

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Омский государственный технический университет»

Утверждаю  
Проректор по научной работе  
\_\_\_\_\_ Мышлявцев А.В.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

**ПРОГРАММА**

повышения квалификации

**«Метрология и взаимозаменяемость»**

2017 г.

Программа разработана в соответствии с учебно-тематическим планом дисциплины.

Программу составила:

к. т. н., доцент

«\_\_\_»\_\_\_\_\_2017г.

Е.В. Николаева

Декан ИДПО

«\_\_\_»\_\_\_\_\_2017г.

И.В. Маркечко

## **1. Цель реализации программы**

Целью дисциплины «Метрология и взаимозаменяемость» является формирование у слушателей основ обязательных знаний для всех специалистов, работающих в любой отрасли машиностроения и обеспечения эффективности этой деятельности за счет повышения достоверности результатов измерений и правильного использования специальной нормативной документации.

Требования к уровню слушателей – знание основ метрологии и взаимозаменяемости.

В результате изучения программы слушатель должен:

### **знать:**

- сущность взаимозаменяемости, ее виды и условия обеспечения; понятие о размерах, отклонениях, допусках и посадках;
- взаимосвязь требований нормирования точности с обеспечением принципов взаимозаменяемости;
- виды средств технических измерений и их метрологические показатели;
- систему валов и систему отверстий;
- квалитеты, поля допусков, обозначение посадок.

### **уметь:**

- применять при проектировании методы расчета размерных цепей;
- проставлять допуски и отклонения формы, расположения и шероховатости поверхностей на чертеже;
- выбирать методы измерений и средства измерений с заданными метрологическими характеристиками;
- рассчитать и выбрать по стандартам необходимые посадки;
- использовать нормативно-техническую документацию.

### **владеть:**

- навыками выбора средств измерения с заданными метрологическими характеристиками и выполнения измерения с заданной точностью;
- навыками работы с нормативными документами по вопросам стандартизации, метрологии и взаимозаменяемости;
- методиками выбора и назначения допусков и посадок.

## **2. Формализованные результаты обучения**

Обучение по программе «Метрология и взаимозаменяемость».

«Метрология и взаимозаменяемость» предполагает освоение соответствующих профессиональных компетенций, в соответствии с которыми слушатель должен обладать:

- способностью участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую проверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработка мероприятий по его предупреждению и устранению **(ПК-18)**;

- способностью осваивать и применять современные методы организации и управления машиностроительными производствами, выполнять работы по освоению технологических процессов, автоматизации, управления, контроля и диагностики в ходе производства новой продукции, оценка их инновационного потенциала, по определению соответствия выпускаемой продукции требованиям регламентирующей документации, по стандартизации, унификации, диагностики и контроля **(ПК-19)**;

- способностью разрабатывать программы и методики, входящие в состав конструкторской, технологической и эксплуатационной документации **(ПК-20)**.

### 3. Содержание программы

#### УЧЕБНЫЙ ПЛАН образовательной программы повышения квалификации

«Метрология и взаимозаменяемость»

Форма обучения – очная, без отрыва от производства.

Срок обучения – 72 часа.

№ п.п.	Наименование модулей	Всего часов	В том числе			
			Обязательная аудиторная учебная нагрузка		Самостоятельная работа, часов	Практика с указанием мест проведения, часов
			Лекции	Практические занятия, часов		
1.	Модуль 1. Основные положения метрологии и взаимозаменяемости	56	40	16	0	Г-106
2.	Модуль 2. Нормирование точности подшипников качения, резьбовых, шпоночных и зубчатых соединений	16	10	6	0	Г-106
<b>ИТОГО</b>		<b>72</b>	<b>50</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

программы повышения квалификации  
«Метрология и взаимозаменяемость».

Категория слушателей – ППС.

Срок обучения – 72 часа аудиторных занятий.

Форма обучения – очная, без отрыва от производства.

