

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.20 Основные нормы взаимозаменяемости в машиностроении»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

15.03.06 Мехатроника и робототехника  
(код и наименование направления подготовки)

Мехатроника

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Год набора 2021

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.20 Основные нормы взаимозаменяемости в машиностроении» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов  
наименование кафедры

протокол № 7 от "02" 02 2021 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов


наименование кафедры  А.Н. Поляков  
подпись расшифровка подписи

Исполнители:

доцент кафедры ТММСК  С.В. Каменев  
должность подпись расшифровка подписи

доцент кафедры ТММСК  К.В. Марусич  
должность подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки  
15.03.06 Мехатроника и робототехника  А.Н. Поляков  
код наименование личная подпись расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки  
 Н.Н. Бигалиева   
личная подпись расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству Аэрокосмического института  
 А.М. Черноусова  
личная подпись расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Каменев С.В.  
Марусич К.В., 2021  
© ОГУ, 2021

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель освоения дисциплины:

формирование комплекса теоретических знаний и практических навыков в области нормирования точности, взаимозаменяемости, стандартизации и технических измерений в машиностроении, необходимых для разработки проектно-конструкторской документации и выбора метрологического обеспечения мехатронных и робототехнических систем с учетом их эксплуатационного назначения и существующих нормативных документов при решении профессиональных задач.

### Задачи:

- ознакомление с ролью точности изготовления в обеспечении качества и эффективности функционирования машиностроительной продукции, физико-технологическим обоснованием точности изготовления деталей, узлов и механизмов машин и приборов, стандартизацией точности, взаимозаменяемости и технических измерений в машиностроении;

- изучение требований к характеру и точности типовых соединений в машинах на основе их эксплуатационного назначения, методов расчетно-опытного обоснования требований к точности, основ построения системы стандартов, определяющих взаимозаменяемость изделий, физико-технических и экономических предпосылок систем допусков и посадок, принципов построения и применения этих систем в комплексе с техническими измерениями, метрологического обеспечения качества продукции;

- освоение принятой в машиностроительном производстве системы стандартизации основных норм взаимозаменяемости и методов обеспечения различных видов взаимозаменяемости изделий;

- приобретение навыков использования системы стандартизации основных норм взаимозаменяемости, нормирования параметров точности с использованием нормативной документации, осуществление контроля точности изготовления деталей, узлов и механизмов машин по различным функциональным параметрам с использованием различных методов и средств.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13.2 Математический анализ, Б1.Д.Б.14 Физика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.24 Конструирование мехатронных модулей, Б1.Д.В.4 Проектирование станков с числовым программным управлением, Б1.Д.В.5 Технология автоматизированного машиностроения, Б1.Д.В.6 Технологическая оснастка автоматизированного производства, Б1.Д.В.Э.1.2 Системы компенсации тепловых деформаций в станках с числовым программным управлением*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-5 Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с	ОПК-5-В-1 Анализирует содержание существующих стандартов, норм и правил, связанных с профессиональной деятельностью ОПК-5-В-2 Формулирует требования к выпускаемой продукции в соответствии с	<b>Знать:</b> - особенности содержания существующих стандартов, норм и правил оформления документации в области машиностроения. <b>Уметь:</b> - формировать требования к выпускаемой продукции в соответствии с существующими стандартами, нормами и

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
учетом стандартов, норм и правил	существующими стандартами, нормами и правилами ОПК-5-В-3 Применяет в профессиональной деятельности стандарты, нормы и правила	правилами в области машиностроения. <b>Владеть:</b> - навыками применения стандартов, норм и правил в области машиностроения.
ОПК-13 Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности	ОПК-13-В-1 Формулирует методологические основы качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности ОПК-13-В-2 Анализирует методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности ОПК-13-В-3 Формулирует методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> - методологические основы качества изделий и объектов в области машиностроения. <b>Уметь:</b> - формировать методы контроля качества изделий и объектов в области машиностроения. <b>Владеть:</b> - навыками анализа методов контроля качества изделий и объектов в области машиностроения.

