


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института металлургии,  
машиностроения и материалобработки  
  
«20» января 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ**

Специальность

15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация

Проектирование металлургических машин и комплексов

Уровень высшего образования – специалитет

Форма обучения

Очная

Институт  
Кафедра

Металлургии, машиностроения и материалобработки  
Проектирования и эксплуатации металлургических ма-  
шин и оборудования

Курс  
Семестр

3,4  
6,7

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов, утвержденного приказом МОиН РФ от 28.10.2016 г. № 1343.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования «19» января 2017 г., протокол № 12

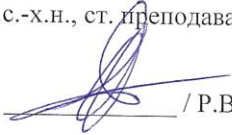
Зав. кафедрой  / А.Г. Корчунов/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии, машиностроения и материалобработки «20» января 2017 г., протокол № 4.

Председатель  / А.С. Савинов/

Рабочая программа составлена:

к.с.-х.н., ст. преподаватель

 / Р.В. Залилов/

Рецензент:

и.о. гл. механика ООО «НПЦ «Гальва»», к.т.н.

 / В.А. Русанов/



## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» являются: развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общекультурных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки, специалиста

Дисциплина «Метрология, стандартизация, сертификация и основы взаимозаменяемости» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения: Математики, Физики, Химии, Информационных технологий, Инженерной графики, Технической механики, Материаловедении, Механики жидкости и газа.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении дисциплин: Основ технологий машиностроения, Управления техническими системами, Термодинамики и теплопередачи, Проектирования оборудования сталеплавильного производства, Проектировании систем гидро- и пневмопривода, Проектировании металлургических подъемно-транспортных машин

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций
	Планируемый результаты обучения
<b>ОПК-2</b> владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией	
Знать	- основные программы для выполнения для воспроизведения и выполнения документов, графиков и чертежей
Уметь:	- выполнять документы, графики, чертежей и другие документы
Владеть:	- навыками получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
<b>ПК-6</b> способностью составлять техническую документацию и подготавливать отчетность по установленным формам, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии;	
Знать	- основные определения, понятия и обозначения применяемые в метрологии, стандартизации и сертификации, - основные нормативные документы в метрологии, стандартизации и сертификации; - требования предъявляемые к оформлению и содержанию различных в документов области менеджмента качества - порядок разработки, внедрения, утверждения и применения документов в области менеджмента качества
Уметь:	- составлять техническую документацию в соответствии с требованиями нормативной документации - проводить анализ технической документации на соответ-

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций
	Планируемые результаты обучения
	<p>в соответствии с требованиями нормативной документации</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить актуализации технической документации в соответствии с требованиями нормативной документации</li> </ul>
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска нормативной документации (НД) и требований предъявляемой к разрабатываемой к технической документации</li> <li>- практическими навыками по разработке и внесению изменений в техническую документацию</li> <li>- практическими навыками по проверке технической документации на соответствие требованиям НД</li> </ul>
<p><b>ПК-7</b> способностью выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, различных комплексов, оборудования и производственных объектов, технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции</p>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные формы документов и их область применения, и порядок проведения их актуализации</li> <li>- Порядок разработки, утверждения формы документов и их применения</li> <li>- методы и средства измерения физических величин</li> <li>- методы и правовые основы стандартизации в области измерений <ul style="list-style-type: none"> <li>- методику поиска и применения нормативных документов для контроля качества продукции</li> </ul> </li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать и оформлять техническую документацию, согласно требованиям</li> <li>- разрабатывать техническую документацию, содержащую требования по точности (допускам и посадкам) размеров, формы и расположения поверхностей, а также по параметрам шероховатости.</li> <li>- осуществлять поиск стандартов и другие нормативных документов для выполнения контроля</li> <li>- использовать стандарты и другие нормативные документы для оперативного контроля качества продукции и материалов</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций
	Планируемый результаты обучения
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основными навыками разработки технической документации,</li> <li>- навыками разработки технической документации согласно требованиям НД</li> <li>- навыками комплексной разработки технической документации согласно требованиям НД</li> <li>- методиками метрологического обеспечения измерений</li> <li>- навыками подбора средств измерений для производственного контроля <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками подбора средств измерений для производственного и лабораторного контроля и составление метрологических карт</li> </ul> </li> </ul>

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 единиц 288 часов:

- контактная работа – 195,15 часов;
- аудиторная – 187 акад. часов;  
внеаудиторная – 8,15 акад. часов;
- самостоятельная работа – 57,15 часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 часов

