

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  
**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ

Направление/специальность подготовки	17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие
Специализация/профиль/программа подготовки	Стрелково-пушечное вооружение
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	3	108	34	17	0	17	74	0	0	74	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО \_\_\_\_\_  
ВООРУЖЕНИЯ

Кочеткова Татьяна Петровна, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО  
ВООРУЖЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Федосов А.В., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ**

Заведующий кафедрой Афанасьев А.С., д.т.н., доц. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

ПК\*-7 — Способен изготавливать на токарных станках простые детали с точностью размеров по 10 - 14-му качеству, детали средней сложности с точностью по 12 - 14-му качеству

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-2**

*знания:*

*знания:*

на уровне представлений:

правовых основ обеспечения единства измерений, основных положений закона РФ об

обеспечении единства измерений;

структуры и функций метрологической службы предприятия;

на уровне воспроизведения:

методик измерений, алгоритмов обработки многократных измерений;

на уровне понимания:

теоретических основ метрологии;

основных понятий, связанных со средствами измерений, закономерностей формирования

результата измерения, погрешностей и их источников;;;

*умения:*

оценивать точность деталей, узлов и механизмов с использованием единой системы

нормирования и стандартизации показателей точности, рядов значений геометрических

параметров;;;

*навыки:*

«читать» чертежи машиностроительных узлов;.

### **ПК\*-7**

*знания:*

на уровне представлений:

правовых основ обеспечения единства измерений, основных положений закона РФ об

обеспечении единства измерений;

структуры и функций метрологической службы предприятия;

на уровне воспроизведения:

методик измерений, алгоритмов обработки многократных измерений;

на уровне понимания:

теоретических основ метрологии;

основных понятий, связанных со средствами измерений, закономерностей формирования результата измерения, погрешностей и их источников;

видов сопряжений в технике, отклонений, допусков и посадок;;

*умения:*

оценивать точность деталей, узлов и механизмов с использованием единой системы нормирования и стандартизации показателей точности, рядов значений геометрических параметров;

практические;;

*навыки:*

контроля геометрической точности деталей, узлов и механизмов..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДЕТАЛИ МАШИН**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-2	ПК*-7
3	5	Раздел 1. Введение .Основы метрологии. 1.1.Метрология и технические измерения 1.2.Физические величины и шкалы измерений 1.3.Виды методы измерений.	4	1	1	0	3	10	10
3	5	Раздел 2. Средства измерений и их свойства. 2.1. Средства измерений. 2.2. Однократные и многократные.	9	3	1	2	6	10	10
3	5	Раздел 3. Погрешности измерений. 1. Систематические погрешности 3.2. Грубые погрешности 3.3. Случайные погрешности.	15	3	1	2	12	10	10
3	5	Раздел 4. Правовые основы обеспечения единства измерений. 4.1. Единство измерений. 4.2. Организация метрологической службы предприятия.	5	1	1	0	4	20	20
3	5	Раздел 5. Основные положения единой системы допусков и посадок (ЕСДП). Принципы построения единой системы допусков и посадок (ЕСДП).	16	6	2	4	10	10	10
3	5	Раздел 6. Стандарты ISO. Взаимозаменяемость и системы допусков и посадок. 6.1. Гладкие цилиндрические соединения. Допуски и посадки. 6.2. Посадки с зазором, натягом, переходные. Назначение посадок. 6.3. Посадки подшипников качения, резьбовых соединений. 6.4. Взаимозаменяемость шпоночных и шлицевых соединений.	18	8	6	2	10	10	10
3	5	Раздел 7. Микро- и макрогеометрия поверхности детали. 7.1. Отклонения формы и расположения. 7.2. Отклонения шероховатости и волнистости.	12	2	2	0	10	10	10
3	5	Раздел 8. Расчет размерных цепей. 8.1. Классификация размерных цепей. Размерный анализ. 8.2. Методы расчета размерных цепей.	9	4	2	2	5	10	10
3	5	Раздел 9. Раздел 9. «Обеспечение качества изделий машиностроения». 9.1. Основные сведения о качестве продукции. 9.2. Оценка качества изготовления деталей и соединений.	20	6	1	5	14	10	10
Всего за 5 семестр			108	34	17	17	74	100	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Средства измерений и их свойства.	Выбор средств измерений свободных линейных размеров. Обработка результатов прямых многократных измерений.	2
2	Раздел 3. Погрешности измерений.	Расчет погрешностей различного вида.	2
3	Раздел 5. Основные положения единой системы допусков и посадок (ЕСДП).	Посадки гладких цилиндрических соединений: прямая задача. Контрольная работа.	2
4		Посадки гладких цилиндрических соединений: прямая задача.	2
5	Раздел 6. Стандарты ISO. Взаимозаменяемость и системы допусков и посадок.	Посадки гладких цилиндрических соединений: обратная задача.	2
6	Раздел 8. Расчет размерных цепей.	Составление и расчёт размерной цепи методом максимума-минимума	2
7	Раздел 9. Раздел 9. «Обеспечение качества изделий машиностроения».	Назначение посадок различного вида на схеме машиностроительного узла. Расчет исполнительных размеров предельных и контрольных калибров.	5
Всего за 5 семестр			17