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	4 семестр	5 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>180</b>	<b>108</b>	<b>288</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>30,5</b>	<b>14,25</b>	<b>44,75</b>
Лекции (Л)	14	8	22
Практические занятия (ПЗ)	14	6	20
Консультации	1		1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1		1
Промежуточная аттестация (экзамен, диф. зачет)	0,5	0,25	0,75
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение курсовой работы (КР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям.	<b>149,5</b> +	<b>93,75</b>	<b>243,25</b>
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>экзамен</b>	<b>диф. зач.</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Стандартизация основных норм взаимозаменяемости	14	2			12

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
2	Стандарты единой системы допусков и посадок	18	2	4		12
3	Отклонения формы и расположения поверхностей	18	2	4		12
4	Шероховатость поверхности, ее нормирование и измерение	14	2			12
5	Волнистость поверхности	12				12
6	Нормы точности шпоночных и шлицевых соединений	14	2			12
7	Нормы точности соединений с подшипниками качения	14	2			12
8	Нормы точности резьбовых соединений	14	2			12
9	Допуски углов и посадки конических соединений	12				12
10	Взаимозаменяемость и нормы точности зубчатых и червячных передач	12				12
11	Размерные цепи	13,5		2		11,5
12	Калибры и принципы их проектирования	12		2		10
13	Плоскопараллельные концевые меры длины	10		2		8
	Консультации	1				1
	Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1				1
	Промежуточная аттестация (экзамен)	0,5				0,5
	Итого:	180	14	14		152

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
14	Государственная система приборов и средств автоматизации	16		2		14
15	Основы технических измерений	16	2			14
16	Измерение и контроль геометрических величин	16	2			14
17	Измерение механических величин	16	2			14
18	Измерение и контроль тепловых величин	16		2		14
19	Средства автоматического контроля	18	2	2		14
20	Выбор средств измерения и контроля	9,75				9,75
	Промежуточная аттестация (диф. зачёт)	0,25				0,25
	Итого:	108	8	6		94
	Всего:	288	22	20		246

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### 1 Стандартизация основных норм взаимозаменяемости

Основные сведения о взаимозаменяемости, стандартизации и технических измерениях. Общие понятия основных норм взаимозаменяемости: точность, погрешность изготовления. Виды погрешностей обработки. Причины появления погрешностей геометрических параметров элементов деталей. Виды взаимозаменяемости.

### 2 Стандарты единой системы допусков и посадок

Единая система допусков и посадок. Основные понятия и терминология. Условные обозначения предельных отклонений и посадок ГЦС на чертежах.

### **3 Отклонения формы и расположения поверхностей**

Влияние отклонений формы и расположения поверхностей на качество изделий. Отклонения и допуски формы поверхностей. Отклонения и допуски расположения поверхностей. Виды допусков формы, условные обозначения. Виды допусков расположения поверхностей, условные обозначения. Суммарные отклонения и допуски формы и расположения поверхностей, их виды и условные обозначения. Нанесение условных знаков допусков формы и расположения поверхностей на чертежах.

### **4 Шероховатость поверхности, ее нормирование и измерение**

Шероховатость и ее влияние на качество поверхности. Параметры для нормирования шероховатости поверхности. Выбор параметров шероховатости и их числовых значений. Обозначения шероховатости поверхностей.

### **5 Волнистость поверхности**

Понятие волнистости поверхности. Параметры волнистости и ее контроль.

### **6 Нормы точности шпоночных и шлицевых соединений**

Соединения шпоночные. Посадки шпоночных соединений. Условные обозначения шпонок и нанесение размеров на чертежах. Соединения шлицевые. Прямобоочные шлицевые соединения. Посадки прямобоочных шлицевых соединений. Эвольвентные шлицевые соединения. Посадки эвольвентных шлицевых соединений. Условные обозначения шлицевых соединений.

### **7 Нормы точности соединений с подшипниками качения**

Взаимозаменяемость подшипников качения. Классификация и маркировка подшипников качения. Классы точности подшипников качения. Посадки подшипников качения. Выбор полей допусков и посадок подшипниковых колец.

### **8 Нормы точности резьбовых соединений**

Разновидности резьбовых соединений и резьб. Основные параметры цилиндрических резьб. Общие принципы обеспечения взаимозаменяемости цилиндрических резьб. Допуски и посадки метрических резьб. Обозначение резьбовых соединений на чертежах.

### **9 Допуски углов и посадки конических соединений**

Допуски на угловые размеры. Виды конических соединений и эксплуатационные требования к ним. Взаимосвязь между отклонениями геометрических параметров конических соединений. Допуски на конусы. Методы и средства контроля конических соединений.

### **10 Взаимозаменяемость и нормы точности зубчатых и червячных передач**

Классификация зубчатых передач, эксплуатационные и точностные требования. Система допусков для цилиндрических зубчатых передач. Конические зубчатые передачи. Червячные передачи.

### **11 Размерные цепи**

Общие положения. Решение размерных цепей методом полной взаимозаменяемости. Решение размерных цепей вероятностным методом. Решение размерных цепей методом регулирования. Принципы решения размерных цепей методами селективной сборки и пригонки. Решение векторных размерных цепей.

### **12 Калибры и принципы их проектирования**

Классификация и конструкция калибров. Предельные гладкие калибры. Допуски гладких калибров. Контроль точности калибров.

