

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М. Ф. Решетнева

# **МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ**

*Методические указания к выполнению расчетно-графической работы  
для студентов бакалавриата по направлению подготовки 15.03.02  
«Технологические машины и оборудование», профиль «Машины  
и оборудование лесного комплекса», и 35.03.02 «Технология  
лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств»,  
профили «Технология деревообработки» и «Лесоинженерное дело»,  
всех форм обучения*

Красноярск 2017

УДК 389

Рецензент

кандидат технических наук, доцент Н. А. РОМАНОВА  
(Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М. Ф. Решетнева)

Печатается по решению научно-методического совета  
филиала СибГУ им. М. Ф. Решетнева в г. Лесосибирске

**Метрология, стандартизация, сертификация** : метод. указания к выполнению расчетно-графической работы для студентов бакалавриата по направлениям подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профиль «Машины и оборудование лесного комплекса», и 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», профили «Технология деревообработки» и «Лесоинженерное дело», всех форм обучения / сост. Н. А. Петрушева ; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2017. – 36 с.

Учебно-методическое издание

## **МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ**

*Методические указания*

Составитель

**Петрушева** Надежда Александровна

Редактор *Т. Е. Ильющенко*

Оригинал-макет и верстка *А. А. Ловчиковой*

Подписано в печать 29.06.2017. Формат 60×84/16. Бумага офисная.

Печать плоская. Усл. печ. л. 2,1. Уч.-изд. л. 2,3. Тираж 50 экз.

Заказ С 948.

Санитарно-эпидемиологическое заключение

№ 24.49.04.953.П.000032.01.03 от 29.01.2003 г.

Редакционно-издательский отдел СибГУ им. М. Ф. Решетнева

Отпечатано в редакционно-издательском центре

СибГУ им. М. Ф. Решетнева

660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31.

© СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие указания .....	4
Допуски и посадки. Основные сведения .....	5
Технические измерения. Основные сведения .....	12
Пример выполнения расчетной части пояснительной записки расчетно-графической работы .....	15
Библиографический список .....	21
Приложения .....	22

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Расчетно-графическая работа по учебной дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» является самостоятельной работой. В процессе выполнения расчетно-графической работы студент приобретает необходимые практические навыки проектирования. При защите расчетно-графической работы студент должен аргументированно объяснить принятые им решения.

Студенты, обучающиеся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профиль «Машины и оборудование лесного комплекса», очной формы обучения, выполняют расчетно-графическую работу в 5-м семестре, заочной формы обучения – в 6-м семестре.

Студенты, обучающиеся по направлению подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», профили «Технология деревообработки» и «Лесоинженерное дело», очной формы обучения, выполняют расчетно-графическую работу во 2-м семестре, заочной формы обучения – в 4-м семестре.

Темой расчетно-графической работы является графическое изображение полей допусков и расчет параметров посадок гладких изделий.

Задание на расчетно-графическую работу выбирают по таблице прил. 1 согласно последним двум цифрам зачетной книжки. Например, при номере зачетной книжки 743644 выполняется вариант 14. Задания составлены для тридцати восьми вариантов, в каждом из которых присутствуют три вида посадок на заданный номинальный сопрягаемый размер: посадка с натягом, посадка с зазором и переходная посадка. Выполнение расчетов и графических схем допусков осуществляется согласно методическим указаниям и примеру (с. 15).

Расчетно-графическая работа состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка имеет объем 10–15 страниц формата А4. Содержание пояснительной записки изложено на бланке задания на расчетно-графическую работу (прил. 2) и не подлежит изменению.

Графическая часть расчетно-графической работы представляет собой графическое изображение полей допусков и расчет параметров посадок гладких изделий, выполненных на листе миллиметровой бумаги формата А3.

Титульный лист расчетно-графической работы оформляется в соответствии с прил. 3. В прил. 4 размещены справочные таблицы.

Литература библиографического списка содержит все необходимые теоретические сведения.

## ДОПУСКИ И ПОСАДКИ. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

В соответствии с ГОСТ 25346–89 устанавливаются основные определения допусков и посадок для гладких цилиндрических соединений.

Поверхности разделяются на сопрягаемые и свободные.

Сопрягаемые – поверхности, по которым детали соединяются в сборочные единицы.

Свободные – поверхности, не предназначенные для соединения с поверхностями других деталей, но конструктивно необходимые.

Размеры подразделяются на номинальные, действительные и предельные.

Номинальные – размеры, относительно которых отсчитывают отклонения. Они являются основными конструктивными размерами деталей и их соединений. Сопрягаемые поверхности имеют общий номинальный размер (обозначаются  $D, d$ ).

Действительные – размеры, замеренные инструментально с допустимой погрешностью (обозначаются  $D_r, d_r$ ).

Предельные – два предельно допустимых размера, между которыми может находиться действительный размер. Существуют наибольший и наименьший предельные размеры (обозначаются  $D_{\max}, D_{\min}; d_{\max}, d_{\min}$ ).

Отклонения – алгебраическая разность между размерами действительным, предельным и соответствующим номинальным размером. Отклонения отверстий обозначают  $E$ , а отклонения валов –  $e$ . Отклонения подразделяются на действительные и предельные.

Действительные ( $E_r, e_r$ ) – отклонения, которые равны алгебраической разности между действительным и номинальным размерами:

$$E_r = D_r - D; e_r = d_r - d. \quad (1)$$

Предельные – отклонения, равные алгебраической разности предельного и номинального размеров. Они бывают:

– верхними:

$$ES = D_{\max} - D; es = d_{\max} - d; \quad (2)$$

– нижними:

$$EI = D_{\min} - D; ei = d_{\min} - d; \quad (3)$$

– средними:

$$E_m = 0,5(ES - EI); e_m = 0,5(es - ei). \quad (4)$$

Зная номинальный размер и предельные отклонения, можно рассчитать предельные размеры и допуск размера.

## Допуски

Допуски размеров равны разности наибольших и наименьших предельных размеров. Их обозначают следующим образом:  $T$  – общее обозначение,  $TD$  – допуск на размер отверстия,  $Td$  – допуск на размер вала:

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

Допуск размеров ограничивает разброс действительных размеров, который обеспечивает нормальную работоспособность деталей и соединений. Все вышеперечисленные размеры показаны на рис. 1.

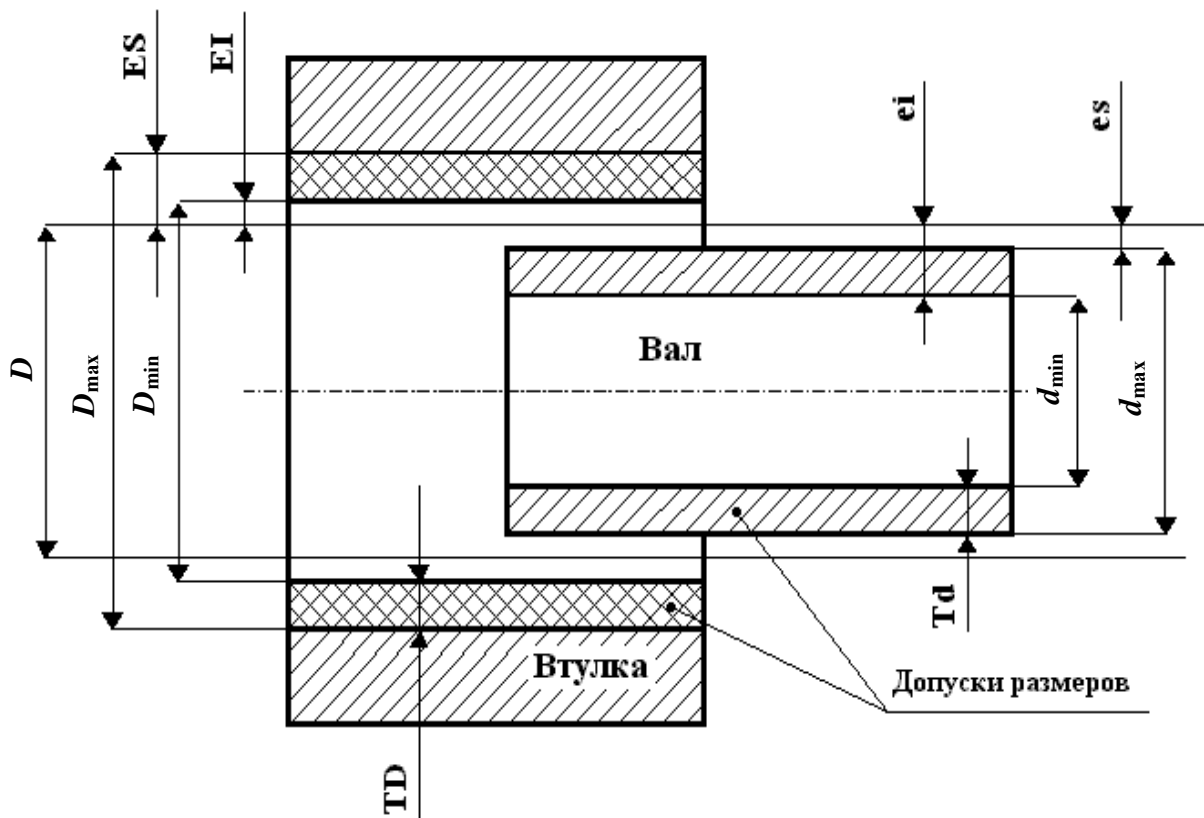


Рис. 1. Схема расположения основных размеров

Исходя из приведенного рисунка можно составить основные зависимости между отклонениями и их размерами:

