

СТАНДАРТНЫЕ ТРУМЕНТЫ



СОДЕРЖАНИЕ

1. Историческая справка о штангенциркулях
2. Виды штангенинструментов
3. Назначение штангенинструментов
4. Технические характеристики штангенинструментов
5. Отсчётное устройство штангенинструментов
6. Условное обозначение штангенинструментов
7. Штангенциркули
 - 7.1 Общее устройство штангенциркулей
 - 7.2 Типы штангенциркулей
 - 7.3 Виды штангенинструментов по отсчётному устройству
 - 7.4 Специальные штангенциркули
 - 7.5 Последовательность измерения штангенциркулем
 - 7.6 Отсчёт показаний
8. Штангенглубиномеры
9. Штангенрейсмасы (штангенрейсмусы)
10. Штангензубомеры
11. Технология измерения штангенинструментами
12. Вопросы для самоподготовки

1. Историческая справка о штангенциркулях

- ▣ Название этого инструмента идет от латинского слова **«circulus»**, что в переводе означает **«круг»**.
- ▣ Первые циркули **были изобретены более 2000 лет назад**, подтверждением этому являются найденные круги, начерченные вавилонянами и ассирийцами.
- ▣ В начале нашей эры циркули использовались **римскими и галльскими мастерами и строителями**. Причем, на раскопках были найдены не только инструменты для построения чертежей, но и приспособления с загнутыми краями – прототипы современных кронциркулей, предназначенных для измерения длин. Изготавливались они тогда из железа и бронзы.
- ▣ **В Древней Руси** циркули были деревянными, их использовали для выполнения круглых орнаментов при резьбе по дереву.

Точная дата появления и имя создателя штангенциркуля не известна, но известно, что им пользовались еще в средневековье.



Историческая справка о штангенциркулях

- ▣ Первые **штангенциркули** появились уже **в начале XVII века**, то есть существуют уже около 4-х столетий.
- ▣ Были они **деревянные** и имели невысокую точность, но жизнь требовала настоятельно более точных размеров в технике, особенно военной.
- ▣ С развитием кораблестроения и производства оружия **в Европе** к измерительным циркулям стали предъявлять высокие требования, так как для изделий были нужны более точные измерения. Так **в конце XVIII века в Англии в Лондоне** появились **металлические штангенциркули**, которые вместе с основной шкалой содержали и **дополнительную**, изобретенную **шведом Нониусом** и в честь его названную **шкалой Нониуса**. Ими можно было измерять с **высокой точностью**.



Использование штангенинструментов

При разметке заготовок и в процессе изготовления изделий постоянно возникает необходимость определить тот или иной размер заготовки или готовой детали. Для этих целей используют, например, измерительную линейку. Но она позволяет определить размеры деталей с точностью до **1 мм**.

Для более точных измерений служит штангенинструменты. С их помощью можно измерять наружный и внутренний размеры, глубину отверстия, а также выполнить разметку изделий.

Штангенинструменты бывают разных видов и типов, отличаются пределами измерения и точностью измерения.

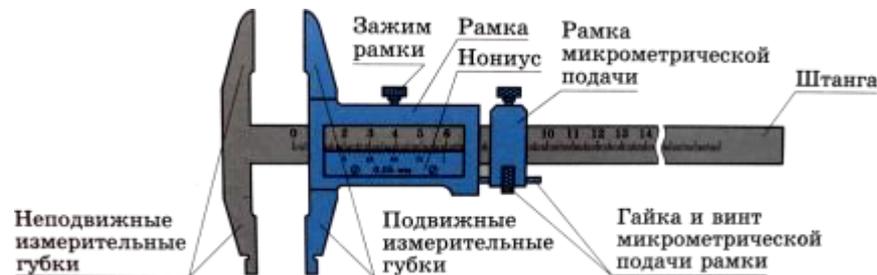
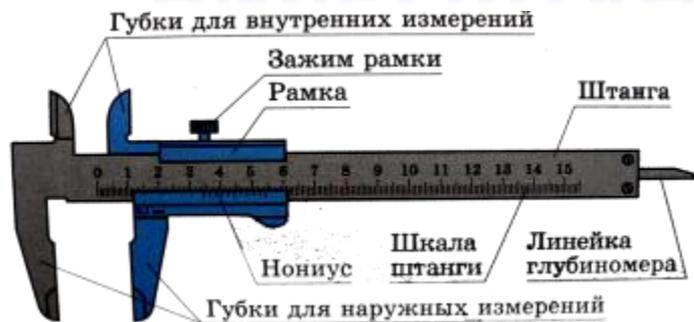
2. Виды штангенинструментов

- ▣ **Штангенинструменты** – это средства измерения линейных размеров, основанных на **штанге** с **основной шкалой** и **нониусе** – **вспомогательной шкале** для уточнения отсчёта показаний.
- ▣ У всех штангенинструментов имеется **измерительная штанга**, благодаря которой произошло название целой группы инструментов: **«штангенинструменты»**.
- ▣ **Виды штангенинструментов:**
 1. Штангенциркули (**ГОСТ 166-89**);
 2. Штангенглубиномеры (**ГОСТ 162-90**);
 3. Штангенрейсмасы (**ГОСТ 164-90**);
 4. Штангензубомеры (**ГОСТ 4373-91**)

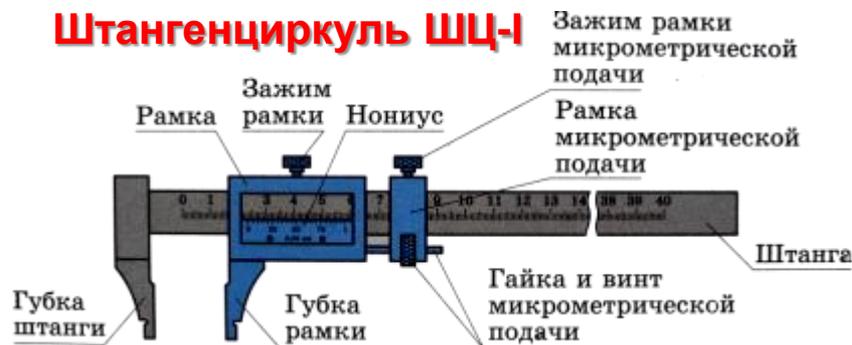
Основными частями этих инструментов являются:

- 1) **Основная шкала** – **штанга**;
- 2) **Вспомогательная шкала** – **нониус** (для уточнения отсчёта показаний).

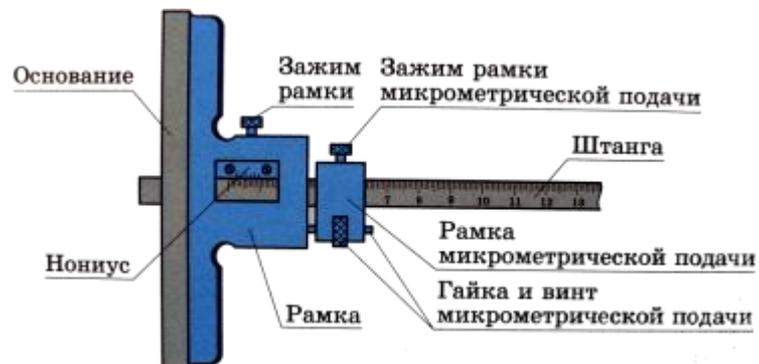
ВИДЫ ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТОВ



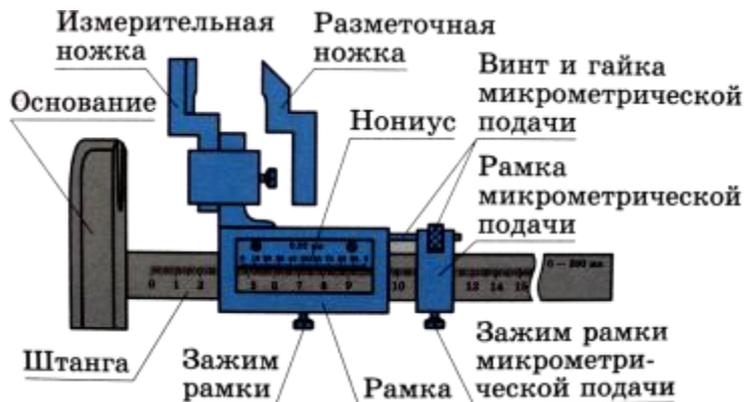
Штангенциркуль ШЦ-I



Штангенциркуль ШЦ-II



Штангенциркуль ШЦ-III



Штангенглубиномер



Штангенрейсмас

Штангензубомер

ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТЫ

Отличительным признаком штангенинструментов является наличие в них **двух штриховых шкал**:

- **основная**, которая находится на штанге;
- **дополнительная**, которая закрепляется на специальной подвижной рамке.

