

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области «Тулунский аграрный техникум»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

по дисциплине Основы взаимозаменяемости и технические  
измерения

для специальности 35.02.16 Эксплуатация и ремонт  
сельскохозяйственной техники и оборудования

Тулун 2024г.

Рассмотрено и одобрено на заседании  
предметно-цикловой комиссии №5

Протокол № 4  
от «17» 03 2024г

Председатель ПЦК

Зисберг  
Ф.И.О.

Утверждено на заседании  
методического совета ГБПОУ  
«Тулунский аграрный техникум»

Протокол № 2  
от «1» 04 2024г

Председатель МС

В.И.О.  
Ф.И.О.

Организация –разработчик: областное государственное бюджетное  
образовательное учреждение профессионального образования «Тулунский  
аграрный техникум»

Разработчик: Птуха С.М.- преподаватель профессионального цикла

## Содержание

<b>Пояснительная записка.....</b>	<b>4</b>
<b>Определение предельных размеров.....</b>	<b>5</b>
Инструкционная карта №1	
<b>Определение допуска размера.....</b>	<b>7</b>
Инструкционная карта №2	
<b>Определение годности действительных размеров деталей.....</b>	<b>9</b>
Инструкционная карта №3	
<b>Определение годности действительных размеров вала.....</b>	<b>13</b>
Инструкционная карта №4	
<b>Определение годности действительных размеров отверстия.....</b>	<b>18</b>
Инструкционная карта №5	
<b>Измерение деталей штангенциркулем.....</b>	<b>24</b>
Инструкционная карта №6	
<b>Измерение деталей микрометром гладким.....</b>	<b>27</b>
Инструкционная карта №7	
<b>Измерение деталей рычажным микрометром.....</b>	<b>28</b>
Инструкционная карта №8	
<b>Информационные ресурсы.....</b>	<b>46</b>
<b>Список используемых ресурсов.....</b>	<b>31</b>

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящие методические указания для выполнения практических занятий и лабораторных работ разработаны для обучающихся специальности 35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования в соответствии с программой учебной дисциплины Основы взаимозаменяемости и технические измерения в соответствии с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов среднего профессионального образования.

### **Цель учебного пособия:**

- расширить и углубить знания, полученные при изучении теоретического материала;
- овладение обучающимися умениями выполнять необходимые расчеты по техническим измерениям;
- овладение навыками выполнения необходимых технических измерений.

Данные методические указания являются руководством для обучающихся, которые смогут самостоятельно справиться с выполнением практических и лабораторных работ, а также способствуют самоорганизации и активизации учебно-практической деятельности.

На каждое практическое занятие подобраны варианты заданий и разработаны инструкционные карты, которые содержат: тему, цель, краткий теоретический материал, порядок выполнения работы, контрольные вопросы.

Форма проведения занятий – индивидуальная и групповая.

### **Правила выполнения практических заданий:**

- обучающийся должен знать необходимый теоретический материал, предшествующий практическому занятию;
- выполнение работы в соответствии с инструкцией;
- после выполнения работы предоставить ее на проверку преподавателю.

Оценка за выполненное задание обучающемуся выставляется за предоставленный отчет и защиту своей работы (устный опрос преподавателя по проделанной работе):

- оценка «5»- работа выполнена правильно и полностью, оформлен отчет, даны полные, правильные и аргументированные ответы на контрольные вопросы и вопросы преподавателя о проделанной работе;
- оценка «4» - работа выполнена правильно и полностью, оформлен отчет, даны полные, правильные, но недостаточно аргументированные ответы на контрольные вопросы и вопросы преподавателя о проделанной работе;
- оценка «3» - работа выполнена с некоторыми неточностями, оформлен отчет, ответы на контрольные вопросы и вопросы преподавателя, неполные и неаргументированные;
- оценка «2» - работа выполнена не полностью, отчет не оформлен.

# Инструкционная карта № 1

**Тема: Определение предельных размеров**

**Цель:** научиться определять предельные размеры деталей

**МТО:** калькуляторы, таблицы ЕСДП.

## Краткие теоретические сведения:

*Линейный размер* – числовое значение линейной величины в выбранных единицах измерения. Линейные размеры на чертежах проставляются в миллиметрах.

*Номинальный размер* – размер, полученный конструктором в результате расчетов (на прочность, жесткость) и служащий началом отсчета отклонений.

*Действительный размер* – размер, установленный измерением с допустимой погрешностью.

*Предельные размеры* – два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым должен быть равен действительный размер. Больший из двух предельных размеров называют наибольшим предельным размером ( $D_{\max}, d_{\max}$ ), а меньший – наименьшим предельным размером ( $D_{\min}, d_{\min}$ ).

*Отклонение* – алгебраическая разность между предельным, действительным и номинальным размерами.

*Верхнее отклонение ( $ES, es$ )* – алгебраическая разность наибольшего предельного и номинального размера.

*Нижнее отклонение ( $EI, ei$ )* – алгебраическая разность наименьшего предельного и номинального размера.

Верхнее отклонение размера — это алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами.

**Например:**

$ES = D_{\max} - D$  — верхнее отклонение отверстия;

$es = d_{\max} - d$  — верхнее отклонение вала.

Нижнее отклонение размера — это алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

**Например:**

$EI = D_{\min} - D$  — нижнее отклонение отверстия;

$ei = d_{\min} - d$  — нижнее отклонение вала.

Отклонения бывают положительными, отрицательными и равными нулю. Отклонения, равные нулю, в обозначении не указываются. На чертежах номинальные и предельные линейные размеры и их отклонения проставляют в миллиметрах без указания единицы физической величины.

**Пример:**

1)  $24_{-0,002}^{+0,015}$ ; 2)  $40_{-0,050}^{-0,025}$ ; 3)  $32_{-0,018}^{+0,007}$ ; 4)  $12^{+0,027}$ ; 5)  $78_{-0,046}$ ; 6)  $100 \pm 0,5$ .

