



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Филиала в г. Белорецк  
Д.Р. Хамзина  
10.09.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ***

Направление подготовки (специальность)  
15.03.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Компьютерное моделирование и проектирование в машиностроении

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Филиал в г. Белорецк
Кафедра	Металлургии и стандартизации
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2015 г. № 1170)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и стандартизации  
03.09.2020, протокол № 1

Зав. кафедрой  А.Г. Корчунов

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филиал в г. Белорецк  
10.09.2020 г. протокол № 1

Председатель  Д.Р. Хамзина

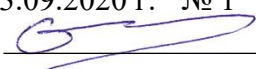
Рабочая программа составлена:  
ст. преподаватель кафедры МиС,  Т.А. Завьялова

Рецензент:  
ведущий инженер АО "БМК" , канд. техн. наук  М.Г. Кузнецов

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от 03.09.2020 г. № 1  
Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Основы взаимозаменяемости» являются: развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общекультурных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы взаимозаменяемости входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Проектирование металлоконструкций

Моделирование в машиностроении

Машиностроительные материалы

Основы моделирования в машиностроении

Начертательная геометрия и компьютерная графика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Детали машин

Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Металлургические подъемно-транспортные машины

Основы технологии машиностроения

Проектирование систем гидро- и пневмопривода

Основы прогнозирования надежности трибосопряжений

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы взаимозаменяемости» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-5 способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	
Знать	- основные государственные акты и нормативные документы в области метрологии и стандартизации; - основные положения ЕСДД. - положения НД; - теоретические основы взаимозаменяемости; - программы САПР
Уметь	- применять метрологические нормы и правила; - обрабатывать результаты измерений в соответствии с действующими закономерностями; - применять на практике основные принципы работы с нормативными документами по стандартизации и другой НД

Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Навыками поиска информации в соответствии со сферой деятельности;</li> <li>- Навыками применения НД в ходе проектирования и эксплуатации оборудования</li> </ul>
ПК-10 способностью обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления, умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- организационные, научные и методические основы обеспечения единства измерений;</li> <li>- основные формы документов и их область применения;</li> <li>- требования по точности (допускам и посадкам) размеров, формы и расположения поверхностей, а также по параметрам шероховатости.</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>применять метрологические нормы и правила;</li> <li>- обрабатывать результаты измерений в соответствии с действующими закономерностями;</li> <li>- разрабатывать техническую документацию, содержащую требования по точности (допускам и посадкам) размеров, формы и расположения поверхностей, а также по параметрам шероховатости</li> <li>оформлять техническую документацию, согласно требованиям;</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками обработки полученных результатов</li> <li>- навыками разработки технической документацию, согласно требованиям;</li> <li>- навыками работы с измерительными приборами</li> <li>- навыками обработки полученных результатов</li> </ul>

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 51,3 акад. часов;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,3 акад. часов
- самостоятельная работа – 56,7 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Средства измерения								
1.1 Цели и задачи взаимозаменяемости. Основные понятия и определения.	6	2			2	Оформление практической работы, подготовка к защите практической работы, написание конспектов, выполнение курсового проекта	защита практической работы, Защита курсового проекта. Коллоквиум	ПК-5, ПК-10
1.2 Виды и методы измерений в технике. Виды погрешности измерений.		2		1	2	Оформление практической работы, подготовка к защите практической работы, написание конспектов, выполнение курсового проекта	защита практической работы, Защита курсового проекта. Коллоквиум	ПК-5, ПК-10
1.3 Основные метрологические показатели средств измерений. Подбор средств измерений.		2		2/2И	6	Оформление практической работы, подготовка к защите практической работы, написание конспектов, выполнение курсового проекта	защита практической работы, Защита курсового проекта. Коллоквиум	ПК-5, ПК-10
Итого по разделу		6		3/2И	10			