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение .Основы метрологии.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендованной литературе.	3

2	Раздел 2. Средства измерений и их свойства.	Изучение теоретического материала по вопросам 2.1	6
3	Раздел 3. Погрешности измерений.	Изучение теоретического материала по вопросам 3.1.	12
4	Раздел 4. Правовые основы обеспечения единства измерений.	Самостоятельное изучение вопросов 4.1.	4
5	Раздел 5. Основные положения единой системы допусков и посадок (ЕСДП).	Изучение теоретического материала по вопросам 5.1, 5.2.	6
6		Изучение материалов практических занятий по разделам 2, 3	4
7	Раздел 6. Стандарты ISO. Взаимозаменяемость и системы допусков и посадок.	Выполнение домашнего задания № 1. Посадки гладких цилиндрических соединений: прямая и обратная задача.	1.5
8		Изучение теоретического материала по вопросу 6.1.	1.5
9		Самостоятельное изучение вопросов 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6.	7
10	Раздел 7. Микро- и макрогеометрия поверхности детали.	7.1. Отклонения формы и расположения 7.2. Отклонения шероховатости и волнистости	8
11		Домашнее задание № 1. Посадки гладких цилиндрических соединений: прямая и обратная задача.	2
12	Раздел 8. Расчет размерных цепей.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	3
13		Составление и расчёт размерной цепи методом максимума-минимума.	2
14	Раздел 9. Раздел 9. «Обеспечение качества изделий машиностроения».	Расчёт исполнительных размеров предельных и контрольных калибров. Назначение посадок различного вида на схеме машиностроительного	4
15		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой	3
16		Подготовка и сдача домашнего задания № 2.	7
Всего за 5 семестр			74

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5				ТекК		ДР		Контр.Р.	ТекК	ДР	ДЗ					ДР	Вопр. Зач, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- зач. – зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- контрольная работа;
- домашнее задание;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Т. П. Кочеткова. . Методы расчёта размерных цепей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 77 экз.
2. Т. П. Кочеткова, В. В. Голикова, А. Л. Меньшов. . Основы взаимозаменяемости. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 98 экз.
3. Т. П. Кочеткова, Ю. И. Кижняев, О. А. Мишина. . Оценка точности и расчёт погрешностей измерения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 83 экз.
4. Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 1 Метрология. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
5. Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 2 Стандартизация. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. . Основы обеспечения единства измерений. СПб.: НИЦ АРТ, 2021, 1 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Проблемы машиностроения и автоматизации.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
3. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
4. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Microsoft Office.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
3. Microsoft Office.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-2 Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач;