Зная предельные отклонения и используя формулы их расчета, можно рассчитать значения предельных размеров:

- 1)  $d_{\max} = d + es = 24 + (+0,015) = 24,015$  мм;  
 $d_{\min} = d + ei = 24 + (+0,002) = 24,002$  мм;
- 2)  $d_{\max} = d + es = 40 + (-0,025) = 39,975$  мм;  
 $d_{\min} = d + ei = 40 + (-0,050) = 39,950$  мм;
- 3)  $D_{\max} = D + ES = 32 + (+0,007) = 32,007$  мм;  
 $D_{\min} = D + EI = 32 + (-0,018) = 31,982$  мм;
- 4)  $D_{\max} = D + ES = 12 + (+0,027) = 12,027$  мм;  
 $D_{\min} = D + EI = 12 + 0 = 12$  мм;
- 5)  $d_{\max} = d + es = 78 + 0 = 78$  мм;  
 $d_{\min} = d + ei = 78 + (-0,046) = 77,954$  мм;
- 6)  $d_{\max} = d + es = 100 + (+0,5) = 100,5$  мм;  
 $d_{\min} = d + ei = 100 + (-0,5) = 99,5$  мм.

## Инструкционная карта № 2

**Тема:** Определение допуска размера

**Цель:** научиться определять допуск размера по предельным размерам и по предельным отклонениям.

**МТО:** калькуляторы, таблицы ЕСДП.

### Краткие теоретические сведения:

*Линейный размер* – числовое значение линейной величины в выбранных единицах измерения. Линейные размеры на чертежах проставляются в миллиметрах.

*Номинальный размер* – размер, полученный конструктором в результате расчетов (на прочность, жесткость) и служащий началом отсчета отклонений.

*Действительный размер* – размер, установленный измерением с допустимой погрешностью.

*Предельные размеры* – два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым должен быть равен действительный размер. Больший из двух предельных размеров называют наибольшим предельным размером ( $D_{\max}$ ,  $d_{\max}$ ), а меньший – наименьшим предельным размером ( $D_{\min}$ ,  $d_{\min}$ ).

*Отклонение* – алгебраическая разность между предельным, действительным и номинальным размерами.

*Верхнее отклонение* ( $ES$ ,  $es$ ) – алгебраическая разность наибольшего предельного и номинального размера.

*Нижнее отклонение* ( $EI$ ,  $ei$ ) – алгебраическая разность наименьшего предельного и номинального размера.

*Допуск размера* ( $TD$ ,  $Td$ ) – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или алгебраическая разность между верхним и нижним предельными отклонениями.

### Задание1:

Вычислить допуск по предельным размерам и отклонениям.

Дано:  $d_{\max} = 30,05$  мм,  $d_{\min} = 29,9$  мм,  $es = 0,5$ мм,  $ei = -0,1$ мм.

### Решение:

1. Вычисляем допуск по предельным размерам по формуле:

$$Td = d_{\max} - d_{\min}, \text{мм}$$

$$Td = 30,5 - 29,9 = 0,6 \text{мм.}$$

2. Вычисляем допуск по предельным отклонениям по формуле:

$$Td = es - ei, \text{мм}$$

$$Td = 0,5 - (-0,1) = 0,6 \text{мм}$$

### Задание 2:

По заданным условным обозначениям вала и отверстия определить номинальный и предельные размеры, отклонения и допуски в мм.

Дано: 1. Вал  $\varnothing 15$ ,  $D_H = 15 \text{мм}$ ,  $es = +0,5 \text{мм}$ ,  $ei = +0,3 \text{мм}$

2. Отверстие  $\varnothing 30$ ,  $D_H = 30 \text{мм}$ ,  $ES = +0,5 \text{мм}$ ,  $EI = -0,1 \text{мм}$

3. Вал  $\varnothing 80$ ,  $D_H = 80 \text{мм}$ ,  $es = 0 \text{мм}$ ,  $ei = -0,03 \text{мм}$

### Решение:

1. Находим  $d_{\max} = 15 + 0,5 = 15,5$ ;  $d_{\min} = 15 + 0,3 = 15,3$  мм.

Допуск вала  $Td = d_{\max} - d_{\min} = 15,5 - 15,3 = 0,02$  мм;

2. Находим  $D_{\max} = 30 + 0,5 = 30,5$ ;  $D_{\min} = 30 - 0,1 = 29,9$  мм.

Допуск отверстия  $TD = D_{\max} - D_{\min} = 30,5 - 29,9 = 0,15$  мм

3. Находим  $d_{\max} = 80 + 0 = 80 \text{мм}$ ;  $d_{\min} = 80 - 0,03 = 79,97$  мм;

Допуск вала  $Td = d_{\max} - d_{\min} = 80 - 79,97 = 0,03$  мм

### Контрольные вопросы:

1. В результате чего возникают погрешности при изготовлении деталей?
2. Кто назначает размеры деталей?
3. Что называют допуском?
4. Какой размер называют номинальным?
5. Что называют верхним отклонением?
6. Что называют нижним отклонением?