Основная шкала служит непосредственно для измерения. С этой шкалой производится сравнение измеряемого размера.

Дополнительная шкала называется **нониусом**, и служит для повышения точности отсчета по основной шкале. При помощи шкалы нониуса можно более точно, чем на глаз, оценить долю деления основной шкалы, так как в основу отсчета заложена способность человеческого глаза более точно определить **совпадение или не совпадение штрихов двух сомкнутых шкал**, чем оценивать долю деления шкалы на глаз.

3. Назначение штангенинструментов

Штангенинструменты – это средства измерений, применяемые для:

- измерений **линейных размеров** наружных и внутренних поверхностей, не требующих высокой точности;
- нанесение этих размеров на поверхности заготовок при разметке деталей.

Метод измерения – **непосредственной оценки, абсолютный.**

Штангенинструменты являются одним из основных измерительных инструментов, широко применяемых при ремонте и восстановлении деталей различной техники, а также при изготовлении новых изделий.

Штангенинструменты относятся к группе **показывающих** измерительных приборов. С их помощью можно выполнять **абсолютные измерения**, то есть, можно непосредственно определить все значение измеряемой величины.

Штангенинструменты применяются не только для измерения, но и для разметки деталей, **где не требуется высокая точность.** Точность данных измерительных приборов ограничена точностью изготовления штриховых мер, то есть, точностью нанесения штриховых меток на шкале относительно друг друга и точностью размеров отдельных штриховых меток.

Назначение штангенинструментов

1) **Штангенциркули** предназначены для измерения наружных и внутренних размеров изделий, а также, в зависимости от типа (конструкции) позволяют выполнять разметочные работы и измерять различные глубины и высоты изделий.

2) **Штангенглубиномеры** предназначены для измерения глубины отверстий, пазов, высоты уступов изделий, расстояния между буртиками и различными поверхностями.

3) **Штангенрейсмасы** предназначены для измерения высот и разметки изделий.

При этом инструмент и изделие, должны располагаться на специальной плите, называемой **поверочной плитой**. Штангенрейсмасы главным образом применяются для выполнения разметочных работ.

4) **Штангензубомеры** предназначается для измерения толщины зубьев зубчатых цилиндрических колёс (шестерней) внешнего зацепления и реек для определения величины их износа и размера.

Виды, типы и назначение штангенинструментов

Виды, типы и назначение штангенинструментов

Штангенглубиномеры –

для измерения глубин пазов, отверстий, высот выступов

Штангенциркули –

для измерения наружных и внутренних размеров изделий и для разметки

Штангенрейсмасы –

для измерения высот, уступов и разметки размеров

ШЦ-I – с двусторонним расположением губок для измерения наружных и внутренних размеров и с линейкой (глубиномером) для измерения глубин

ШЦ-II – с двусторонним расположением губок для измерения наружных и внутренних размеров и для разметки

ШЦ-III – с односторонним расположением губок для измерения наружных и внутренних размеров

ШЦТ-I – с односторонним расположением губок, оснащенных твердым сплавом для измерения наружных размеров и глубин в условиях повышенного изнашивания

ШЦК – с отсчетом по круговой шкале для измерения наружных, внутренних размеров, глубины пазов

ШЦЦ – с цифровым отсчетным устройством для измерения наружных, внутренних размеров, глубины пазов

4. Технические характеристики штангенинструментов

Штангенинструменты выпускают с различными **диапазонами измерений** (**верхний предел до 2000 мм**) с величиной отсчета по нониусу **0,05 мм** или **0,1 мм**.

Погрешность показаний штангенинструментов:

- с величиной отсчета по нониусу **0,05 мм** не должна превышать **$\pm 0,05$ мм**;
- с величиной отсчета по нониусу **0,1 мм** – **$\pm 0,2$ мм**.

Метрологические характеристики штангенинструментов

| Тип | Пределы измерения прибором, мм | Значение отсчета по нониусу | Вылет губок ножек штангенрейсмаса, мм | | Допускаемая погрешность прибора, мм | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| | | | | | для участка шкалы | при значении отсчета по нониусу | |
| | | | I | II | | 0,1 | 0,05 |
| ШТАНГЕНЦИРКУЛИ (ГОСТ 166-89) | | | | | | | |
| ШЦ - I ШЦТ - I | 0 - 125 | 0,1 | 35 - 40 | 16 | | ± 0,05 | |
| ШЦ - II ШЦ - III | 0 - 160 | 0,1 | 45 - 30 | 6 | св. 0 до 100 | ± 0,06 | ± 0,05 |
| | 0 - 200 | и | 50 - 63 | 8 | 100 до 200 | ± 0,07 | |
| | 0 - 250 | 0,05 | 60 - 80 | 10 | 200 до 250 | ± 0,08 | |
| ШЦ - III | 0 - 315 | 0,1 | 63 - 100 | 10 | св. 250 до 300 | ± 0,08 | |
| | 0 - 400 | | 63 - 125 | 10 | 300 до 400 | ± 0,09 | |
| | 0 - 500 | | 80 - 160 | 15 | 400 до 1000 | ± 0,10 | |
| | 250 - 630 | | 80 - 200 | 15 | 1000 до 1100 | ± 0,16 | |
| | 250 - 800 | | 80 - 200 | 15 | 1100 до 1200 | ± 0,17 | |
| | 320 - 1000 | | 80 - 200 | 20 | 1200 до 1300 | ± 0,18 | |
| | 500 - 1250 | | 100 - 300 | 20 | 1300 до 1400 | ± 0,19 | |
| | 500 - 1600 | | 100 - 300 | 20 | св.1400 до 2000 | ± 0,20 | |
| 800 - 2000 | 100 - 300 | 20 | | | | | |

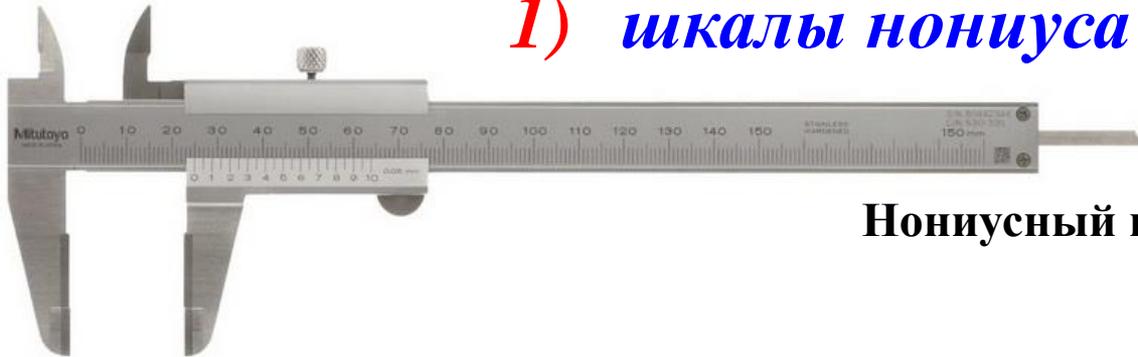
Метрологические характеристики штангенинструментов

| Тип | Пределы измерения прибором, мм | Значение отсчета по нониусу | Вылет губок ножек штангенрейсмаса, мм | | Допускаемая погрешность прибора, мм | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------|
| | | | I | II | для участка шкалы | при значении отсчета по нониусу | |
| | | | | | | 0,1 | 0,05 |
| ШТАНГЕНЦИРКУЛИ ДЛЯ РАЗМЕТКИ (ТУ 2-034-803-74) | | | | | | | |
| ШЦ - II | 1500-3000 | 0,1 | 150 | - | 1500-3000 | ± 0,3 | - |
| | | | | | 2000-4000 | ± 0,4 | |
| ШТАНГЕНЦИРКУЛИ СО СТРЕЛОЧНЫМ ОТСЧЕТОМ (ТУ 2-034-620-84) | | | | | | | |
| Мод. 124 | 0-150 | по шкале 0,1 | 35-40 | 10 | 0-150 | ± 0,08 | - |
| ШТАНГЕНГЛУБИНОМЕР СО СТРЕЛОЧНЫМ ОТСЧЕТОМ (ТУ 2-034-620-84) | | | | | | | |
| Модель БВ 6232 | 0-250 | по шкале 0,05 | 75 | - | 0-250 | - | ± 0,05 |
| ШТАНГЕНГЛУБИНОМЕР (ТУ 2-034-620-84) | | | | | | | |
| ШГ | 0-160 | 0,05 | 120 | - | Св. 0 до 400 | - | ± 0,05 |
| | 0-200 | | | | | | |
| | 0-250 | | | | | | |
| | 0-315 | | | | | | |
| | 0-400 | | | | | | |
| ШТАНГЕНРЕЙСМАСЫ (ГОСТ 164 - 80) | | | | | | | |
| ШР | 0-250 | 0,05 | (50) | - | До 630 | - | ± 0,15 |
| | 40-400 | | | | | | |
| | 60-630 | | (80) | - | | | |
| | 100-1000 | 0,1 | (125) | - | До 630 | ± 0,10 | - |
| | 600-1600 | | | | Св.630 до 1000 | ± 0,10 | - |
| | | | | Св.1000 до 1600 | ± 0,15 | - | |

