - М.: Техносфера, 2004.
14. <http://www.ntmdt-si.ru/spm-principles> (Принцип работы СЗМ методики исследования)
15. ГОСТ Р 8.748-2011(ИСО 14577-1:2002) Измерение твердости и других характеристик материалов при инструментальном индентировании. Часть 1. Метод испытаний.
16. ГОСТ 9450-76 Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников
17. Ю. И. Головин, Наноиндентирование и его возможности. - М.: Машиностроение, 2009

Дополнительная литература:

1. В.Н. Решетов, Е.О. Баранова, Сканирующая зондовая микроскопия: учебно-методическое пособие – Троицк: МФТИ:ФГУ ТИСНУМ, 2011.-56 с.
2. В.Н. Решетов, Лабораторный практикум «Современные методы исследования наноразмерных структур. Сканирующая зондовая микроскопия и измерительное динамическое

индентирование – основные принципы и возможности – Троицк: МФТИ: ФГУ ТИСНУМ, 2011.-44 с.

8.3 Базы данных, информационно-справочные системы:

1. Научная электронная библиотека: электронные научные информационные ресурсы зарубежного издательства Elsevier, www.elsevier.ru;
2. Научная электронная библиотека: электронные научные информационные ресурсы зарубежного издательства Springer, www.springer.com;
3. Научная электронная библиотека: elibrary.ru;
4. Научная электронная библиотека диссертаций и авторефератов: www.dissercat.com;
5. Российская национальная библиотека: www.nlr.ru;
6. Журналы по физике твердого тела;
7. Наноиндустрия;
8. Приборы и техника эксперимента;
9. Заводская лаборатория - диагностика материалов;
10. ЖТФ;
11. Письма в ЖТФ;
12. Physica Status Solidi b, Physical Review B;
13. Доступные через Internet научные и научно-технические журналы, электронные конспекты лекций, учебные пособия и сборники задач, разработанные для данного курса.

Программное обеспечение:

1. Windows 7 Enterprise
2. Microsoft Office Professional Plus 2013 with SP1
3. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
4. Nova (NT-MDT)
5. Image Analyses (NT-MDT)
6. NanoScan Device (ФГБНУ ТИСНУМ)
7. NanoScan Viewer (ФГБНУ ТИСНУМ)
8. Профилометр модели 130 (Протон МИЭТ)
9. Altami Studio (Альтами)

Интернет-сайты:

Журналы издательства SAGE

Список журналов и глубина доступа: http://www.neicon.ru/res/List/sage_prem_list.doc

Адрес для работы с ресурсом: <http://sagepub.com/home.nav>

Журнал Nature

Адрес: <http://nature.com>

Журнал Science

Адрес: <http://www.sciencemag.org/>

Журналы American Institute of Physics

Адрес: <http://scitation.aip.org/>

Журналы The Optical Society of America (OSA) – Optics InfoBase

Список журналов: http://neicon.ru/res/List/osa_list.doc

Адрес для работы с ресурсом: <http://opticsinfobase.org>

Список журналов: http://neicon.ru/res/List/spie_list.doc

Адрес для работы с ресурсом: <http://spiedigitallibrary.org>

8.4. Материально-техническое обеспечение

Учебная деятельность

Аудитория №4:

Специальное оборудование для проведения научных исследований:

Нанотвердомер «НаноСкан-4Д» (ФГБНУ ТИСНУМ, Россия);

Сканирующий нанотвердомер «НаноСкан-3D» (ФГБНУ ТИСНУМ, Россия);

Микротвердомер DuraScan (EMCO-TEST, Австрия);

Профилометр модели 130 (Протон МИЭТ).

Конфокальный оптический микроскоп SENSOFAR.

Локальная вычислительная сеть и беспроводная сеть для комфортной работы с компьютерами (ноутбуками) в каждом отделе, отделении и лаборатории со свободным выходом пользователей сети в Интернет;

компьютеры с выходом в Интернет – 70 шт.;

компьютерный класс на 10 посадочных мест;

мультимедийные комплексы;

аудиторный и библиотечный фонд, в том числе дистанционные и электронные возможности, для самостоятельной подготовки обучающихся.

8.5. Кадровое обеспечение

Реализация Программы осуществляется научно-педагогическим составом, состоящим из специалистов, систематически занимающихся научной конструкторской и научно-методической деятельностью со стажем работы в системе высшего и/или дополнительного профессионального образования, научной сферы в области физико-математических и технических наук не менее 5 лет.

9. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ И АТТЕСТАЦИИ

9.1. Текущий контроль хода освоения учебного материала проводится в форме устного опроса. Промежуточный контроль проводится в форме опроса по контрольным вопросам.

9.2. Итоговая аттестация обучающихся по результатам освоения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации проводится в форме зачета аттестационной комиссией.

9.3. Обучающиеся допускаются к итоговой аттестации после изучения Программы в объеме, предусмотренном учебным планом.

9.4. Обучающиеся, освоившие Программу и успешно прошедшие итоговую аттестацию, получают удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Примерная тематика контрольных вопросов:

1. Определение контрольно измерительной машины (КИМ).
2. Типичные схемы приборов (образец, датчик сканер) и принцип работы.
3. Основные типы КИМ.
4. Основные различия между классическими КИМ и традиционными кругломерами.
5. Контактные, бесконтактные и полуконтактные методы сканирования поверхности.
6. Многопроходные методы способы восстановления контактной поверхности.
7. Первичная обработка профилей. Ошибки и артефакты сканирования.
8. Редактирование профилограмм. Применение фильтров. Анализ формы поверхности. Измерение шероховатости.
9. Точность и разрешение зондовых методов профилирования формы поверхности.
10. Влияние вибрации и температурного дрейфа на получаемые данные.
11. Калибровка прибора – систем позиционирования, системы координат, оптических датчиков.
12. Подготовка внешних условий под измерения. Влияние резонансных частот элементов конструкции и крепление измеряемого изделия.
13. Особенности метрологии объектов, не являющихся фигурами вращения.
14. Токовые методы измерения удельного электрического сопротивления. Схема подключения электродов при четырех точечном методе. Влияние контактного сопротивления.
15. Основные типы силовых чувствительных элементов..
16. Механические испытания на прочность и эмпирическая взаимосвязь акустических и механических характеристик для гетерогенных материалов.
17. Исследование механических свойств изделий и дефектности материала акустическими методами.
18. Факторы, влияющие на результат измерений веса, удельной плотности и электрического сопротивления.

19. Определение формы сложных изделий на основании ограниченного числа профилограмм.

20. Стандартные образцы, меры и калибровочные изделия. Понятие первичного и вторичного средства измерения.

21. Алгоритмы корректировки получаемых данных на основе дополнительной информации, извлекаемой из базовых измерений.

22. Понятие единства измерений и его взаимосвязь с механизмами разбраковки машиностроительных изделий.

11. НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

2. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;

3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 25 февраля 2009 г. N 59 "Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени"

4. Приказ Министерства образования и науки РФ от 15.01.2013 г. № 10 «О федеральных государственных требованиях к минимуму содержания дополнительных профессиональных образовательных программ профессиональной переподготовки и повышения квалификации педагогических работников, а также к уровню профессиональной переподготовки педагогических работников»;

5. Письма Минобрнауки России от 09.10.2013 № 06 - 735 «О дополнительном профессиональном образовании»;