

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени
Гагарина Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени
Гагарина Ю.А.» в г. Петровске



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине
ОП.03 «Метрология, стандартизация и сертификация»
специальности
15.02.10 «Мехатроника и робототехника (по областям)»

Методические указания рассмотрены
на заседании предметной (цикловой) комиссии
общепрофессиональных дисциплин
и профессиональных модулей
«16» июня 2025 года, протокол №13

Председатель ПЦК  /Ю.А. Табарова/

Петровск 2025

Пояснительная записка.

Методические указания по выполнению самостоятельной работы подготовлены на основе рабочей программы учебной дисциплины ОП. 03 «Метрология, стандартизация и сертификация», разработанной на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.10 «Мехатроника и робототехника (по отраслям)» и соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ПК 1.1. Выполнять сборку различных узлов мехатронных устройств и систем.

ПК 1.2. Выполнять снятие и установку датчиков мехатронных устройств и систем.

ПК 1.3. Производить наладку и регулировку различных узлов и агрегатов мехатронных устройств и систем.

ПК 2.1. Выявлять внешние дефекты узлов и агрегатов мехатронных устройств и систем в результате их внешнего осмотра.

ПК 2.2. Проверять соответствие диагностируемых параметров узлов, агрегатов и электронных модулей мехатронных устройств и систем требованиям эксплуатационной документации

ПК 2.4. Выявлять отработавшие ресурс или вышедшие из строя компоненты мехатронных устройств и систем.

ПК 3.2. Проводить проверку и установку навесного оборудования на базу робототехнических средств.

ПК 3.3. Выполнять монтаж и настройку средств измерений и робототехнических устройств и систем.

ПК 3.6. Выполнять пуск и наладку средств роботизации.

ПК 3.8. Проводить диагностику, техническое обслуживание и устранение мелких неисправностей внешних и внутренних систем робототехнических средств.

Целью освоения учебной дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является:

- приобретение знаний в области стандартизации и сертификации производства для дальнейшего использования в практической деятельности с

целью обеспечения качества продукции и её конкурентоспособности на основе применения знаний, полученных при изучении основ метрологии, как базовой дисциплины, обеспечивающей качество производственных процессов и контроля готовой продукции;

- изучение современных требований по стандартизации и сертификации производства и услуг, по метрологическому обеспечению производства.

При выполнении самостоятельных работ студент должен **знать:**

- основы теории машин и механизмов;
- основы метрологии;
- стандарты, положения, методические и другие нормативные материалы по аттестации, испытаниям, эксплуатации и ремонту оборудования мехатронных систем;
- методы диагностирования, неразрушающие методы контроля;
- порядок проведения стандартных и сертифицированных испытаний
- виды и методы измерений технологических параметров средств и систем роботизации;
- основные метрологические понятия и нормируемые метрологические характеристики средств и систем роботизации;
- типовые структуры измерительных устройств, методы и средства измерений технологических параметров средств и систем роботизации;
- принципы действия, устройства и конструктивные особенности средств измерения технологических параметров средств и систем роботизации.

При выполнении самостоятельных работ студент должен **уметь:**

- определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы;
- владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;
- применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
- использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач;
- использовать электромеханические, гидравлические и пневматические инструменты для сборки узлов мехатронных устройств и систем;
- готовить инструмент и оборудование к сборке;
- использовать контрольно-измерительные приборы и специальные стенды для наладки и регулировки узлов, агрегатов и электронных модулей мехатронных систем;
- читать техническую документацию в объеме, необходимом для выполнения задания;
- соблюдать правила эксплуатации оборудования и оснастки при

выполнении работ в соответствии с заданием;

- выбирать метод и вид измерения средств и систем роботизации;
- пользоваться измерительной техникой, различными приборами и

типовыми элементами средств и систем роботизации;

- производить обоснованный выбор средств измерений и автоматизации;
- производить поверку, настройку приборов.

Содержание самостоятельных занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов учебной дисциплины.

Объём самостоятельных занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность самостоятельного занятия - 2 академических часа. Перед проведением самостоятельной работы преподавателем организуется инструктаж, а по окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению самостоятельной работы дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» содержит 1 самостоятельное занятие.

**Перечень самостоятельных работ
по дисциплине ОП.03 «Метрология, стандартизация и сертификация»**

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №1.

Тема:1. Направления развития национальной системы стандартизации (подготовка презентации).

Тема 2. Область применения посадок - (подготовка к презентации).

Тема 3. Определение посадок, отклонений, предельных размеров, построение полей допусков для соединения «вал-втулка» (индивидуальная расчетная работа).

Тема 5. Зависимые и независимые допуски формы и расположения поверхностей (подготовка презентации).

Тема 6. Шероховатость поверхности и ее влияние на износостойкость (подготовка презентации).

Тема 7. Измерение с помощью синусной линейки (подготовка презентации).

Тема 8. Примеры обозначения полей допусков (подготовка презентации).

Тема 9. Область применения посадок зубчатых колес в автомобильном транспорте: (подготовка презентации).

Тема 10. Подготовка к тестированию.

ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Прежде чем приступить к выполнению заданий, внимательно прочитайте данные рекомендации. Практические работы включают в себя задания следующих видов:

1. Подготовка презентации.

1. Формы представления исследовательских работ.

Исследовательскую работу можно представить в различных формах.

Наиболее распространены текстовые работы:

- доклад
- стендовый доклад
- реферат
- литературный обзор
- рецензия

Кроме того, исследовательскую работу можно представить в форме компьютерной презентации или видеofilьма с текстовым сопровождением.

Реже её демонстрируют в форме действующей модели или макета с текстовым сопровождением.

Презентация

Презентация (от англ. «presentation» — представление) — это набор картинок-слайдов на определенную тему, которые хранятся в файле специального формата. На каждом слайде можно содержать произвольную текстовую, графическую или видеоинформацию, анимацию, звук из подготовленного аудиофайла, а так же и записанный с микрофона. Презентации легко создавать с помощью программы MS PowerPoint.