$$TD = ES - EI; \quad Td = es - ei; \quad (6)$$

$$D_{\min} = D + EI; \quad d_{\min} = d + ei \quad (D = d); \quad (7)$$

$$D_{\max} = D + ES; \quad d_{\max} = d + es. \quad (8)$$

Показанное на рис. 1 изображение допусков и отклонений применяется редко из-за сложности.

Графическое изображение полей допусков размеров (рис. 2) при той же информативности значительно проще и нагляднее, поэтому оно в основном и применяется для анализа полей допусков.

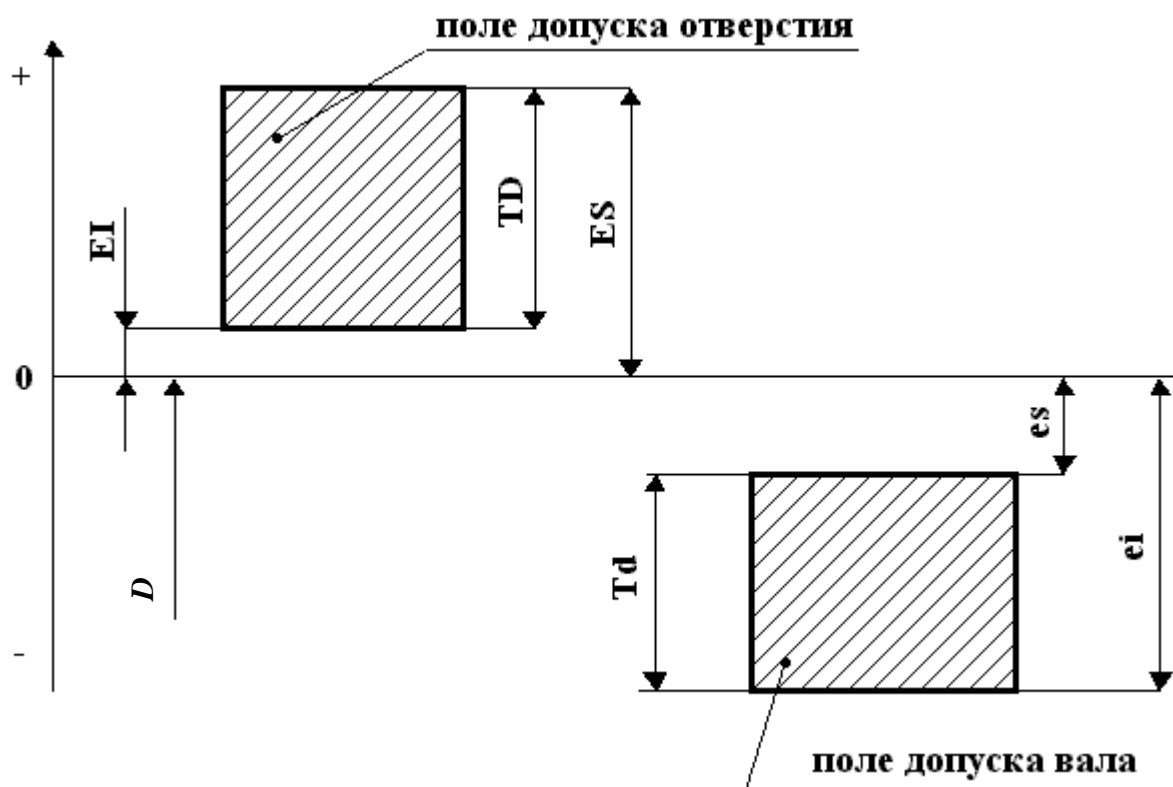


Рис. 2. Графическое изображение полей допусков размеров

На рис. 2 поле допусков – это допуск размера, положение полей допусков изображается заштрихованными зонами. Предельные отклонения откладываются по оси ординат в масштабе миллиметров или микрометров. На таких упрощенных схемах не указывают номинальные и предельные размеры. Линию, соответствующую номинальному размеру, называют нулевой линией.

## Посадки

*Посадкой* называют характер соединения деталей, определяемый условиями работы этого соединения. Детали могут в процессе эксплуатации перемещаться друг относительно друга или закрепляться неподвижно, т. е. они могут иметь большую или меньшую взаимную степень свободы перемещения.

Посадки (рис. 3) в зависимости от степени свободы относительного перемещения подразделяют на посадки с зазором, посадки переходные, посадки с натягом.

Посадки с зазором (рис. 3, а) – посадки, не ограничивающие взаимного перемещения деталей.

Посадки переходные (рис. 3, б) дают возможность получать в соединении как зазоры, так и натяги (применяются в случае ограничения относительного перемещения, при необходимости частой разборки или регулировки относительного перемещения).

Посадки с натягом (рис. 3, в) – посадки, которые обеспечивают относительную неподвижность деталей.

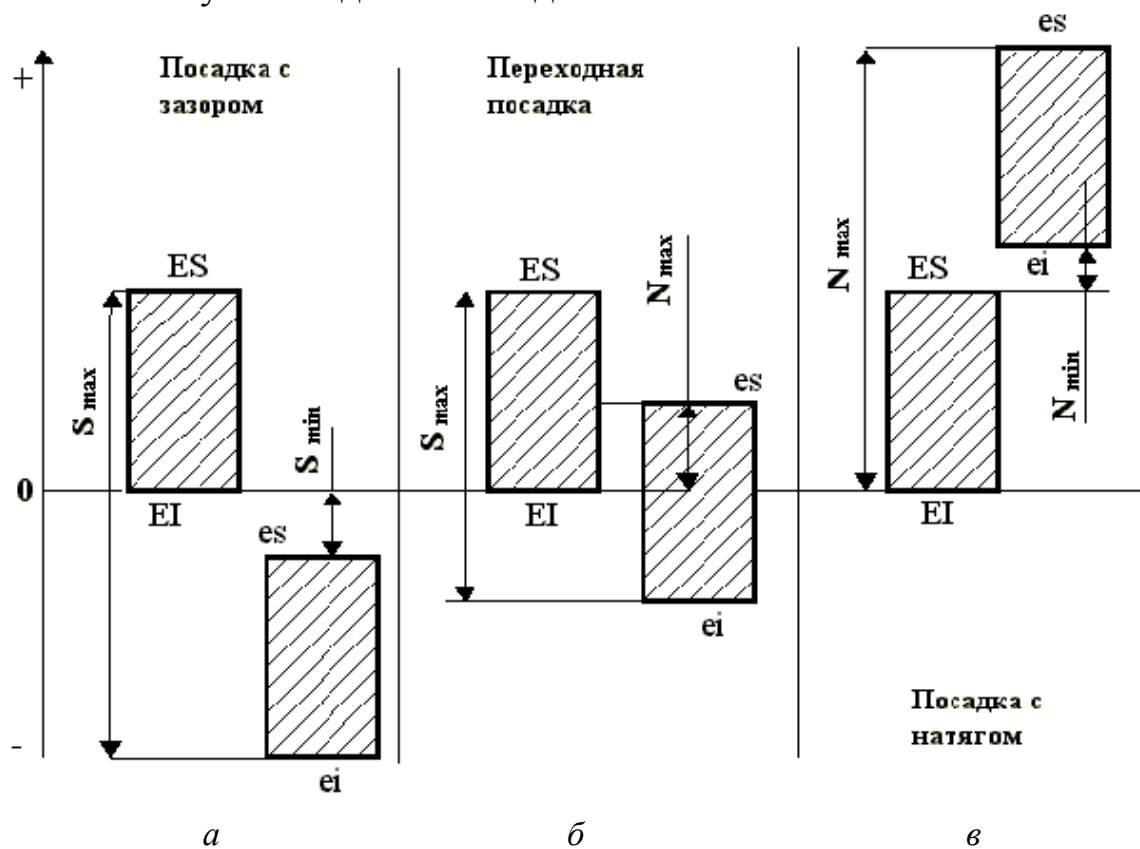


Рис. 3. Схемы посадок

Величины зазоров и натягов в любых посадках можно рассчитать по следующим формулам:

Посадки с зазором:

$$S_{min} = D_{min} - d_{max} = Ei - es; \quad (9)$$

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = Es - ei; \quad (10)$$

$$S_{cp} = (S_{min} + S_{max}) / 2. \quad (11)$$

Посадки с натягом:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI; \quad (12)$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES; \quad (13)$$

$$N_{\text{cp}} = (N_{\max} + N_{\min}) / 2. \quad (14)$$

При расчете и выборе посадок необходимо ориентироваться на средние зазоры и натяги.

### **Международная система допусков и посадок ИСО**

Международная система ИСО создана для возможной унификации национальных систем допусков и посадок с целью обеспечения международных технических связей.

Система ИСО принята во всех развитых и развивающихся странах мира, разработавших на основе рекомендаций и стандартов ИСО свои национальные стандарты.

В ИСО применяют посадки в системе отверстия и в системе вала.

В системе отверстия поле допуска отверстия не зависит от вида посадки, а зависит только от точности изготовления (калитета), при этом посадки образуются за счет изменения поля допуска вала.

В системе вала поле допуска вала не зависит от посадки, а зависит только от точности изготовления (калитета), а посадки образуются только за счет изменения поля допуска отверстия.

Во всех стандартных посадках в системе отверстия нижнее отклонение отверстия всегда равно нулю ( $EI = 0$ ), а в системе вала верхнее отклонение вала всегда равно нулю ( $es = 0$ ).

Номинальные размеры от 1 до 500 мм разделены на 13 интервалов: до 3, 3...6, 6...10, 10...18, 18...30, 30...50, 50...80, 80...120, 120...180, 180...250, 250...315, 315...400, 400...500 мм.

Точности изготовления деталей в каждом интервале одинаковы.

В системе ИСО установлены 20 квалитетов точности, которые обозначаются IT01, IT0, IT2, ..., IT18, и вне зависимости от допуска установлены 28 ближайших от нулевой линии отклонений, которые обозначаются буквами латинского алфавита: прописными для отверстий, строчными для валов.

Схема расположения полей допуска приведена на рис. 4.

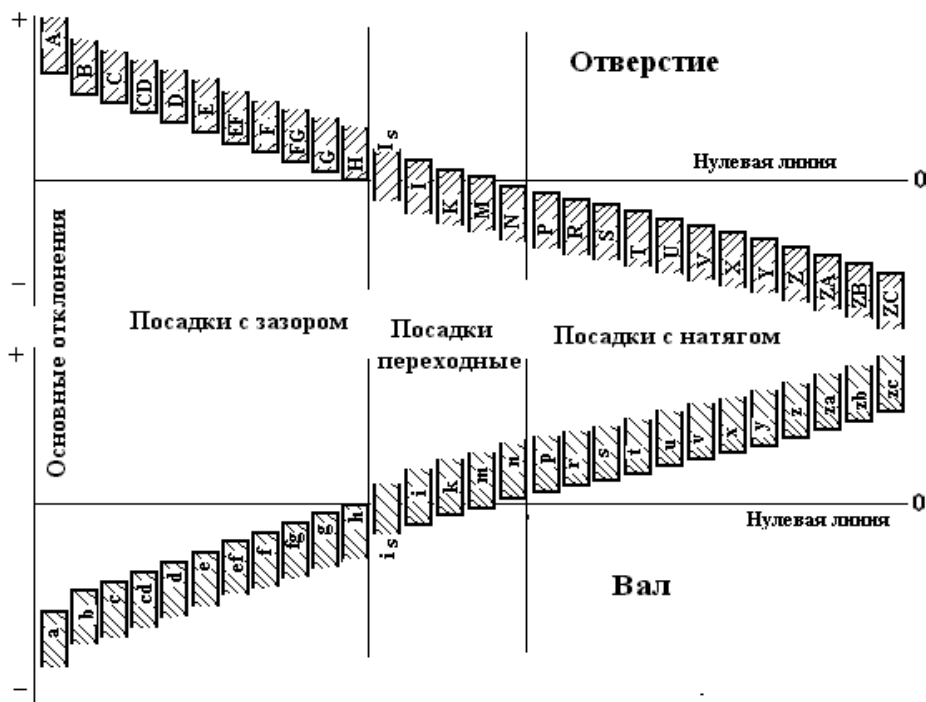


Рис. 4. Схема расположения полей допуска

Посадки образуются сочетанием любых допусков отверстий и валов одного или разных квалитетов, что позволяет получить огромное число всевозможных посадок.

### Единая система допусков и посадок СЭВ (ЕСДП СЭВ)

Единая система допусков и посадок СЭВ разработана на основе международной системы ИСО, определяется стандартами СТ СЭВ 144–75 и СТ СЭВ 145–75.

Посадки в ЕСДП СЭВ назначаются в зависимости от условий работы сопряжений и могут образовываться сочетанием полей допусков соединяемых деталей (отверстия и валы). Использование всех основных отклонений и квалитетов позволяет получить 490 полей допусков для валов и 489 – для отверстий. Однако на практике использование всех этих полей неэкономично, поэтому при разработке национальных систем допусков и посадок выбирают только те поля, которые обеспечивают потребности промышленности страны и ее внешнеэкономические связи.

В случае необходимости допускаются и другие посадки, но их применение должно быть технически обосновано. При этом посадки

должны относиться к системе отверстия или системе вала; при неодинаковых допусках – больший назначают для отверстия. Допуск вала не должен быть грубее допуска отверстия более чем на два квалитета.

Для несопрягаемых размеров допуски назначают в зависимости от функциональных требований. Поля допусков обычно располагаются в плюс для отверстий и минус для валов.

Обозначаются буквой Н и номером квалитета, например: Н3, Н6, Н8, Н10 – для отверстий.

Обозначаются буквой h и номером квалитета, например: h3, h6, Н8, h10 – для валов.

Допуски по 12–17-му квалитетам для несопрягаемых или сопрягаемых размеров низкой точности, многократно повторяющиеся, можно не указывать на чертеже, а оговаривать общей записью.

В переходных посадках степень легкости сборки и разборки соединения, характер этих посадок определяется вероятностью получения зазоров или натягов. Рассеяние размеров отверстия и вала, а также зазоров или натягов подчиняется закону нормального распределения и допуск деталей равен полю рассеяния, т. е.  $T = 6\sigma$ .

Для отверстия  $\sigma_{\text{отв}} = TD/6$ .

Для вала  $\sigma_{\text{вала}} = Td/6$ .

Среднее квадратичное отклонение:

$$\sigma_{\text{пос}} = \sqrt{\sigma_{\text{отв}}^2 + \sigma_{\text{вала}}^2} . \quad (15)$$

Вероятность получения натягов или зазоров рассчитывают, пользуясь таблицей значений функций Лапласа  $\Phi_{(z)}$ .

Чем чаще требуется разборка (сборка) узла и чем она сложнее и опаснее в смысле повреждения других деталей соединения, тем меньше должен быть натяг.

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ**

Измерения производят для установления действительных размеров изделий и соответствия их требованиям конструкторской документации.

Средства измерения подразделяются в зависимости от назначения и точности измерения на эталоны, образцовые средства и рабочие средства.

*Эталоны единиц физических величин* воспроизводят единицы физических величин с наибольшей точностью. Существуют эталоны мировые и национальные. С ними сравниваются все нижестоящие меры.

*Образцовые средства измерения* – меры и измерительные приборы, которые служат в качестве образцовых. С них переносятся размеры на нижестоящие поверочные средства. При их помощи контролируется точность этих поверочных средств.