ПК\*-7 Способен изготавливать на токарных станках простые детали с точностью размеров по 10 - 14-му качеству, детали средней сложности с точностью по 12 - 14-му качеству.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с вопросами взаимозаменяемости, метрологического обеспечения, стандартизации и управления качеством.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- контрольная работа;
- домашнее задание;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение .Основы метрологии.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендованной литературе.	Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 1 Метрология: Москва: Юрайт, 2022 (1-2) . Основы обеспечения единства измерений: СПб.: НИЦ АРТ, 2021 (с 13-27)	3
Итого по разделу 1		3
<b>Раздел 2. Средства измерений и их свойства.</b>		
Изучение теоретического материала по вопросам 2.1	. Основы обеспечения единства измерений: СПб.: НИЦ АРТ, 2021 (с 67-73) Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 1 Метрология: Москва: Юрайт, 2022 (5,6) Т. П. Кочеткова, Ю. И. Кижняев, О. А. Мишина. . Оценка точности и расчёт погрешностей измерения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с 3-5)	6
Итого по разделу 2		6
<b>Раздел 3. Погрешности измерений.</b>		
Изучение теоретического материала по вопросам 3.1.	. Основы обеспечения единства измерений: СПб.: НИЦ АРТ, 2021 (с. 46-64) Т. П. Кочеткова, Ю. И. Кижняев, О. А. Мишина. . Оценка точности и расчёт погрешностей измерения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с. 27-31) Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 1 Метрология: Москва: Юрайт, 2022 (4)	12
Итого по разделу 3		12
<b>Раздел 4. Правовые основы обеспечения единства измерений.</b>		
Самостоятельное изучение вопросов 4.1.	Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 1 Метрология: Москва: Юрайт, 2022 (7)	4
Итого по разделу 4		4
<b>Раздел 5. Основные положения единой системы допусков и посадок (ЕСДП).</b>		
Изучение теоретического материала по вопросам 5.1, 5.2.	Т. П. Кочеткова, Ю. И. Кижняев, О. А. Мишина. . Оценка точности и расчёт погрешностей измерения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с 3-5,	6
Изучение материалов практических занятий по разделам 2, 3		4

	27-31) Т. П. Кочеткова, В. В. Голикова, А. Л. Меньшов. . Основы взаимозаменяемости: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с 3-7) Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 2 Стандартизация: Москва: Юрайт, 2022 (14)	
Итого по разделу 5		10
<b>Раздел 6. Стандарты ISO. Взаимозаменяемость и системы допусков и посадок.</b>		
Выполнение домашнего задания № 1. Посадки гладких цилиндрических соединений: прямая и обратная задача.	Т. П. Кочеткова, В. В. Голикова, А. Л. Меньшов. . Основы взаимозаменяемости: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с 5-10)	1.5
Изучение теоретического материала по вопросу 6.1.	Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 2 Стандартизация: Москва: Юрайт, 2022 (14)	1.5
Самостоятельное изучение вопросов 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6.		7
Итого по разделу 6		10
<b>Раздел 7. Микро- и макрогеометрия поверхности детали.</b>		
7.1. Отклонения формы и расположения 7.2. Отклонения шероховатости и волнистости	Т. П. Кочеткова, В. В. Голикова, А. Л. Меньшов. . Основы взаимозаменяемости: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с 3-10)	8
Домашнее задание № 1. Посадки гладких цилиндрических соединений: прямая и обратная задача.	Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 2 Стандартизация: Москва: Юрайт, 2022 (14)	2
Итого по разделу 7		10
<b>Раздел 8. Расчет размерных цепей.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	Т. П. Кочеткова. . Методы расчёта размерных цепей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (с 3-33)	3
Составление и расчёт размерной цепи методом максимума-минимума.	Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 2 Стандартизация: Москва: Юрайт, 2022 (14)	2
Итого по разделу 8		5
<b>Раздел 9. Раздел 9. «Обеспечение качества изделий машиностроения».</b>		
Расчёт исполнительных размеров предельных и контрольных калибров. Назначение посадок различного вида на схеме машиностроительного	Т. П. Кочеткова, В. В. Голикова, А. Л. Меньшов. . Основы взаимозаменяемости: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с10-16)	4
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой	Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 2 Стандартизация: Москва: Юрайт, 2022 (12,14)	3
Подготовка и сдача домашнего задания № 2.		7
Итого по разделу 9		14

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к зачету;
- контрольная работа;
- домашнее задание;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Вопросы для текущего контроля

Раздел 1. Введение. Основы метрологии.

- 1.1. Задачи метрологии. Что такое измерение. Шкалы измерений.
- 1.2. Основные и производные единицы СИ. Размерность. Кратные и дольные единицы. Множители и приставки.
- 1.3. Системные и несистемные технические единицы. Размерности. Примеры использования.
- 1.4. Перечислите основные методы измерений. Укажите их особенности, области применения.
- 1.5. Расскажите о видах технических измерений. Приведите примеры.