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	Практич. занятия			
<b>1. Метрология.</b>						
1.1. Основные понятия и определения. Воспроизведение Единиц физических величин	6	2	-	2	Защиты практической работы, проверка конспектов	ОПК-2 зув ПК –6зув ПК –7зув
1.2. Модель измерения и основные постулаты метрологии. Виды и методы измерений. Виды погрешности измерений.	6	6	6/2	2	Защиты практической работы, проверка конспектов	ОПК-2 зув ПК –6 зув ПК –7зув
1.3 Виды средств измерения. Основные метрологические показатели средств измерений. Подбор средств измерения	6	10	16/12	2	Защиты практической работы, проверка конспектов	ОПК-2 зув ПК –6 зув ПК –7зув
<b>Итого по разделу</b>		<b>18</b>	<b>22/14</b>	<b>6</b>	<b>коллоквиум</b>	ПК –6зув ПК –7зув
<b>2. Стандартизация.</b>						ПК –6зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	Практич. занятия			
						ПК –7зув
2.1. Общая характеристика стандартизации. Виды и категории стандартов.	6	2	4	2	Защиты практической работы, проверка конспектов	ПК –6зув ПК –7зув
2.2. Объекты и методы стандартизации.	6	4	6/4	2	Защиты практической работы, проверка конспектов	ПК –6зув ПК –7зув
2.3 Правовые основы стандартизации в РФ. Нормативные документы. Технические регламенты и стандарты	6	6	8/6	4,35	Защиты практической работы, проверка конспектов	ПК –6зув ПК –7зув
2.4 ЕСКД. Требования к оформлению и содержанию чертежей различного вида	6	6	8/8	4	Защиты практической работы, проверка конспектов	ПК –6зув ПК –7зув
2.5 ЕСКД. Требования к оформлению и содержанию текстовых документов.	6	6	8/8	2	Защиты практической работы	ПК –6зув ПК –7зув
2.6 ЕСТД. Порядок постановки продукции на производство	6	6	8/6	1	Защиты практической работы, проверка конспектов	ПК –6зув ПК –7зув
2.7 СИБИД. Оформление списка использованных источников	6	2	4/4	1	Защиты практической работы, проверка конспектов	ПК –6зув ПК –7зув
<b>Итого по разделу</b>	<b>6</b>	<b>33</b>	<b>46/36</b>	<b>16,35</b>		ПК –6зув ПК –7зув
<b>Итого за семестр</b>	<b>6</b>	<b>51</b>	<b>68/50</b>	<b>22,35</b>	<b>Зачет</b>	
3 Основы взаимозаменяемость						
3.1 ЕСДД. Основные понятия и термины. Расчет допусков и посадок	7	4	8/6	4	Защиты практической работы, Защита курсового проекта	ПК –6зув ПК –7зув
3.2 Шероховатость. Расчет характеристики	7	4	6/4	4	Защиты практической работы, Защита курсового проекта	ОПК-2 зув ПК –6 зув ПК –7зув
3.3 Допуски форм и расположений	7	4	4/4	4	Защиты практической работы, Защита курсового проекта	ОПК-2 зув ПК –6 зув ПК –7зув
3.4 Размерные цепи. Расчет размерных цепей	7	4	4/2	4	Защиты практической работы, Защита курсового проекта	ОПК-2 зув ПК –6 зув ПК –7зув
3.5 Расчет допусков и посадок для типовых деталей и соединений.	7	4	4/2	4	Защиты практической работы, Защита курсового проекта	ОПК-2 зув ПК –6 зув ПК –7зув
<b>Итого по разделу</b>		<b>20</b>	<b>26/18</b>	<b>20</b>	Зачет	ОПК-2 зув ПК –6 зув ПК –7зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	Практич. занятия			
4. Сертификация.						ПК –6зув ПК –7зув
4.1. Основы сертификации. Цели и задачи.	7	4	2/2	4	Защиты практической работы, проверка конспектов	ПК –6зув ПК –7зув
4.2. Организационно - методические принципы подтверждения соответствия продукции и услуг.	7	6	2/2	8,8	Защиты практической работы, проверка конспектов	ОПК-2 зув ПК –6 зув ПК –7зув
4.3 Правовые основы сертификации в РФ.	7	4	2/2	2	Защиты практической работы, проверка конспектов	ПК –6зув ПК –7зув
<b>Итого по разделу</b>		<b>14</b>	<b>8/6</b>	<b>14,8</b>		
<b>Итого за семестр</b>		<b>34</b>	<b>34/24</b>	<b>34,8</b>	<b>Экзамен, Курсовой проект</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>85</b>	<b>102/74</b>	<b>92,85</b>	<b>Зачет Экзамен, Курсовой проект</b>	

## 5 Образовательные и информационные технологии

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

Лекции носят информационный и проблемный характер, на практических занятиях рассматриваются узловые вопросы дисциплины, примеры решения профессиональных задач, технологических процессов и точек контроля. Контроль результатов освоения теоретического учебного материала проводится в форме коллоквиумов.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

### Перечень тем для подготовки к экзамену:

1. Основные понятия и определения.
2. Воспроизведение единиц физических величин
3. Модель измерения и основные постулаты метрологии.
4. Виды и методы измерений. Виды погрешности измерений.
5. Виды средств измерения.
6. Основные метрологические показатели средств измерений.
7. Общая характеристика стандартизации.
8. Виды и категории стандартов.
9. Объекты и методы стандартизации.
10. Виды взаимозаменяемости.



