

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(подпись) ФИО  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

Направление/специальность подготовки	24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектная баллистика ракет и космических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
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	
2	3	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники**

год набора группы: 2024

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 Иванов К.М., д.т.н., проф. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф. \_\_\_\_\_

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

### **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-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности
ОПК-3 — способность разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, используя соответствующие стандарты, нормы и правила

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1**

*знания:*

правовых основ обеспечения единства измерений, основных положений закона РФ об обеспечении единства измерений; структуры и функций метрологической службы предприятия; методик измерений, алгоритмов обработки многократных измерений; 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;;

*навыки:*

«читать» чертежи машиностроительных узлов;;

### **ОПК-3**

*знания:*

правовых основ обеспечения единства измерений, основных положений закона Российской Федерации 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;;

*навыки:*

контроля геометрической точности деталей, узлов и механизмов;

- «читать» чертежи машиностроительных узлов;;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*.

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

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

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, используя соответствующие стандарты, нормы и правила

### 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-1	ОПК-3
2	3	Раздел 1. Введение. Основы метрологии. 1.1. Метрология и технические измерения 1.2. Физические величины и шкалы измерений 1.3. Виды методы измерений.	5	2	2	0	3	10	10
2	3	Раздел 2. Средства измерений и их свойства. 2.1. Средства измерений. 2.2. Однократные и многократные.	9	4	2	2	5	10	10
2	3	Раздел 3. Погрешности измерений. 1. Систематические погрешности 3.2. Грубые погрешности 3.3. Случайные погрешности.	11	4	2	2	7	10	10
2	3	Раздел 4. Правовые основы обеспечения единства измерений. 4.1. Единство измерений. 4.2. Организация метрологической службы предприятия.	3,5	2	2	0	1,5	10	10
2	3	Раздел 5. Основные положения единой системы допусков и посадок (ЕСДП). Принципы построения единой системы допусков и посадок (ЕСДП).	13,5	8	4	4	5,5	20	20
2	3	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.	24	14	12	2	10	10	10
2	3	Раздел 7. Микро- и макрогеометрия поверхности детали. 7.1. Отклонения формы и расположения. 7.2. Отклонения шероховатости и волнистости.	10	4	4	0	6	10	10
2	3	Раздел 8. Расчет размерных цепей. 8.1. Классификация размерных цепей. Размерный анализ. 8.2. Методы расчета размерных цепей.	11	6	4	2	5	10	10
2	3	Раздел 9. Раздел 9. «Обеспечение качества изделий машиностроения». 9.1. Основные сведения о качестве продукции. 9.2. Оценка качества изготовления деталей и соединений.	21	7	2	5	14	10	10
Всего за 3 семестр			108	51	34	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	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.	2
4		Посадки гладких цилиндрических соединений: прямая задача. Контрольная работа.	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 3 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	5
3	Раздел 3. Погрешности измерений.	Изучение теоретического материала по вопросам 3.1.	7
4	Раздел 4. Правовые основы обеспечения единства измерений.	Самостоятельное изучение вопросов 4.1.	1.5
5	Раздел 5. Основные положения единой системы допусков и посадок (ЕСДП).	Изучение теоретического материала по вопросам 5.1, 5.2.	4
6		Изучение материалов практических занятий по разделам 2, 3	1.5
7		Самостоятельное изучение вопросов 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6.	7
8	Раздел 6. Стандарты ISO. Взаимозаменяемость и системы допусков и посадок.	Изучение теоретического материала по вопросу 6.1.	1.5
9		Выполнение домашнего задания № 1. Посадки гладких цилиндрических соединений: прямая и обратная задача.	1.5
10	Раздел 7. Микро- и макрогеометрия поверхности детали.	7.1. Отклонения формы и расположения 7.2. Отклонения шероховатости и волнистости	4
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 3 семестр			57

#### 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
3				ТекК		ДР		Контр.Р.	ТекК	ДР	ДЗ					ДР	Вопр. Зач. зач.

Условные обозначения:

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

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

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

**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. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
2. [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;
3. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
4. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань.

### 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 ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*. 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-1 способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности;  
ОПК-3 способность разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, используя соответствующие стандарты, нормы и правила.

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;
- вопросы к зачету;
- контрольная работа;
- домашнее задание.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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.	. Основы обеспечения единства измерений: СПб.: НИЦ АРТ, 2021 (с 13-27) Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 1 Метрология: Москва: Юрайт, 2022 (1-2)	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)	5
Итого по разделу 2		5
<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)	7
Итого по разделу 3		7
<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)	1.5
Итого по разделу 4		1.5
<b>Раздел 5. Основные положения единой системы допусков и посадок (ЕСДП).</b>		
Изучение теоретического материала по вопросам 5.1, 5.2.	Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 2 Стандартизация: Москва: Юрайт, 2022 (14) 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, 27-31)	4
Изучение материалов практических занятий по разделам 2, 3	Т. П. Кочеткова, В. В. Голикова, А. Л. Меньшов. . Основы взаимозаменяемости: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с 3-7)	1.5
Итого по разделу 5		5.5
<b>Раздел 6. Стандарты ISO. Взаимозаменяемость и системы допусков и посадок.</b>		
Самостоятельное изучение вопросов 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6.	Т. П. Кочеткова, В. В. Голикова, А. Л. Меньшов. . Основы взаимозаменяемости: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с 5-10)	7
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
Выполнение домашнего задания № 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)	1.5
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	Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация и сертификация. Ч. 2 Стандартизация: Москва: Юрайт, 2022 (14)	4
Домашнее задание № 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 3-10)	2
Итого по разделу 7		6
<b>Раздел 8. Расчет размерных цепей.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендованной 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	Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. Метрология, стандартизация	4