2. Основы взаимозаменяемости. ЕСДП								
2.1	Нормы точности. Допуск размера. Квалитеты	4		2	8	Оформление практической работы, подготовка к защите практической работы, написание конспектов, выполнение курсового проекта	защита практической работы, Защита курсового проекта. Коллоквиум	ПК-5, ПК-10
2.2	Посадки. Расчет характеристик посадок.	4		2/2И	4	Оформление практической работы, подготовка к защите практической работы, написание конспектов, выполнение курсового проекта	защита практической работы, Защита курсового проекта. Коллоквиум	ПК-5, ПК-10
2.3	Допуски формы	6		2	4	Оформление практической работы, подготовка к защите практической работы, написание конспектов, выполнение курсового проекта	защита практической работы, Защита курсового проекта. Коллоквиум	ПК-5, ПК-10
2.4	Допуски расположения	4		2	6	Оформление практической работы, подготовка к защите практической работы, написание конспектов, выполнение курсового проекта	защита практической работы, Защита курсового проекта. Коллоквиум	ПК-5, ПК-10
2.5	Допуски поверхности (шероховатость)	4		2	7,2	Оформление практической работы, подготовка к защите практической работы, написание конспектов, выполнение курсового проекта	защита практической работы, Защита курсового проекта. Коллоквиум	ПК-5, ПК-10

2.6 Расчет и подбор допусков и посадок в САПР		6		4/2И	8	Оформление практической работы, подготовка к защите практической работы, написание конспектов, выполнение курсового проекта	защита практической работы, Защита курсового проекта. Коллоквиум	ПК-5, ПК-10
Итого по разделу		28		14/4И	45,2			
3. Зачет								
3.1 Зачет	6							ПК-5, ПК-10
Итого по разделу								
Итого за семестр		34		17/6И	47,2		зачёт	
Итого по дисциплине		34		17/6И	55,2		зачет	ПК-5,ПК-10



## **5 Образовательные технологии**

Реализация компетентностного 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**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Воробьева, Г.Н. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Н. Воробьева, И.В. Муравьева. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2015. — 108 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>. — Загл. с экрана. ISBN 978-5-87623-876-4

2. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Кайнова [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/> — Загл. с экрана. ISBN 978-5-8114-1832-9

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: 27.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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: 27.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

Еремин, А. В. Взаимозаменяемость. Конспект лекций : учебное пособие / А. В. Еремин, А. Г. Соловьев ; МГТУ, каф. ОМД. - Магнитогорск, 2009. - 87 с. : ил., профилогр., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=298.pdf&show=dcatalogues/1/1067392/298.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

### **в) Методические указания:**

1. 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> (дата обращения: 27.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действ
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2 021
7Zip	свободно	бессро чно
Autodesk AutoCad Mechanical 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессро чно
Autodesk AutoCad MEP 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессро чно
Autodesk Inventor Professional 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессро чно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессро чно
Электронные плакаты по дисциплине "Детали машин"	К-278-11 от 15.07.2011	бессро чно

Электронные плакаты по дисциплине "Допуски и технические измерения"	К-278-11 15.07.2011	от	бессрочно
Электронные плакаты по дисциплине "Технические измерения. Метрология, стандартизация и сертификация"	К-278-11 15.07.2011	от	бессрочно
Электронные плакаты по курсу "Допуски и технические измерения"	К-227-12 11.09.2012	от	бессрочно
Электронные плакаты по курсу "Технические измерения. Метрология, стандартизация и сертификация"	К-227-12 11.09.2012	от	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО		бессрочно

#### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

#### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория - Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Лаборатория механических испытаний - Средства измерения. Нутромер, микрометр и индикатор часового типа. Стойка для индикатора.

Компьютерный класс - Персональные компьютеры с пакетом MS Office, 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 MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

## **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

По дисциплине «Основы взаимозаменяемости» предусмотрена аудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде выполнения практических заданий на занятиях.

Перечень практических работ

- Контроль и измерение деталей используемых в автомобилестроении
- Поверка гладких калибров
- Измерение отклонений формы и расположения поверхностей
- Расчет зубчатых колес
- Контроль и измерение деталей резьбовых соединений.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

### **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

При современном развитии науки и техники, организации производства стандартизация, основанная на широком внедрении принципов взаимозаменяемости, является одним из наиболее эффективных средств, способствующих прогрессу во всех областях хозяйственной деятельности и повышению качества выпускаемой продукции.

Одной из основных задач инженера-механика является создание новых и модернизация существующих изделий, подготовка чертежной документации, способствующей обеспечению необходимой технологичности и высокого качества изделий. Решение этой задачи непосредственно связано с выбором необходимой точности изготовления изделий, расчетом размерных цепей, выбором допусков отклонений от геометрической формы и расположения поверхностей.