11. Квалитеты, допуски, отклонения размеров и посадки соединений
12. Допуски и отклонения форм, поверхностей.
13. Суммарные отклонения форм.
14. Шероховатость поверхности и нормы точности.
15. Оформление рабочих и сборочных чертежей.
16. Правовые основы стандартизации в РФ.
17. Основы сертификации.
18. Цели и задачи сертификации.
19. Организационно - методические принципы подтверждения соответствия продукции и услуг.
20. Правовые основы сертификации в РФ.

Курсовой проект выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся на выбор перечень тем курсовых проектов. Обучающийся самостоятельно выбирает тему курсового проекта. Совпадение тем курсовых работ у студентов одной учебной группы не допускается. Утверждение тем курсовых работ проводится ежегодно на заседании кафедры.

После выбора темы преподаватель формулирует задание для курсового проекта и рекомендует перечень литературы для ее выполнения и методические указания (Приложение 1). Исключительно важным является использование информационных источников, а именно системы «Интернет», что даст возможность обучающимся более полно изложить материал по выбранной им теме.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Преподаватель, проверив работу, может вернуть ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.

Курсовая работа должна быть оформлена в соответствии с СМК-О-СМГТУ-42-09 «Курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

Примерный перечень тем курсовых проектов работ и пример задания представлены в разделе 7 «Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации».

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК- 2</b> владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией		
Знать	- основные программы для выполнения для воспроизведения и выполнения документов, графиков и чертежей	Выполнение и оформление курсового проекта
Уметь:	-выполнять документы, графики, чертежей и другие документы	<i>Практические занятия:</i> Оценка технического уровня отрасли в зависимости от степени обеспеченности нормативными документами Оформление рабочих и сборочных чертежей Оформление списка использованных источников
Владеть:	- навыками получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией	Написание курсового проекта, выполнение чертежей в соответствии с ЕСКД.
<b>ПК-6</b> способностью составлять техническую документацию и подготавливать отчетность по установленным формам, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии;		
Знать	- основные определения, понятия и обозначения применяемые в метрологии, стандартизации и сертификации, - основные нормативные документы в метрологии, стандартизации и сертификации; - требования предъявляемые к оформлению и содержанию различных в документов области менеджмента качества - порядок разработки, внедрения, утверждения и применения документов в области менеджмента ка-	<i>Перечень вопросов</i> 1. Цели стандартизации. 2. Принципы стандартизации. 3. Организация работ по стандартизации. 4. Документы в области стандартизации. 5. Виды стандартов. 6. Технические условия. Назначение, применение и разработка технических условий. 7. Квалитеты, допуски, отклонения размеров и посадки соединений

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	чества	8. Допуски и отклонения форм, поверхностей. 9. Суммарные отклонения форм. 10. Шероховатость поверхности и нормы точности. 11. Требования ЕСКД, СИБИД, ЕСТД 12. Применение документов в области стандартизации.
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять техническую документацию в соответствии с требованиями нормативной документации</li> <li>- проводить анализ технической документации на соответствии требованиям нормативной документации</li> <li>-проводить актуализации технической документации в соответствии требования нормативной документации</li> </ul>	<i>Практические занятия:</i> Оценка технического уровня отрасли в зависимости от степени обеспеченности нормативными документами Оформление рабочих и сборочных чертежей Оформление списка использованных источников
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска нормативной документации (НД) и требований предъявляемой к разрабатываемой к технической документации</li> <li>- практическими навыками по разработке и внесению изменений в техническую документацию</li> <li>- практическими навыками по проверке технической документацию на соответствии требованиям НД</li> </ul>	<i>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</i> Оформление ПЗ в соответствии с ЕСКД <i>Выполнение курсового проекта</i>
<b>ПК-7</b> способностью выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, различных комплексов, оборудования и производственных объектов, технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные формы документов и их область применения, и порядок проведения их актуализации</li> <li>- Порядок разработки, утверждения формы документов и их применения</li> <li>- методы и средства измерения физических величин</li> <li>- методы и правовые основы стандартизации в области измерений               <ul style="list-style-type: none"> <li>- методику поиска и применения нормативных документов для контроля качества продукции</li> </ul> </li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Документы в области стандартизации.</li> <li>2. Виды стандартов.</li> <li>3. Технические условия. Назначение, применение и разработка технических условий</li> <li>4. Сертификация систем обеспечения качества.</li> <li>5. Закон РФ «О защите прав потребителей».</li> <li>6. Закон РФ «О техническом регулировании».</li> <li>7. Принципы, правила и порядок проведения сертификации продукции.</li> <li>8. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий.</li> <li>9. Знаки соответствия..</li> </ol>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать и оформлять техническую документацию, согласно требованиям</li> <li>- разрабатывать техническую документацию, содержащую требования по точности (допускам и посадкам) размеров, формы и расположения поверхностей, а также по параметрам шероховатости.</li> <li>- осуществлять поиск стандартов и другие нормативных документов для выполнения контроля</li> <li>- использовать стандарты и другие нормативные документы для оперативного контроля качества продукции и материалов</li> </ul>	<p><i>Практические занятия:</i>          Подбор средств измерений,          Метрологическое обеспечение процесса</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основными навыками разработки технической документации,</li> <li>- навыками разработки технической документации согласно требованиям НД</li> <li>- навыками комплексной разработки технической документации согласно требованиям НД</li> <li>- методиками метрологического обеспечения измерений</li> <li>- навыками подбора средств измерений для производственного контроля               <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками подбора средств измерений для производственного и лабораторного контроля и составление метрологических карт</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</i></p> <p>Поиск методик для оценки качества продукции и услуг</p> <p><i>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</i></p> <p>Описать процесс подтверждения соответствия рассматриваемого объекта</p> <p><i>Курсовой проект</i></p>