Раздел 2. Средства измерений и их свойства.

- 2.1. Виды и типы средств измерений. Средства измерений линейных величин.
- 2.2. Перечислите измерительные средства линейных величин по степени их усложнения, укажите области их применения в машиностроении.
- 2.3. Характеристики точности измерительных приборов. Критерии выбора средств измерения для контроля заданного размера детали.
- 2.4. Понятие однократного и многократного измерения. Точечная оценка результатов измерений.
- 2.5. Математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение результатов замеров.

Интервальная оценка при различных уровнях значимости.

Раздел 3. Погрешности измерений.

- 3.1. Абсолютная и относительная погрешности измерений. Соотношение между погрешностью средства измерения и заданной точностью измеряемого размера.
- 3.2. Грубые погрешности и методы их исключения. Примеры критериальных зависимостей.
- 3.3. Систематические погрешности измерений. Причины возникновения. Способы исключения.
- 3.4. Случайные погрешности измерений. Учет случайных погрешностей в записи результатов измерений.
- 3.5. Оценка вида распределения результатов измерений. Проверка гипотезы о нормальном распределении результатов- построение гистограммы распределений.

Раздел 4. Правовые основы обеспечения единства измерений.

- 4.1. Понятие о единстве измерений. Определение единства измерений в соответствии с ГОСТ и его расшифровка.
- 4.2. Закон об обеспечении единства измерений в РФ. Основные положения закона.
- 4.3. Метрологическая служба в РФ. Принципы организации метрологической службы РФ.
- 4.4. Государственный комитет РФ по метрологии, стандартизации, сертификации. Основные функции комитета.
- 4.5. Понятие об эталонах основных единиц СИ. Эталонная база в РФ.
- 4.6. История развития эталонов единиц физических величин. Классификация эталонов в настоящее время.

Раздел 5. Взаимозаменяемость и системы допусков и посадок.

- 5.1. Основные виды машиностроительных соединений, их характеристики. Гладкие цилиндрические соединения.
- 5.2. Допуск размера. Посадка гладкого цилиндрического соединения. Графическое изображение полей

допусков.

Допуск посадки.

5.3. Виды посадок гладких цилиндрических соединений. Обозначения на чертежах. Области их применения в машиностроении.

5.4. Классификация подшипников качения. Классы точности. Особенности назначения полей допусков и посадок подшипников качения.

5.5. Классификация резьбовых соединений. Степени точности резьбы. Особенности резьбовых соединений с зазором, натягом и переходных, обозначение на чертежах на примере метрической резьбы.

5.6. Шпоночные соединения. Области применения. Обозначения на чертежах соединений с призматической шпонкой.

Назначение посадки шпоночного соединения в зависимости от конструкции узла.

5.7. Основные характеристики прямобочных шлицевых соединений. Назначение вида посадки в зависимости от характера работы узла. Обозначение на чертежах.

Раздел 6. Основные положения ЕСДП.

6.1. Понятие о единой системе допусков и посадок для гладких цилиндрических соединений.

Перечислить пять принципов формирования посадки в ЕСДП.

6.2. Система отверстия и система вала в ЕСДП. Основная деталь. Расположение поля допуска основной детали относительно линии номинального диаметра сопряжения.

6.3. Система квалитетов в ЕСДП. Назначение квалитетов для различных соединений в узлах и агрегатах машиностроения.

6.4. Основное отклонение. Формирование посадки в ЕСДП. Графическое изображение полей допусков вала и отверстия в зависимости от заданной посадки соединения.

6.5. Температурный режим контроля соединения. Влияние температуры проведения измерения линейных размеров детали на результат. Пример расчета.

6.6. Понятие о рекомендованных и предпочтительных посадках гладких цилиндрических соединений. Выбор посадок и их применение в машиностроении.

Раздел 7. Микро – и макрогеометрия поверхности деталей.

7.1. Понятие об отклонении формы цилиндрических и плоских поверхностей деталей. Степени точности. Обозначения на чертежах.

7.2. Понятие об отклонении расположения поверхностей. Базы. Основные виды отклонений расположения. Обозначения на чертежах. Степени точности.

7.3. Шероховатость поверхности. Определение. Параметры шероховатости в ЕСДП.