*Рабочие средства измерения* применяются для контроля размеров изготавливаемых деталей.

Порядок передачи размера физической величины от эталона до рабочих средств измерения устанавливается в соответствии с поверочной схемой. Рабочие средства периодически поверяются. Рабочие измерения допускаются только поверенным инструментом.

Точность измерительных средств должна соответствовать точности изделий и быть несколько выше. Технология контроля размеров изделий также зависит от характера производства. В индивидуальном производстве пользуются только стандартными универсальными средствами измерения (штангенциркулями, микрометрами, нутромерами и др.), в серийном производстве удобнее пользоваться калибрами, контрольными приспособлениями и автоматическими средствами контроля.

### **Основные параметры средств измерения**

К основным параметрам средств измерения относятся шкала, пределы измерения по шкале, цена деления шкалы, погрешность измерения, метод измерения.

*Шкала* является основным элементом отсчетного устройства, по которому снимается отсчет измеряемых величин.

*Цена деления шкалы* – разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы, например: на шкале штангенциркуля цена деления равна 0,1 мм, на шкале металлической ленты измерительной рулетки – 1 мм, на шкале оптиметра – 1 мкм.

*Пределы измерения* – наименьшее и наибольшее значение шкалы измерительного устройства. Разность между наибольшим и наименьшим пределами называют диапазоном показаний, например: рулетка – от 0 до 5 м, штангенциркуль – 0...150 мм, микрометр – 0...25 мм.

*Методы измерения* подразделяются на прямые, косвенные, абсолютные, относительные.

Прямые методы заключаются в том, что искомое значение величины находят непосредственным измерением, например, с помощью штангенциркуля, микрометра.

При измерении косвенными методами искомое значение величины определяют на основании известной зависимости между искомой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям.

Абсолютные методы основаны на прямых измерениях величин.

Относительные методы основаны на сравнении измеряемой величины с известным значением меры (например: измерение внутренних размеров с помощью нутромера индикаторного типа).

### **Точность измерения**

Точность измерения, отражающая близость результатов измерения к истинному значению измеряемой величины, зависит от нескольких факторов, которые оцениваются по величине погрешностей.

В зависимости от причин возникновения выделяют следующие погрешности измерений: погрешность метода, погрешность отсчета, инструментальную погрешность.

*Погрешность метода* является отражением несовершенства метода измерения (суммарная погрешность, состоящая из погрешностей показаний средств измерений; температурных погрешностей; погрешностей концевых мер по которым выставлялся измерительный прибор и т. д.).

*Погрешность отсчета* – следствие недостаточно точного отсчета показаний инструмента, зависящее от индивидуальных способностей оператора.

*Инструментальная погрешность* зависит от погрешностей средств измерения.

Все перечисленные погрешности подразделяют следующим образом:

– систематические (закономерно проявляющиеся при повторных измерениях одной и той же величины, например, неправильная установка на нуль измерительного прибора);

– случайные, изменяющиеся случайным образом (их можно учесть методами математической статистики);

– грубые, которые могут возникать, например, по вине оператора (при замере внутреннего размера штангенциркулем не учтены размеры губок), – их обычно быстро выявляют и устраняют.

Оценка погрешности измерений является важным мероприятием в вопросе обеспечения единства измерений.

### **Выбор измерительного средства**

При выборе измерительных средств необходимо исходить из допустимой погрешности измерения в зависимости от размеров детали. Для линейных размеров до 500 мм СТ СЭВ 303–76 в качествах 2–17 устанавливаются 16 рядов допустимых погрешностей измерений, которые составляют от 20 до 35 % от допусков на изготовление деталей в зависимости от качеств.

При выборе средств измерения в соответствии с заданным размером и качеством точности выбирается допустимая погрешность измерения  $[\Delta]$  (табл. 1 прил. 4), затем эта погрешность сравнивается с предельными инструментальными погрешностями по табл. 10 прил. 4. Измерительный инструмент считается пригодным для измерения в том случае, когда его погрешность меньше допустимой погрешности измерения.

Установленные стандартом погрешности измерения являются наибольшими, которые можно допускать при измерении, так как они включают и случайные, и неучтенные систематические погрешности измерения. Случайная погрешность не должна превышать 0,6  $[\Delta]$ .

## ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

В качестве примера возьмем следующие исходные данные:

Вариант	Посадка с зазором		Посадка с натягом		Переходная посадка	
	$D$ , мм	Посадка	$D$ , мм	Посадка	$D$ , мм	Посадка
7	45	H7/b7	200	H7/p6	350	H5/n4

### 1. Проверка посадок

Проверим, соответствует ли исходные посадки стандартным по табл. 1–4 прил. 4:

– посадка с зазором:  $45 \frac{H7}{b7}$  – не соответствует стандартной;

– посадка с натягом:  $200 \frac{H7}{p6}$  – соответствует стандартной;

– переходная посадка:  $350 \frac{H5}{n4}$  – соответствует стандартной.

### 2. Выбор измерительного инструмента

Выбор измерительного инструмента для заданных размеров и квалитетов производится следующим образом:

1) по табл. 6 прил. 4 находим допускаемые погрешности измерения:

– для первого размера  $45 \frac{H7}{b7}$  допускаемая погрешность измерения отверстия  $[\Delta] = 7$  мкм, вала  $[\Delta] = 7$  мкм;

– для второго размера  $200 \frac{H7}{p6}$ : отверстие  $[\Delta] = 12$  мкм, вал  $[\Delta] = 8$  мкм;

– для третьего размера  $350 \frac{H5}{n4}$ : отверстие  $[\Delta] = 9$  мкм, вал  $[\Delta] = 9$  мкм;

2) по табл. 10 прил. 4 выбираем измерительный инструмент.

Для измерения отверстия первого размера выбираем инструмент «Нутромер мод. 106 ГОСТ 9244–75» ( $\pm 4$ ), так как допускаемая погрешность данного инструмента меньше допустимой погрешности заданного размера, т. е.  $\Delta < [\Delta]$  ( $4 \text{ мкм} < 7 \text{ мкм}$ ). Для измерения вала выбираем «Микрометр МР-50 ГОСТ 4381–87» ( $\pm 6$ ), так как допускаемая погрешность данного инструмента меньше допустимой погрешности заданного размера, т. е.  $\Delta < [\Delta]$  ( $6 \text{ мкм} < 7 \text{ мкм}$ ).

Для измерения отверстия второго размера выбираем инструмент «Нутромер мод. 103 ГОСТ 9244–75» ( $\pm 8$ ), так как допускаемая погрешность данного инструмента меньше допустимой погрешности заданного размера, т. е.  $\Delta < [\Delta]$  ( $8 \text{ мкм} < 12 \text{ мкм}$ ). Для измерения вала выбираем «Микрометр МК-50-1 ГОСТ 6507–90» ( $\pm 6$ ), так как допускаемая погрешность данного инструмента меньше допустимой погрешности заданного размера, т. е.  $\Delta < [\Delta]$  ( $6 \text{ мкм} < 8 \text{ мкм}$ );

Для измерения отверстия третьего размера выбираем инструмент «Нутромер НИ 6-10-1 ГОСТ 868–82» ( $\pm 8$ ), так как допускаемая погрешность данного инструмента меньше допустимой погрешности заданного размера, т. е.  $\Delta < [\Delta]$  ( $8 \text{ мкм} < 9 \text{ мкм}$ ). Для измерения вала выбираем «Микрометр МР-50 ГОСТ 4381–87» ( $\pm 7$ ), так как допускаемая погрешность данного инструмента меньше допустимой погрешности заданного размера, т. е.  $\Delta < [\Delta]$  ( $7 \text{ мкм} < 9 \text{ мкм}$ );

3) полученные данные вносим в табл. 1.

Таблица 1

**Выбранный измерительный инструмент**

$D$ , мм	$d$ , мм	Допускаемая погрешность измерения $[\Delta]$ , мкм	Выбранный инструмент с диапазоном измерения и предельной погрешностью инструмента
45	–	7	Нутромер мод. 106 ГОСТ 9244–75 ( $\pm 4$ )
–	45	7	Микрометр МР-50 ГОСТ 4381–87 ( $\pm 6$ )
200	–	12	Нутромер мод. 103 ГОСТ 9244–75 ( $\pm 8$ )
–	200	8	Микрометр МК-50-1 ГОСТ 6507–90 ( $\pm 6$ )
350	–	9	Нутромер НИ 6-10-1 ГОСТ 868–82 ( $\pm 8$ )
–	350	9	Микрометр МР-50 ГОСТ 4381–87 ( $\pm 7$ )

### 3. Расчет допусков размеров заданных сопряжений

Определяем предельные отклонения для отверстий.