Цель работы - закрепить теоретические положения дисциплины "Основы взаимозаменяемости, привить навыки в пользовании справочным материалом, ознакомить студентов с основными типами расчетов допусков и посадок.

### **2 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

- 1) Изучить основные понятия взаимозаменяемости.
- 2) Изучить методику расчета допусков и посадок гладких цилиндрических соединений.
- 3) Определить предельные размеры, допуски, зазоры (натяги), допуск посадки и исполнительные размеры предельных калибров гладкого цилиндрического соединения.
- 4) Изобразить графически расположение полей допусков.

### 3 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ

Группа студентов изучает под руководством преподавателя вопросы, входящие в содержание работы.

Каждому студенту в соответствии с его вариантом выдается задание:

Для гладкого цилиндрического соединения номинального диаметра  $D$  определить:

1. Предельные размеры.
2. Допуски.
3. Наибольший, наименьший и средний зазоры.
4. Допуск посадки.
5. Исполнительные размеры предельных калибров.

Расположение полей допусков изобразить графически.

Студент производит расчеты, рисует поля допусков, по результатам выполнения расчетно-практической работы оформляет отчет.

Основные термины и определения установлены ГОСТ 25346-82 (рис.1).

Номинальный размер ( $D, d$ ) - размер, который служит началом отсчета отклонений и относительно которого определяют предельные размеры. Для деталей, составляющих соединение, номинальный размер является общим.

Действительный размер - размер, установленный измерением с допускаемой погрешностью.

Предельные размеры детали - два предельно допускаемых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер годной детали. Большой из них называют наибольшим предельным размером, меньший - наименьшим предельным размером. На рис.1 они обозначены как  $D_{\max}$  и  $D_{\min}$  для отверстия,  $d_{\max}$  и  $d_{\min}$  - для вала.

Для упрощения чертежей введены предельные отклонения от номинального размера: верхнее предельное отклонение  $ES, es$  - алгебраическая разность между большим предельным и номинальным размерами; нижнее предельное отклонение  $EI, ei$  - алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

Предельные размеры деталей определяются по формулам:

$$D_{\max} = D + ES; (1)$$

$$D_{\min} = D + EI; (2)$$

$$d_{\max} = d + es; (3)$$

$$d_{\min} = d + ei. (4)$$

На машиностроительных чертежах номинальные и предельные размеры и их отклонения проставляют в миллиметрах без указания единицы, например 40; 50; 60; 70.

Допуск  $T$  размера - разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютное значение алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями. Допуск всегда положителен. Он определяет допускаемое поле рассеяния действительных размеров годных деталей в партии, т.е. заданную точность изготовления.

Допуск отверстия  $TD$  и допуск вала  $Td$  определяются по формулам:

$$TD = D_{\max} - D_{\min}; \quad (5)$$

$$Td = d_{\max} - d_{\min}. \quad (6)$$

Для упрощения допуски можно изображать графически в виде полей допусков. При этом ось изделия всегда располагают под схемой. Поле допуска - поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями. Поля допуска определяются значением допуска и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении поле допуска заключено между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии. Нулевая линия - соответствующая номинальному размеру, от которой откладывают отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок. Если нулевая линия расположена горизонтально, положительные отклонения откладывают вверх от нее, а отрицательные - вниз.

Посадкой называют характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. Посадка характеризует свободу относительного перемещения соединяемых деталей или степень сопротивления их взаимному смещению.

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала посадка может быть: с зазором, с натягом или переходной, при которой возможно получение как зазора, так и натяга.

Зазор  $S$  - разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала. Зазор обеспечивает возможность относительного перемещения собранных деталей. Наибольший, наименьший и средний зазоры определяют по формулам:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}; \quad (7)$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max}; \quad (8)$$

$$S_m = (S_{\max} + S_{\min}) / 2. \quad (9)$$

Натяг  $N$  - разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия. Натяг обеспечивает взаимную неподвижность деталей после их сборки. Наибольший, наименьший и средний натяги определяют по формулам:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min}; \quad (10)$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max}; \quad (11)$$

$$N_m = (N_{\max} - N_{\min}) / 2. \quad (12)$$

Посадка с зазором - посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении (поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала)

Посадка с натягом - посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении (поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала)

Переходная посадка - посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга (поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью)

Допуск посадки - разность между наибольшим и наименьшим допускаемыми зазорами (допуск зазора TS в посадках с зазором) или наибольшим и наименьшим допускаемыми натягами (допуск натяга TN в посадках с натягом):

$$TS = S_{\max} - S_{\min}; \quad (13)$$

$$TN = N_{\max} - N_{\min}. \quad (14)$$

В переходных посадках допуск посадки - сумма наибольшего натяга и наибольшего зазора, взятых по абсолютному значению. Для всех типов посадок допуск посадки численно равен сумме допусков отверстия и вала, т.е.

$$TS (TN) = TD + Td. \quad (15)$$

Пример обозначения посадки: 40 H7/g6.