5. Отсчётное устройство штангенинструментов

Отсчетное устройство штангенинструментов может быть **в виде:**

1) шкалы нониуса



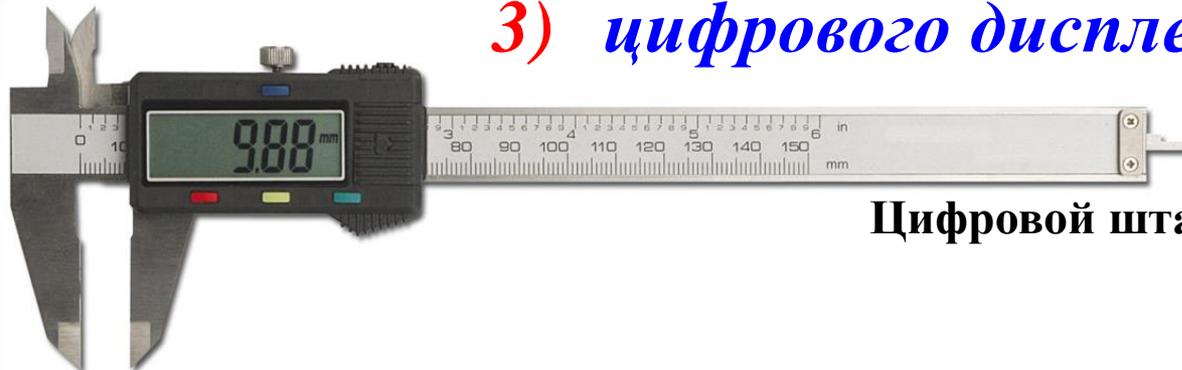
Нониусный штангенциркуль

2) круговой шкалы



Циферблатный штангенциркуль

3) цифрового дисплея



Цифровой штангенциркуль

6. Условное обозначение штангенинструментов

Штангенциркуль типа **ШЦ-I** с пределами измерений **0-125 мм** и отсчетом по нониусу **0,1 мм**:

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;

Штангенциркуль типа **ШЦ-II** с пределами измерений **0-250 мм** и отсчетом по нониусу **0,05 мм**:

Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89;

Штангенциркуль типа **ШЦ-III** с пределами измерения **60-1600 мм** и отсчетом по нониусу **0,1 мм**:

Штангенциркуль ШЦ-III-1600-0,1 ГОСТ 166-89;

Штангенциркуль типа **ШЦ-I** с диапазоном измерения **0-150 мм** и ценой деления круговой шкалы **0,02 мм**:

Штангенциркуль ШЦК-I-150-0,02 ГОСТ 166-89;

Штангенциркуль типа **ШЦ-I** с диапазоном измерения **0-125 мм** и шагом дискретности цифрового отсчетного устройства **0,01 мм**:

Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89;

Штангенглубиномер с пределом измерений **0-200 мм**:

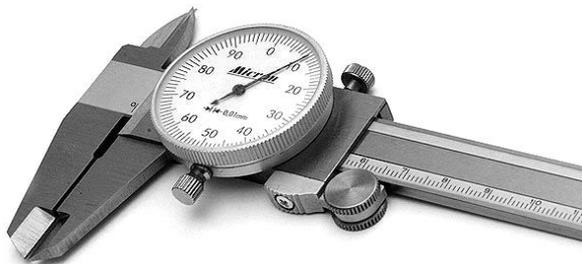
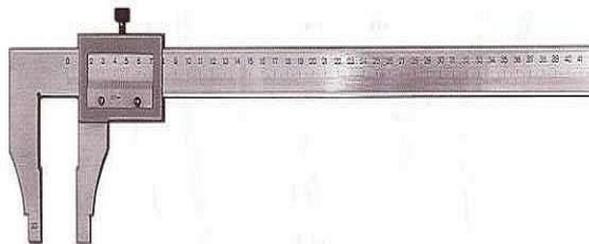
Штангенглубиномер ШГ-200 ГОСТ 162-90;

Штангенрейсмас с пределом измерений **0-250 мм** и отсчетом по нониусу **0,05 мм**:

Штангенрейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ 164-90.

7. Штангенциркули

- ▣ **Штангенциркуль** (нем. *Stangenzeirkel*) – универсальный измерительный инструмент, предназначенный для **высокоточного измерения**: наружных и внутренних линейных размеров, а в некоторых случаях: глубин отверстий и пазов.
- ▣ **Штангенциркуль** – самый распространенный инструмент измерения, поскольку удобен в обращении, имеет простую конструкцию, и способен проводить измерения с максимальной скоростью.
- ▣ Название **штангенциркуля** связано с **конструктивными особенностями** этого инструмента. Он имеет **измерительную штангу** с **основной шкалой** и **нониус** – **вспомогательную шкалу**, применяемую для отсчета долей делений.
- ▣ **Максимальная точность измерений штангенциркулем** варьируется, в зависимости от модели, в пределах **от десятых до сотых долей миллиметра**.



7.1 ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ШТАНГЕНЦИРКУЛЕЙ

У каждого штангенциркуля имеются:

- **Измерительная штанга**, на которую нанесена **основная шкала**, по которой при проведении замеров определяют **целое число миллиметров**. На штанге крепятся все остальные детали инструмента.
- **Подвижная рамка (ползунок)** двигается по штанге и содержит еще одну шкалу – **нониус**. С рамкой жестко крепится губка (губки).
- **Нониус** – **дополнительная шкала**, размещается на рамке, служит для чтения долей миллиметра.
- **Две измерительные губки**, предназначенных для измерения **внутренних поверхностей** (например, диаметра отверстия).
- **Две измерительные губки**, использующихся при измерении **наружных поверхностей** (например, длины болта, диаметра вала).
- **Глубиномер** (присутствует не во всех моделях). Как понятно из названия, он используется для замеров **глубины** отверстий и пазов.
- **Винт**, который закрепляет положение губок путем для зажима и фиксации рамки.
- **Кнопка для обнуления** (имеется только в электронных изделиях) – предназначена для сброса показаний.

Наиболее важный компонент в любом разметочном штангенциркуле – это **губки**.

Устройство сделано таким образом, что одна из половинок губки остаётся на месте (неподвижна), а другая перемещается на заданное расстояние.

Другой важный компонент инструмента **нониус**, имеющий разметку на доли делений, без которых невозможно достичь точности измерений. **Точность инструмента**, в зависимости от разновидности, может составлять **десятые и сотые доли миллиметра**.

Отсчётное устройство нониусного штангенциркуля

Рамка имеет вспомогательную шкалу (**нониус**), совмещённую с основной шкалой линейки.

Деления нониуса нанесены так, что при перемещении ползуна:

- на **0,1 мм** с одним из делений основной шкалы совпадает **первое деление нониуса**;
- на **0,3 мм** – **третье**;
- на **0,5 мм** – **пятое**;
- на **1 мм** – **десятое деление нониуса**.