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

### **Примерная структура и содержание пункта:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Метрология стандартизация и сертификация» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсового проекта.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

### **Примеры экзаменационного билета**

#### *Билет №1*

- 1 Рабочие средства измерения. Основные характеристики средств измерений.*
- 2 Виды стандартов и их содержание*
- 3. Определить характеристики посадки H7/p6.*

#### *Билет №2*

- 1 Цели и задачи стандартизации.*
- 2 Виды посадок. Подбор посадок для соединений.*
- 3. Приведите показатели качества для стальной полосы.*

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку «**отлично**» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «**хорошо**» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «**удовлетворительно**» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «**неудовлетворительно**» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «**неудовлетворительно**» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

### **Примерная структура и содержание пункта:**

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя, в процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Метрология, стандартизация, сертификация и основы взаимозаменяемости». При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе выполнения курсового проекта обучающийся должен разобраться в

теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Объектом проектирования курсового проекта является, как правило, нормирование точности узлов машины или механизма, то выбор и назначение сопряжение и определения его главных характеристик.

При выполнении курсового проекта разрабатывается следующая документация:

Графическая часть:

1. Сборочный чертежузла или редуктора (формат А3-А2).
2. Рабочие чертежи рассматриваемых деталей (формат А3-А2).

Пояснительная записка (30 – 35 листов формата А4).

Примерный перечень тем курсовых проектов и пример задания:

Тема	Исходные данные для расчетов
Расчет точности типовых соединений деталей машин	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подшипник качения 6 класса точности <math>d=30</math> мм, <math>D=72</math> мм</li> <li>2. Размеры элементов размерной цепи: <math>A_1=36</math> мм, <math>A_2=4</math> мм, <math>A_3=48</math> мм, <math>A_4=2</math> мм, <math>A_5=24</math> мм, <math>A_Δ=5</math> мм, <math>TA_Δ=1,2</math> мм</li> <li>3. Шлицевое соединение: <math>8\times42\times48</math>, вид центрирования-D</li> <li>4. Шпоночное соединение: <math>d=75</math> мм, <math>l_{ст}=75</math> мм, вид соединения - плотный</li> </ol>
Расчет точности типовых соединений деталей машин	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подшипник качения 5 класса точности <math>d=30</math> мм, <math>D=72</math> мм</li> <li>2. Размеры элементов размерной цепи: <math>A_1=36</math> мм, <math>A_2=4</math> мм, <math>A_3=48</math> мм, <math>A_4=2</math> мм, <math>A_5=24</math> мм, <math>A_Δ=5</math> мм, <math>TA_Δ=1,5</math> мм</li> <li>3. Шлицевое соединение: <math>6\times16\times20</math>, вид центрирования-D</li> <li>4. Шпоночное соединение: <math>d=90</math> мм, <math>l_{ст}=120</math> мм, вид соединения - плотный</li> </ol>
Расчет точности типовых соединений деталей машин	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подшипник качения 0 класса точности <math>d=220</math> мм, <math>D=400</math> мм</li> <li>2. Размеры элементов размерной цепи: <math>A_1=45</math> мм, <math>A_2=15</math> мм, <math>A_3=40</math> мм, <math>A_4=9</math> мм, <math>A_5=24</math> мм, <math>A_Δ=5</math> мм, <math>TA_Δ=1,0</math> мм</li> <li>3. Шлицевое соединение: <math>10\times82\times88</math>, вид центрирования-d</li> <li>4. Шпоночное соединение: <math>d=10</math> мм, <math>l_{ст}=60</math> мм, вид соединения – свободный</li> </ol>
Расчет точности типовых соединений деталей машин	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подшипник качения 6 класса точности <math>d=30</math> мм, <math>D=72</math> мм</li> <li>2. Размеры элементов размерной цепи: <math>A_1=36</math> мм, <math>A_2=4</math> мм, <math>A_3=48</math> мм, <math>A_4=2</math> мм, <math>A_5=24</math> мм, <math>A_Δ=5</math> мм, <math>TA_Δ=1,7</math> мм</li> <li>3. Шлицевое соединение: <math>8\times46\times50</math>, вид центрирования-D</li> <li>4. Шпоночное соединение: <math>d=150</math> мм, <math>l_{ст}=100</math> мм, вид соединения - плотный</li> </ol>