**Варианты заданий для практического занятия «Определение допуска размера»:**

Задание 1		Задание 2	
<b>1.</b> $d_{max}=17,994\text{мм}$ $d_{min}=17,983\text{мм}$ $es=-0,006\text{мм}$ , $ei=-0,017\text{мм}$	<b>7.</b> $D_{max}=25,009\text{мм}$ , $D_{min}=24,979\text{мм}$ , $ES=+0,009\text{мм}$ , $EI=-0,021\text{мм}$	<b>1.</b> вал $\varnothing 10$ $es=0\text{мм}$ , $ei=-0,009\text{мм}$	<b>9.</b> отверстие $\varnothing 50$ $ES=+0,025\text{мм}$ , $EI=0\text{мм}$
<b>2.</b> $d_{max}=49,975\text{мм}$ $d_{min}=49,950\text{мм}$ , $es=-0,025\text{мм}$ , $ei=-0,050\text{мм}$	<b>8.</b> $D_{max}=30,052\text{мм}$ , $D_{min}=30\text{мм}$ , $ES=+0,052\text{мм}$ , $EI=0\text{мм}$	<b>2.</b> вал $\varnothing 18$ $es=-0,006\text{мм}$ , $ei=-0,017\text{мм}$	<b>10.</b> отверстие $\varnothing 18$ $ES=+0,013\text{мм}$ , $EI=0\text{мм}$
<b>3.</b> $d_{max}=50\text{мм}$ , $d_{min}=49,975\text{мм}$ , $es=0\text{мм}$ , $ei=-0,025\text{мм}$	<b>9.</b> $D_{max}=64,991\text{мм}$ , $D_{min}=64,961\text{мм}$ , $ES=-0,009\text{мм}$ , $EI=-0,039\text{мм}$	<b>3.</b> вал $\varnothing 35$ $es=+0,018\text{мм}$ , $ei=+0,002\text{мм}$	<b>11.</b> отверстие $\varnothing 70$ $ES=+0,039\text{мм}$ , $EI=0\text{мм}$
		<b>4.</b> вал $\varnothing 50$ $es=-0,025\text{мм}$ , $ei=-0,050\text{мм}$	<b>12.</b> отверстие $\varnothing 25$ $ES=+0,006\text{мм}$ , $EI=-0,015\text{мм}$
<b>4.</b> $d_{max}=59,970\text{мм}$ $d_{min}=59,951\text{мм}$ , $es=-0,030\text{мм}$ , $ei=-0,049\text{мм}$	<b>10.</b> $D_{max}=64,991\text{мм}$ $D_{min}=64,949\text{мм}$ , $ES=+0,021\text{мм}$ , $EI=-0,051\text{мм}$	<b>5.</b> вал $\varnothing 50$ $es=0\text{мм}$ , $ei=-0,025\text{мм}$	<b>13.</b> отверстие $\varnothing 65$ $ES=+0,021\text{мм}$ , $EI=-0,051\text{мм}$
		<b>6.</b> вал $\varnothing 60$ $es=-0,030\text{мм}$ , $ei=-0,049\text{мм}$	<b>14.</b> отверстие $\varnothing 65$ $ES=-0,009\text{мм}$ , $EI=-0,039\text{мм}$
<b>5.</b> $d_{max}=70,039\text{мм}$ $d_{min}=70,020\text{мм}$ , $es=+0,039\text{мм}$ , $ei=+0,020\text{мм}$	<b>11.</b> $D_{max}=25,006\text{мм}$ $D_{min}=24,985\text{мм}$ , $ES=+0,006\text{мм}$ , $EI=-0,015\text{мм}$	<b>7.</b> вал $\varnothing 70$ $es=+0,039\text{мм}$ , $ei=+0,020\text{мм}$	<b>15.</b> отверстие $\varnothing 30$ $ES=+0,052\text{мм}$ , $EI=0\text{мм}$
		<b>8.</b> вал $\varnothing 30$ $es=-0,020\text{мм}$ , $ei=-0,053\text{мм}$	<b>16.</b> отверстие $\varnothing 25$ $ES=+0,009\text{мм}$ , $EI=-0,021\text{мм}$
<b>6.</b> $d_{max}=29,98\text{мм}$ , $d_{min}=29,947\text{мм}$ , $es=-0,020\text{мм}$ , $ei=-0,053\text{мм}$	<b>12.</b> $D_{max}=70,039\text{мм}$ , $D_{min}=70\text{мм}$ , $ES=+0,039\text{мм}$ , $EI=0\text{мм}$		

**Инструкционная карта № 3**

**Тема:** Определение годности действительных размеров деталей

**Цель:** сделать заключение о годности действительных размеров деталей.

**МТО:** калькуляторы, таблицы ЕСДП.

## Краткие теоретические сведения:

*Погрешность обработки* – это степень несоответствия или отклонение действительных параметров от заданных.

Причины возникновения погрешностей обработки:

- неточности станка;
- неточности приспособления;
- неточности режущего инструмента;
- неточности детали;
- деформации станка, приспособления, инструмента;
- деформация детали;
- температурные деформации;
- неточность установки инструмента на размер;
- неточности измерения размера.

Условие годности размера формулируется так:

если действительный размер окажется между наибольшим и наименьшим предельными размерами или равен любому из них, то размер годен.

## Варианты выполнения заданий

### 1 вариант

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$10_{-0,1}^{+0,2}$	$10^{+0,1}$	$10_{-0,1}$	$10 \pm 0,2$	$10_{+0,2}^{+0,4}$	$10_{-0,3}^{-0,1}$
	Заключение о годности					
9,7	Брак					
9,9	Годен					
10,0	Годен					
10,1	Годен					
10,3	Брак					
10,5	Брак					

**2 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$20^{+0,2}_{-0,1}$	$20^{+0,1}$	$20_{-0,1}$	$20\pm 0,2$	$20^{+0,4}_{+0,2}$	$20^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
20,7						
20,9						
20,0						
20,1						
20,3						
20,5						

**3 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$5^{+0,2}_{-0,1}$	$5^{+0,1}$	$5_{-0,1}$	$5\pm 0,2$	$5^{+0,4}_{+0,2}$	$5^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
4,7						
4,9						
4,0						
4,1						
4,3						
4,5						

**4 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$18^{+0,2}_{-0,1}$	$18^{+0,1}$	$18_{-0,1}$	$18\pm 0,2$	$18^{+0,4}_{+0,2}$	$18^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					

17,6						
17,8						
18,0						
18,2						
18,1						
18,5						

**5 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$30^{+0,2}_{-0,1}$	$30^{+0,1}$	$30_{-0,1}$	$30\pm 0,2$	$30^{+0,4}_{+0,2}$	$30^{+0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
29,7						
29,9						
30,0						
30,1						
30,3						
30,5						

**6 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$20^{+0,2}_{-0,1}$	$20^{+0,1}$	$20_{-0,1}$	$20\pm 0,2$	$20^{+0,4}_{+0,2}$	$20^{+0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
19,6						
19,8						
20,0						
20,2						
20,3						
20,5						

## Контрольные вопросы

1. Назовите условие годности действительных размеров элементов деталей?
2. Может ли действительный размер детали равняться номинальному и почему?