контрольных калибров. Назначение посадок различного вида на схеме машиностроительного	и сертификация. Ч. 2 Стандартизация: Москва: Юрайт, 2022 (12,14)  Т. П. Кочеткова, В. В. Голикова, А. Л. Меньшов. . Основы взаимозаменяемости: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с10-16)	
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой		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 до-пуска 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 исходные звенья цепи. Пример составления цепи для решения проектной задачи.
  - 8.3. Методы решения сборочной размерной цепи. Решение размерной цепи методом пол-ной 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 предоставляются 25 тестовых вопросов по всем разделам курса, время на подготовку ответов 60 минут. Перечень вопросов для промежуточного контроля находится в УМК дисциплины 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 выполнена при условии решения не менее 85% решения задач

#### **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 проставляется при ответе не менее чем на 75% заданных вопросов. Проставляется "зачтено".

В случае фрагментарных знаний по предмету, отказе отвечать на вопрос проставляется "не зачтено"

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-1	ОПК-3	
2	3	Раздел 1. Введение .Основы метрологии.	5	2	2	0	3	10	10	Вопросы к зачету, Вопросы для текущего контроля
2	3	Раздел 2. Средства измерений и их свойства.	9	4	2	2	5	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
2	3	Раздел 3. Погрешности измерений.	11	4	2	2	7	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
2	3	Раздел 4. Правовые основы обеспечения единства измерений.	3.5	2	2	0	1.5	10	10	Вопросы для текущего контроля
2	3	Раздел 5. Основные положения единой системы допусков и посадок (ЕСДП).	13.5	8	4	4	5.5	20	20	Вопросы для текущего контроля, Контрольная работа, Вопросы к зачету
2	3	Раздел 6. Стандарты ISO. Взаимозаменяемость и системы допусков и посадок.	24	14	12	2	10	10	10	Вопросы для текущего контроля, Домашнее задание, Вопросы к зачету
2	3	Раздел 7. Микро- и макрогеометрия поверхности детали.	10	4	4	0	6	10	10	Вопросы для текущего контроля, Домашнее задание, Вопросы к зачету
2	3	Раздел 8. Расчет размерных цепей.	11	6	4	2	5	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
2	3	Раздел 9. Раздел 9. «Обеспечение качества изделий машиностроения».	21	7	2	5	14	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету, Домашнее задание
Всего за 3 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	

## Критерии оценивания

### ОПК-1

Вопросы открытого типа:

- № 1 Перечислите основные методы проведения технических измерений
- № 2 Перечислите виды погрешностей, возникающих при технических измерениях
- № 3 Как называют посадку гладкого цилиндрического соединения с гарантированным зазором, в которой наименьшее значение зазора равно нулю?
- № 4 Перечислите названия всех калибров, используемых в комплекте для контроля гладкого цилиндрического соединения
- № 5 Какой недостаток характерен практически для всех резьбовых соединений с зазором?
- № 6 Как классифицируются основные параметры резьбового соединения?
- № 7 При выполнении рабочего чертежа точной детали, входящей в сборку, какие параметры, определяющие её качество, необходимо указать на чертеже?
- № 8

Для какого вида производства наиболее рационально использовать калибры в качестве контрольно-измерительного средства?

№ 9

Какой организации подчиняется государственная метрологическая служба в настоящее время?

№ 10 Охарактеризуйте заданное на чертеже машиностроительное соединение по его записи: M24×1.25 4H5H/5g

Вопросы закрытого типа:

№ 1 Выберите значение температуры, при которой принято проводить измерения линейных величин в технике:

1. 293 °K
2. 18°C
3. 20°C
4. 22 °C

№ 2 Укажите, какой из перечисленных параметров и проставляется на чертежах и контролируется в микрометрах?

1. Отклонение формы поверхности
2. Отклонение расположения поверхностей
3. Шаговая характеристика шероховатости поверхности Sm
4. Наибольшая высота профиля Rmax

№ 3 Какие размерные характеристики изделия не обязательны для назначения посадки гладкого цилиндрического соединения?