**Показатели и критерии оценивания курсовой работы:**

– на оценку «отлично» (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку «хорошо» (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

#### **а) Основная литература:**

1. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / И.А. Иванов, С.В. Урушев, Д.П. Кононов [и др.] ; под редакцией И.А. Иванова, С.В. Урушева. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-3309-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113911>. — Режим доступа: Загл. с экрана.

2. Воробьева, Г.Н. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / Г.Н. Воробьева, И.В. Муравьева. — Москва : МИСИС, 2019. — 278 с. — ISBN 978-5-906953-60-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129000>. — Режим доступа: Загл. с экрана.

3. Леонов, О.А. Взаимозаменяемость : учебник / О.А. Леонов, Ю.Г. Вергазова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-2811-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130491>. — Режим доступа: Загл. с экрана.

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / И. А. Иванов, С. В. Урушев, Д. П. Кононов [и др.] ; под редакцией И. А. Иванова, С. В. Урушева. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-3309-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113911> (дата обращения: 30.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Веремеевич, А. Н. Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость: Нормирование точности : учебное пособие / А. Н. Веремеевич, И. Г. Морозова, А. Д. Русаков. — Москва : МИСИС, 2001. — 71 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116806> (дата обращения: 30.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Веремеевич, А. В. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения : учебник / А. В. Веремеевич ; под редакцией С. М. Горбатюка. — Москва : МИСИС, 2015. — 328 с. — ISBN 978-5-87623-927-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116807> (дата обращения: 30.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.



4. Федеральный закон №184-ФЗ «О техническом регулировании» (с изменениями на 28 ноября 2018 года).

5. Федеральный закон №2-ФЗ «О защите прав потребителей» (в редакции Федерального закона от 9 января 1996 года N 2-ФЗ) (с изменениями на 18 июля 2019 года)

6. Федеральный закон РФ «Об обеспечении единства измерений» (с изменениями на 13 июля 2015 года)

7. Журналы «Сертификация», «Стандарты и качество».

**в) Методические указания:**

1. Кайнова, В.Н. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Кайнова, Т.Н. Гребнева, Е.В. Тесленко [и др.]. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2015. — 368 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=61361](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61361) — Загл. с экрана.

2. Залилов Р.В. Метрология. Методические указания для практических работ для студентов специальностей 260301, 260303, 200503, 260501, 260100, 080301. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 15 с.

3. Вайскрובה Е.С., Покрамович Л.Е., Барышникова Н.И. Нормативные документы по подтверждению соответствия. Методические указания для практических работ для студентов специальностей 200503, 260301, 260303, 260501, 260100, 080301. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 25 с.

4. Вайскрובה Е.С., Покрамович Л.Е., Барышникова Н.И. Нормативные документы по стандартизации. Методические указания для практических работ для студентов специальностей 200503, 260301, 260303, 260501, 260100, 080301. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 27 с.

5. Методические указания по выполнению курсового проекта представлены в приложении 1.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Перечень **программного обеспечения** необходимого при изучении дисциплины представлен ниже в виде таблицы.

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017	11.10.2021 27.07.2018
MS Office 2007	Д-135 от 17.09.2007	Бессрочно
FAR Manager	Свободно распространяемое ПО	Бессрочно
7Zip	Свободно распространяемое ПО	Бессрочно

Перечень необходимых **Интернет-ресурсов:**

1. Сайт Росстандарта URL: <https://www.gost.ru>
2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: комп. справ. правовая система / компания «КонсультантПлюс». — Электрон. прогр. — [Москва, 1997-2013] — Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный. — Загл. с экран
3. Библиотека открытых ресурсов Интернет URL: <http://www.iqlib.ru>.
4. Российская Государственная библиотека URL: <http://www.rsl.ru>.
5. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru>.
6. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности». — URL: <https://www1.fips.ru/>
7. Образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» <http://lms.magtu.ru>

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Лаборатория механических испытаний	1. Измерительный инструмент: штангенциркуль, микрометр, нутромер, частотомер, индикатор, измерительный микроскоп, и т.д.,
Компьютерный класс	Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Лекционный зал, оборудованный современной презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Компьютерные классы, оборудованные современной техникой и мебелью для проведения практических занятий. Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Интернет и электронную информационно-образовательную среду университета.