## Инструкционная карта № 4

**Тема:** Определение годности действительных размеров вала

**Цель:** сделать заключение о годности действительных размеров деталей.

**МТО:** калькуляторы, таблицы ЕСДП.

### Краткие теоретические сведения:

*Погрешность обработки* – это степень несоответствия или отклонение действительных параметров от заданных.

Причины возникновения погрешностей обработки:

- неточности станка;
- неточности приспособления;
- неточности режущего инструмента;
- неточности детали;
- деформации станка, приспособления, инструмента;
- деформация детали;
- температурные деформации;
- неточность установки инструмента на размер;
- неточности измерения размера.

Условие годности размера формулируется так:

если действительный размер окажется между наибольшим и наименьшим предельными размерами или равен любому из них, то размер годен.

Для наружного элемента детали (вала):

если действительный размер окажется больше наибольшего предельного размера - брак исправимый;

если действительный размер окажется меньше наименьшего предельного размера - брак неисправимый (окончательный).

**Упражнение 1. Определение годности действительных размеров для наружного элемента детали**

Действительные размеры Dp, мм		
	Обозначение размеров, мм	
	$15^{+0,3}_{-0,2}$	$15^{+0,2}$
Заключение о годности		
15,6	Брак исправимый	Брак исправимый
15,5	То же	То же
15,3	Годен	То же
15,0	»	Годен
14,7	Брак неисправимый	Брак не исправимый
14,5	То же	То же

**Контрольные вопросы:**

1. Условие годности действительных размеров наружных элементов детали?
2. Почему при изготовлении деталей неизбежны погрешности размеров?
3. В чем разница номинального и действительного размеров?

**Варианты заданий для практического занятия «Определение годности действительных размеров элементов деталей»:**

для наружных элементов:

1 вариант

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$10^{+0,2}_{-0,1}$	$10^{+0,1}$	$10_{-0,1}$	$10 \pm 0,2$	$10^{+0,4}_{+0,2}$	$10^{-0,1}_{-0,3}$
Заключение о годности						
9,7						
9,9						

10,0						
10.1						
10,3						
10.5						

**2 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$15^{+0,2}_{-0,1}$	$15^{+0,1}$	$15_{-0,1}$	$15\pm 0,2$	$15^{+0,4}_{+0,2}$	$15^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
14,7						
14,9						
15,0						
15,1						
15,3						
15,5						

**3 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$20^{+0,2}_{-0,1}$	$20^{+0,1}$	$20_{-0,1}$	$20\pm 0,2$	$20^{+0,4}_{+0,2}$	$20^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
20,7						
20,9						
20,0						
20,1						
20,3						
20,5						

**4 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$5^{+0,2}_{-0,1}$	$5^{+0,1}$	$5_{-0,1}$	$5\pm 0,2$	$5^{+0,4}_{+0,2}$	$5^{+0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
4,7						
4,9						
4,0						
4,1						
4,3						
4,5						

**5 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$13^{+0,2}_{-0,1}$	$13^{+0,1}$	$13_{-0,1}$	$13\pm 0,2$	$13^{+0,4}_{+0,2}$	$13^{+0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
12,7						
12,9						
13,0						
13,1						
13,3						
13,5						

**6 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$18^{+0,2}_{-0,1}$	$18^{+0,1}$	$18_{-0,1}$	$18\pm 0,2$	$18^{+0,4}_{+0,2}$	$18^{+0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
17,7						

17,9						
18,0						
18,1						
18,3						
18,5						

**7 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$28^{+0,2}_{-0,1}$	$28^{+0,1}$	$28_{-0,1}$	$28\pm 0,2$	$28^{+0,4}_{+0,2}$	$28^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
27,7						
27,9						
28,0						
28,1						
28,3						
28,5						

**8 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$25^{+0,2}_{-0,1}$	$25^{+0,1}$	$25_{-0,1}$	$25\pm 0,2$	$25^{+0,4}_{+0,2}$	$25^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
24,7						
24,9						
25,0						
25,1						
25,3						
25,5						

**9 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$14^{+0,2}_{-0,1}$	$14^{+0,1}$	$14_{-0,1}$	$14\pm 0,2$	$14^{+0,4}_{+0,2}$	$14^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
13,7						
13,9						
13,0						
13,1						
13,3						
13,5						

## Инструкционная карта № 5

**Тема:** Определение годности действительных размеров отверстия

**Цель:** сделать заключение о годности действительных размеров отверстий

**МТО:** калькуляторы, таблицы ЕСДП.

### Краткие теоретические сведения:

*Погрешность обработки* – это степень несоответствия или отклонение действительных параметров от заданных.

Причины возникновения погрешностей обработки:

- неточности станка;
- неточности приспособления;
- неточности режущего инструмента;
- неточности детали;
- деформации станка, приспособления, инструмента;
- деформация детали;
- температурные деформации;
- неточность установки инструмента на размер;
- неточности измерения размера.

Условие годности размера формулируется так:

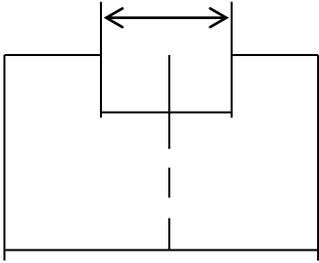
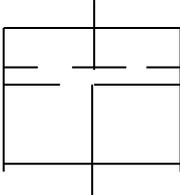
если действительный размер окажется между наибольшим и наименьшим предельными размерами или равен любому из них, то размер годен.