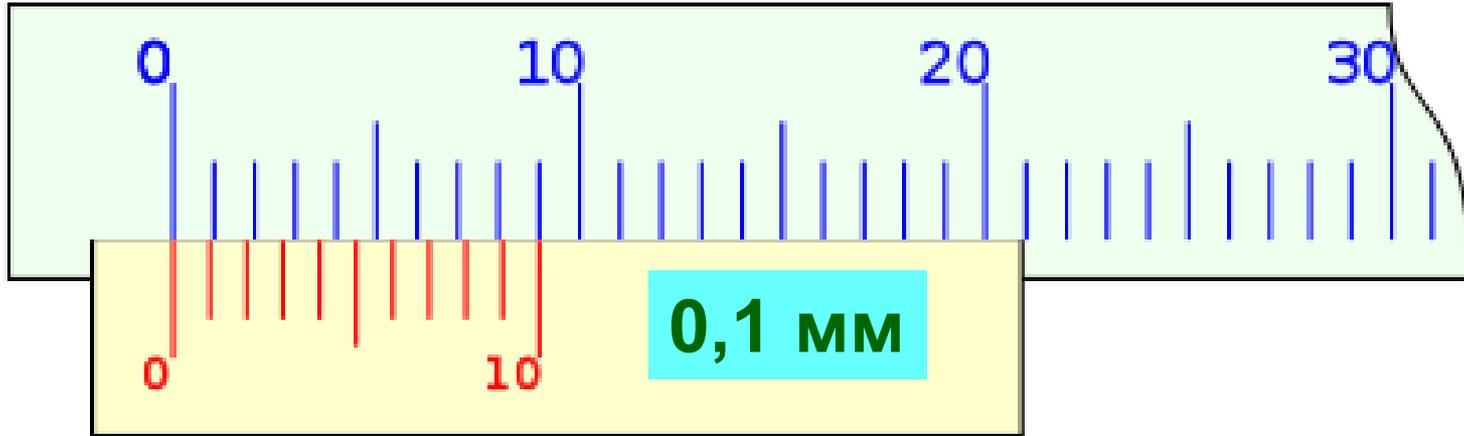
Нониус (верньер) Пьер Вернье – французский изобретатель измерительного инструмента, носящего его имя **«верньёр»**, но называемого также **нониусом**

НОНИУС – **вспомогательная шкала**, при помощи которой отсчитывают **доли делений** основной шкалы измерительного прибора.



Отсчётное устройство нониусного штангенциркуля

Штанга с основной шкалой



Нониус со вспомогательной шкалой

Штанга с основной шкалой



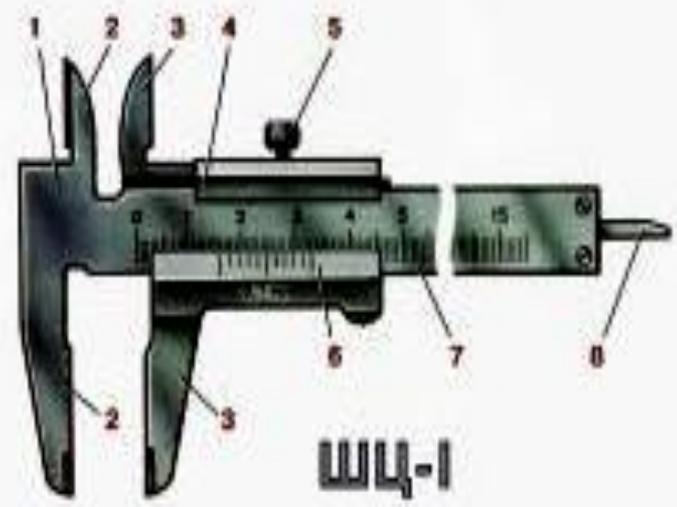
Нониус со вспомогательной шкалой

7.2 Типы штангенциркулей

Штангенциркули применяют трёх типов:
ШЦ-I, ШЦ-II и ШЦ-III.

НАЗНАЧЕНИЕ

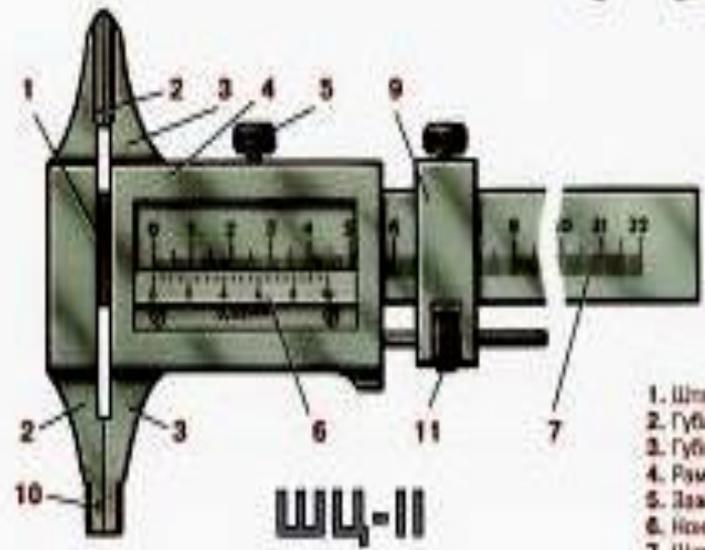
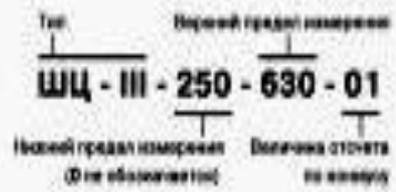
- измерение наружных и внутренних размеров;
- измерение размеров глубины (не точнее 12-го качества);
- разметка



ШЦ-I

| Тип | Пределы измерений, мм | Величина отсчета по нониусу, мм | Предел допускаемой погрешности, мм |
|--------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| ШЦ-I | 0 - 125 | 0,1 | ±0,1 |
| ШЦ-II | 0 - 160 | 0,05 | ±0,05 при отсчете 0,05 |
| | 0 - 200 0 - 250 | 0,1 | ±0,1 при отсчете 0,1 |
| ШЦ-III | 0 - 315 | 0,1 | ±0,1 |
| | 0 - 400 | | |
| | 0 - 500 | | |
| | 250 - 630 | | |
| | 250 - 800 | | |
| ШЦ-III | 320 - 1000 | ±0,2 | |
| | 600 - 1250 | | |
| | 500 - 1800 | | |
| | 900 - 2000 | | |

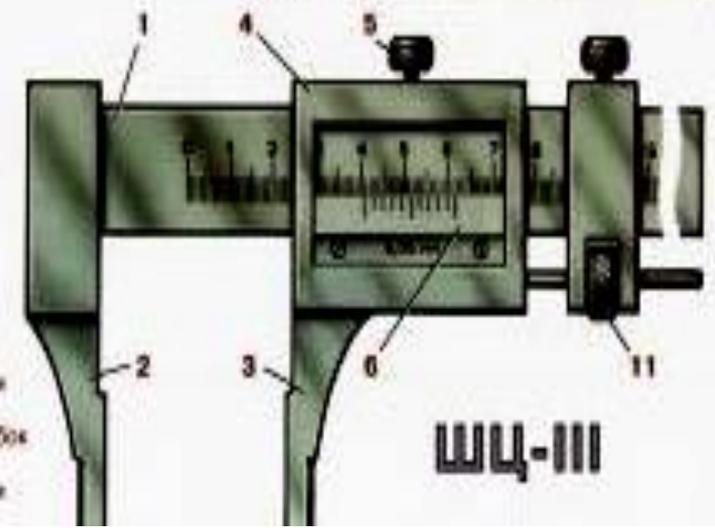
Пример условного обозначения



ШЦ-II

1. Штанга
2. Губки штанги
3. Губки рамки
4. Рамка
5. Зажим рамки
6. Нониус
7. Шкала штанги

8. Линейка глубиномера
9. Рамка микрометрической подставки
10. Указатель номинального размера губок
11. Гайка микрометрической подставки



ШЦ-III

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШТАНГЕНЦИРКУЛЕЙ

Измерение наружных размеров
ШЦ - I



Деталь закреплена в станке
(станок выключен!)