Методические указания по выполнению  
**курсового проекта по дисциплине**  
**«Метрология, стандартизация и сертификация»**  
**(раздел «основы взаимозаменяемости»)**

**1. Цели и задачи курсового проекта**

Курс «Метрология, стандартизация и сертификация» является одной из общетехнических дисциплин, знание которой необходимо для изучения таких курсов, как «Детали машин и основы конструирования» и других специальных дисциплин. Он включает три взаимосвязанных раздела: основы взаимозаменяемости, метрология и технические измерения, стандартизация и сертификация. Целью настоящей курсового проекта является расширение, углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях. При выполнении курсовой работы студенты изучают основные положения комплексных систем стандартов, каковыми являются:

- Единая система допусков и посадок (ЕСПД);
- Основные нормы взаимозаменяемости типовых соединений деталей машин (ОНВ);
- Единая система конструкторской документации (ЕСКД).

Студенты приобретают также навыки по назначению, анализу и расчёту посадок для различных соединений деталей машин, по выполнению сборочных чертежей узлов и рабочих чертежей деталей, по нормированию и обозначению на чертежах предельных отклонений размеров, допусков формы поверхностей и их профилей, допусков расположения различных геометрических элементов деталей, параметров шероховатости поверхностей. Кроме того, при выполнении курсового проекта студенты решают и ряд метрологических задач: по выбору средств измерений размеров деталей при заданной их точности, по расчёту предельных калибров для контроля и др. Базой для выполнения курсовой работы могут служить знания, приобретённые студентами в процессе изучения таких дисциплин, как «Инженерная графика», «Сопротивление материалов» и др. Данные методические указания могут быть использованы при выполнении курсовых проектов и домашних заданий по дисциплине «Метрология, стандартизация, сертификация», а также курсовых и дипломных проектов.

**2. Задание на курсовой проект**

Задание на курсовой проект выдаётся студенту в виде соединений типовых деталей, для которых необходимо назначить посадки, а также приведены исходные данные для расчётов. Пример задания представлен 5-6 соединений представляют собой гладкие цилиндрические соединения, в том числе соединения подшипника качения с валом и корпусом, одно – шпоночное или шлицевое соединение и одно – резьбовое. Курсовой проект состоит из следующих разделов:

- 1.Определение номинальных размеров соединений,
- 2.Назначение, обоснование и анализ посадок для гладких цилиндрических соединений, в том числе для соединений подшипников качения с валом и корпусом.
3. Выбор и анализ посадок для шпоночного соединения.
- 4.Выбор и анализ посадок для шлицевого соединения.
- 5.Выбор и анализ посадок для резьбового соединения.
- 6.Расчёт исполнительных размеров калибров для контроля отверстия и вала, образующих соединение.

- 7.Расчёт размерной цепи ( ).
  - 8.Выбор средств измерений для контроля отверстий и валов,.
  - 9.Выполнение сборочного чертежа редуктора или отдельного узла с обозначением выбранных посадок.
  - 10.Выполнение рабочих чертежей двух сопрягаемых деталей(в задании они отмечены буквой «Ч»).
  - 11.Оформление расчётно-пояснительной записки.
- После выполнения курсового проекта проводится его защита, по итогам которой преподаватель выставляет студентам оценки. Эти оценки в дальнейшем учитываются при сдаче экзамена по дисциплине.

### **3. ВЫБОР И АНАЛИЗ ПОСАДОК ДЛЯ ШПОНОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ**

Посадки для шпоночного соединения, как отмечалось выше, назначаются в системе вала, что связано с различным характером соединений шпонки с пазом вала и с пазом ступицы зубчатого или червячного колеса. А именно: соединение шпонки с валом должно быть достаточно плотным, чтобы исключить её перемещение относительно вала, а с пазом ступицы – свободным (с небольшим зазором). Зазор необходим для того, чтобы компенсировать при сборке погрешности формы и расположения поверхностей шпонки и пазов. Требуемый характер этих соединений в системе вала обеспечивается за счёт изменения предельных размеров пазов: предельные размеры паза вала назначаются меньшими, чем предельные размеры паза ступицы. Если бы посадки шпоночного соединения выбирались в системе отверстия, то требуемый характер соединений шпонки с валом и ступицей пришлось бы обеспечивать за счёт изменения предельных размеров шпонки.