7.4. Высотные параметры шероховатости. Размерность. Обозначения на чертежах.

7.5. Шаговые параметры шероховатости. Размерность. Относительная опорная длина профиля. Обозначение на чертежах.

7.6. Влияние параметров шероховатости поверхности деталей на качество машиностроительных соединений. Примеры.

Раздел 8. Расчет размерных цепей.

8.1. Понятие размерной цепи. Прямая и обратная задачи размерной цепи. Виды размерных цепей.

8.2. Размерный анализ. Составляющие и исходное звенья цепи. Пример составления цепи для решения проектной задачи.

8.3. Методы решения сборочной размерной цепи. Решение размерной цепи методом полной взаимозаменяемости ( максимума- минимума).

8.4. Решение сборочной размерной цепи вероятностным методом (неполной взаимозаменяемости). Область применения.

8.5. Решение размерной цепи групповым методом. Область применения.

Раздел 9. Производственный контроль деталей.

9.1. Основные виды производственного контроля деталей. Контролируемые параметры изделий.

9.2. Автоматизированный контроль линейных размеров изделий. Активный и пассивный контроль.

9.3. Контроль калибрами гладких цилиндрических соединений. Виды калибров. Области использования.

9.4. Комплект калибров для контроля гладкого цилиндрического соединения. Основные характеристики.

9.5. Схема полей допусков калибров для контроля гладкого цилиндрического соединения. Обозначения на чертежах.

### **Вопросы к зачету**

На зачете студенту предлагается ответить на 3 из 25 тестовых вопросов по всем разделам курса, по выбору преподавателя, время на подготовку ответов 60 минут.

Перечень вопросов для промежуточного контроля представлен в УМК дисциплины, находится в лаборантской кафедры Е2

### **Контрольная работа**

**ЗАДАЧА № 1.** По заданным номинальным значениям диаметров сопрягаемых вала и втулки начертить схему посадки, определить её вид и величину допуска посадки. Варианты задания по ссылке: <https://moodle.voenmeh.ru/course/view.php?id=4344>

**ЗАДАЧА № 2.** Провести точечную оценку результатов многократных измерений линейного размера, мм с предварительным исключением грубых погрешностей по критерию Диксона при уровне значимости  $q=0,05$

Варианты задания по ссылке:

<https://moodle.voenmeh.ru/course/view.php?id=4344/>

Выполняется в рукописной форме. Необходимо решить 4 задачи по разным темам из списка заданий на контрольную работу.

Критерии оценивания:

контрольная работа считается сданной при правильном выполнении более 85% всех заданий

### **Домашнее задание**

Назначение посадок различных машиностроительных соединений на схеме узла с их обоснованием. Выполнение чертежа "Вала" с простановкой допусков, отклонений формы и расположения поверхностей. параметров шероховатости.

Варианты задания выдаются преподавателем в ходе практических занятий.

Решения домашних заданий (ДЗ) представляются в печатной или рукописной форме. Каждое домашнее задание состоит из нескольких задач или заданий.

Критерии оценивания:

Домашнее задание считается сданным при правильном выполнении более 85% всех заданий в ДЗ.

Основаниями для переработки ДЗ являются:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба схем и чертежей, отсутствие указания обязательных требований на них).

### **Зачет**

Зачет проводится в форме письменных ответов на 2 вопроса из курса по выбору преподавателя. Время на ответы-60 минут.

Если ответы правильны на 75 % и более, проставляется зачет

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-2	ПК*-7	
3	5	<b>Раздел 1. Введение .Основы метрологии.</b>	4	1	1	0	3	10	10	Вопросы к зачету, Вопросы для текущего контроля
3	5	<b>Раздел 2. Средства измерений и их свойства.</b>	9	3	1	2	6	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
3	5	<b>Раздел 3. Погрешности измерений.</b>	15	3	1	2	12	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
3	5	<b>Раздел 4. Правовые основы обеспечения единства измерений.</b>	5	1	1	0	4	20	20	Вопросы для текущего контроля
3	5	<b>Раздел 5. Основные положения единой системы допусков и посадок (ЕСДП).</b>	16	6	2	4	10	10	10	Вопросы для текущего контроля, Контрольная работа, Вопросы к зачету
3	5	<b>Раздел 6. Стандарты ISO. Взаимозаменяемость и системы допусков и посадок.</b>	18	8	6	2	10	10	10	Вопросы для текущего контроля, Домашнее задание, Вопросы к зачету
3	5	<b>Раздел 7. Микро- и макрогеометрия поверхности детали.</b>	12	2	2	0	10	10	10	Вопросы для текущего контроля, Домашнее задание, Вопросы к зачету