Презентации предназначены для:

- отображения наглядности учебного/лекционного материала,
- управления учебно-познавательной деятельностью аудитории,
- контроля и проверки усвоения поданного материала,
- обобщения и систематизации знаний,
- рекламы товаров, услуг,
- создания фотоальбомов и т.д.

Презентации можно демонстрировать по-разному:

- на компьютере,
- на экране с помощью мультимедийного проектора,
- на телеэкране большого формата.

Созданные презентации могут содержать:

- текст,
- изображения,
- диаграммы,
- рисунки,
- компьютерную анимацию процессов и явлений,
- звуковое сопровождение,

- автофигуры,
- диаграммы
- гиперссылки;
- видеоролики.

Правила создания мультимедийных презентаций

Основное правило презентаций:

Простота, лаконичность (минимализм в подаче визуальной информации). Краткое изложение материала, максимальная информативность текста.

Следующие правила презентаций:

- Читабельность (видимость из самых дальних уголков помещения и с различных устройств);
- Отсутствие накопления, четкий порядок во всем.
- Тщательно структурированная информация.
- Наличие коротких и лаконичных заголовков, маркированных и нумерованных списков.
- Важную информацию (например, выводы, определения, правила и т.д.) нужно подавать большим и выделенным шрифтом и размещать в левом верхнем углу слайда.
- Второстепенную информацию желательно размещать внизу слайда.
- Каждому положению (идее) надо отвести отдельный абзац.
- Главную идею надо выложить в первой строке абзаца.
- Использовать табличные формы представления информации (диаграммы, схемы) для иллюстрации важнейших фактов, что даст возможность подать материал компактно и наглядно.
- Графика должна органично дополнять текст.
- Объяснение надо размещать как можно ближе к иллюстрациям, с которыми они должны появляться на экране одновременно.
- Инструкции к выполнению задач необходимо тщательно продумать относительно их четкости, лаконичности, однозначности.
- Использовать эмоциональный фон (художественная проза запоминается лучше, чем специальные тексты, а стихи — лучше, чем проза).
- Вся текстовую информацию нужно тщательно проверить на отсутствие орфографических, грамматических и стилистических ошибок.
- Производительность подаваемого материала увеличивается, если одновременно задействованы зрительный и слуховой каналы восприятия информации (зарубежные источники это называют принципом модальности). Поэтому рекомендуется там, где это возможно, использовать для текста и графических изображений звуковое сопровождение.

Исследования свидетельствуют, что эффективность слухового восприятия информации составляет 15 %, зрительного — 25 %, а их одновременное привлечение к процессу обучения повышает эффективность восприятия до 65 %.

Физиологические особенности восприятия цветов и форм

- Стимулирующие (теплые) цвета способствуют возбуждению и действуют как раздражители (в порядке убывания интенсивности воздействия: красный, оранжевый, желтый).

- Дезинтегрирующие (холодные) цвета успокаивают, вызывают сонливое состояние (в том же порядке: фиолетовый, синий, голубой, сине-зеленый, зеленый).

- Нейтральные цвета: светло-розовый, желто-зеленый, коричневый.

- Сочетание двух цветов — цвета знака и цвета фона — существенно влияет на зрительный комфорт, причем некоторые пары цветов не только утомляют зрение, но и могут вызвать стресс (например: зеленые символы на красном фоне).

- Лучшее сочетание цветов шрифта и фона: белый на темно-синем, черный на белом, желтый на синем, оранжевый на черном.

- Цветовая схема должна быть одинаковой для всех слайдов.

- Любой рисунок фона повышает утомляемость глаз и снижает эффективность восприятия информации.

- Четкие, яркие рисунки, которые меняются, легко «охватывают» подсознание, и они лучше запоминаются.

- Любой второстепенный объект, что движется (анимированный), снижает качество восприятия материала, отвлекает внимание, нарушает ее динамику.

- Показ слайдов с фоновым сопровождением нежелательных звуков (песен, мелодий) вызывает быструю утомляемость, способствует рассеиванию внимания и снижает производительность обучения.

- Помните!

Человек может одновременно запоминать не более трех фактов, выводов, определений.

- Каждый слайд должен отражать одну мысль.

- Текст должен состоять из коротких слов и простых предложений.

- Строка должна содержать 6-8 слов.

- Всего на слайде должно быть 6-8 строк.

- Общее количество слов не должно превышать 50.

- Глаголы должны быть в одной временной форме.

- Заголовки должны привлекать внимание аудитории и обобщать основные положения слайда.

- В заголовках должны быть и большие, и малые буквы.

- Слайды должны быть не слишком яркими — лишние украшения лишь создают барьер на пути эффективной передачи информации.

- Количество блоков информации во время отображения статистических данных на одном слайде должно быть не более четырех.

- Подписи к иллюстрации размещаются под ней, а не над ней.

- Все слайды презентации должны быть выдержаны в одном стиле.

Общие правила использования шрифтов

1. Каждый шрифт (гарнитура^[1] + написание) имеет одну смысловую нагрузку.

Для устойчивой гарнитуры традиционными, по меньшей мере, с XIX в. есть такие:

- полужирный шрифт названия структур документа,
- курсив — логическое ударение, в частности, на формулировании основных положений, определений и т.д.,
- «прямой» обычный - основной массив информации.

2. Тексты презентаций, которые используют в психологически напряженной нестандартной ситуации, надо подать гарнитурой с упрощенным алгоритмом распознавания, например, шрифтом Arial. Это целесообразно во время работы с инструкциями правил безопасности, нормативными актами, соглашениями с правовыми или имущественными последствиями, условиями олимпиадных заданий и т.п.

3. Избегайте использования более трех различных шрифтов на одном слайде. Иначе читатель преждевременно устанет, постоянно пытаясь выбрать алгоритм распознавания шрифта. Исключение составляет инструкция по использованию шрифтов.

4. Математические формулы представляются гарнитурой, близкой к стандартной (Times New Roman), причем все переменные — курсив, остальные — скобки, знаки математических действий, устоявшиеся названия функций (\sin , \cos и т.д.) - обычным «прямым» шрифтом.

Совет!

Перед созданием презентации желательно:

1. Определить тему и назначения презентации
2. Создать схему (сценарий) презентации
3. Спланировать содержание всех слайдов, их стиль.