### 3.1 Система допусков и посадок

Системой допусков и посадок называют совокупность рядов допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов. Система предназначена для выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов допусков и посадок типовых соединений деталей машин, дает возможность стандартизовать режущие инструменты и калибры, облегчает конструирование, производство и достижение взаимозаменяемости изделий и их частей, а также обуславливает достижение их качества. Система допусков и посадок ИСО для типовых деталей машин построена по единым принципам. Предусмотрены посадки в системе отверстия (СА) и в системе вала (СВ) Посадки в системе отверстия - посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных валов с основным отверстием которое обозначают Н. Посадки в системе вала - посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных отверстий с основным валом который обозначают h.

## 4 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Для гладкого цилиндрического соединения Н6/d6 номинального диаметра  $D = 140$

мм определить:

1. Предельные размеры.
2. Допуски.
3. Наибольший, наименьший и средний зазоры.
4. Допуск посадки.
5. Исполнительные размеры предельных калибров.

Расположение полей допусков изобразить графически.

### 4.1. Определение предельных размеров.

Посадка 140 Н6/d6 является посадкой с зазором в системе отверстия. Поле допуска

основного отверстия Н6 для диаметра 140 мм определяется по табл.1.27 [1]:

$$ES = +0,025 \text{ мм};$$

$$EI = 0.$$

Поле допуска вала (6-й квалитет) для диаметра 140 мм определяется по табл.1.28

[1]:

$$es = -0,145 \text{ мм};$$

$$ei = -0,170 \text{ мм}.$$

Предельные размеры отверстия определяются по формулам (1,2):

$$D_{\max} = D + ES = 140,000 + 0,025 = 140,025 \text{ (мм)};$$

$$D_{\min} = D + EI = 140 + 0 = 140 \text{ (мм)}.$$

Предельные размеры вала определяются по формулам (3,4):

$$d_{\max} = d + es = 140,000 + (-0,145) = 139,855 \text{ (мм)};$$

$$d_{\min} = d + ei = 140,000 + (-0,170) = 139,830 \text{ (мм)}.$$

#### 4.2. Определение допусков.

Допуск диаметра отверстия определяется по формулам (5,6):

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = 140,025 - 140,000 = 0,025 \text{ (мм)};$$

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = 139,855 - 139,830 = 0,025 \text{ (мм)}.$$

#### 4.3. Определение наибольшего, наименьшего и среднего зазоров.

Наибольший зазор (7):

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 140,025 - 139,830 = 0,195 \text{ (мм)}.$$

Наименьший зазор (8):

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 140,000 - 139,855 = 0,145 \text{ (мм)}.$$

Средний зазор (9):

$$S_m = (S_{\max} + S_{\min}) / 2 = (0,145 + 0,195) / 2 = 0,170 \text{ (мм)}.$$

Для посадок с натягом рассчитываются наибольший, наименьший и средний натяги. Для переходных посадок – наибольший зазор и наибольший натяг.

#### 4.4. Определение допуска посадки.

Допуск в посадке с зазором определяется по формуле (13):

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = 0,195 - 0,145 = 0,050 \text{ (мм)}.$$

Полученный результат проверить (приложение 3).

Допуск натяга рассчитывается по формуле (14). В переходных посадках допуск посадки - сумма наибольшего натяга и наибольшего зазора, взятых по



абсолютному значению.

Полученное значение TS проверить по таблице ответов (Приложение 3).