3	5	<b>Раздел 8. Расчет размерных цепей.</b>	9	4	2	2	5	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
3	5	<b>Раздел 9. Раздел 9. «Обеспечение качества изделий машиностроения».</b>	20	6	1	5	14	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету, Домашнее задание
<b>Всего за 5 семестр</b>			108	34	17	17	74	100	100	
<b>Всего по дисциплине</b>			108	34	17	17	74	100	100	

**Оценочные материалы по дисциплине МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ  
ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ**

**ОПК-2 - Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач**

- № 1 Прочитайте текст и установите последовательность  
Прочитайте текст и установите последовательность

*Установите правильную последовательность увеличения максимального натяга в указанных посадках*

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. Ø20 H7/js6,

2. Ø20 R7/h6

3. Ø20 H8/u8

4. Ø20 P7/h6

- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

*Расшифруйте запись посадки соединения:*

M20×1.5 7H/7g6g -LN-35

- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

*Каким образом повышение точности макро- и микрогеометрических параметров сопрягаемых поверхностей деталей влияет на качество изделий в машиностроении?*

- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие  
Прочитайте текст и установите соответствие

*Соотнесите название контрольно-измерительного средства и особенности его использования в процессе измерений*

К каждой позиции в левом столбце подберите позицию из правого столбца.

- |    |                            |
|----|----------------------------|
| 1. | Измерительные приборы      |
| 2. | Гладкие предельные калибры |

- |    |  |
|----|--|
| А. | Характеризуются наличием измерительной шкалы                   |
| Б. | Позволяют рассортировать партию изделий на три группы: годные, |

		исправимый брак, неисправимый брак Представляют собой
3.	Плоско-параллельные концевые меры	В. образцовые средства измерений Являются наиболее дорогостоящими Г. в изготовлении средствами измерений

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие  
Прочитайте текст и установите соответствие

*Соотнесите микро- и макрогеометрические параметры поверхности детали и особенности их обозначения на чертежах*

К каждой позиции в левом столбце подберите позицию из правого столбца.

1.	Отклонение от цилиндричности	А. Обозначаются в мм
2.	Среднее арифметическое отклонение профиля поверхности	Б. Обозначаются в мкм
3.	Отклонения от соосности	В. Отсчитываются от базы
		Г. Задаются в %

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Прочитайте текст и установите последовательность

*Расположите указываемые на чертеже параметры в последовательности  
увеличения их значений*

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. Допуск посадочного размера детали в сопряжении
2. Допуск отклонения формы поверхности
3. Допуск высотного параметра шероховатости
4. Допуск свободного размера

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

*Какой метод расчета размерной цепи из 3-х составляющих звеньев позволит максимально расширить допуски на их изготовление?*

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

1. Метод полной взаимозаменяемости
2. Метод максимума- минимума
3. Вероятностный метод
4. Метод групповой взаимозаменяемости

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

*Из указанных посадок выберите соединение с натягом?*

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

- 1/ Ø20 H7/h6
- 2/ Ø40 N7/h6
- 3/ Ø80 K7/h6
- 4/ Ø20 S7/h6

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

*Для исключения каких погрешностей используется критерий Романовского?*

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

1. Грубые погрешности
2. Случайные погрешности
3. Систематические погрешности
4. Абсолютные погрешности

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

*Какие из указанных видов подшипников обеспечивают наибольшую скорость вращения узла?*

Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора

1. подшипники скольжения
2. подшипники качения роликовые
3. подшипники качения шариковые класса точности 6
4. подшипники качения шариковые класса точности 0

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

*Какие средства измерения относятся к категории бесикальных? Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора*

1. калибры
2. плоско-параллельные концевые меры
3. измерительные приборы
4. измерительные установки

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

*Где предусмотрена локация подразделений ГМС в РФ?*

Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора

1. на машиностроительных предприятиях

2. в городах Москва и СПб

3. в территориальных округах

4. в краях

**ПК\*-7 - Способен изготавливать на токарных станках простые детали с точностью размеров по 10 - 14-му качеству, детали средней сложности с точностью по 12 - 14-му качеству**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

*Какова степень центрирования в гладких цилиндрических соединениях различного вида?*

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Прочитайте текст и установите соответствие

*Соотнесите название представленных средств измерения и их основные характеристики*

К каждой позиции в левом столбце подберите позицию из правого столбца.