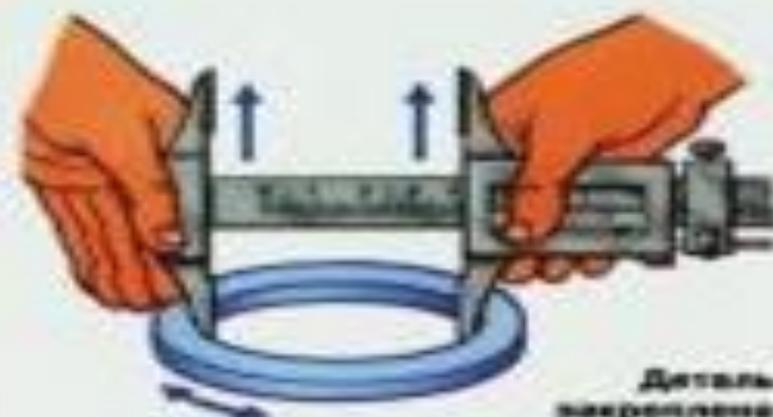
Деталь
находится
в руках контролера

Измерение наружных размеров
ШЦ - II



Деталь
находится
в руках
контролера

Измерение внутренних размеров
ШЦ - II

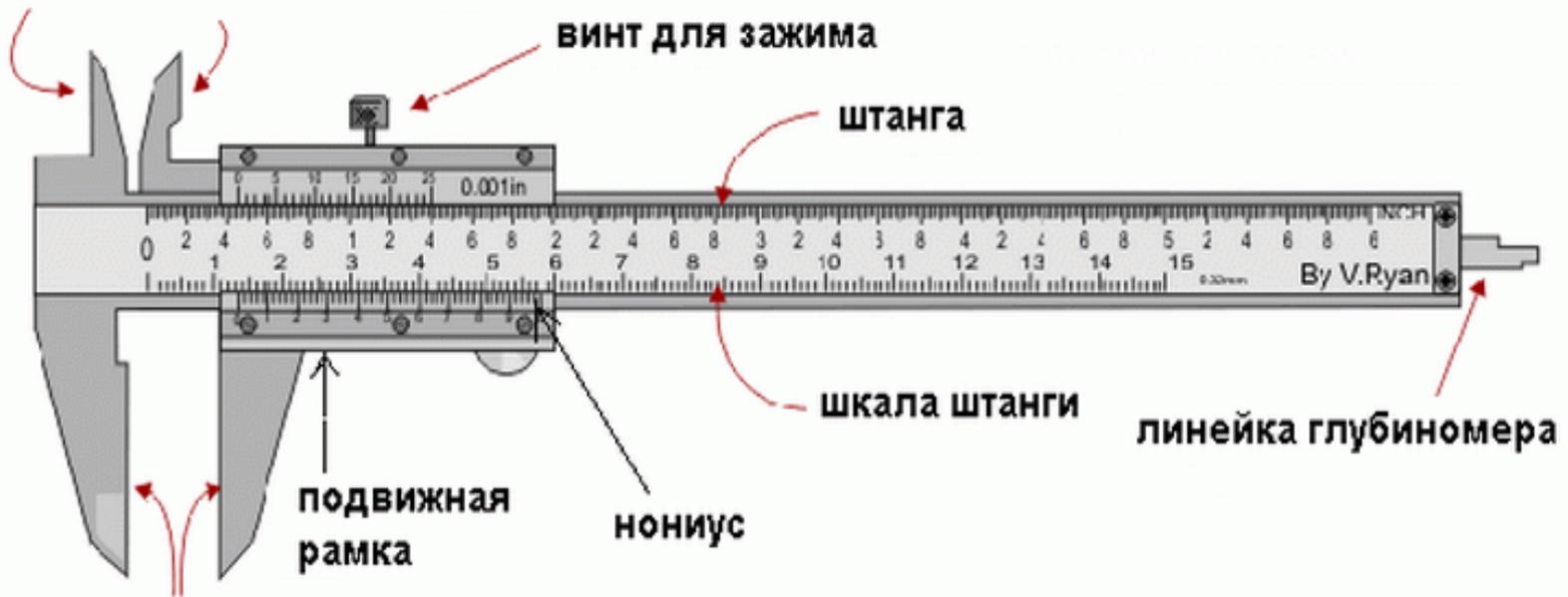


Деталь
закреплена

1) Штангенциркули типа ШЦ-I

Штангенциркуль ШЦ-I применяют для измерения **наружных**, **внутренних размеров** и **глубин** с величиной отсчета по нониусу **0,1** и **0,05 мм**.

губки для внутренних измерений



губки для наружных измерений

Конструктивные особенности штангенциркуля ШЦ-I:

1. Инструмент имеет **губки** двух типов:

- ❖ **верхние** применяются, чтобы измерять отверстия, проёмы или канавки **изнутри** (для измерения **внутренних** размеров);
- ❖ **нижние** необходимы, чтобы мерить размеры деталей **снаружи** (для измерения **наружных** размеров).

2. Имеется **линейка глубиномера**, служащая для измерения **глубины** отверстий.

Устройство штангенциркуля ШЦ-I



Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89

Штангенциркуль ШЦ-I представляет собой металлическую **штангу** с миллиметровыми делениями (**линейку 1**) с неподвижными упорами (губками) на одном конце для измерения внутренних (**верхние губки 6**) и наружных (**внутренние губки 2**) размеров.

По линейке перемещается **рамка 4** с такими же, как у штанги, **упорами 3** и **7** и **штырём-глубиномером 8**, скользящим по специальному жёлобу. При измерении размеров детали положение штангенциркуля фиксируют **крепежным винтом 5**.

Устройство штангенциркуля ШЦ-I

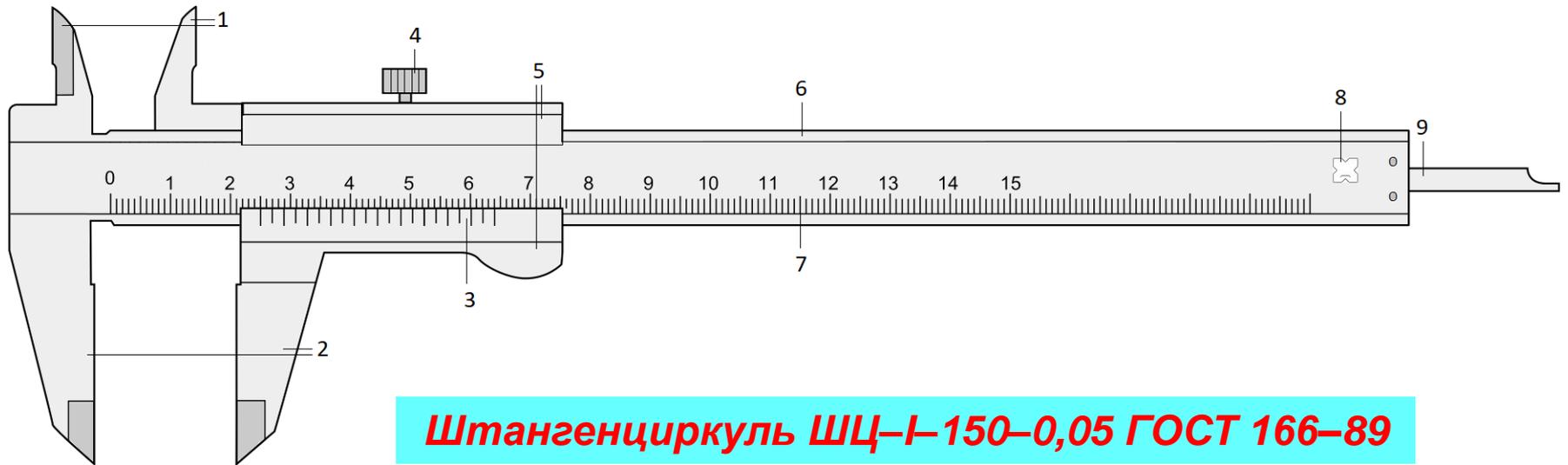


Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89

- 1** – штанга с миллиметровыми делениями;
- 2** – подвижная рамка;
- 3** – шкала штанги;
- 4** – губки для внутренних измерений;

- 5** – губки для внутренних измерений;
- 6** – линейка глубиномера для измерения глубины;
- 7** – нониус;
- 8** – винт для зажима рамки

Устройство штангенциркуля ШЦ-I



Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,05 ГОСТ 166-89

Конструкция штангенциркуля ШЦ - I

- 1 – Губки для измерения внутренних размеров
- 2 – Губки для измерения наружных размеров
- 3 – Нониус
- 4 – Винт для фиксации
- 5 – Рамка (в отечественных инструментах **моноблок**)
- 6 – Штанга
- 7 – Шкала штанги
- 8 – **Товарный знак СТИЗ**
- 9 – Линейка глубиномер