### **13 Плоскопараллельные концевые меры длины**

Общие сведения о плоскопараллельных мерах длины. Составление блоков плоскопараллельных концевых мер длины. Точностные характеристики концевых мер длины.

### **14 Государственная система приборов и средств автоматизации**

Историческое развитие, предмет и основные понятия. Государственная система приборов и средств автоматизации. Государственный метрологический контроль и надзор. Юстировка измерительных средств.

### **15 Основы технических измерений**

Метрологические показатели средств измерения. Погрешности измерения и их оценка. Технологический контроль и автоматическое регулирование. Методы технологического контроля. Средства измерения и контроля. Послеоперационный автоматический контроль.

### **16 Измерение и контроль геометрических величин**

Плоскопараллельные концевые меры длины. Измерительные линейки, штангенинструмент и микрометрические инструменты. Средства измерения и контроля с механическим преобразованием. Средства измерения и контроля с оптическим и оптико-механическим преобразованием.

#### **17 Измерение механических величин**

Классификация методов и средств измерения линейных скоростей. Методы и средства измерения и контроля скоростей вращения. Приборы и методы измерения сил и моментов: динамометры, моментомеры.

#### **18 Измерение и контроль тепловых величин**

Методы и средства измерения и контроля температуры. Контактное измерение температуры. Термометры расширения. Термометры сопротивления. Термоэлектрические термометры. Бесконтактное измерение температуры. Типы пирометров.

#### **19 Средства автоматического контроля**

Пневматические средства измерения. Электроконтактные средства измерения. Индуктивные и ёмкостные средства измерения. Механотроны. Фотоэлектрические и радиоактивные измерительные средства. Контрольные автоматы и координатно-измерительные машины. Цифровые приборы.

#### **20 Выбор средств измерения и контроля**

Классификация показателей. Масштаб (объём) производства. Организационно-технические формы контроля. Конструктивные особенности объекта измерения и контроля. Экономические показатели.

### **4.3 Практические занятия**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2, 3	Расчёт параметров и характеристик гладкого цилиндрического соединения	4
2	2, 3	Измерения геометрических параметров деталей штангенинструментами и микрометрическими инструментами.	4
3	11	Расчет размерных цепей методом полной взаимозаменяемости	2
4	12	Расчет исполнительных размеров гладких предельных калибров	2
5	13	Подбор ПКМД для воспроизведения значений требуемых размеров	2
6	14	Юстировка измерительных средств	2
7	18	Многоканальный измеритель температуры МИТ-12ТП-11	2
8	19	Изучение конструкции и программного обеспечения координатно-измерительной машины Wenzel XOrbit 55	2
		Итого:	20

### **4.4 Курсовая работа (4 семестр)**

Целью курсовой работы (КР) является закрепление практических навыков самостоятельного решения инженерных задач, развитие творческих способностей и умения пользоваться технической, нормативной и справочной литературой.

Темой курсовой работы является «Обоснование выбора норм точности типовых соединений в узлах и механизмах машин».

Исходные данные на курсовую работу задаются преподавателем и содержат: чертеж узла машины или прибора с данными, необходимыми для расчетного обоснования норм точности (материал деталей, нагрузки и т. п.).

Графическая часть курсовой работы выполняется на 6 листах формата А3 и должна содержать следующие материалы:

- чертеж соединения, выполненного по посадке с натягом и схему расположения полей допусков указанной посадки (А3×1);
- чертеж соединения, выполненного по посадке с зазором и схему расположения полей допусков указанной посадки (А3×1);
- чертеж соединения, выполненного по переходной посадке и схему расположения полей до-

пусков указанной посадки (А3×1);

- чертеж шпоночного соединения и схемы расположения полей допусков его посадок (А3×1);
- чертеж шлицевого соединения и схему расположения полей допусков его посадки (А3×1);
- чертеж соединения с подшипником качения и схемы расположения полей допусков его посадок (А3×1).

Текстовая часть работы выполняется на листах формата А4 и должна содержать следующее:

- расчет и выбор посадок с натягом;
- расчет и выбор посадок с зазором;
- обоснование выбора переходных посадок;
- обоснование выбора посадок на шпоночное соединение;
- обоснование выбора посадок на шлицевое соединение;
- расчет и выбор посадок подшипников качения.

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

- Любомудров, С. А. Метрология, стандартизация и сертификация: нормирование точности: Учебник / С.А. Любомудров, А.А. Смирнов, С.Б. Тарасов. - Москва : НИЦ Инфра-М, 2012. - 206 с. (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-005246-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/278949> – Режим доступа: по подписке.