Для внутреннего элемента детали (отверстия):

если действительный размер окажется меньше наименьшего предельного размера - брак исправимый;

если действительный размер окажется больше наибольшего предельного размера - брак не исправимый (окончательный).

**Упражнение 1. Определение годности действительных размеров для внутреннего элемента детали.**

Действительные размеры, мм				
	Обозначение размеров, мм			
	$30^{+0,5}_{-0,1}$		$30^{+0,4}$	
Заключение о годности				
30,6	Брак не исправимый		Брак не исправимый	
30,5	Годен		То же	
30,0	»		Годен	
29,9	»		Брак исправимый	
29,5	Брак исправимый		То же	
29,4	То же		»	

**Варианты заданий для практического занятия «Определение годности действительных размеров элементов деталей»:**

для внутренних элементов:

1 вариант

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$10^{+0,2}_{-0,1}$	$10^{+0,1}$	$10_{-0,1}$	$10\pm 0,2$	$10^{+0,4}_{+0,2}$	$10^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
9,8						
9,9						

10,0						
10,2						
10,2						
10,5						

**2 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$15^{+0,2}_{-0,1}$	$15^{+0,1}$	$15_{-0,1}$	$15\pm 0,2$	$15^{+0,4}_{+0,2}$	$15^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
14,7						
14,9						
15,0						
15,1						
15,3						
15,5						

**3 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$14^{+0,2}_{-0,1}$	$14^{+0,1}$	$14_{-0,1}$	$14\pm 0,2$	$14^{+0,4}_{+0,2}$	$14^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
13,7						
13,9						
14,0						
14,1						
14,3						
14,5						

**4 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$18^{+0,2}_{-0,1}$	$18^{+0,1}$	$18_{-0,1}$	$18\pm 0,2$	$18^{+0,4}_{+0,2}$	$18^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
17,6						
17,8						
18,0						
18,2						
18,1						
18,5						

**5 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$30^{+0,2}_{-0,1}$	$30^{+0,1}$	$30_{-0,1}$	$30\pm 0,2$	$30^{+0,4}_{+0,2}$	$30^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
29,7						
29,9						
30,0						
30,1						
30,3						
30,5						

**6 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$20^{+0,2}_{-0,1}$	$20^{+0,1}$	$20_{-0,1}$	$20\pm 0,2$	$20^{+0,4}_{+0,2}$	$20^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
19,6						
19,8						
20,0						

20.2						
20.3						
20.5						

**7 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$8^{+0,2}_{-0,1}$	$8^{+0,1}$	$8_{-0,1}$	$8\pm 0,2$	$8^{+0,4}_{+0,2}$	$8^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
7,7						
7,9						
8,0						
8,1						
8,3						
8,5						

**8 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$15^{+0,2}_{-0,1}$	$15^{+0,1}$	$15_{-0,1}$	$15\pm 0,2$	$15^{+0,4}_{+0,2}$	$15^{-0,1}_{-0,3}$
	Заключение о годности					
14,6						
14,9						
15,1						
15,2						
15,3						
15,5						

**9 вариант**

Действительные размеры, мм	Обозначение размера на чертеже, мм					
	$14 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ -0,1 \end{smallmatrix}$	$14 \begin{smallmatrix} +0,1 \\ \end{smallmatrix}$	$14 \begin{smallmatrix} \end{smallmatrix} -0,1$	$14 \pm 0,2$	$14 \begin{smallmatrix} +0,4 \\ +0,2 \end{smallmatrix}$	$14 \begin{smallmatrix} -0,1 \\ -0,3 \end{smallmatrix}$
	Заключение о годности					
13,7						
13,9						
14,0						
14,1						
14,3						
14,5						

**Контрольные вопросы:**

1. Что называется действительным размером?
2. Назовите условие годности действительных размеров отверстия?
3. В чем разница номинального и действительного размеров?

## Инструкционная карта № 6

**Тема :** Измерение деталей штангенциркулем

**Цель:** научиться чтению показаний по штангенциркулю и приобретение навыков измерения.

**МТО:** штангенциркуль, образцы деталей.

### Краткие теоретические сведения

К штангенинструментам относятся штангенциркули, штангенглубиномеры и штангенрейсмасы. Они предназначены для абсолютных измерений линейных размеров, а также для воспроизведения размеров при разметке деталей, когда не требуется высокая точность.

Основными частями штангенинструментов являются шкала-линейка с делениями 1 мм и перемещающаяся по линейке вспомогательная шкала-нониус. По нониусу отсчитывают десятые доли миллиметра. Наибольшее распространение получили нониусы с точностью отсчета 0,1 мм.

Штангенциркуль ШЦ-I (наиболее распространенный инструмент) состоит из штанги 5 с неподвижными губками, рамки 3 с подвижными губками, перемещающейся по штанге, стержня глубиномера 6, соединенного с рамкой, и стопорного винта 2. Губки 8 служат для измерения наружных элементов детали, а губки 1 – внутренних элементов детали. На штанге нанесена основная шкала с ценой деления 1 мм, а на скосе рамки-вспомогательная шкала (нониус) 7, с помощью которой отсчитывают десятые доли миллиметра.