№ мод уля	Наименование разделов и тем	Всего учебной нагрузки ППС, час	В том числе		Трудоемкость СРС				Всего часов по разделам и темам	Форма контроля
			Лекции	Практиче ские занятия	Сам. Раб.	Тесты	ПЛ	Вс- го		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Модуль 1. Основные положения метрологии и взаимозаменяемости</b>										
<b>1</b>	<b>Введение</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	-	-	-	-	<b>4</b>	
1.1	Точность и виды точности, используемые в машиностроении. Причины появления погрешностей. Виды погрешностей.	2	2	0	-	-	-	-	2	
1.2	Взаимозаменяемость и ее виды.	2	2	0	-	-	-	-	2	
<b>2</b>	<b>Системы допусков и посадок</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	-	-	-	-	<b>20</b>	
2.1	Основные понятия о размерах, отклонениях и посадках, графическое изображение размеров и отклонений.	6	6	0	-	-	-	-	6	
2.2	Единая система допусков и посадок. Единицы допуска. Квалитеты точности.	10	10	0	-	-	-	-	10	
2.3	Ряды основных отклонений. Поля допусков и отверстий.	4	4	0	-	-	-	-	4	
<b>3</b>	<b>Отклонения формы и расположения</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	-	-	-	-	<b>18</b>	
3.1	Отклонения формы и расположения, знаки, используемые при построении чертежей.	18	6	12	-	-	-	-	18	

6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>4</b>	<b>Шероховатость поверхности</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	-	-	-	-	<b>12</b>	
4.1	Основные параметры шероховатости. Качество поверхностного слоя детали. Обозначение шероховатости поверхности.	2	2	0	-	-	-	-	2	
4.2	Стандартизованные параметры шероховатости в разных странах.	2	2	0	-	-	-	-	2	
4.3	Изъяны. Методы контроля шероховатости.	8	4	4	-	-	-	-	8	
<b>5</b>	<b>Размерные цепи</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	-	-	-	-	<b>2</b>	
5.1	Обеспечение точности размерных цепей. Расчет размерных цепей.	2	2	0	-	-	-	-	2	
<b>Модуль 2. Нормирование точности подшипников качения, резьбовых, шпоночных и зубчатых соединений</b>										
<b>1</b>	<b>Нормирование точности соединений с подшипниками качения</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	-	-	-	-	<b>2</b>	
1.1	Ряды точности подшипников качения. Поля допусков колец. Указание точности подшипников качения на чертеже.	2	2	0	-	-	-	-	2	
<b>2</b>	<b>Нормирование точности резьбовых соединений</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	-	-	-	-	<b>6</b>	
2.1	Основные понятия и определения резьбовых соединений. Виды резьб.	2	2	0	-	-	-	-	2	
2.2	Технические требования к резьбовым соединениям. Допуски и посадки. Определение годности резьбы	2	2	0	-	-	-	-	2	
2.3	Методы и средства измерения резьбы	2	0	2	-	-	-	-	2	
<b>3</b>	<b>Нормирование точности шпоночных соединений</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-	-	-	-	<b>4</b>	
3.1	Нормирование точности. Соединения с призматическими и сегментными шпонками. Указание на чертеже шпоночных соединений.	4	2	2	-	-	-	-	4	

7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	Нормирование точности зубчатых соединений	4	2	2	-	-	-	-	4	
4.1	Передачи зубчатые цилиндрические и конические. Модули. Степени точности и виды сопряжения	4	2	2	-	-	-	-	4	
ИТОГО		72	50	22	-	-	-	-	72	
Итоговая работа										зачет