Типичные недочеты и ошибки при создании презентаций

• Отсутствие Титульного слайда, содержащего: название проекта или темы урока (занятия); сведения об авторе; дата разработки; информация о местоположении ресурса в сети и др;

• отсутствие Введения, в котором представлены: цели и задачи изучения темы, краткая характеристика содержания;

• отсутствие Оглавления (для развернутых разработок, при наличии в презентации разделов, подтем) с гиперссылками на разделы / подтемы презентации;

• отсутствие логического завершения презентации, содержащего: заключение, обобщения, выводы;

• перегрузка слайдов подробной текстовой информацией (не более трех мелких фактов на слайде и не более одного важного);

• неравномерное и нерациональное использование пространства на слайде;

• отсутствие связи фона презентации с содержанием.

• неудачный выбор цветовой гаммы: использование слишком ярких и утомительных цветов, использование в дизайне более 3 цветов (цвет текста, цвет фона, цвет заголовка и/или выделения); использование темного фона со светлым текстом;

• использование разных фонов на слайдах в рамках одной презентации;

- использование рисунков, фотографий плохого качества и с искажениями пропорций;
- отсутствие должного выравнивания текста;
- отсутствие или неясность связей в схемах или между компонентами материала на слайде;
- наличие различных эффектов переходов между слайдами и других раздражающих эффектов анимации, мешающих восприятию информации;
- отсутствие единства стиля страниц;
- одинаковая гарнитура и размер шрифта для всех заголовков (не менее 24 пунктов);
- одинаковая гарнитура и размер шрифта для тестовых фрагментов (не менее 18 пунктов);
- заголовки, номера страниц, кнопки перелистывания должны появляться в одном и том же месте экрана; одинаковая цветовая гамма на всех страницах и т.п.

Выполнение индивидуальной расчетно – графической работы.

1. По заданию своего варианта (см. таблицу 1) выписать размер соединения с полями допусков, из условия определить номинальный размер, квалитет и основное отклонение отверстия и вала.

2. Используя второй принцип построения СДП определить верхние и нижние отклонения отверстия и вала, применяя необходимые таблицы и расчетные формулы. Решение выполняется в следующем порядке:

- для номинального размера выписать основные отклонения отверстия и вала (см. таблицу 1 приложения);

- найти вторые предельные отклонения отверстия и вала, зависящие от квалитета и допуска следующим образом. Если основное отклонение является верхним отклонением (e_s для вала и E_S для отверстия), то второе предельное отклонение – нижнее отклонение вала e_i (E_I отверстия), определяется по формулам:

$$e_i = e_s - IT_g; \quad E_I = E_S - IT_g.$$

Когда основное отклонение является нижним отклонением (e_i для вала и E_I для отверстия), то второе предельное отклонение – верхнее отклонение e_s вала (E_S отверстия), определяется по формулам:

$$e_s = e_i + IT_g; \quad E_S = E_I + IT_g.$$

Допуск (IT_g) по заданному квалитету выписать из таблицы 2 (см. приложение) для заданного номинального размера по интервалу номинальных размеров и квалитету по ЕСДП.

3. Записать ответ с найденными предельными отклонениями.

4. Проверить правильность своего решения по третьему принципу построения СДП (по таблицам посадок в системе отверстия и вала).

По записи соединения определить:

- посадку соединения в системе отверстия (вала);
- основное отверстие (вал);

Обращаемся к таблице полей допусков валов и отверстий 4 (см. приложение), в которой по системе отверстия (вала) найти для заданных значений:

- основного отверстия (вала) требуемую таблицу, по которой определяются основные отклонения отверстия (вала), результат записать;

- поля допуска вала (отверстия) требуемую таблицу, по которой определяются основные отклонения вала (отверстия) для образования посадок с зазорами, переходных или с натягами, результат записать;

5. Записать ответ с найденными предельными отклонениями и сравнить его с ответом по п.3.

6. Определить по качеству метод финишной обработки поверхностей соединения, используя таблицу 3 приложения.

3 Подготовка к тестированию.

1. Повторить пройденные темы.

2. Ответить на вопросы тестового задания

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №1.

Тема: Направления развития национальной системы стандартизации.

Тема: Область применения посадок

Тема: Зависимые и независимые допуски формы и расположения поверхностей.

Тема: Шероховатость поверхности и ее влияние на износостойкость.

Тема: Измерение с помощью синусной линейки.

Тема: Примеры обозначения полей допусков.

Тема: Область применения посадок зубчатых колес в автомобильном транспорте.

Цель: подготовить презентации на заданные темы. **Оборудование:** ПК, интернет.

Справочный материал: ГОСТ Р 1.0-2004 "Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения"

Общие теоретические сведения.

Системой допусков и посадок (СДП) называется совокупность рядов допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов. Система предназначена для выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов допусков и посадок типовых соединений деталей машин, дает возможность стандартизировать режущие инструменты и калибры, облегчает конструирование, производство и взаимозаменяемость деталей машин, а также обуславливает их качество.

Принципы построения системы допусков и посадок (СДП).

Первый принцип построения СДП - установлено 20 квалитетов и определены формулы для расчета допусков.

Допуск (IT) рассчитывается по формуле: $IT = k_i$,

где k — число единиц допуска, установленное для каждого квалитета;

i — единица допуска, зависящая только от размера (см. приложение табл.3).

Стандартом установлены интервалы размеров, внутри которых значение допуска для данного квалитета не меняется.

Значения допусков для установленных интервалов в диапазоне размеров до 500 мм приведены в таблице 2 приложения.

Второй принцип построения СДП (установлено 27 основных отклонений валов и 27 основных отклонений отверстий)

Основное отклонение — одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии. Основным является отклонение, ближайшее к нулевой линии.

Основные отклонения отверстий обозначаются прописными буквами латинского алфавита, валов — строчными. Схема расположения основных отклонений для вала и отверстия приведена на рис.1 приложения.