Так как в работе рассматриваются посадки в системе отверстий, то нижнее отклонение для всех диаметров принимаем  $EI = 0$ .

*Определяем верхнее отклонение допуска на размер отверстия.*

Для первого размера  $45 \frac{H7}{b7}$  определяем по табл. 5 прил. 4 допуск  $TD = 25$  мкм.

Выражая нижнее отклонение из формулы (6), получаем

$$ES = TD + EI. \quad (16)$$

Получим значение верхнего отклонения отверстия для первого размера:

$$ES^1 = 0 + 25 = 25 \text{ мкм.}$$

Для второго размера  $200 \frac{H7}{p6}$  принимаем по табл. 5 прил. 4 допуск  $TD = 46$  мкм.

Следовательно, верхнее отклонение равно

$$ES^2 = 0 + 46 = 46 \text{ мкм.}$$

Для третьего размера  $350 \frac{H5}{n4}$  определяем по табл. 5 прил. 4 допуск  $TD = 25$  мкм.

Следовательно, верхнее отклонение равно

$$ES^3 = 0 + 25 = 25 \text{ мкм.}$$

*Определяем предельные отклонения для валов.*

Нижнее отклонение допуска на размер вала можно определить по формуле

$$ei = es - Td, \quad (17)$$

а верхнее отклонение допуска на размер вала по формуле

$$es = ei + Td. \quad (18)$$

По табл. 5 прил. 4 допуск на размер вала для первого размера  $45 \frac{H7}{b7}$  равен  $Td = 25$  мкм, по табл. 6 прил. 4 верхнее отклонение  $es = -180$  мкм. Тогда нижнее отклонение равно

$$ei^1 = es - Td = -180 - 25 = -205 \text{ мкм.}$$

Для второго размера  $200 \frac{H7}{p6}$  согласно табл. 5 прил. 4 допуск равен  $Td = 29$  мкм, нижнее отклонение равно  $ei = 50$  мкм (табл. 9 прил. 4). Следовательно, величина верхнего отклонения

$$es^2 = 50 + 29 = 79 \text{ мкм.}$$

Для третьего размера  $350 \frac{H5}{n4}$  значение допуска  $Td = 18$  мкм, (табл. 5 прил. 4), нижнее отклонение составит  $ei = 37$ , тогда значение верхнего отклонения равно

$$es^3 = 37 + 18 = 55 \text{ мкм.}$$

Полученные данные вносим в табл. 2.

Таблица 2

**Допуски размеров заданных сопряжений**

№	Квалитет	Размер, мм	Предельные отклонения, мкм					
			отверстия			валы		
			ES	EI	TD	es	ei	Td
1	7	45	25	0	25	–	–	–
	7		–	–	–	–180	–205	25
2	7	200	46	0	46	–	–	–
	6		–	–	–	79	50	29
3	5	350	25	0	25	–	–	–
	4		–	–	–	55	37	18

**4. Расчет основных параметров сопряжений в системе отверстия**

Предельные размеры отверстия и вала рассчитываются по формулам (7) и (8).

Зная значения верхних и нижних отклонений отверстия и вала, определяем для первого размера:

$$D^1_{\max} = 45 + 0,025 = 45,025 \text{ мм;}$$

$$D^1_{\min} = 45 + 0 = 45 \text{ мм;}$$

$$d^1_{\max} = 45 - 0,180 = 44,82 \text{ мм;}$$

$$d^1_{\min} = 45 - 0,205 = 44,795 \text{ мм.}$$

Для второго размера:

$$D^2_{\max} = 200 + 0,046 = 200,046 \text{ мм;}$$

$$D^2_{\min} = 200 + 0 = 200 \text{ мм;}$$

$$d^2_{\max} = 200 + 0,096 = 200,076 \text{ мм;}$$

$$d^2_{\min} = 200 + 0,05 = 200,05 \text{ мм.}$$

Для третьего размера:

$$D_{\max}^3 = 350 + 0,025 = 350,025 \text{ мм};$$

$$D_{\min}^3 = 350 + 0 = 350 \text{ мм};$$

$$d_{\max}^3 = 350 + 0,062 = 350,055 \text{ мм};$$

$$d_{\min}^3 = 350 + 0,037 = 350,037 \text{ мм};$$

Величины зазоров и натягов определяем по формулам (9)–(14).

Первая посадка определена как посадка с зазором, следовательно, подставляя числовые значения в формулы (9), (10) и (11), получим

$$S_{\max}^1 = 45,025 - 44,795 = 0,230 \text{ мм};$$

$$S_{\min}^1 = 45 - 44,82 = 0,18 \text{ мм};$$

$$S_{\text{cp}} = \frac{0,23 - 0,18}{2} = 0,025 \text{ мм}.$$

Вторая посадка – с натягом; таким образом, подставляя числовые значения в формулы (12), (13) и (14), получим

$$N_{\max}^2 = 2000,079 - 200 = 0,079 \text{ мм};$$

$$N_{\min}^2 = 200,05 - 200,046 = 0,004 \text{ мм};$$

$$N_{\text{cp}} = \frac{0,079 - 0,004}{2} = 0,0375 \text{ мм}.$$

Для переходной посадки необходимо определить и зазор, и натяг по формулам (10) и (12):

$$S_{\max}^3 = 350,025 - 350,037 = -0,012 \text{ мм};$$

$$N_{\max}^3 = 350,055 - 350 = 0,055 \text{ мм}.$$

Так как  $N_{\max} > S_{\max}$ , для переходной посадки определяем средний натяг по формуле

$$N_{\text{cp}} = (N_{\max} - S_{\max}) / 2 = \frac{0,055 + 0,012}{2} = 0,0335 \text{ мм}. \quad (19)$$

Допуски выбранных посадок определяются по следующим формулам.

Допуск для посадки с зазором:

$$T_{\text{ПС}} = T_D + T_d. \quad (20)$$

Подставляя числовые значения в формулу (20), получим

$$T_{\text{ПС}} = 25 + 25 = 50 \text{ мкм}.$$

Допуск для посадки с натягом:

$$T_{ПН} = TD + Td. \quad (21)$$

Подставляя числовые значения в формулу (21), получим

$$T_{ПН} = 46 + 29 = 75 \text{ мкм.}$$

Допуск для переходной посадки:

$$T_{ПП} = TD + Td. \quad (22)$$

Подставляя числовые значения в формулу (22), получим

$$T_{ПП} = TD + Td = 25 + 18 = 43 \text{ мкм.}$$

Найденные параметры сводим в табл. 3.

Таблица 3

**Основные параметры сопряжений в системе**

Параметры сопряжений	Условные обозначения	Заданные сопряжения, мм		
		$45 \frac{H7}{b7}$	$200 \frac{H7}{p6}$	$350 \frac{H5}{n4}$
Номинальный размер	$D_n = d_n$	45	200	350
Предельные размеры отверстий	$D_{max}$	45,025	200,046	350,025
	$D_{min}$	45	200	350
Предельные размеры валов	$d_{max}$	44,82	200,079	350,055
	$d_{min}$	44,795	200,05	350,037
Предельные зазоры	$S_{max}$	0,23	–	–0,012
	$S_{min}$	0,205	–	–
Предельные натяги	$N_{max}$	–	0,079	0,055
	$N_{min}$	–	0,004	–
Средние зазоры	$S_{cp}$	0,025	–	–
Средние натяги	$N_{cp}$	–	0,0375	0,0335
Допуски посадок				
С зазором	$T_{ПС}$	0,05		
Переходной	$T_{ПП}$			0,043
С натягом	$T_{ПН}$		0,075	