#### 4. Материально-технические условия реализации программы

Материально-технические условия реализации профессионального модуля	Обеспеченность реализации программы собственными материально-техническими условиями	Наличие договоров / соглашений с предприятиями об использовании помещений, технологического оборудования
Наличие кабинетов (указать каких):	Ауд. Г-106 Аудитория, оснащённая проектором и экраном.	
Наличие лабораторий (указать каких):	Ауд. Г-106 Лаборатория «Методы и средства измерения и контроля»	
Наличие технических средств обучения		
Наличие оборудования кабинетов/лабораторий/полигонов	<p>- Комплект учебного оборудования «Метрология. Технические измерения в машиностроении»: (штангенциркуль ШЦ-1-150-0.05, микрометр гладкий МК25, микрометр рычажный МР 0-25, скоба рычажная СР 0-25, призма поверочная и разметочная учебная ПП-2-2, прибор для измерения биения в центрах ПБ-250, нутромер индикаторный НИ-18-50, нутромер микрометрический НМ 50-175, набор КМД сталь, набор принадлежностей к КМД ПК-2У, набор для измерения проволоочек для измерения резьбы, стойка универсальная для закрепления микрометров 15СТ-М, штатив Ш-11Н, штангензубомер ШЗН-18, нормалеммер БВ-5045, линейка синусная учебная 100x80 мм, набор образцов шероховатости, калибр-пробка - 3 шт, калибр-скоба - 2 шт, детали разные – 6 шт).</p> <p>- Комплект учебного оборудования «Автоматизированная измерительная система»: (штангенциркуль цифровой SylvacS_CalWork, мост для измерения глубины штангенциркулем, индикаторная головка цифровая SylvacS233, призма поверочная и разметочная ПП-22, штатив с низкой колонкой Ш-11Н, деталь разная – 54 шт, управляющий компьютер).</p> <p>- Автоматизированное рабочее место для инженера-метролога: (штангенциркуль цифровой SylvacS_CalWork, мост для измерения глубины</p>	

	<p>штангенциркулем, индикаторная головка цифровая SylvacS233, прибор ПБ-250 для измерения биения в центрах, призма поверочная и разметочная П1-22, стойка малогабаритная С-11 М, нутромер индикаторный НИ-50, набор концевых мер длины сталь, набор принадлежностей к концевым мерам длины ПК-2-У, контрольная плита чугунная 400х400, высотомер с цифровой индикацией, линейка синусная 100х80, штатив с низкой колонкой Ш-11Н, деталь разная – 55 шт, калибр-пробка – 2 шт, комплект плакатов - 15 шт, управляющий компьютер).</p> <p>- Комплект учебного оборудования «Координатно-измерительная машина КИМ с ЧПУ и системой технического зрения: (координатный стол КИМ с ЧПУ, контактная измерительная головка, джостик для управления КИМ, блок управления для КИМ, цифровая видеокамера DCM-510 с объективом, калибровочная сфера, подсветка с сетевым кабелем и блоком питания системы охлаждения, управляющий вычислительный комплекс).</p> <p>- Стенд автоматизированный для измерения шероховатости СИШ: (станина с пазами, стойка, каретка колонны стойки, привод со встроенной платой управления, датчик, призма, настроечная мера, управляющий компьютер).</p> <p>- Высотомер 817 CLM-2D 350 mm: (контрольная панель, стандартный щуп и кронштейна, установочная мера, сетевой адаптер).</p> <p>- Штангенрейсмас Digimar 814 SR 350 мм.</p>	
--	---	--



## **5. Учебно-методическое обеспечение программы**

### **5.1. Основная литература**

1. Сергеев, А.Г. Метрология, стандартизация, сертификация / А.Г.Сергеев, М.В. Латышев, В.В. Терегей - Логос, 2009. - 560с. ISBN-5-94010-341-3.

2. Марков, Н.Н. Нормирование точности в машиностроении [Текст]: учеб.для машиностроительных спец. вузов /Н.Н. Марков , В.В. Осипов , М.Б.Шабалина; под ред. Ю.М.Соломенцева.- 2 изд. испр. и доп.- М.: Высш.школа; Издательский центр «Академия», 2001.-335с.; ил. – ISBN № 5-06-003694-4 (Высшая школа) ISBN № 5-7695-0710-1 (изд.центр «Академия»).

3. Никифоров А.Д. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения [Текст]: учеб.пособие для студентов вузов машиностроит. спец./ А.Д. Никифоров – М.: Высшая школа, 2002.- 508 с. ISBN №5-06-003848-3.

4. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация / Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе - М.: Юрайт, 2012.

5. Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 496 с.

### **5.2. Дополнительная литература**

1. Гинергарт, О.Ю. Обработка результатов прямых многократных измерений [Текст]: метод. указания /О.Ю. Гинергарт, В.В. Пшеничникова – Омск, изд-во ОмГТУ – 2010 – 30с.

2. Пастухова Е.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения [Текст]: метод. указания к выполнению расчетно-графической работы / ОмГТУ ; сост. Е. И. Пастухова, Д.Б. Мартемьянов. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2004. - 32 с.

3. Пеннер В.А. Метрология, взаимозаменяемость и стандартизация измерения [Текст]: учебное пособие / В. А. Пеннер, Д.Б. Мартемьянов. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. - 105 с.

4. Пеннер В.А. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения [Текст]: метод. указания к практич. занятиям / В.А. Пеннер, Н.Н. Рыбиков, Д.Б. Мартемьянов. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2012. - 75 с.

### **5.3. Периодическая литература**

1. Метрология и измерительная техника [Текст] : ежемес. науч.-техн. журн./ Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева» и др.. - М.: Метрология.

### **5.4. Информационные ресурсы**

1. ЭБС «АРБУЗ».
2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ).
3. Научная электронная библиотека elibrary.ru.
4. «Integrum».

### **6. Требования к результатам обучения**

Итоговый контроль – выпускная квалификационная работа, проводится ведущими преподавателями для оценки сформированности компетенций.

#### **Перечень вопросов, выносимых на аттестацию в форме экзамена:**

1. Основные положения метрологии, ее составные части. Единицы физических дисциплин.
2. Основные понятия метрологии.
3. Физические величины (ФВ). Классификация ФВ. ФВ интенсивные и экстенсивные. Понятие о единице ФВ. Основное уравнение измерения. Шкалы измерений.

4. Основные единицы ФВ, производные единицы ФВ. Уравнение размерностей. Международная система единиц (система СИ). Понятие об эталонах. Эталоны единиц системы СИ. Погрешность и неопределенность.
5. Методы измерений.
6. Погрешности измерений, их классификация:
7. Систематические погрешности, их классификация по признакам проявления и возникновения.
8. Исключение систематических погрешностей методом введения поправок. Суммирование погрешностей.
9. Основные положения метрологии, стандартизации и взаимозаменяемости.
10. Виды размеров, ряды нормальных линейных размеров.
11. Отклонения размеров, верхние и нижние, основные отклонения.
12. Что такое предел  $\max$  и  $\min$  материала и каким размерам они соответствуют и вала и отверстия?
13. Какие элементы детали называют отверстием и валом?
14. Что такое посадка и какие посадки бывают?
15. Что такое зазор и натяг и чем характеризуют посадки с зазором, с натягом и переходные?
16. Что такое основной вал и основное отверстие? Принцип нормирования их основных отклонений и почему?
17. Что такое посадки в системе отверстия и в системе вала, какая из них является предпочтительной и почему?
18. Что такое система допусков и посадок?
19. Каковы основные признаки системы допусков и посадок?
20. Что такое качество точности, что он характеризует, как образуются качества?
21. Перечислить случаи применения системы вала.
22. Привести конкретные примеры применения посадок с зазором, с натягом и переходных.

- 23. Что такое размерная цепь, ее составляющие?
- 24. Задачи, решаемые при обеспечении точности размерных цепей.
- 25. Методы обеспечения точности размерной цепи при неполной взаимозаменяемости.
- 26. Способы решения прямой задачи при проекторном расчете размерных цепей.
- 27. Метрологическая экспертиза объекта измерения.
- 28. Метрологическое обеспечение конструкторской, технологической, нормативно-технической документации, методик выполнения измерений геометрических величин и стандартов всех уровней.

#### **7. Составители программы:**

Николаева Елена Вячеславовна, к.т.н., доцент кафедры «Нефтегазовое дело, стандартизация и метрология» секция «Метрология и приборостроение».