Для обеспечения образования посадок в системе вала, аналогичных

посадкам в системе отверстия, существует общее правило построения основных отклонений, заключающееся в том, что основные отклонения отверстий равны по величине и противоположны по знаку основным отклонениям валов, обозначенным той же буквой. Из этого правила сделано исключение для получения идентичных зазоров и натягов в системе вала и в системе отверстия у переходных и прессовых посадок.

Третий принцип построения СДП (предусмотрены системы образования посадок)

Предусмотрены посадки в системе отверстия и в системе вала.

Посадки в системе отверстия — посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия (рис. 1.5, а).

Основное отверстие (H) — отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю.

Посадки в системе вала — посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала (рис. 1.5, б).

Основной вал (h) — вал, верхнее отклонение которого равно нулю.

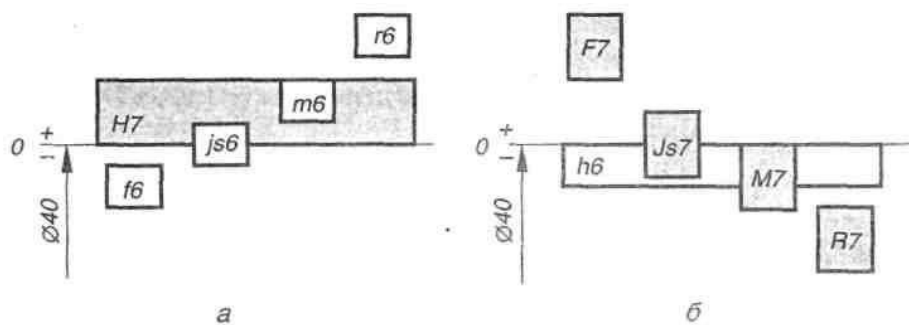


Рис. 1.5

Точные отверстия обрабатываются дорогостоящим мерным инструментом (зенкерами, развертками, протяжками и т. п.). Каждый такой инструмент применяют для обработки только одного размера с определенным полем допуска. Валы же независимо от их размера обрабатывают одним и тем же резцом или шлифовальным кругом.

При широком применении системы вала необходимость в мерном инструменте многократно возрастет, поэтому **предпочтение отдается системе отверстия.**

Задание 1. Определить тему и назначения презентации

Задание 2. Создать схему (сценарий) презентации

Задание 3. Спланировать содержание всех слайдов, их стиль.

Задание 4. Написать предполагаемые источники используемой информации для написания реферата.

Задание 5:

Из чертежа выписан размер соединения с полями допусков (по заданию своего варианта).

1. По номинальному размеру, качеству и основному отклонению определить верхние и нижние отклонения отверстия и вала, используя необходимые таблицы и расчетные формулы.

2. Проверить правильность своего решения по таблицам посадок в системе отверстия и вала.

3. Определить по качеству метод финишной обработки поверхности детали.

4. Подробно записать решение своего варианта по всем пунктам выполнения работы.

5. Схематически изобразить поля допусков.

Варианты заданий:

Таблица 1

Вариант	d max, мм	d min, мм	Вариант	d max, мм	d min, мм
1	20,975	20,855	13	15,115	15,044
2	24,970	24,922	14	19,174	19,067
3	27,975	27,885	15	17,155	17,030
4	14,984	14,914	16	8,075	8,055
5	26,935	26,883	17	24,172	24,122
6	17,950	17,911	18	18,075	18,085
7	29,975	29,955	19	12,075	12,045
8	29,988	29,934	20	26,997	26,922
9	15,015	14,885	21	23,928	23,896
10	20,05	20,005	22	13,075	13,055
11	28,097	28,007	23	34,970	34,922
12	30,475	30,185	24	26,975	26,834

Ход работы:

1. По заданию своего варианта (см. таблицу 1) выписать размер соединения с полями допусков, из условия определить номинальный размер, качество и основное отклонение отверстия и вала.

2. Используя второй принцип построения СДП определить верхние и нижние отклонения отверстия и вала, применяя необходимые таблицы и расчетные формулы. Решение выполняется в следующем порядке:

- для номинального размера выписать основные отклонения отверстия и вала (см. таблицу 1 приложения);

- найти вторые предельные отклонения отверстия и вала, зависящие от качества и допуска следующим образом. Если основное отклонение является верхним отклонением (es для вала и ES для отверстия), то второе предельное отклонение – нижнее отклонение вала ei (EI отверстия), определяется по формулам:

$$e_i = e_s - IT_g; EI = ES - IT_g.$$

Когда основное отклонение является нижним отклонением (e_i для вала и EI для отверстия), то второе предельное отклонение – верхнее отклонение e_s вала (ES отверстия), определяется по формулам:

$$e_s = e_i + IT_g; ES = EI + IT_g.$$

Допуск (IT_g) по заданному качеству выписать из таблицы 2 (см. приложение) для заданного номинального размера по интервалу номинальных размеров и качеству по ЕСДП.

3. Записать ответ с найденными предельными отклонениями.

4. Проверить правильность своего решения по третьему принципу построения СДП (по таблицам посадок в системе отверстия и вала).

По записи соединения определить:

- посадку соединения в системе отверстия (вала);

- основное отверстие (вал);

Обращаемся к таблице полей допусков валов и отверстий 4 (см. приложение), в которой по системе отверстия (вала) найти для заданных значений:

- основного отверстия (вала) требуемую таблицу, по которой определяются основные отклонения отверстия (вала), результат записать;

- поля допуска вала (отверстия) требуемую таблицу, по которой определяются основные отклонения вала (отверстия) для образования посадок с зазорами, переходных или с натягами, результат записать;

5. Записать ответ с найденными предельными отклонениями и сравнить его с ответом по п.3.

6. Определить по качеству метод финишной обработки поверхностей соединения, используя таблицу 3 приложения.

Контрольные вопросы:

1. Что называется системой допусков и посадок (СДП)?
2. Для чего предназначена система?
3. Что такое качество?
4. Какие качества применяются для сопрягаемых поверхностей?
5. Как находится по таблице основное отклонение отверстия (вала)?
6. Что такое система отверстия (вала)?