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белобрагин, В. Я. Основы технического регулирования : учеб. пособие / В. Я. Белобрагин. – М. : Стандарты и качество, 2005. – 319 с.
2. Брянский, Л. Н. Непричесанная метрология / Л. Н. Брянский ; под ред. П. А. Красовского. – 2-е изд., перераб. и доп. – Менделеево : ВНИИФТРИ, 2008. – 276 с.
3. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. для вузов / Ю. В. Димов. – 3-е изд. – СПб. : Питер, 2010. – 464 с.
4. Ереско, А. Н. Измерение физических величин оптико-механическими и электрическими приборами : практикум / А. С. Ереско, А. А. Климов, В. П. Тен ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2011. – 104 с.
5. Зарипов, Ш. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : лаб. практикум / Ш. Г. Зарипов, Ж. А. Корнева, В. В. Дмитриев ; Сиб. гос. технол. ун-т. – Красноярск, 2006. – 48 с.
6. Крылова, Г. Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учебник / Г. Д. Крылова. – М. : Юнити-Дана, 2002. – 672 с.
7. Кураков, Л. Международный опыт стандартизации : учеб. пособие / Л. П. Кураков, И. П. Данилов, А. Н. Артюшин ; Волго-Вятский регион. центр «Ассоциация содействия вузам». – Чебоксары, 2002. – 104 с.
8. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и сертификация : учебник / И. М. Лифиц. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2005. – 345 с.
9. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс / сост. С. П. Ереско ; ЛфСибГТУ, 2012. – Режим доступа: lfsibgtu.ru. – Загл. с экрана.
10. Основные понятия метрологии, стандартизации и сертификации : науч.-терминол. справ. – Чебоксары : Изд-во ЧГУ, 2002. – 192 с.
11. Сергеев, А. Г. Метрология : учебник / А. Г. Сергеев. – М. : Логос, 2005. – 272 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Варианты исходных данных к расчетно-графической работе

Вариант	Последние цифры в номере зачетки (цифры для выбора)	Посадка с зазором		Посадка с натягом		Переходная посадка	
		$D$ , мм	Посадка	$D$ , мм	Посадка	$D$ , мм	Посадка
1	01,31,61	15	H5/g4	260	H6/p5	500	H5/i <sub>s</sub> 4
2	02,32,62	20	H5/f5	250	H6/p6	490	H5/i <sub>s</sub> 5
3	03,33,63	25	H5/e5	240	H6/r5	480	H5/k4
4	04,34,64	30	H6/f6	230	H6/s5	470	H5/k5
5	05,35,65	35	H6/g5	220	H6/r6	460	H5/m4
6	06,36,66	40	H6/g6	210	H6/s6	450	H5/m5
7	07,37,67	65	H7/b8	285	H8/p7	385	H6/k7
8	08,38,68	50	H7/c7	190	H7/r6	350	H5/n4
9	09,39,69	55	H7/d7	180	H7/s6	330	H6/i <sub>s</sub> 5
10	10,40,70	60	H7/c7	170	H7/t6	320	H6/k5
11	11,41,71	65	H7/f7	160	H7/u6	310	H6/m6
12	12,42,72	70	H7g7	150	H7/r8	300	H6/n6
13	13,43,73	75	H7/f6	140	H7/s8	290	H6/m5
14	14,44,74	80	H7/c6	130	H7/t7	280	H6/n5
15	15,45,75	85	H7/c8	120	H7/u8	270	H7/ i <sub>s</sub> 6
16	16,46,76	90	H7/d8	110	H8/p7	260	H7/k6
17	17,47,77	95	H7/c8	100	H8/r7	250	H7/m6
18	18,48,78	100	H7g6	90	H8/s7	240	H7/n6
19	19,49,79	110	H8/c8	85	H8/t8	230	H7/m7
20	20,50,80	120	H8/d8	70	H8/u8	220	H7/n7
21	21,51,81	130	H8/c8	75	H8/v8	210	H7/k7
22	22,52,82	140	H8/f8	65	H8/x8	200	H8/i <sub>s</sub> 7
23	23,53,83	150	H8/d9	60	H8/y8	190	H8/k7
24	24,54,84	160	H8/c9	55	H8/z8	180	H8/m7
25	25,55,85	170	H8/f9	50	H8/r7	170	H8/n7
26	26,56,86	180	H8/g8	45	H8/t7	160	H8/k8
27	27,57,87	190	H8/b8	40	H8/u7	150	H8/m8
28	28,58,88	200	H9/d9	35	H9/p8	440	H8/n8
29	29,59,89	210	H9/c9	30	H9/r8	430	H9/i <sub>s</sub> 8
30	30,60,90	220	H9/f9	25	H9/s8	420	H9/k8
31	31,91,99	230	H9/g9	20	H9/t8	410	H9/m8
32	32,92	240	H10/d10	15	H9/u8	400	H9/n8
33	33,93	250	H10/c10	10	H9/v8	390	H9/k9
34	34,94	260	H11/d11	95	H9/x8	380	H9/m9

Окончание прил. 1

Вариант	Последние цифры в номере зачетки (цифры для выбора)	Посадка с зазором		Посадка с натягом		Переходная посадка	
		$D$ , мм	Посадка	$D$ , мм	Посадка	$D$ , мм	Посадка
35	35,95	270	H11/c11	105	H9/z9	370	H9/n9
36	36,96	280	H11/a11	115	H10/p9	360	H10/n9
37	37,97	290	H11/b11	125	H10/r9	350	H10/m9
38	38,98	300	H12/b12	135	H10/t9	340	H10/k9

**Пример оформления задания**

**ЗАДАНИЕ**

**на расчетно-графическую работу по дисциплине  
«Метрология, стандартизация, сертификация»**

**Выдано**

студенту \_\_\_\_\_ гр. \_\_\_\_\_ курс \_\_\_\_\_

**Тема: Графическое изображение полей допусков и расчет параметров посадок гладких изделий.**

Дано:

1. Номинальные диаметры сопряжения, мм.
2. Посадки в системе отверстия.

**Исходные данные**

№ п/п	Посадка с зазором		Посадка с натягом		Переходная посадка	
	$D$ , мм	Посадка	$D$ , мм	Посадка	$D$ , мм	Посадка

**Содержание**

1. Определить, предусмотрены ли заданные посадки в стандартах СТ СЭВ 144–75 и 145–75.
2. Выбрать измерительный инструмент для измерения рассчитанных отклонений размеров.
3. Рассчитать параметры посадок.
4. Рассчитать предельные и средние зазоры (натяги).
5. Рассчитать допуски посадок.
6. Выполнить графическое изображение полей допусков заданных размеров.

Задание выдал \_\_\_\_\_ Н. А. Петрушева

**Пример оформления титульного листа**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования

**«Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М. Ф. Решетнева»**

(Филиал СибГУ им. М. Ф. Решетнева в г. Лесосибирске)

Кафедра технологии лесозаготовительных  
и деревоперерабатывающих производств

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА**

по дисциплине

«Метрология, стандартизация, сертификация»

Пояснительная записка  
(ТЛДП 000000. 007 ПЗ)

Руководитель:

\_\_\_\_\_ Петрушева Н. А.  
(подпись)

\_\_\_\_\_ (оценка, дата)

Разработал:

студент группы 53-1  
\_\_\_\_\_ Борин К. В.  
(подпись)

\_\_\_\_\_ (дата)

Лесосибирск 2017

Справочные таблицы

Таблица 1

Рекомендуемые посадки с зазором в системе отверстия при номинальных размерах от 1 до 500 мм

Основное отверстие	Основные отклонения							
	a	b	c	d	e	f	g	h
H5							$\frac{H5}{g4}$	$\frac{H5}{h4}$
H6						$\frac{H6}{f6}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h4}$
H7			$\frac{H7}{c8}$	$\frac{H7}{d8}$	$\frac{H7}{e8}$	$\frac{H7}{f7}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$
H8			$\frac{H8}{c8}$	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{h8}$
H9				$\frac{H8}{d9}$	$\frac{H8}{e9}$	$\frac{H8}{f9}$		$\frac{H8}{h9}$
				$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$		$\frac{H9}{h9}$
H10				$\frac{H10}{d10}$			$\frac{H10}{h8}$	$\frac{H10}{h9}$
H11	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$				$\frac{H11}{h11}$
H12		$\frac{H12}{b12}$						$\frac{H12}{h12}$

Таблица 2

Рекомендуемые переходные посадки и посадки с натягом в системе отверстия при номинальных размерах от 1 для 500 мм