#### 4.5. Определение исполнительных размеров предельных калибров.

##### 4.5.1. Определение размеров калибров-пробок.

Для отверстия диаметра 140 мм с полем допуска Н6 (6-й квалитет) определяем по ГОСТ 24853 -81 (приложение 2):

$$H = 5 \text{ мкм} = 0,005 \text{ мм};$$

$$Z = 4 \text{ мкм} = 0,004 \text{ мм};$$

$$Y = 3 \text{ мкм} = 0,003 \text{ мм}.$$

Наибольший размер проходного нового калибра-пробки (16):

$$ПР \text{ max} = D \text{ min} + Z + H/2 = 140,000 + 0,004 + 0,005 / 2 = 140,0065 \text{ (мм)}.$$

Наименьший размер проходного нового калибра-пробки (18):

$$ПР \text{ min} = D \text{ min} + Z - H/2 = 140,000 + 0,004 - 0,005 / 2 = 140,0015 \text{ (мм)}.$$

Наименьший размер изношенного проходного калибра-пробки (20):

$$ПР \text{ изн} = D \text{ min} - Y = 140,000 - 0,003 = 139,997 \text{ (мм)}.$$

Наибольший размер непроходного нового калибра-пробки (22):

$$HE \text{ max} = D \text{ max} + H/2 = 140,025 + 0,005 / 2 = 140,0275 \text{ (мм)}.$$

Наименьший размер непроходного нового калибра-пробки (24):

$$HE \text{ min} = D \text{ max} - H/2 = 140,025 - 0,005 / 2 = 140,0225 \text{ (мм)}.$$

##### 4.5.2. Определение размеров калибров-скоб.

Для вала диаметром  $d = 140$  мм с полем допуска  $d6$  (6-й квалитет) определяем по ГОСТ 24853 -81 (приложение 2):

$$H1 = 8 \text{ мкм} = 0,008 \text{ мм};$$

$$Z1 = 6 \text{ мкм} = 0,006 \text{ мм};$$

$$Y1 = 4 \text{ мкм} = 0,004 \text{ мм}.$$

$$Hr = 3,5 \text{ мкм} = 0,0035 \text{ мм}.$$

Наибольший размер проходного нового калибра- скобы (17):

$$ПР \text{ max} = d \text{ max} - Z1 + H1/2 = 139,855 - 0,006 + 0,008 / 2 = 139,853 \text{ (мм)}.$$

Наименьший размер проходного нового калибра-скобы (19):

$$ПР \text{ min} = d \text{ max} - Z1 - H1/2 = 139,855 - 0,006 - 0,008 / 2 = 139,845 \text{ (мм)}.$$

Наибольший размер изношенного проходного калибра-скобы (21):

$$\text{ПР изн} = d_{\max} + Y_1 = 139,855 + 0,004 = 139,859 \text{ (мм)}.$$

Наибольший размер непроходного нового калибра-скобы (23):

$$\text{НЕ}_{\max} = d_{\min} + H_1/2 = 139,830 + 0,008 / 2 = 139,834 \text{ (мм)}.$$

Наименьший размер непроходного нового калибра-скобы (25):

$$\text{НЕ}_{\min} = d_{\min} - H_1/2 = 139,830 - 0,008 / 2 = 139,826 \text{ (мм)}.$$

Размеры контрольных калибров (26-31):

$$\text{К-ПР}_{\max} = d_{\max} - Z_1 + H_p/2 = 139,855 - 0,006 + 0,0035/2 = 139,85075 \text{ (мм)}.$$

$$\text{К-ПР}_{\min} = d_{\max} - Z_1 - H_p/2 = 139,855 - 0,006 - 0,0035/2 = 139,84725 \text{ (мм)}.$$

$$\text{К-НЕ}_{\max} = d_{\min} + H_p/2 = 139,830 + 0,0035/2 = 139,83175 \text{ (мм)}.$$

$$\text{К-НЕ}_{\min} = d_{\min} - H_p/2 = 139,830 - 0,0035/2 = 139,82825 \text{ (мм)}.$$

$$\text{К-И}_{\max} = d_{\max} + Y_1 + H_p/2 = 139,855 + 0,004 + 0,0035/2 = 139,86075 \text{ (мм)}.$$

$$\text{К-И}_{\min} = d_{\max} + Y_1 - H_p/2 = 139,855 + 0,004 - 0,0035/2 = 139,85725 \text{ (мм)}.$$