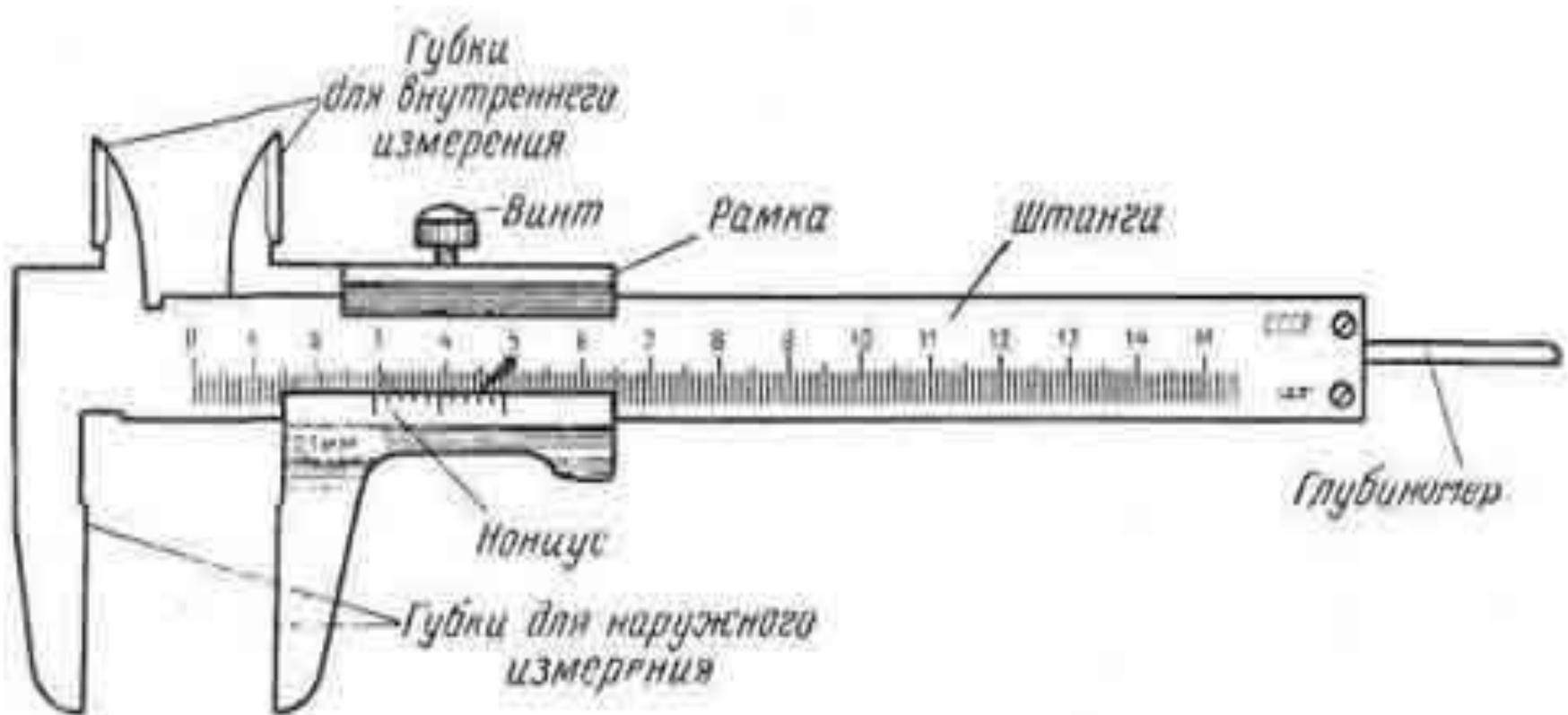
ПРАВИЛА ПОЛЬЗОВАНИЯ ШТАНГЕНЦИРКУЛЕМ

Прежде чем приступить к измерениям, следует **проверить точность инструмента.**

Если губки штангенциркуля сомкнуты, то нулевой и последний штрих нониуса совпадают со штрихами линейки на штанге, остальные же штрихи нониуса не совпадают.