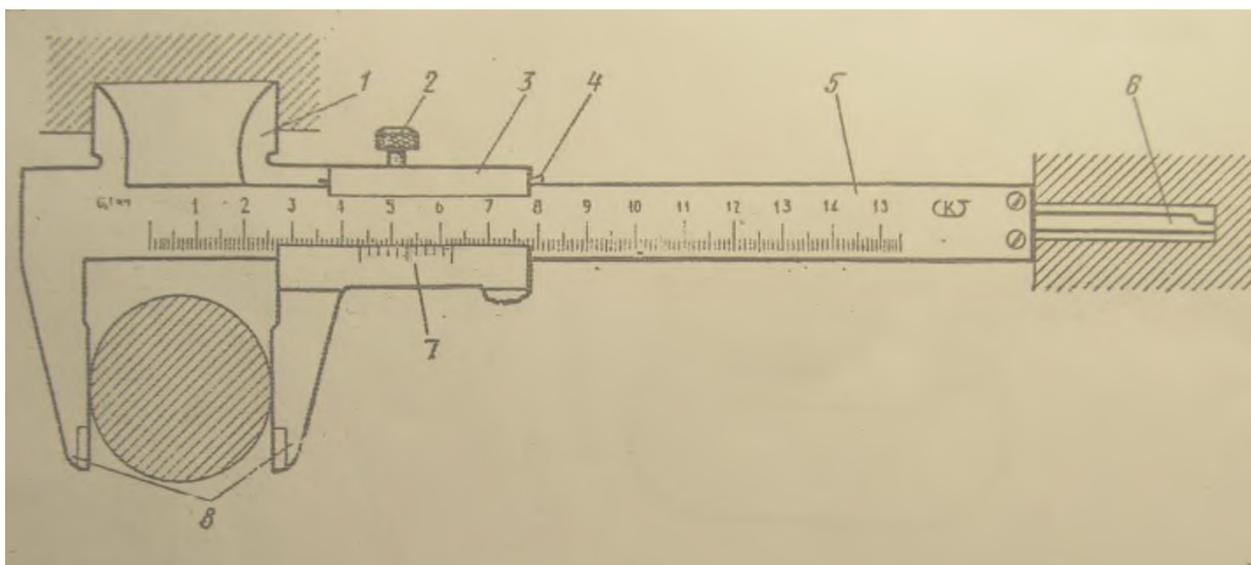


Рис. 6 Штангенциркуль ШЦ-1

*Порядок отсчета показаний штангенциркуля по шкалам штанги и нониуса:*

читают число целых миллиметров, для этого находят на шкале штанги штрих, ближайший слева к нулевому штриху нониуса, и запоминают его числовое значение;

читают доли миллиметра, для этого на шкале нониуса находят штрих, ближайший к нулевому делению и совпадающий со штрихом шкалы штанги и умножают его порядковый номер на цену деления (0,1) нониуса; подсчитывают полную величину показания штангенциркуля, для этого складывают число целых миллиметров и долей миллиметра.

Чтение показаний штангенциркуля:



### Задание:

1. Повторить устройство штангенциркуля.
2. Изучить правила чтения показаний по штангенциркулю.
3. Выполнить замеры элементов детали и результаты занести в таблицу.

Номер измерения	1	2	3	4
Результат измерения, мм				

### Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначены штангенинструменты?
2. Каково назначение штангенциркуля?
3. Покажите основные части штангенциркуля.
4. В какой последовательности следует читать показания?

5. Как производится отсчет по нониусу?

6. Как определяются целые миллиметры у штангенциркуля?

### **Инструкционная карта №7**

**Наименование работы:** Измерение деталей микрометром гладким

**Цель:** научиться чтению показаний по микрометру и приобретение навыков измерения.

**МТО:** микрометр, образцы деталей

#### **Краткие теоретические сведения:**

Микрометрические инструменты – средства измерения линейных размеров, основанные на использовании винтовой пары, называемой микропарой.

К ним относят:

1. Микрометрический глубиномер предназначен для измерения глубины пазов, глухих отверстий и т.д.

2. Микрометрический нутромер служит для измерения диаметра отверстий и других внутренних размеров.

3. Гладкий микрометр – средство для измерения наружных линейных размеров, основанием которого является скоба, а преобразующим устройством служит винтовая пара, состоящая из микрометрического винта и микрометрической гайки, укрепленной внутри стебля. В скобу запрессованы пятка 1 и стержень 4. Измеряемую деталь 2 охватывают торцевыми измерительными поверхностями микровинта и пятки. На винт 3 насажен барабан, который присоединен к микровинту конуса трещотки.

Чтобы приблизить микровинт к пятке, вращают барабан 5 или трещотку 6 по часовой стрелке. Для ограничения измерительного усилия микрометр снабжен трещоткой.

Отсчетное устройство микрометра, как и других микрометрических инструментов, имеет основную и вспомогательную шкалы. На стержне нанесены продольная риска и по обеим ее сторонам две шкалы. По нижней шкале отсчитывают целые миллиметры, а по верхней – их половины.

Дополнительная шкала с 50 делениями нанесена на коническом скосе торца барабана, указателем ее служит продольная риска на стержне. За один оборот микровинт с барабаном перемещаются на шаг винтовой пары, равный 0,5мм, а дополнительная шкала поворачивается на 50 делений. Цена деления микрометра 0,01мм. При измерении детали производят отсчет по всем шкалам и суммируют.

Гладкий микрометр позволяет осуществить замер с погрешностью 0,025 - 0,20 мм, обеспечивает точность измерения до 0,01мм. Предел допустимой погрешности при классе точности 1 – 0,002мм, а при классе точности 2 – 0,004мм. Диапазоны измерений 0 – 25, 25 – 50 и т.д. Цена

деления шкалы барабана 0,01мм, а шкалы стебля – 0,5мм. Шаг резьбы микропары (микровинт и микрогайка) равен 0,5мм.

Пример обозначения: гладкий микрометр с диапазоном измерения 50мм, класса точности 1: Микрометр МК-50-1 ГОСТ 6507 – 78.