1.

Плоско-параллельные концевые меры

А.

Образцовые средства измерений

2.

Калибры

Б.

Позволяют рассортировать партию изделий на годные и бракованные

3.

Измерительные приборы

В.

Характеризуются наличием шкалы

Г.

Размещаются в нескольких локациях

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие  
Прочитайте текст и установите соответствие

*Соотнесите указанный вид посадки соединения и ее эксплуатационные характеристики*

К каждой позиции в левом столбце подберите позицию из правого столбца.

- |    |               |   |
|----|---------------|---|
| 1. | Ø20 R7/h6     | А. Обеспечивает<br>гарантированный<br>натяг в<br>соединении   |
| 2. | . Ø20 H7/js6, | Б. Разъемное<br>соединение с<br>возможностью<br>передачи<br>крутящих<br>моментов с<br>помощью<br>дополнительных<br>элементов  |
| 3. | . Ø50 H8/f7   | В. Соединение не<br>предназначено<br>для передачи<br>крутящих<br>моментов<br>вследствие<br>«плохого»<br>центрирования<br>Не<br>используются<br>для организации<br>посажек |

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Прочитайте текст и установите последовательность

*Расположите указываемые на чертеже параметры в последовательности  
увеличения их значений*

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. Допуск посадочного размера детали в сопряжении

2. Допуск отклонения формы поверхности
3. Допуск высотного параметра шероховатости
4. Допуск свободного размера

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Прочитайте текст и установите последовательность

*Установите правильную последовательность действий конструктора при разработке чертежа гладкого цилиндрического соединения*

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. подбор квалитетов сопрягаемых деталей по стандартам ЕСДП
2. расчет соединения на прочность
3. назначение параметров шероховатости и отклонения формы на сопрягаемые поверхности
4. назначение общего характера посадки соединения

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

*Какой метод расчета размерной цепи позволит обеспечить полную взаимозаменяемость деталей при сборке изделия?*

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

1. Метод неполной взаимозаменяемости
2. Метод максимума- минимума
3. Вероятностный метод
4. Метод пригонки

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

*Какие погрешности измерения обычно имеют наименьшее значение сравнительно с другими?*

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

1. Грубые погрешности
2. Случайные погрешности
3. Систематические погрешности
4. Абсолютные погрешности



- № 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

*Расшифруйте запись посадок соединения*

1.d-6×32H7/g6×36×6H9/f9

- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

*Какая шкала измерений использует естественное значение нуля и условленное (искусственное) значебные единицы при оценке исследуемого физического свойства ?*

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

- 1 Шкала наименований
- 2 Шкала отношений
3. Абсолютная шкала
4. Шкала порядка

- № 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

*Какая шкала измерений использует естественное значение нуля и условленное (искусственное) значебные единицы при оценке исследуемого физического свойства ?*

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

- 1 Шкала наименований
- 2 Шкала отношений
3. Абсолютная шкала
4. Шкала порядка

- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

*В каких калибрах, входящих в комплект контроля цилиндрических валов, используются плоские контактные рабочие поверхности?*

Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора

1. контрольный калибр износа проходной скобы
2. непроходной калибр-пробка
3. калибр -скоба проходная
4. калибр -скоба непроходная

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

*Какие понятия включает в себя определение единства измерений?*

Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора

1. Узаконенные единицы физических величин
2. Единицы величин СИ
3. Вероятностная оценка погрешностей измерений
4. Понятие абсолютных и относительных погрешностей измерений

№ 13 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

*В каких из указанных видов подшипников тела качения контактируют с дорожкой качения корпуса по линии?*

Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора

1. подшипники качения игольчатые
2. подшипники качения роликовые с цилиндрическими роликами
3. подшипники качения роликовые с коническими роликами
4. подшипники качения шариковые класса точности 0