Исходные данные. Условия работы однорядного шарикового радиального подшипника с условным обозначением 208 (размеры $d = 40$ мм, $D = 80$ мм, $B = 18$ мм, $r = 2$ мм), нормального класса точности, следующие: вращается вал, вал сплошной; радиальная нагрузка на опору $F_r = 12$ кН; нагрузка умеренная, перегрузка до 150%; осевая нагрузка F_a незначительная; корпус неразъемный.

Требуется:

- определить виды нагружения колец подшипника качения;
- выбрать посадки внутреннего кольца с валом и наружного кольца с отверстием корпуса;

- определить предельные отклонения для сопрягаемых поверхностей колец, вала и отверстия корпуса;
- изобразить схемы полей допусков для выбранных посадок и рассчитать характеристики посадок;
- определить требования к шероховатости, допуски формы и расположения посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса;
- указать выбранные посадки подшипников качения с посадочными поверхностями вала и отверстия корпуса на сборочном чертеже;
- указать поля допусков на присоединительные диаметры, требования к точности формы, расположения и шероховатости посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса на их рабочих чертежах.

Решение.

1. Определяем вид нагружения колец подшипника: при вращающемся вале и постоянно действующей нагрузке F_r внутреннее кольцо испытывает циркуляционное нагружение, а наружное кольцо – местное нагружение. и выбираем посадки для подшипника качения с валом и отверстием корпуса, строим схемы полей допусков для выбранных посадок рассчитываем их характеристики.

Посадка внутреннего кольца с валом

•При циркуляционном нагружении внутреннего кольца рассчитываем интенсивность нагрузки P_r по формуле

$$P_r = \frac{F_r}{b} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = \frac{12000}{14} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 857 \text{ Н/м},$$

где коэффициенты: $k_1 = 1$ – нагрузка умеренная, перегрузка до 150% (прил. 6); $k_2 = 1$ – вал сплошной (прил. 7); $k_3 = 1$ – подшипник однорядный, осевая нагрузка незначительная (прил. 8); $b = B - 2r = 18 - 4 = 14$ мм (где $B = 18$ мм, $r = 2$ мм); F_r – радиальная нагрузка на опору, $F_r = 12000$ Н.

Для сопряжения вала $\varnothing 40$ с внутренним кольцом, испытывающим циркуляционное нагружение, с нормальным классом точности подшипника и интенсивностью нагрузки $P_r = 857$ Н/м, выбираем поле допуска вала $k6$ (прил. 9).

Посадка $\varnothing 40 L0/k6$ – посадка с натягом.

•Определяем предельные отклонения среднего диаметра d_m отверстия внутреннего кольца подшипника качения нормального к точности по ГОСТ 520-2011 [4] (прил. 5) и рассчитываем предельные размеры:

верхнее отклонение $ES_{dm} = 0$; нижнее отклонение $EI_{dm} = -0,012$ мм. $d_{mmax} =$

$$d_m + ES_{dm} = 40,0 + 0 = 40,0 \text{ мм};$$

$$d_{mmin} = d_m + EI_{dm} = 40,0 + (-0,012) = 39,988 \text{ мм}.$$

•Определяем предельные отклонения для вала $\varnothing 40k6$ по ГОСТ 25346-89(прил.12,13)и рассчитываем предельные размеры: верхнее отклонение $es = +0,018$ мм;

нижнее отклонение $ei = +0,002$ мм;

$d_{max} = d + es = 40,0 + (+0,018) = 40,018$ мм; $d_{min} = d + ei = 40,0 + (+0,002) = 40,002$ мм.

- Строим схему полей допусков для выбранной посадки

+0,018

+0,002

Рассчитываем характеристики посадки с натягом Ø40 L0/k6: Наибольший натяг $N_{max} = d_{max} - d_{min} = 40,018 - 39,988 = 0,030$ мм. Наименьший натяг $N_{min} = d_{min} - d_{max} = 40,002 - 40,0 = 0,002$ мм. Средний натяг $N_m = (N_{max} + N_{min})/2 = (0,030 + 0,002)/2 = 0,016$ мм. Допуск натяга $T_N = N_{max} - N_{min} = 0,030 - 0,002 = 0,028$ мм.

Посадка наружного кольца с корпусом

- При местном нагружении наружного кольца подшипника нормального класса точности, при неразъемном корпусе, учитывая, что нагрузка умеренная и перегрузка до 150%, для диаметра отверстия корпуса $D = 80$ мм выбираем поле допуска H7 (прил. 11)

Посадка Ø80 H7/l0 – посадка с зазором.

- Определяем предельные отклонения среднего диаметра D_m наружного диаметра наружного кольца подшипника качения нормально-го класса точности по ГОСТ 520-2011 [4] (см. прил. 5) и рассчитываем предельные размеры: верхнее отклонение $es_{Dm} = 0$; нижнее отклонение $ei_{Dm} = -0,013$ мм;

- Определяем предельные отклонения для отверстия Ø80 H7 корпуса по ГОСТ 25346-89 (прил. 12, 14) и рассчитываем предельные размеры:

верхнее отклонение $ES = +0,030$ мм; нижнее отклонение $EI = 0$.

- Строим схему полей допусков для выбранной посадки (рис. 1).

Рассчитываем характеристики посадки с зазором Ø80 H7/l0: Наименьший зазор $S_{min} = D_{min} - D_{max} = 80 - 80 = 0$ мм. Наибольший зазор $S_{max} = D_{max} - D_{min} = 80,03 - 79,987 = 0,043$ мм. Средний зазор $S_m = (S_{max} + S_{min})/2 = (0,043 + 0)/2 = 0,0215$ мм. Допуск зазора $T_S = S_{max} - S_{min} = 0,043 - 0 = 0,043$ мм.

2. Определяем требования к шероховатости, допуски формы и расположения посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса под подшипник качения нормального класса точности

Для вала:

- параметр шероховатости $R_a = 1,25$ мкм для посадочной поверхности вала

$d = 40$ мм (прил. 2);

- параметр шероховатости $R_a = 2,5$ мкм для торцов заплечиков вала $d = 40$ мм (см. прил. 2);

- допуск круглости $TFK = 0,004$ мм для посадочной поверхности вала $d = 40$ мм (прил. 3);

- допуск профиля продольного сечения $TFP = 0,004$ мм для посадочной поверхности вала $d = 40$ мм (см. прил. 3);

- допуск торцового биения $TCA = 0,025$ мм для заплечиков вала $d = 40$ мм (прил. 4).