Основное отверстие	Основные отклонения											
	$i_s$	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	z
	Переходные посадки				Посадки с натягом							
H5	$\frac{H5}{i_s 4}$	$\frac{H5}{k4}$	$\frac{H5}{m4}$	$\frac{H5}{n4}$								
H6	$\frac{H6}{i_s 5}$	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$					
H7	$\frac{H7}{i_s 6}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{s7}$	$\frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{u7}$		
H8	$\frac{H8}{i_s 7}$	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$			$\frac{H8}{s7}$			$\frac{H8}{u8}$	$\frac{H8}{x8}$	$\frac{H8}{z8}$

Таблица 3

**Рекомендуемые посадки с зазором в системе вала  
при номинальных размерах от 1 до 500 мм**

Основное отверстие	Основные отклонения										
	A	B	C	D	E	F	G	H			
h4							$\frac{G5}{h4}$	$\frac{H5}{h4}$			
h5						$\frac{F5}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$			
h6				$\frac{D8}{h6}$	$\frac{E8}{h6}$	$\frac{F7}{h6}$	$\frac{H8}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$			
h7				$\frac{D8}{h7}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\frac{H8}{h7}$			
h8				$\frac{D8}{h8}$	$\frac{D9}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{E9}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$	$\frac{F9}{h8}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H9}{h8}$
h9				$\frac{D9}{h9}$	$\frac{D10}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$		$\frac{H8}{h9}$	$\frac{H9}{h9}$	
h10				$\frac{D10}{h10}$					$\frac{H10}{h10}$		
h11	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$					$\frac{H11}{h11}$		
h12		$\frac{B12}{h12}$							$\frac{H12}{h12}$		

Таблица 4

**Рекомендуемые переходные посадки и посадки с натягом  
в системе вала при номинальных размерах от 1 до 500 мм**

Основное отверстие	Основные отклонения								
	I <sub>s</sub>	K	M	N	P	R	S	T	U
	Переходные посадки				Посадки с натягом				
h4	$\frac{I_{s5}}{h4}$	$\frac{K5}{h4}$	$\frac{M5}{h4}$	$\frac{N5}{h4}$					
h5	$\frac{I_{s6}}{h5}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$				
h6	$\frac{I_{s7}}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	$\frac{T7}{h6}$	
h7	$\frac{I_{s8}}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$					$\frac{U8}{h7}$

Таблица 5

## Допуски для размеров до 500 мм (СТ СЭВ 145–75)

Интервалы размеров, мм	Значение допуска для качества, мкм								
	5	6	7	8	9	10	11	12	13
До 3	4	6	10	14	25	40	60	100	140
Св. 3 до 6	5	8	12	18	30	48	75	120	180
Св. 6 до 10	6	9	15	22	36	58	90	150	220
Св. 10 до 18	8	11	18	27	43	70	110	180	270
Св. 18 до 30	9	13	21	33	52	84	130	210	330
Св. 30 до 50	11	16	25	39	62	100	160	250	390
Св. 50 до 80	13	19	30	46	74	120	190	300	460
Св. 80 до 120	15	22	35	54	87	140	220	350	540
Св. 120 до 180	18	25	40	63	100	160	250	400	630
Св. 180 до 250	20	29	46	72	115	185	290	460	720
Св. 250 до 315	23	32	52	81	130	210	320	520	810
Св. 315 до 400	25	36	57	89	140	230	360	570	890
Св. 400 до 500	27	40	63	97	155	250	400	630	970

Таблица 6

Допускаемые погрешности измерения линейных размеров с допусками,  
назначенными по качествам 5–13 ЕСП СЭВ

Номинальные размеры, мм	Допускаемые погрешности $[\Delta]$ , мкм в качествах								
	5	6	7	8	9	10	11	12	13
До 3	1,4	1,8	3	3	6	8	12	20	30
Св. 3 до 6	1,6	2	3	4	8	10	16	30	40
Св. 6 до 10	2	2	4	5	9	12	18	30	50
Св. 10 до 18	2,8	3	5	7	10	14	30	40	60
Св. 18 до 30	3	4	6	8	12	18	30	50	70
Св. 30 до 50	4	5	7	10	16	20	40	50	80
Св. 50 до 80	4	5	9	12	18	30	40	60	100
Св. 80 до 120	5	6	10	12	20	30	50	70	120
Св. 120 до 180	6	7	12	16	30	40	50	80	140
Св. 180 до 250	7	8	12	18	30	40	60	100	160
Св. 250 до 315	8	10	14	20	30	50	70	120	180
Св. 315 до 400	9	10	16	24	40	50	80	120	180
Св. 400 до 500	9	12	18	26	40	50	80	140	200

Таблица 7

**Значения основных отклонений валов и отверстий  
для посадок с зазором**

Интервалы размеров, мм	Верхнее отклонение вала –es								
	a	b	c	d	e	f	g	h	i <sub>s</sub>
	Все качества								
До 3	270	140	60	20	14	6	2	0	Предельные отклонения ±0,5 IT
Св. 3 до 6	270	140	70	30	20	10	4	0	
Св. 6 до 10	280	150	80	40	25	13	5	0	
Св. 10 до 14									
Св. 14 до 18	300	160	110	65	40	20	7	0	
Св. 18 до 24									
Св. 24 до 30	310	170	120	80	50	25	9	0	
Св. 30 до 40									
Св. 40 до 50	320	180	130	100	60	30	10	0	
Св. 50 до 65									
Св. 65 до 80	360	200	150	120	72	36	12	0	
Св. 80 до 100									
Св. 100 до 120	410	240	180	145	85	43	14	0	
Св. 120 до 140									
Св. 140 до 160	520	280	210	170	100	50	15	0	
Св. 160 до 180									
Св. 180 до 200	660	340	240	190	110	56	170	0	
Св. 200 до 225									
Св. 225 до 250	820	420	280	210	125	62	18	0	
Св. 250 до 280									
Св. 280 до 315	1050	540	330	230	135	68	20	0	
Св. 315 до 355									
Св. 355 до 400	1350	680	400	230	135	68	20	0	
Св. 400 до 450									
Св. 450 до 500	1650	840	480						
Отверстия	Все качества								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I <sub>s</sub>
	Нижнее отклонение отверстия +EI								

Таблица 8

**Значения основных отклонений валов и отверстий  
для переходных посадок**

Интервалы размеров, мм	Нижнее отклонение вала +ei									
	k		m	n						
	4...7	До 3 и св. 7	Все квалитеты							
До 3	0	0	2	4	0	0	2	2	4	4
Св. 3 до 6	1	0	4	8	1		4	4	8	
Св. 6 до 10	1	0	6	10	1		6	6	10	
Св. 10 до 14	1	0	7	12	1		7	7	12	
Св. 14 до 18										
Св. 18 до 24	2	0	8	15	2		8	8	15	
Св. 24 до 30										
Св. 30 до 40	2	0	9	17	2		9	9	17	
Св. 40 до 50										
Св. 50 до 65	2	0	11	20	2		11	11	20	
Св. 65 до 80										
Св. 80 до 100	3	0	13	23	3		13	13	23	
Св. 100 до 120										
Св. 120 до 140	3	0	15	27	3		15	15	27	0
Св. 140 до 160										
Св. 160 до 180										
Св. 180 до 200	4	0	17	31	4		17	17	31	
Св. 200 до 225										
Св. 225 до 250										
Св. 250 до 280	4	0	20	34	4		20	20	34	
Св. 280 до 315										
Св. 315 до 355	4	0	21	37	4	21	21	37		
Св. 355 до 400										
Св. 400 до 450	5	0	23	40	5	23	23	40		
Св. 450 до 500										
Отверстия	Квалитеты				До 8	Св. 8	До 8	Св. 8	До 8	Св. 8
					К	М	Н			
					Верхнее отклонение отверстий –ES для полей допусков и квалитетов					