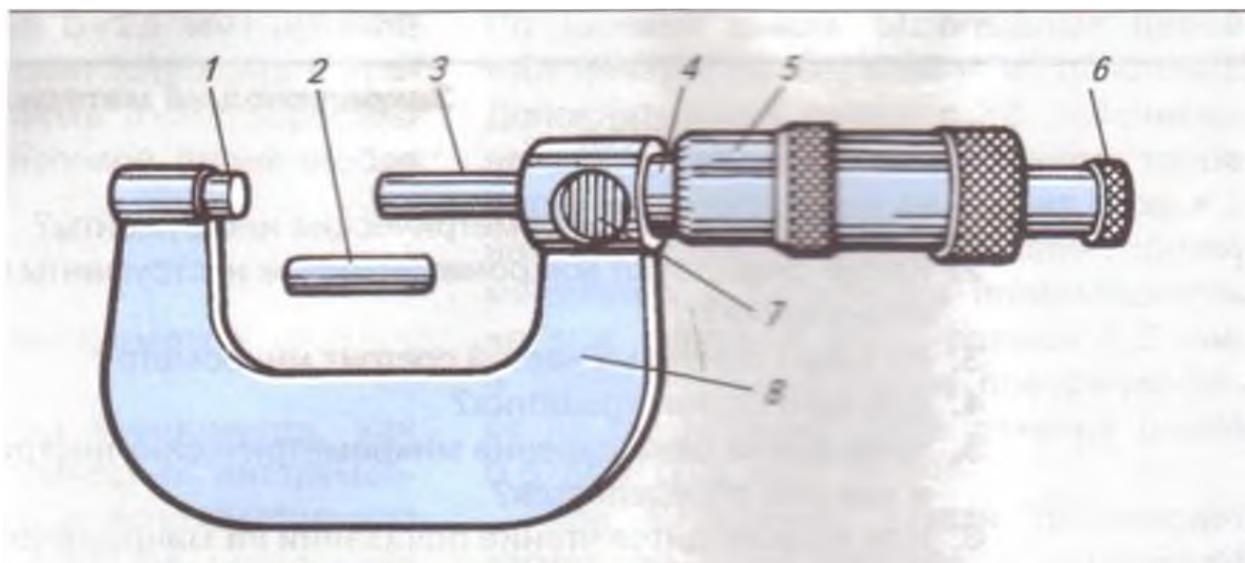


Рис. 7 Микрометр гладкий

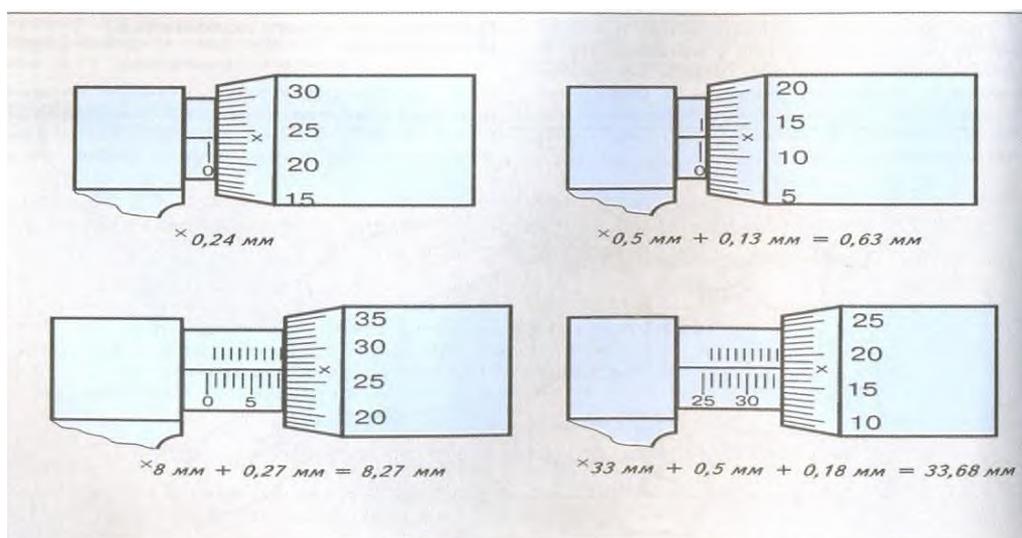
*Показания по шкалам гладкого микрометра отсчитывают в следующем порядке:*

по нижней шкале стебля читают отметку около штриха, ближайшего к торцу скоса барабана, по верхней шкале читают отметку в 0,5(она может быть или не быть);

по шкале барабана читают отметку около штриха, ближайшего к продольному штриху стебля;

складывают два или три значения и получают показание микрометра.

Чтение показаний микрометра:



### Задание:

- 1.Повторить устройство микрометра гладкого.
- 2.Изучить правила чтения показаний по микрометру гладкому.
- 3.Выполнить замеры элементов детали и результаты занести в таблицу.

Номер измерения	1	2	3	4
Результат измерения,мм				

### Контрольные вопросы:

- 1.Каково назначение микрометрических инструментов?
- 2.Из каких основных частей состоит микрометр?
- 3.Для чего служит трещотка?
- 4.Как читаются показания по микрометру?

### Инструкционная карта №8

**Наименование работы:** Измерение деталей рычажным микрометром

**Цель:** научиться чтению показаний по рычажному микрометру и приобретение навыков измерения.

**МТО:** рычажный микрометр, образцы деталей

### Краткие теоретические сведения:

Микрометр рычажный (рис.5) состоит из микрометрической головки и рычажно-зубчатого механизма, передающего перемещение подвижной пятки 2 микрометра на стрелку отсчетной шкалы 1. Измерительное усилие равно 200...400г.

Перед началом измерения проверяют нулевой отсчет.

#### *Проверка нулевого отсчета рычажного микрометра*

Для проверки нулевого отсчета рычажного микрометра вращением барабана 4 (рис.5) измерительные плоскости приводят в соприкосновение друг с другом или с поверхностью установочной меры, если пределы измерения прибора от 25 до 50мм. При этом должны совпадать нулевой штрих шкалы барабана с продольным штрихом на стебле и стрелка с нулевым штрихом шкалы рычажного устройства. Если стрелка рычажного

устройства не совпадает с нулем шкалы, выполняют регулировку микрометра. Для этого вращением барабана 4 устанавливают стрелку шкалы 1 на нуль, закрепляют стопором 3 микрометрический винт, отвинчивают колпачок 5 барабана, снимают барабан с конуса, поворачивают его до совпадения нулевого штриха с продольным штрихом стебля и закручивают колпачок 5. После регулировки стопор 3 следует отпустить.