Для отверстия корпуса:

- параметр шероховатости $R_a = 1,25$ мкм для посадочной поверхности

отверстия $D = 80$ мм (см. прил. 2);

- параметр шероховатости $R_a = 2,5$ мкм для торцов заплечиков отверстия

$D = 80$ мм (см. прил. 2);

- допуск круглости $TFK = 0,0075$ мм для посадочной поверхности отверстия $D = 80$ мм (см. прил. 3); допуск профиля продольного сечения $TFP = 0,0075$ мм для посадочной поверхности отверстия $D = 80$ мм (см. прил. 3);

- допуск торцового биения $TCA = 0,046$ мм для заплечиков отверстия $D = 80$ мм (см. прил. 4).

3. Указываем:

- обозначение посадок подшипника качения с валом и отверстием корпуса (рис. 5, а);

- обозначение полей допусков и значения предельных отклонений диаметров, допуски формы и расположения, требования к шероховатости посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса под подшипник качения (рис. 2, б).

3. Задание по работе

Пользуясь данными методических указаний, ознакомиться с основными положениями по выбору посадок для подшипников качения.

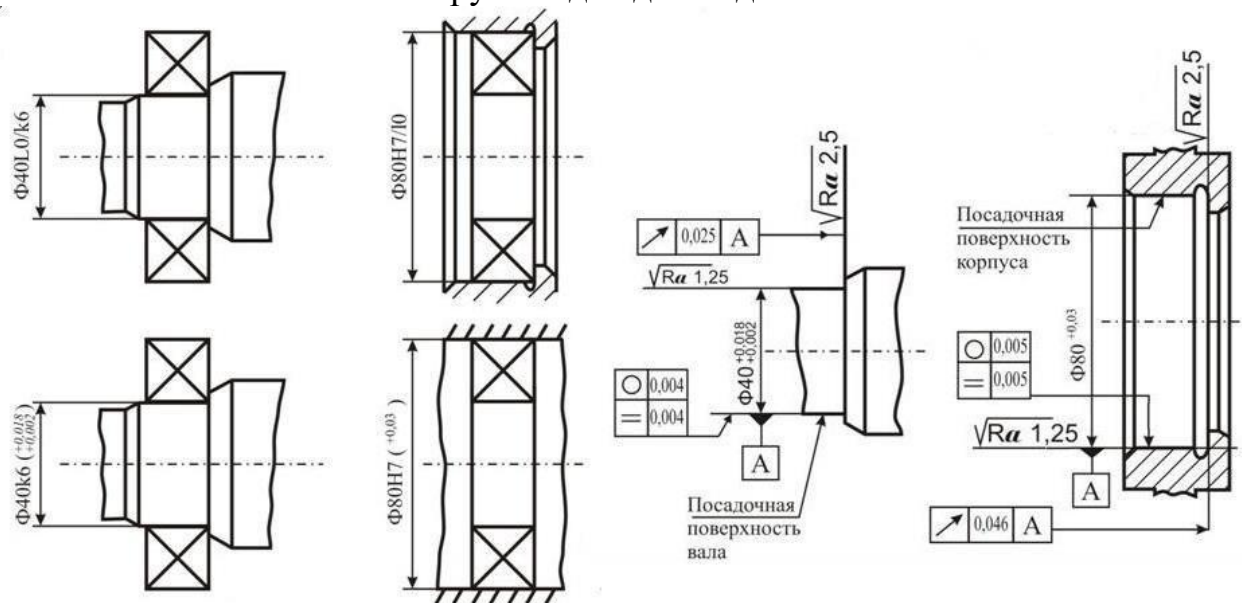


Рис.2. Обозначение посадок подшипника качения на сборочном чертеж(а) и требования к геометрическим параметрам посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса под подшипник качения на рабочих чертежах (б)

Для заданного варианта задания (прил. 15):

- 1) определить виды нагружения колец подшипника
- 2) выбрать посадки для наружного и внутреннего колец подшипника с валом и отверстием корпуса, определить предельные отклонения сопрягаемых поверхностей для выбранных посадок, построить для них схемы полей допусков и рассчитать характеристики выбранных посадок;

3) определить требования к шероховатости, допуски формы и расположения посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса под подшипник качения;

4) указать обозначение выбранных посадок подшипникового узла на сборочном чертеже и требования к геометрическим параметрам посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса под подшипники качения на рабочих чертежах.

4. Методика выполнения работы

- Определить виды нагружения колец подшипника.

- Выбрать посадки для подшипника качения с валом и отверстием корпуса (прил. 9–11).

- Определить предельные отклонения и предельные размеры посадочных поверхностей колец по средним диаметрам для заданного подшипника качения по ГОСТ 520-2011 [4] (см. прил. 5).

- Определить предельные отклонения и предельные размеры посадочных мест вала и отверстия корпуса по ГОСТ 25346-89 [8] (прил. 12–14).

- Построить схемы полей допусков для выбранных посадок подшипника качения с валом и отверстием корпуса и рассчитать характеристики посадок.

- Определить требования к шероховатости, допуски круглости, профиля продольного сечения для посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса, допуск торцового биения заплечиков вала и отверстия корпуса, и указать их на рабочих чертежах вала и отверстия корпуса (см. прил. 2–4).

- Указать обозначение посадок подшипникового узла на сборочном чертеже и требования к геометрическим параметрам посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса под подшипник качения.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как нормируется точность подшипников качения?

2. Какие классы точности установлены для подшипников качения?

3. Какие факторы влияют на выбор посадок подшипников качения?

4. Какие виды нагружения различают для колец подшипников качения?

5. Как местное, циркуляционное и колебательное нагружения колец влияют на характер посадок в подшипниковом узле?

6. От чего зависят требования к точности геометрических параметров посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса под подшипники качения?