В зависимости от характера работы, воспринимаемой нагрузки и условий сборки применяют три вида шпоночных соединений: свободное, нормальное и плотное. Наиболее широко используются нормальные шпоночные соединения, их и следует рекомендовать к применению. В этом случае для соединения шпонки с пазом вала назначается посадка N9/h9, а для соединения шпонки с пазом ступицы – JS9/h9. При выполнении этого раздела курсового проекта необходимо в пояснительной записке построить схему расположения полей допусков шпонки и шпоночных пазов из ГОСТ 23360-78, определить по таблицам основные отклонения и допуски на ширину шпонки и пазов при найденном ранее их номинальном размере  $v$ , рассчитать предельные размеры соединяемых деталей, а также предельные значения зазоров и натягов в соединениях шпонки с пазом вала и с пазом ступицы. Результаты анализа посадок для шпоночного соединения представить в виде таблицы. При этом следует учесть, что в данном случае фигурируют три детали (шпонка и два шпоночных паза). Поэтому таблица должна состоять из трёх частей: в средней части приводятся данные, относящиеся к шпонке, в левой – данные, относящиеся к шпоночному пазу вала, а в правой – данные, относящиеся к шпоночному пазу ступицы. Найденные при анализе предельные значения зазоров и натягов указать на схеме полей допусков.

### **4. ВЫБОР И АНАЛИЗ ПОСАДОК ДЛЯ ШЛИЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ**

Назначение и анализ посадок для шлицевого соединения необходимо производить в соответствии с рекомендациями [5,с.8-18] в следующей последовательности.1.Исходя из назначения шлицевого соединения, условий его

изготовления и эксплуатации, установить тип соединения по форме шлицев (прямобочное или эвольвентное), характер соединения (подвижное или неподвижное) и вид центрирования (по наружному диаметру  $D$ , по внутреннему диаметру  $d$  или по боковым сторонам шлицев  $v$ ). При этом необходимо учитывать, что шлицевые соединения с эвольвентным профилем характеризуются большей прочностью, обеспечивают лучшее центрирование, более технологичны в изготовлении, но экономически менее выгодны, если вал и втулка подвергаются закалке. Поэтому наибольшее применение в изделиях машиностроения получили прямобочные шлицевые соединения. С учётом характера соединения и наружного диаметра, выбрать по таблицам ГОСТ 1139-80 стандартные значения параметров шлицевого соединения и назначить посадки по наружному диаметру  $D$ , по внутреннему диаметру  $d$  и по ширине шлицев  $b$ . При этом посадки по указанным параметрам выбираются из числа предусмотренных для гладких цилиндрических соединений и рекомендованных ГОСТ 1139-80. По таблицам ГОСТ 25346-89 определить значения основных отклонений и допусков на основные параметры шлицевого соединения ( $D$ ,  $d$ ,  $b$ ) и построить комплексную схему полей допусков.

## **5. . ВЫБОР И АНАЛИЗ ПОСАДОК ДЛЯ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ**

При выполнении данного раздела рекомендуется использовать основные положения стандартов на метрические резьбы, их допуски и посадки. Исходя из характера резьбового соединения и требований к точности, необходимо выбрать поля допусков для диаметров наружной и внутренней резьбы. При этом предпочтение следует отдавать использованию рекомендуемых полей допусков по ГОСТ 16093-81 .

Как видно из этой таблицы, для предпочтительного применения стандартом рекомендуются два поля допуска:  $6H$ – для внутренней резьбы и  $6g$ – для наружной резьбы. Сочетание этих полей допусков образует предпочтительную посадку  $6H/6g$ , которая чаще всего и используется для обычных крепёжных резьб. Это посадка с небольшим гарантированным зазором по среднему диаметру  $D_2$  ( $d_2$ ), что обеспечивает достаточно лёгкое свинчивание резьбовых деталей. В тех случаях, когда резьбовое соединение выполняет регулировочные функции, например, используется для регулирования осевого зазора, то предпочтение следует отдать посадке типа скользящей  $6H/6h$ , когда наименьшая величина зазора будет равна нулю. Кроме того, для таких соединений целесообразно выбирать резьбы с мелким шагом. После назначения и обоснования посадки строится комплексная схема полей допусков для резьбового соединения и оформляется таблица с результатами анализа этой посадки. В таблице указываются номинальные значения наружного, среднего и внутреннего диаметров соединения, их предельные отклонения, а также предельные размеры диаметров внутренней и наружной резьбы и величины получающихся зазоров. При этом предельные отклонения диаметров внутренней и наружной резьбы находятся по таблицам ГОСТ16093-81 в зависимости от наружного диаметра и шага резьбы и выбранных полей допусков. Если в соответствии с заданием необходимо выбрать посадку для соединения резьбовой шпильки с резьбовым гнездом корпуса редуктора, то для предотвращения самоотвинчивания шпильки выбранная посадка должна обеспечивать натяг по среднему диаметру резьбы. В этом случае следует руководствоваться таблицей, приведённой в ГОСТ 16093-81. При этом предельные отклонения диаметров резьбового гнезда и шпильки могут быть найдены по таблице ГОСТ 4608-81.