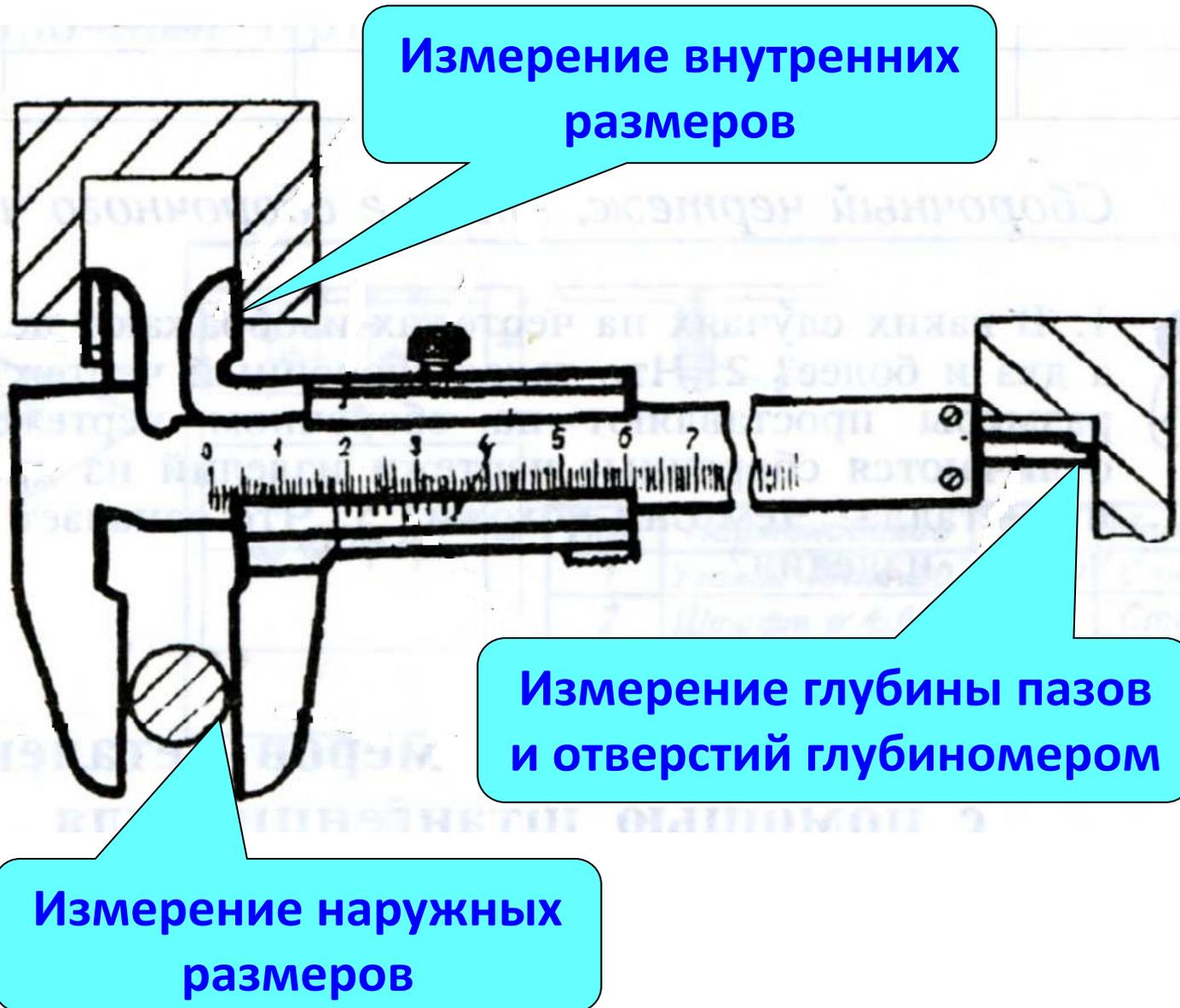


Виды измерения штангенциркулем ШЦ-I

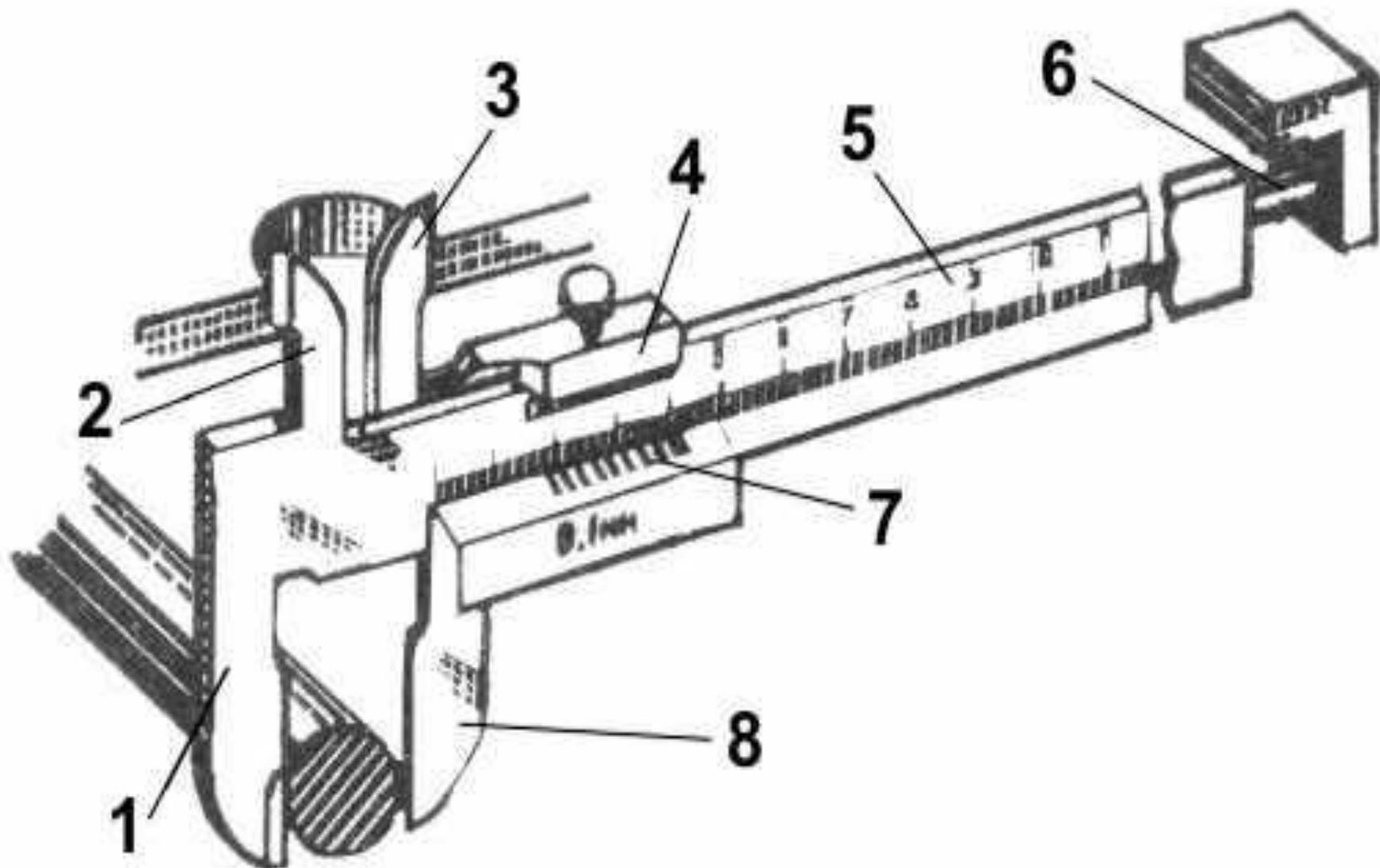


- ▣ **ШЦ-I** – инструмент на котором с двух сторон расположены губки, которые позволяют проводить измерения как **внутреннего**, так и **наружного** и **глубинного** характера.

Виды измерения штангенциркулем ШЦ-I



Виды измерения штангенциркулем ШЦ-I



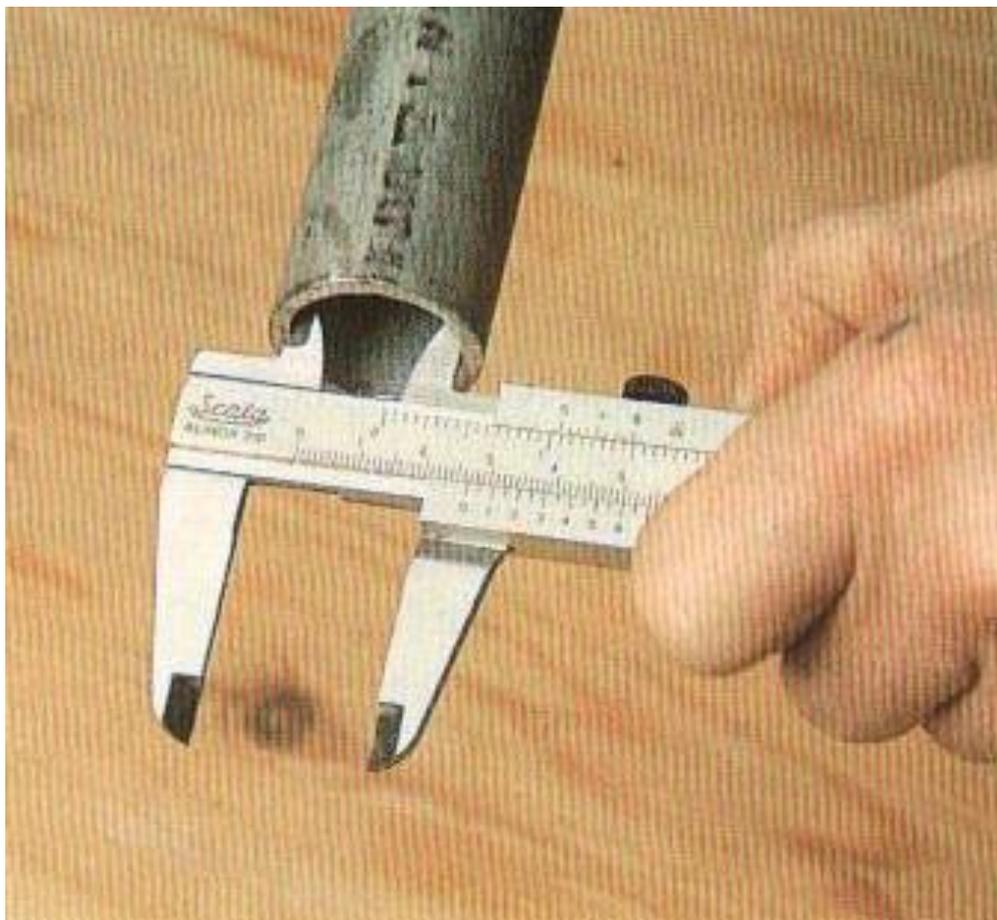
ИЗМЕРЕНИЕ НАРУЖНЫХ РАЗМЕРОВ



ИЗМЕРЕНИЕ НАРУЖНЫХ РАЗМЕРОВ

- Взять инструмент в правую руку, а деталь – в левую.
- Раздвинуть наружные губки, плотно зажать деталь между ними. Для этого рамку перемещают большим пальцем до нужного раздвижения губок.
- Когда раздвижные части инструмента плотно соприкоснулись с крайними точками измеряемой детали, то данное положение необходимо зафиксировать крепежным винтом.
- Прежде, чем снять результаты показаний, необходимо убедиться в отсутствии перекосов.
- Деталь откладывают в сторону и приступают к считыванию результатов.

ИЗМЕРЕНИЕ ВНУТРЕННИХ РАЗМЕРОВ



ИЗМЕРЕНИЕ ВНУТРЕННИХ РАЗМЕРОВ

- Сомкнуть внутренние раздвижные части инструмента, поместить в измеряемую полость.
- Развести губки до тех пор, пока они своими наружными краями не коснутся с крайними точками внутренней поверхности детали.
- Данное положение штангенциркуля фиксируют винтом.
- Убирают деталь в сторону и приступают к считыванию результатов.

При измерении деталь берут в левую руку, которая должна находиться за губками и захватывать деталь недалеко от губок (**рис. а**) Правая рука должна поддерживать штангу, при этом большим пальцем этой руки перемещают рамку до соприкосновения губок с проверяемой поверхностью, не допуская перекоса губок при нормальном измерительном усилии.

Рамку зажимают большим и указательным пальцами правой руки, поддерживая штангу остальными пальцами этой руки; левая рука при этом должна поддерживать нижнюю губку штанги (**рис. б**).