Тест по метрологии:

1. **Укажите цель метрологии:**

1) обеспечение единства измерений с необходимой и требуемой, точностью;

2) разработка и совершенствование средств и методов измерений повышения их точности

3) разработка новой и совершенствование, действующей правовой и нормативной базы;

- 4) совершенствование эталонов единиц измерения для повышения их точности;
- 5) усовершенствование способов передачи единиц измерений от эталона к измеряемому объекту.

2. Укажите задачи метрологии:

- 1) обеспечение единства измерений с необходимой и требуемой точностью;
- 2) разработка и совершенствование средств и методов измерений; повышение их точности;
- 3) разработка новой и совершенствование действующей правовой и нормативной базы;
- 4) совершенствование эталонов единиц измерения для повышения их точности;
- 5) усовершенствование способов передачи единиц измерений от эталона к измеряемому объекту;
- 6) установление и воспроизведение в виде эталонов единиц измерений.

3. Охарактеризуйте принцип метрологии «единство измерений»:

- 1) разработка и/или применение метрологических средств, методов, методик и приемов основывается на научном эксперименте и анализе;
- 2) состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы;
- 3) состояние средства измерений, когда они проградуированы в узаконенных единицах и их метрологические характеристики соответствуют установленным нормам.

4. Какие из перечисленных способов обеспечивают единство измерения:

- 1) применение узаконенных единиц измерения;
- 2) определение систематических и случайных погрешностей, учет их в результатах измерений;
- 3) применение средств измерения, метрологические характеристики которых соответствуют установленным нормам;
- 4) проведение измерений компетентными специалистами.

5. Какой раздел посвящен изучению теоретических основ метрологии:

- 1) законодательная метрология;
- 2) практическая метрология;
- 3) прикладная метрология;
- 4) теоретическая метрология;
- 5) экспериментальная метрология.

6. Какой раздел рассматривает правила, требования и нормы, обеспечивающие регулирование и контроль за единством измерений:

- 1) законодательная метрология;
- 2) практическая метрология;
- 3) прикладная метрология;
- 4) теоретическая метрология;

5) экспериментальная метрология.

7. Укажите объекты метрологии:

- 1) Ростехрегулирование;
- 2) метрологические службы;
- 3) метрологические службы юридических лиц;
- 4) нефизические величины;
- 5) продукция;
- 6) физические величины.

8. Как называется качественная характеристика физической величины:

- 1) величина;
- 2) единица физической величины;
- 3) значение физической величины;
- 4) размер;
- 5) размерность

9. Как называется количественная характеристика физической величины:

- 1) величина;
- 2) единица физической величины;
- 3) значение физической величины;
- 4) размер;
- 5) размерность.

10. Как называется значение физической величины, которое идеальным образом отражало бы в качественном и количественном отношениях соответствующую физическую величину:

- 1) действительное;
- 2) искомое;
- 3) истинное;
- 4) номинальное;
- 5) фактическое.

11. Как называется значение физической величины, найденное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному, что для поставленной задачи может его заменить:

- 1) действительное;
- 2) искомое;
- 3) истинное;
- 4) номинальное;
- 5) фактическое.

12. Как называется фиксированное значение величины, которое принято за единицу данной величины и применяется для количественного выражения однородных с ней величин:

- 1) величина;
- 2) единица величины;
- 3) значение физической величины;

4) показатель;

5) размер.

13. Назовите субъекты государственной метрологической службы.

1) Ростехрегулирование

2) Государственный научный метрологический центр;

3) метрологическая служба отраслей;

4) метрологическая служба предприятий;

5) Российская калибровочная служба;

6) центры стандартизации, метрологии и сертификации.

14. Дайте определение понятия «методика измерений»:

1) исследование и подтверждение соответствия методик (методов) измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям;

2) совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности;

3) совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений;

4) совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины;

5) совокупность средств измерений, предназначенных для измерений одних и тех же величин, выраженных в одних и тех же единицах величин, основанных на одном и том же принципе действия, имеющих одинаковую конструкцию и изготовленных по одной и той же технической документации.

15. Как называется анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований применительно к объекту, подвергаемому экспертизе:

1) аккредитация юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на выполнение работ и/или оказание услуг области обеспечения единства измерений;

2) аттестация методик (методов) измерений;

3) государственный метрологический надзор;

4) метрологическая экспертиза;

5) поверка средств измерений;

6) утверждение типа стандартных образцов или типа средств измерений.

16. Как называется совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины:

1) величина;

2) значение величин;

3) измерение;

4) калибровка;

5) поверка.

17. Укажите виды измерений по способу получения информации:

1) динамические;

2) косвенные;

3) многократные;

- 4) однократные;
- 5) прямые;
- 6) совместные;
- 7) совокупные.

18. Укажите виды измерений по количеству измерительной информации:

- 1) динамические;
- 2) косвенные;
- 3) многократные;
- 4) однократные;
- 5) прямые;
- 6) статические.

19. Укажите виды измерения по характеру изменения получаемой информации в процессе измерения:

- 1) динамические;
- 2) косвенные;
- 3) многократные; 4) однократные 5) прямые; 6) статические.

20. Укажите виды измерений по отношению к основным единицам

- 1) абсолютные
- 2) динамические
- 3) косвенные
- 4) относительные
- 5) прямые
- 6) статические

21. При каких видах измерений искомое значение величины получают непосредственно от средства измерений:

1) при динамических; 2) при косвенных; 3) при многократных; 4) при однократных; 5) при прямых; 6) при статических.

22. Укажите виды измерений, при которых определяются фактические значения нескольких одноименных величин, а значение искомой величины находят решением системы уравнений:

1) дифференциальные; 2) прямые; 3) совместные; 4) совокупные; 5) сравнительные.

23. Укажите виды измерений, при которых определяются фактические значения нескольких неоднородных величин для нахождения функциональной зависимости между ними:

1) преобразовательные; 2) прямые; 3) совместные; 4) совокупные; 5) сравнительные

24. Укажите виды измерений, при которых число измерений равняется числу измеряемых величин:

- 1) абсолютные;
- 2) косвенные;
- 3) многократные;
- 4) однократные;

- 5) относительные
- 6) прямые.