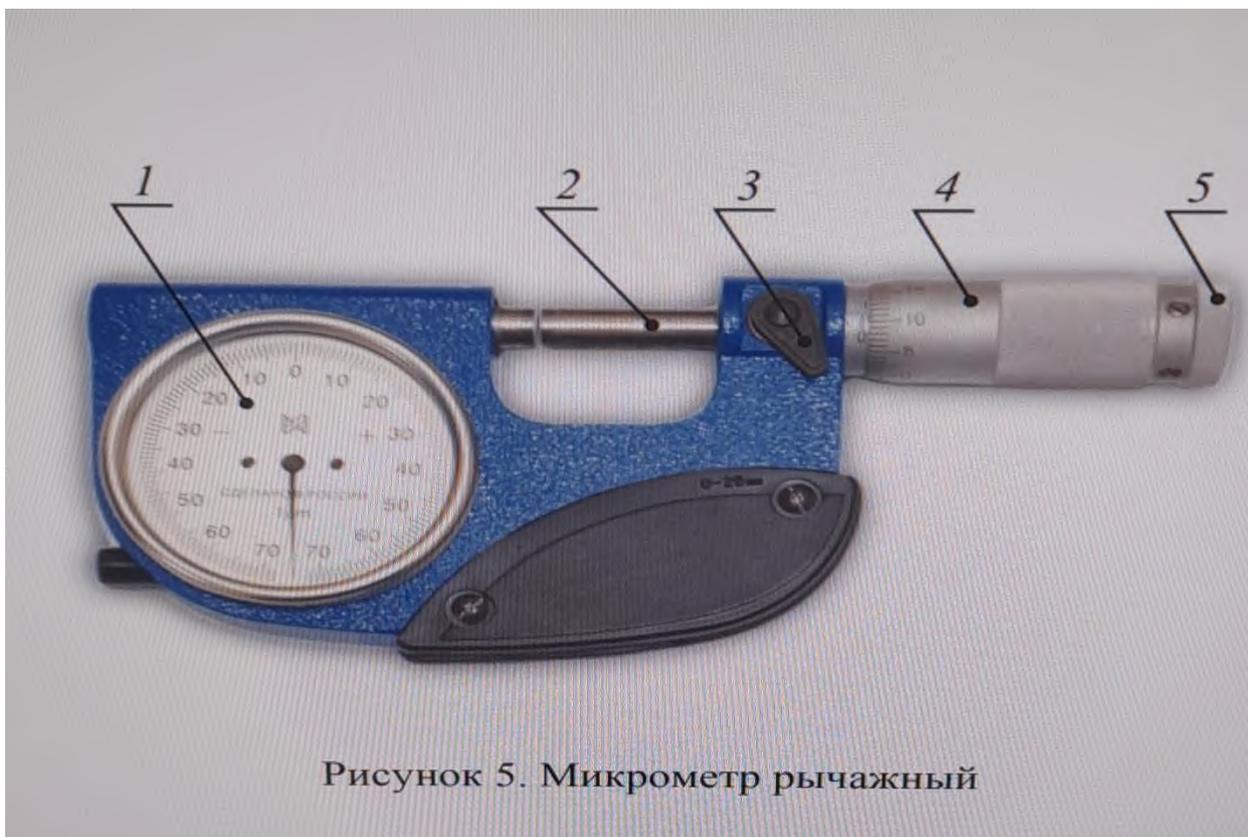


Рисунок 5. Микрометр рычажный

### *Измерение рычажным микрометром*

Измеряемый объект вводят между измерительными поверхностями пятки и микрометрического винта и вращением барабана приводят в соприкосновение измерительные поверхности прибора с поверхностью изделия. Вращение барабана прекращают, когда стрелка шкалы 1 (рис 5) окажется вблизи нуля (в пределах  $\pm 4$  деления), а продольный штрих стебля совпадет с каким-либо штрихом барабана микровинта. За действительный размер принимают алгебраическую сумму отсчетов по шкалам стебля, барабана и рычажного устройства. Отсчет по барабану производится также, как у гладкого микрометра.

### **Задание:**

1. Повторить устройство рычажного микрометра.

2. Изучить правила чтения показаний по рычажному микрометру.
3. Выполнить замеры элементов детали и результаты занести в таблицу.

Номер измерения	1	2	3	4
Результат измерения, мм				

**Контрольные вопросы:**

1. Каково назначение рычажного микрометра?
2. Из каких основных частей состоит рычажный микрометр?
3. Как читаются показания по рычажному микрометру?

## Список используемых ресурсов

1. Ганевский Г.М., Голдин И.И. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении: Учебник для профессиональных училищ и лицеев, исправленный и дополненный\_ М.: Издательский дом «Ореол», 2019-288с.
2. Дудников А.А. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения.-М.: Агропромиздат, 2019-176с.
- 3.Зайцев С.А. Технические измерения: учебник для студ. Учреждений сред.проф.образования / С.А. Зайцев, А.Н. Толстов. -4-е изд., испр. - М.:Издательский центр «Академия», 2020.-368с.
- 4.Зайцев С.А. Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении: учебник для студ.учреждений сред.проф.образования / [ С.А. Зайцев, А.Н. Толстов, Д.Д. Грибанов, А.Д. Куранов]. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 288с.

### **Интернет-ресурсы:**

- 1.Standard.ru : закон о стандартизации [www.standard.ru/about/law.phtml](http://www.standard.ru/about/law.phtml)
- 2.Метрология, стандартизация и сертификация - Библиотека Гумер  
[www.gumer.info/bibliotek\\_Buks/Science/metr/index.php](http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Science/metr/index.php)
3. ООО «Образовательно-издательский центр «Академия» Электронная библиотека для читателя <http://www.academia-moscow.ru>