Таблица 9

**Значения основных отклонений валов и отверстий  
для посадок с натягом**

Интервалы размеров, мм	Нижнее отклонение вала +ei						Δ для квалитетов			
	p	r	s	t	u	v	5	6	7	8
	Все квалитеты						5	6	7	8
До 3	6	10	14	–	18	–	0			
Св. 3 до 6	12	15	19	–	23	–	1	2	3	6
Св. 6 до 10	15	19	23-		28	–	2	3	6	7
Св. 10 до 14	18	23	28	–	33	–	3	3	7	9
Св. 14 до 18										
Св. 18 до 24	22	28	35	–	41	47	3	4	8	12
Св. 24 до 30				41	48	55				
Св. 30 до 40	26	34	43	48	60	68	4	5	9	14
Св. 40 до 50				54	70	81				
Св. 50 до 65	32	41	53	66	87	102	5	6	11	16
Св. 65 до 80		43	59	75	102	120				
Св. 80 до 100	37	51	71	91	124	146	5	7	13	19
Св. 100 до 120		54	79	104	144	172				
Св. 120 до 140	43	63	92	122	170	202	6	7	15	23
Св. 140 до 160		65	100	134	190	228				
Св. 160 до 180		68	108	146	210	252				
Св. 180 до 200	50	77	122	166	236	284	6	9	17	26
Св. 200 до 225		80	130	180	258	310				
Св. 225 до 250		84	140	196	284	340				
Св. 250 до 280	56	94	158	218	315	385	7	9	20	29
Св. 280 до 315		98	170	240	350	425				
Св. 315 до 355	62	108	190	268	390	475	7	11	21	32
Св. 355 до 400		114	208	294	435	530				
Св. 400 до 450	68	126	232	330	490	595	7	23	33	34
Св. 450 до 500		132	252	360	540	660				
Отверстия	Все квалитеты									
	P	R	S	T	U	V				
	Верхнее отклонение отверстия –ES									

Интервалы размеров, мм	Нижнее отклонение вала + e <sub>i</sub>						Δ для квалитетов			
	x	y	z	za	zb	zc				
	Все квалитеты						5	6	7	8
До 3	20	–	26	32	40	60	0			
Св. 3 до 6	28	–	35	42	50	80	1	2	4	6
Св. 6 до 10	34	–	42	52	67	97	2	3	6	7
Св. 10 до 14	40	–	50	64	90	130	3	3	7	9
Св. 14 до 18	45	–	60	77	108	150				
Св. 18 до 24	54	63	73	98	136	188	3	4	8	12
Св. 24 до 30	64	75	88	118	160	218				
Св. 30 до 40	80	94	112	148	200	274	4	5	9	14
Св. 40 до 50	97	114	136	180	242	325				
Св. 50 до 65	122	144	172	226	300	405	5	6	11	16
Св. 65 до 80	146	174	210	274	360	480				
Св. 80 до 100	178	214	258	335	445	585	5	7	13	19
Св. 100 до 120	210	254	310	400	525	690				
Св. 120 до 140	248	300	365	470	620	800	6	7	15	23
Св. 140 до 160	280	340	415	535	700	900				
Св. 160 до 180	310	380	465	600	780	1000				
Св. 180 до 200	350	425	520	670	880	1150				
Св. 200 до 225	385	470	575	740	960	1250	6	9	17	26
Св. 225 до 250	425	520	640	820	1050	1350				
Св. 250 до 280	475	580	710	920	1200	1550				
Св. 280 до 315	525	650	790	1000	1300	1700	7	9	20	29
Св. 315 до 355	590	730	900	1150	1500	1900				
Св. 355 до 400	660	820	1000	1300	1650	2100	7	11	21	32
Св. 400 до 450	740	920	1100	1450	1850	2400				
Св. 450 до 500	820	1000	1250	1600	2100	2600				
Отверстия	Все квалитеты									
	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC				
	Верхнее отклонение отверстия –ES									

Таблица 10

## Средства измерения наружных и внутренних линейных размеров

Прибор	Тип (модель)	Диапазон измерения	Цена деления	Пределы допускаемой погрешности при классе точности			Пример обозначения
				1	2	3	
Штангенциркуль (ГОСТ 166–89)	ЩЦ-1	0...125	0,1	±0,05			Штангенциркуль ЩЦ–11 250-0,05 ГОСТ 166–89
	ЩЦ-111	0...160	0,1 и 0,05	При нониусе 0,05: ±0,05  При нониусе 0,1: ±0,06 для участка 0...100 ±0,07 для участка 100...200 ±0,08 для участка 200...300 ±0,09 для участка 300...400 ±0,1 для участка 400...1000			
		0...200					
		0...250					
		0...315					
		0...400					
0...500							
Штангенглубиномер ГОСТ 162–90	ШГ	0...160	0,05	±0,05			
		0...200					
		0...250					
		0...315					
		0...400					
Штангенрейсмас ГОСТ 164–90	ШР	0...250	0,05	±0,05			
		40...400					
		60...630					
		100...1000	0,1	±0,1			
600...1600	±0,15						
1500...2500	±0,2						
Гладкий микрометр ГОСТ 6507–90	МК	0...25	0,01	–	±0,002	±0,004	Микрометр МК-50-1 ГОСТ 6507–90
		25...50			±0,002	±0,004	
		50...75			5		
		75...100					
		100...125			±0,003	±0,005	
		125...150					
		150...175					
		175...200					

Продолжение табл. 10

Прибор	Тип (модель)	Диапазон измерения	Цена деления	Пределы допускаемой погрешности при классе точности			Пример обозначения
				1	2	3	
		200...225 225...250 250...275 275...300			±0,004	±0,006	
		300...400 400...500			±0,005	±0,008	
		500...600			±0,006	±0,01	
Микро- метри- ческий глубино- мер ГОСТ 7470–92	ГМ	0...25	–		±0,002	±0,004	
		25...50			±0,003	±0,004	
		50...100			±0,003	±0,005	
		100...150			±0,004	±0,006	
Индика- тор часо- вого типа ГОСТ 577–68	ИЧ	0...2 0...5 0...10 0...25	0,01	0,01 0,012 0,015 0,022	0,012 0,016 0,02 0,03	–	Индикатор ИЧ 10Б кл. 1 ГОСТ 577–68
		ИТ		0...2	0,01		
Скоба рычаж- ная ГОСТ 11098–75	СР	0...25 25...50 50...75 75...100 100...125 125...150	0,002	±0,002			Скоба СР 50 ГОСТ 11098–75
Скоба индика- торная ГОСТ 11098–75	СИ	0...50 50...100	0,01	±0,008			Скоба СИ-50 ГОСТ 11098–75
		100...200		±0,01			
		200...300 300...400		±0,012			
		400...500 500...600		±0,015			

Продолжение табл. 10

Прибор	Тип (модель)	Диапазон измерения	Цена деления	Пределы допускаемой погрешности при классе точности			Пример обозначения
		600...700 700...800 800...1000		±0,02			
Рычажный микрометр ГОСТ 4381–87	MP	0...25 25...50 50...75 75...100	0,002	±0,003			Микрометр MP-50 ГОСТ 4381–87
		100...125 125...150 150...200		±0,004			
		200...250 250...300		±0,005			
		300...400		±0,006			
		400...500		±0,007			
Рычажный микрометр повышенной точности	02021	0...25	0,001	±0,0025			Микрометр мод. 02021
	02121	25...50					
	02221	50...75					
	02321	75...100					
Индикаторный нутромер ГОСТ 868–82	НИ	6...10 10...18	0,01	–	0,008	0,012	Нутромер НИ 6-10-1 ГОСТ 868–82
		18...50		–	0,012	0,015	
		50...100 100...160 160...250		–	0,015	0,018	
		250...450 450...700 700...1000		–	–	0,022	
Нутромер с головкой 1 ИГ ГОСТ 9244–75	103	3...6	0,001	±0,0018			Нутромер мод. 103 ГОСТ 9244–75
	104	6...10		±0,0018			

Окончание табл. 10

Прибор	Тип (модель)	Диапазон измерения	Цена деления	Пределы допускаемой погрешности при классе точности	Пример обозначения
Нутромер с головкой 2 ИГ ГОСТ 9244–75	106	10...18	0,002	$\pm 0,0035$	Нутромер мод. 106 ГОСТ 9244–75
	109	18...50		$\pm 0,0035$	
	154	50...100		$\pm 0,004$	
	155	100...160			
	156	160...260			
Глубиномер индикаторный	ГИ	0...10	0,01	$\pm 0,007$	Глубиномер ГИ-100
		10...20			
		20...30			
		30...40			
		40...50			
		50...60			
		60...70			
		70...80			
		80...90			
		90...100			
Нутромер с микрометрической головкой ГОСТ 10–88	НМ	50...75	0,01	$\pm 0,004$	Нутромер НМ-75 ГОСТ 10–88
		75...125		$\pm 0,006$ при размере 125...200 $\pm 0,008$ при размере 200...325 $\pm 0,010$ при размере 325...500 $\pm 0,015$ при размере 500...800 $\pm 0,020$ при размере 800...1250	
		75...600			
		150...1250			
		600...2500			