25. Какие средства измерений предназначены для воспроизведения и/или хранения физической величины:

- 1) вещественные меры; 2) индикаторы; 3) измерительные приборы;
- 4) измерительные системы; 5) измерительные установки;
- 6) измерительные преобразователи; 7) стандартные образцы материалов и веществ; 8) эталоны.

26. Какие средства измерений представляют собой совокупность измерительных преобразователей и отсчетного устройства:

- 1) вещественные меры; 2) индикаторы; 3) измерительные приборы;
- 4) измерительные системы; 5) измерительные установки.

27. Какие средства измерений состоят из функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, территориально разобщенных и соединенных каналами связи:

- 1) вещественные меры; 2) индикаторы; 3) измерительные приборы;
- 4) измерительные системы; 5) измерительные установки;
- 6) измерительные преобразователи

28. Какие средства измерений состоят из функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, собранных в одном месте:

- 1) измерительные приборы; 2) измерительные системы; 3) измерительные установки; 4) измерительные преобразователи; 5) эталоны.

29. Физическая величина — это:

- 1) свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам, но индивидуальное в количественном;
- 2) сравнение неизвестной величины с известной и выражение первой через вторую в кратном или дольном отношении;
- 3) установление качественных характеристик искомой физической величины;
- 4) установление количественных характеристик искомой физической величины.

30. Какие технические средства предназначены для обнаружения физических свойств:

- 1) вещественные меры; 2) измерительные приборы; 3) измерительные системы; 4) индикаторы;
- 5) средства измерения.

31. Укажите нормированные метрологические характеристики средств измерений:

- 1) диапазон показаний; 2) точность измерений; 3) единство измерений;
- 4) порог измерений; 5) воспроизводимость; 6) погрешность.

32. Как называется область значения шкалы, ограниченная начальным и конечным значением:

- 1) диапазон измерения;

- 2) диапазон показаний;
- 3) погрешность;
- 4) порог чувствительности;
- 5) цена деления шкалы.

33. Как называются технические средства, предназначенные для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины:

- 1) вещественные меры;
- 2) индикаторы;
- 3) измерительные преобразователи;
- 4) стандартные образцы материалов и веществ;
- 5) эталоны.

34. Укажите средства поверки технических устройств:

- 1) измерительные системы;
- 2) измерительные установки;
- 3) измерительные преобразователи;
- 4) калибры;
- 5) эталоны.

35. Какие требования предъявляются к эталонам:

- 1) размерность;
- 2) погрешность;
- 3) неизменность;
- 4) точность;
- 5) воспроизводимость; 6) сличаемость.

36. Какие эталоны передают свои размеры вторичным эталонам:

- 1) международные эталоны;
- 2) вторичные эталоны;
- 3) государственные первичные эталоны,
- 4) калибры;
- 5) рабочие эталоны;

37. В чем состоит принципиальное отличие поверки от калибровки:

- 1) обязательный характер;
- 2) добровольный характер;
- 3) заявительный характер;
- 4) правильного ответа нет.

38. Какие эталоны передают информацию о размерах рабочим средствам измерения:

- 1) государственные первичные эталоны;
- 2) государственные вторичные эталоны;
- 3) калибры;
- 4) международные эталоны;
- 5) рабочие средства измерения;
- 6) рабочие эталоны.

39. Как называется совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям:

- 1) поверка;
- 2) калибровка;
- 3) аккредитация;
- 4) сертификация;
- 5) лицензирование;
- 6) контроль;
- 7) надзор.

40. Калибровка — это:

- 1) совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям;
- 2) совокупность основополагающих нормативных документов, предназначенных для обеспечения единства измерений с требуемой точностью;
- 3) Совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений.+

41. Каковы альтернативные результаты поверки средств измерений:

- 1) знак поверки;
- 2) свидетельство о поверке;
- 3) подтверждение пригодности к применению;
- 4) извещение о непригодности;
- 5) признание непригодности к применению.

42. Укажите способы подтверждения пригодности средства измерения к применению:

- 1) нанесение знака поверки;
- 2) нанесение знака утверждения типа;
- 3) выдача извещения о непригодности;
- 4) выдача свидетельства о поверке;
- 5) выдача свидетельства об утверждении типа.

Информационное обеспечение обучения

Печатные и электронные издания

Основные учебные издания:

1. Хрусталева, З.А. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: учебное пособие / Хрусталева З.А. — Москва: КноРус, 2025. — 171 с. — ISBN 978-5-406-03241-1. — URL: <https://book.ru/book/937033>. — Текст: электронный.
2. Шишмарев, В.Ю. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Шишмарев В.Ю. — Москва: КноРус, 2025. — 304 с. — ISBN 978-5-406-08290— URL: <https://book.ru/book/940950> — Текст: электронный.

Дополнительные учебные издания:

3. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Мельников В.П., под ред., Шулепов А.В., Васильева Т.Ю. — Москва: КноРус, 2025. — 441 с. — ISBN 978-5-406-08785-5. — URL: <https://book.ru/book/940990>. — Текст: электронный.
4. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Зайцев С.А., под ред., Вячеславова О.Ф., Парфеньева И.Е. — Москва: КноРус, 2025. — 174 с. — ISBN 978-5-406-01901-6. — URL: <https://book.ru/book/938687> Текст: электронный.
5. Николаева, М. А. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия. Практикум : учебное пособие / М.А. Николаева, Л.В. Карташова, Т.П. Лебедева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 115 с. — DOI 10.12737/1160867. - ISBN 978-5-16-016472-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1160867>
6. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов. — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2025. — 791 с. — ISBN 978-5-4487-0335-5. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROОбразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/79771>

3.2.2.Интернет ресурсы

7. <http://www.asms.ru/> Академия стандартизации, метрологии и сертификации
8. <http://metro.ru/> Метрология. Метрологическое обеспечение производства
9. <http://www.gost.ru/wps/portal/> Росстандарт

Электронно-библиотечная система:

10. ЭБС «PROFобразование»
11. ЭБС «Book.ru»
12. ЭБС «Znanium»