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>ПК-5 способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования</b>		
Знать:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные государственные акты и нормативные документы в области метрологии и стандартизации;</li> <li>- основные положения ЕСДД.</li> <li>- положения НД;</li> <li>- теоретические основы взаимозаменяемости;</li> <li>- программы САПР</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обозначение на чертежах допусков формы и расположения.</li> <li>2. Взаимозаменяемость – основа жизнедеятельности любой системы.</li> <li>3. Принципы взаимозаменяемости. Система, элемент, структура, функция, точность.</li> <li>4. Объекты взаимозаменяемости. Некоторые виды классификации РЭС.</li> <li>5. Определения взаимозаменяемость в зависимости от жизненного цикла изделия и объекта.</li> <li>6. Типы взаимозаменяемость: полная, неполная, внешняя, внутренняя, функциональная.</li> <li>7. Номинальные и действительные (реальные) поверхности и размеры.</li> <li>8. Предельные размеры. Допуск. Погрешность (ошибка), точность.</li> <li>9. Нормальные размеры. Ряды нормальных линейных размеров. Классификация размеров по назначению.</li> <li>10. Система вала, система отверстия.</li> <li>11. Вероятностные характеристики посадок.</li> <li>12. Базирование и базы в зависимости от жизненного цикла изделия.</li> <li>13. Базы: конструкторские;</li> </ol>

		технологические; измерительные. Правила выбора баз.
Уметь:	<p>применять метрологические нормы и правила;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обрабатывать результаты измерений в соответствии с действующими закономерностями;</li> <li>- применять на практике основные принципы работы с нормативными документами по стандартизации и другой НД</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Найти взаимосвязь геометрических параметров деталей, соотношения между допуском на размер, допуском на отклонение формы, волнистостью и шероховатостью.</li> <li>2. Привести предельные и средние отклонения вала и отверстия. Графическое изображение посадок по предельным отклонениям. Поле допуска по предельным отклонениям.</li> </ol>
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Навыками поиска информации в соответствии со сферой деятельности;</li> <li>- Навыками применения НД в ходе проектирования и эксплуатации оборудования</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет температурных погрешностей размера, посадки.</li> <li>2. Расчет посадок с зазором, натягом, переходных.</li> <li>3. Метод кривых распределения – при исследовании точности обработки:</li> <li>4. Посадка. Образование зазора, натяга в соединении. Графическое изображение посадок по предельным размерам. Поле допуска по предельным размерам</li> </ol>
<b>ПК-10 способностью обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления, умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий</b>		
Знать:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- организационные, научные и методические основы обеспечения единства измерений;</li> <li>- основные формы документов и их область применения;</li> <li>- требования по точности (допускам и посадкам) размеров, формы и расположения поверхностей, а также по параметрам шероховатости.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы оптимального выбора параметров шероховатости.</li> <li>2. Методы оптимального выбора параметров волнистости поверхности: образование; оценка; параметры; обозначения.</li> <li>3. Методы определения отклонения формы.</li> <li>4. Отклонение расположения.</li> <li>5. Номенклатура суммарных допусков формы и расположения.</li> <li>6. Взаимобусловленность выбора допусков</li> </ol>

		на линейный размер, форму и шероховатость поверхности.
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> <li>применять метрологические нормы и правила;</li> <li>- обрабатывать результаты измерений в соответствии с действующими закономерностями;</li> <li>- разрабатывать техническую документацию, содержащую требования по точности (допускам и посадкам) размеров, формы и расположения поверхностей, а также по параметрам шероховатости оформлять техническую документацию, согласно требованиям;</li> </ul>	Произвести выбор линейного средства измерения с целью обеспечения достоверности результатов контроля
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками обработки полученных результатов</li> <li>- навыками разработки технической документацию, согласно требованиям;</li> <li>- навыками работы с измерительными приборами</li> <li>- навыками обработки полученных результатов</li> </ul>	<p>Составить план мероприятия, которые обеспечивают взаимозаменяемость.</p> <p>2. Привести классификация отклонений геометрических параметров деталей.</p>

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

##### **оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний и степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Показатели и критерии оценивания зачета:

на оценку «зачтено» студент должен показать высокий уровень знания материала по дисциплине на уровне воспроизведения и объяснения информации, продемонстрировать знание и понимание законов дисциплины, умение оперировать этими знаниями в профессиональной деятельности;

на оценку «не зачтено» студент не может показать знания на уровне

воспроизведения и объяснения информации по дисциплине, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, умение критически оценивать свои личностные качества, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.