## 6. РАСЧЁТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ КАЛИБРОВ

При выполнении расчёта исполнительных размеров калибров следует руководствоваться методическими указаниями [Леонов, О.А. Взаимозаменяемость : учебник / О.А. Леонов, Ю.Г. Вергазова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-2811-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130491> . — Режим доступа Загл. с экрана]. Можно рекомендовать следующий порядок расчёта.

1. Прежде всего необходимо для соединения построить схему расположения полей допусков отверстия и вала, по таблицам найти их предельные отклонения, рассчитать и показать на схеме предельные размеры:  $D_{\min}$  и  $D_{\max}$ —для отверстия,  $d_{\min}$  и  $d_{\max}$ —для вала. Эта часть расчёта выполняется и полученные результаты используются в качестве исходных данных.

2. На схему полей допусков контролируемых деталей нанести поля допусков на калибры: левее поля допуска отверстия – на проходную и непроходную пробки, а правее поля допуска вала – на проходную и непроходную скобы. Поля допусков отверстия и вала целесообразно привести к одной нулевой линии, а поля допусков на калибры расположить согласно указанным рекомендациям.

3. По таблицам стандарта на калибры (ГОСТ 24853-81), которые приведены в пособии [3, с.99-101], найти допуски и отклонения для калибров: H, Z, Y– для пробок и HI, ZI, YI– для скоб. При этом необходимо учитывать номинальный размер и номер качества контролируемой детали.

4. С учётом значений H, Z, Y и HI, ZI, YI найти и проставить на схеме полей допусков предельные отклонения размеров пробок и скоб относительно предельных размеров отверстия и вала соответственно.

5. Рассчитать предельные и исполнительные размеры калибров: пробок для контроля отверстий и скоб для контроля валов.

## 7. РАСЧЁТ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ

Изучив чертёж узла в задании необходимо вычертить схему размерной цепи и в соответствии с данными, приведёнными в таблице, указать на ней номинальные размеры и предельные отклонения составляющих звеньев.. Используя методы полной взаимозаменяемости и теоретико-вероятностный, решить обратную задачу, т.е. определить номинальный размер, предельные отклонения и допуск замыкающего звена  $A_{\Delta}$ . Построить схемы полей допусков замыкающего звена и дать сравнительный анализ точности его выполнения. Методика расчёта размерных цепей рассмотрена в (Леонов, О.А. Взаимозаменяемость : учебник / О.А. Леонов, Ю.Г. Вергазова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-2811-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130491> . — Режим доступа Загл. с экрана].

## 8. ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Данный раздел представляет собой метрологическую часть курсовой работы. Получив от преподавателя задание и руководствуясь методическими указаниями, необходимо выбрать средства для измерения размеров отверстия и вала, образующих то или иное соединение, или для измерения каких-либо свободных размеров деталей. При этом следует иметь в виду, что одну и ту же метрологическую задачу можно решить с помощью различных измерительных средств, которые имеют разные стоимость и точность, а следовательно, дают неодинаковые результаты измерений. Измерения с применением недостаточно точных средств малоценны, даже вредны, так как могут стать причиной неправильных выводов. С другой стороны, использование

излишне точных средств измерений оказывается экономически невыгодным. Критерием правильного выбора средств измерений является выполнение следующего условия: предельные погрешности выбранных средств измерений  $\Delta_{\text{си}}$  не должны превышать допускаемую погрешность измерений  $\delta$  по ГОСТ 8.051-81 и в то же время они не должны быть меньше экономически целесообразных допускаемых погрешностей средств измерений

$$\Delta_{\text{э.си}} : \Delta_{\text{э.си}} < \Delta_{\text{си}} < \delta . (1)$$

Величину  $\Delta_{\text{э.си}}$ , как правило, принимают равной одной десятой допуска, величина которого находится в зависимости от номинального значения измеряемого размера и номера качества. Допускаемые погрешности измерений  $\delta$  также находятся в зависимости от номинального значения размера и номера качества. Предельные погрешности различных видов средств измерений: штангенциркулей, микрометров, индикаторных нутромеров, миниметров и др. С учётом этих данных, а также найденных значений  $\delta$  и  $\Delta_{\text{э.си}}$  выбираются такие средства измерений, чтобы условие (1) выполнялось. В пояснительной записке следует дать необходимые пояснения, привести результаты расчётов и изобразить принципиальные схемы выбранных средств измерений