- Трусов, В. Н. Основы взаимозаменяемости в машиностроении : учебное пособие / В. Н. Трусов, Д. Л. Скуратов. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 135 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/90674.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

- Дегтярева, О. Н. Нормирование точности и технические измерения : учебное пособие / О. Н. Дегтярева, А. А. Баканов. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 200 с. — ISBN 978-5-906888-69-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105390>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Каменев, С. В. Автоматизация контрольно-измерительных операций в машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Каменев, К. В. Марусич. – Оренбург: Университет, 2014. – 102 с. – ISBN 978-5-44-17-0422-9. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/site\\_new/index.php?option=com\\_find&type=getfile&name=4606\\_20140609.pdf&folder1=metod\\_all&folder2=books&no\\_html=1](http://artlib.osu.ru/site_new/index.php?option=com_find&type=getfile&name=4606_20140609.pdf&folder1=metod_all&folder2=books&no_html=1), авторизованный. – Загл. с экрана.

### 5.2 Дополнительная литература

- Мерзликина, Н. В. Взаимозаменяемость и нормирование точности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. В. Мерзликина, В. С. Секацкий, В. А. Титов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 192 с. - ISBN 978-5-7638-2051-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441916>. – Режим доступа: по подписке.

- Асанов, В. Б. Нормирование точности и технические измерения. Проектирование калибров : учебное пособие / В. Б. Асанов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 184 с. — ISBN 978-5-7782-3588-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91737.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

- Каменев, С. В. Методические аспекты измерений на координатно-измерительной машине [Текст]: учебное пособие / С. В. Каменев [и др.] – Оренбург: Университет, 2014. – ISBN 978-5-4417-0459-5.

- Схиртладзе, А. Г. Метрология, стандартизация и технические измерения [Текст]: учеб. для вузов / А. Г. Схиртладзе, Я. М. Радкевич. – Старый Оскол: ТНТ, 2010. – 420 с. – ISBN 978-5-94178-201-7.

### 5.3 Периодические издания

- Автоматизация. Современные технологии: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2016-2021;
- Технология машиностроения: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2016-2021;
- Справочник. Инженерный журнал: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2016-2021.

### 5.4 Интернет-ресурсы

- <http://gostexpert.ru> – бесплатная, постоянно обновляемая база ГОСТов РФ, корректировок и исправлений по ним;
- <http://libt.ru> – электронная библиотека технической литературы, предоставляющая свободный доступ к инженерным книгам, нормативной документации, ГОСТам, СНиП, ВСН;
- <http://www.renishaw.ru> – официальный русскоязычный сайт фирмы Renishaw, являющейся мировым лидером в области изготовления средств измерения и контроля;
- <http://www.wenzel-group.com> – официальный сайт компании Wenzel, являющейся одним из крупнейших производителей координатно-измерительной техники;
- <http://www.metromec.ch> – официальный сайт компании Metromec, являющейся одним из крупнейших поставщиков программного обеспечения для координатно-измерительной техники;
- <http://skbis.ru> – официальный сайт СКБ ИС (Россия, Санкт-Петербург), производитель датчиков перемещения (энкодеров);
- <http://lapic.ru> – официальный сайт ООО «Лапик» (Россия, Саратов), производство координатно-измерительных машин;
- <https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/INTRCH/> – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Основы взаимозаменяемости»;
- <https://openedu.ru/course/misis/METROL/> – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Метрология».

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система Microsoft Windows, предоставляемая в рамках подписки Microsoft Imagine Premium.
2. Open Office/Libre Office – свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
3. Система трехмерного моделирования в машиностроении и приборостроении КОМПАС-3D.
4. Технорма / Документ [Электронный ресурс]: [система программных продуктов] / ООО Гло-сис-Сервис, ФБУ КВФ Интерстандарт. – Версия 1.11.36. – Электрон. дан. и прогр. – [Москва; Санкт-Петербург], [1999–2013]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: [\\fileserv1\gost\Install\tndoc\\_setup.exe](http://fileserv1.gost.ru/Install/tndoc_setup.exe).
5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования – АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет). Режим доступа: <http://aist.osu.ru>.
6. Университетская платформа электронного обучения «Электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle» (<http://moodle.osu.ru>).

### 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа включает: комплекты ученической мебели, мультимедийный проектор, экран, доска.

Учебная аудитория для практических занятий включает: комплекты ученической мебели, доска, универсальные измерительные инструменты (штангенциркули, микрометры, измерительные индикаторы часового типа, многоканальный измеритель температуры МИТ-12ТП-11, координатно-измерительная машина Wenzel XOrbit 55).

Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации включают: комплекты ученической мебели, мультимедийный проектор, доска, экран, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Учебные аудитории для самостоятельной работы и выполнения курсовой работы включают: комплекты ученической мебели, мультимедийный проектор, доска, экран, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.