1. Габаритный размер детали
2. Номинальный диаметр гладкого цилиндрического соединения
3. Основные отклонения полей допусков сопрягаемых деталей
4. Значения допусков валика и отверстия

№ 4 Наибольшее значение натяга можно получить при назначении посадки:

1. H7/k6
2. P7/h6
3. H8/z8
4. R7/h6

№ 5 На чертеже посадка в ЕСДП указывается в виде дроби H7/p6

где в знаменателе :

1. поле допуска на вал
2. поле допуска на отверстие
3. поле допуска любой детали
4. основное отклонение вала

№ 6 Укажите неверную характеристику для шпоночных соединений:

1. Предназначены для передачи крутящего момента от вала к втулке
2. В ряде случаев служат для перемещения втулки вдоль оси вала
3. Являются неразъемным соединением
4. В целом рассчитаны на передачу меньших по значению нагрузок, чем шлицевые соединения

№ 7 При соединении со стандартными валами внутреннего кольца подшипника качения, например по посадке L0/k6, получают посадку другого к

1. Переходная
2. С зазором
3. С натягом
4. С нулевым зазором

№ 8 Из перечисленных обозначений параметров шероховатости выберите тот, который оценивается в %.



- 1.Rmax
- 2.Sm
- 3.Rz
- 4.tp

№ 9 Подразделения ГМС отсутствуют в:

- 1.Городе Санкт-Петербурге
- 2.Ленинградской области
- 3.Автономных краях и республиках РФ
- 4.На крупных машиностроительных предприятиях

№ 10 Расположите последовательность перечисленного измерительного оборудования по степени его усложнения

- 1.Микрометрический инструмент
- 2.Плоскопараллельные концевые меры
- 3.Измерительные системы
- 4.Измерительные комплексы
- 5.Измерительные установки

#### ОПК-3

*Вопросы открытого типа:*

- |      |  |
|------|--|
| № 1  | Укажите значение температуры, которую считают нормальной для проведения технических измерений  |
| № 2  | Какими существенными признаками должен обладать эталон физической величины?  |
| № 3  | Перечислите виды погрешностей, возникающих при технических измерениях  |
| № 4  | Какое число качеств установлено: в системе ЕСДП для размеров от 3 до 500 мм ?  |
| № 5  | .При высокоскоростном вращении вала в неподвижном корпусе минимальное трение в узле обеспечивает: установка какого промежуточного элемента ? |
| № 6  | Перечислите названия всех калибров, используемых в комплекте для контроля гладкого цилиндрического соединения                                |
| № 7  | Расскажите, по каким основным признакам классифицируются резьбы?   |
| № 8  | Перечислите названия размерных цепей , которые приходится составлять и рассчитывать на различных этапах производства изделия машиностроения  |
| № 9  | Для какого вида производства наиболее рационально внедрять автоматизацию?  |
| № 10 | Какой организации подчиняется государственная метрологическая служба в настоящее время?  |

*Вопросы закрытого типа:*

- |     |   |
|-----|---|
| № 1 | Если H-высота неровностей поверхности, а S- шаг неровностей, то шероховатостью принято считать отношение S/H:               |
|     | 1.>1000   |
|     | 2.<40   |
|     | 3.>40 но <1000  |
|     | 4.От 500 до 1000  |
| № 2 | Значок отклонения расположения поверхностей на чертеже детали не содержит:  |
|     | 1.Наименование допуска  |
|     | 2.Обозначение нормируемой поверхности   |
|     | 3.Численное значение допуска  |
|     | 4.Обозначение базовой поверхности   |
| № 3 | В размерной цепи с числом звеньев не более 3-х наиболее целесообразно использовать следующий метод расчёта размерных цепей: |
|     | 1.Вероятностный   |
|     | 2.Полной взаимозаменяемости   |
|     | 3.Максимум-минимума   |
|     | 4.Групповой взаимозаменяемости  |
| № 4 | Звено сборочной размерной цепи, получающееся в процессе сборки последним, называют:   |
|     | 1.Замыкающим звеном   |
|     | 2.Уменьшающим звеном  |
|     | 3.Увеличивающим звеном  |
|     | 4.Размерным звеном  |
| № 5 | В каком виде производств изделия получают наиболее дорогостоящими:  |
|     | 1. Единичное  |
|     | 2. Среднесерийное   |

	3. Крупносерийное
№ 6	<p>Массовое</p> <p>Для обозначения линейных величин на чертежах не используют:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. производные единицы СИ</li> <li>2. единицы системы СГС</li> <li>3. кратные единицы СИ</li> <li>4. дольные единицы СИ</li> </ol>
№ 7	<p>В геометрическую характеристику готовой детали не входит понятие:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. номинальный размер</li> <li>2. действительный размер</li> <li>3. допуск на размер</li> <li>4. припуск на размер</li> </ol>
№ 8	<p>Номинальный размер — это:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Размер, определяющий величину и форму детали.</li> <li>2. Размер, необходимый для изготовления и контроля детали.</li> <li>3. Размер, относительно которого определяют предельные размеры и который служит началом отсчёта отклонений.</li> <li>4. Размер, который определяют измерением.</li> </ol>
№ 9	<p>Поле допуска, обозначаемое буквой латинского алфавита H(h) располагается:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выше нулевой линии</li> <li>2. Ниже нулевой линии</li> <li>3. Касается нулевой линии</li> <li>4. Пересекает нулевую линию</li> </ol>
№ 10	<p>В шпоночных соединениях не используют шпонки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сегментные</li> <li>2. Клиновые</li> <li>3. Тангенциальные</li> <li>4. Синусные</li> </ol>