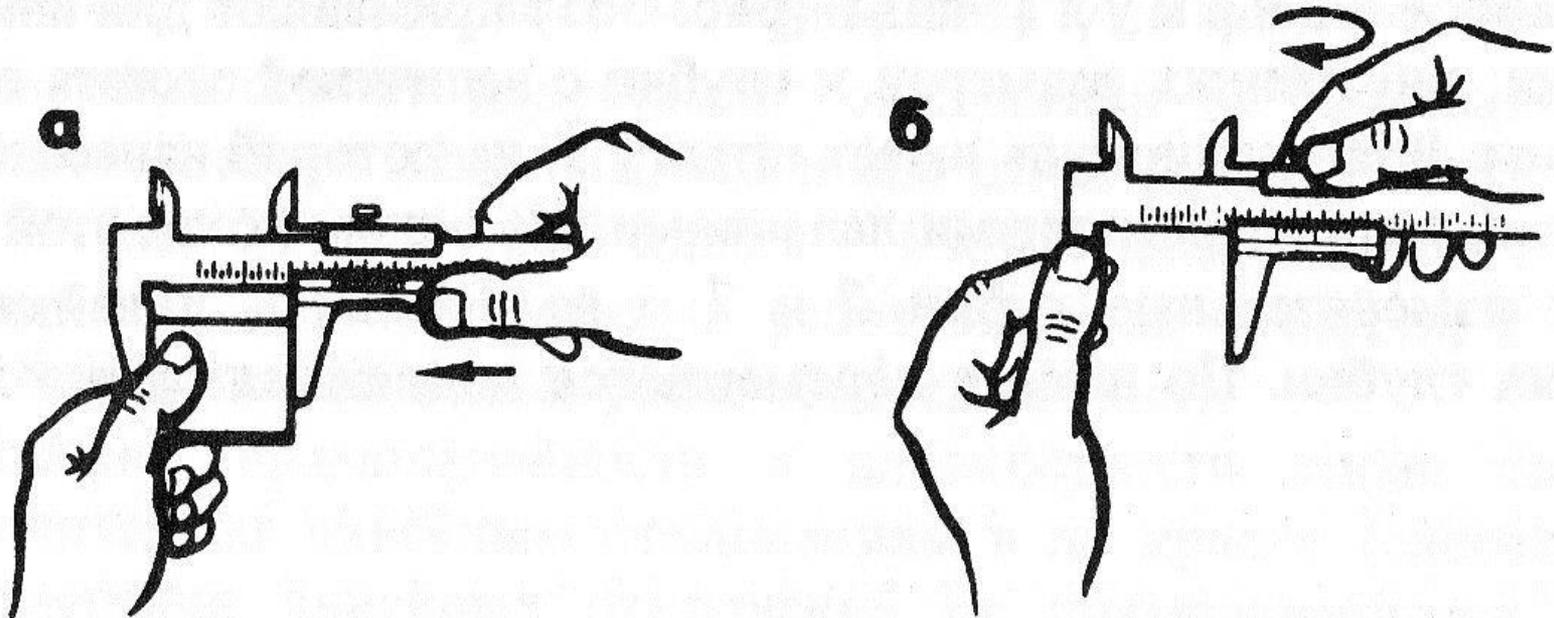
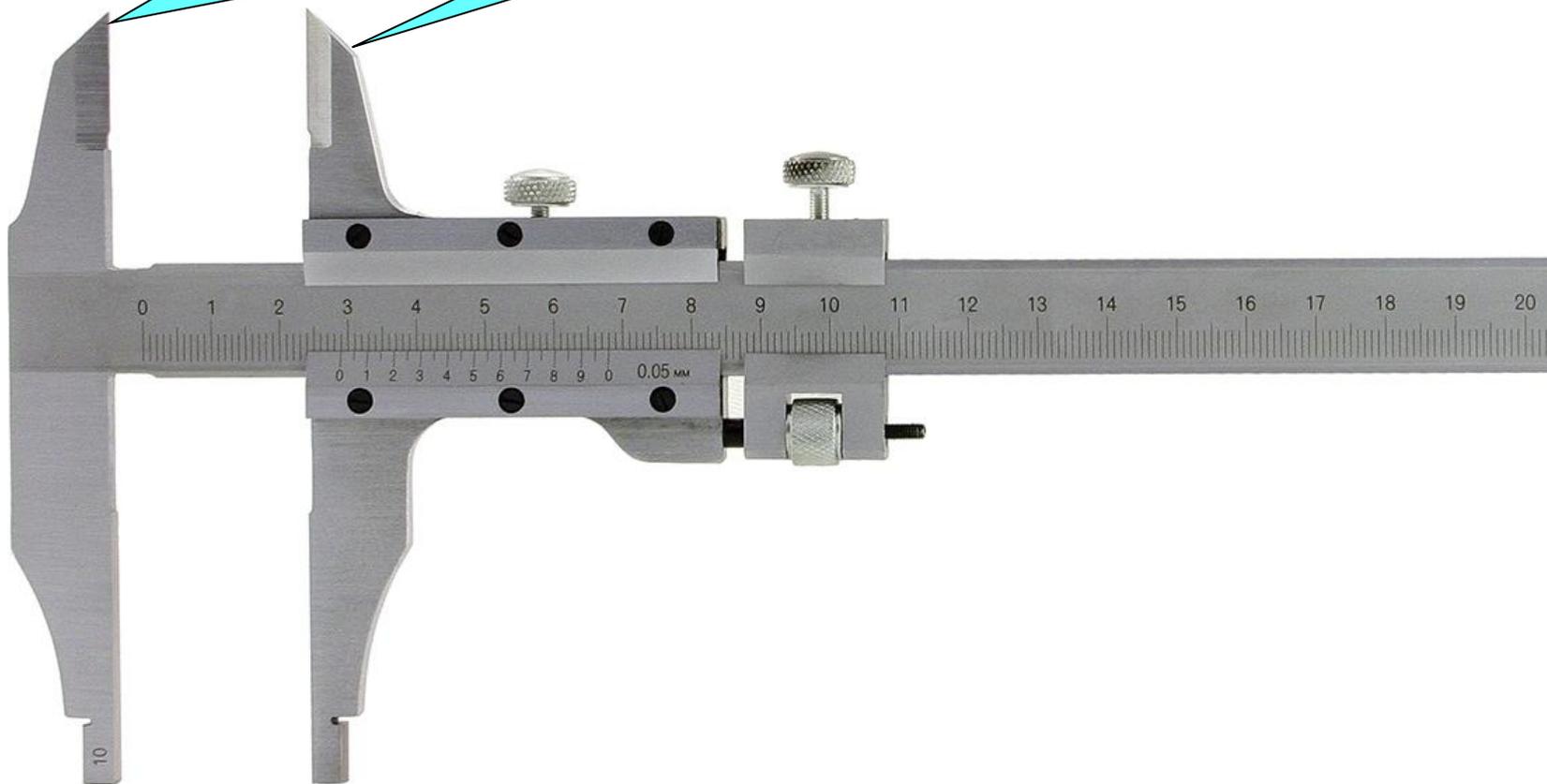


Рис. Прием измерения штангенциркулем ШЦ-I:
а - установка инструмента на деталь, **б** - закрепление рамки

2) Штангенциркули типа ШЦ-II

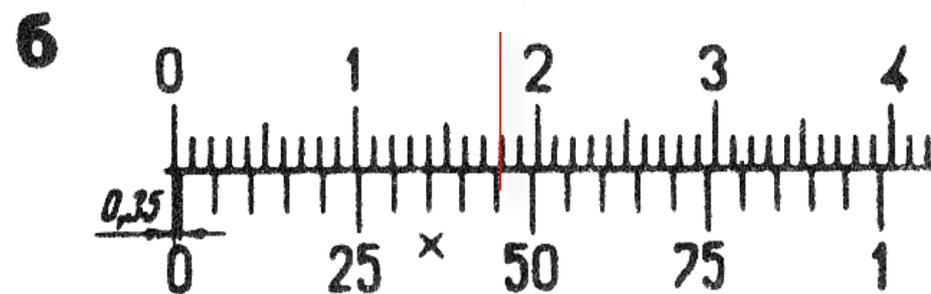
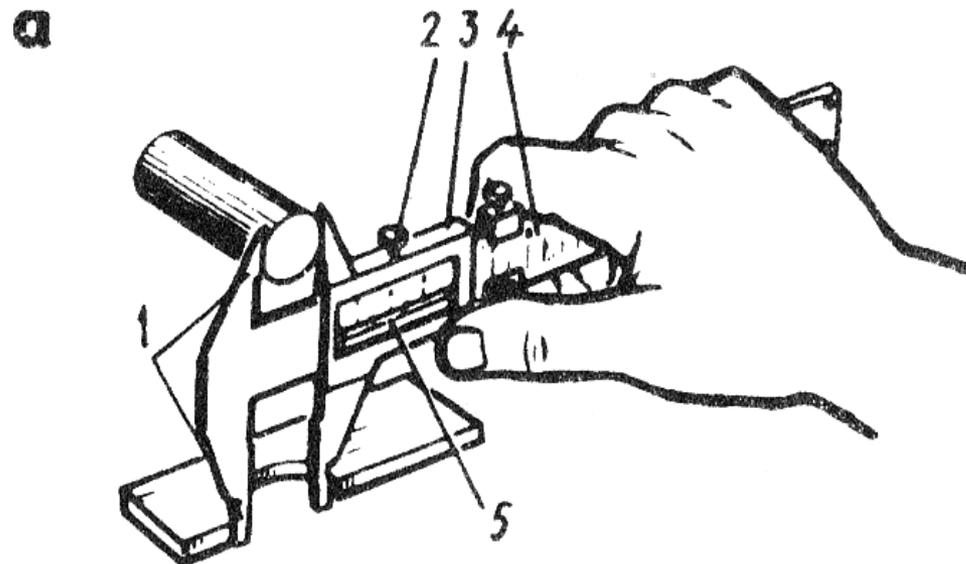
Штангенциркуль ШЦ-II применяют для измерения **наружных, внутренних размеров и разметки** с величиной отсчета по нониусу **0,1 и 0,05 мм.**

Верхние губки штангенциркуля **заострены** и используются для **разметочных работ**



Устройство штангенциркуля ШЦ-II

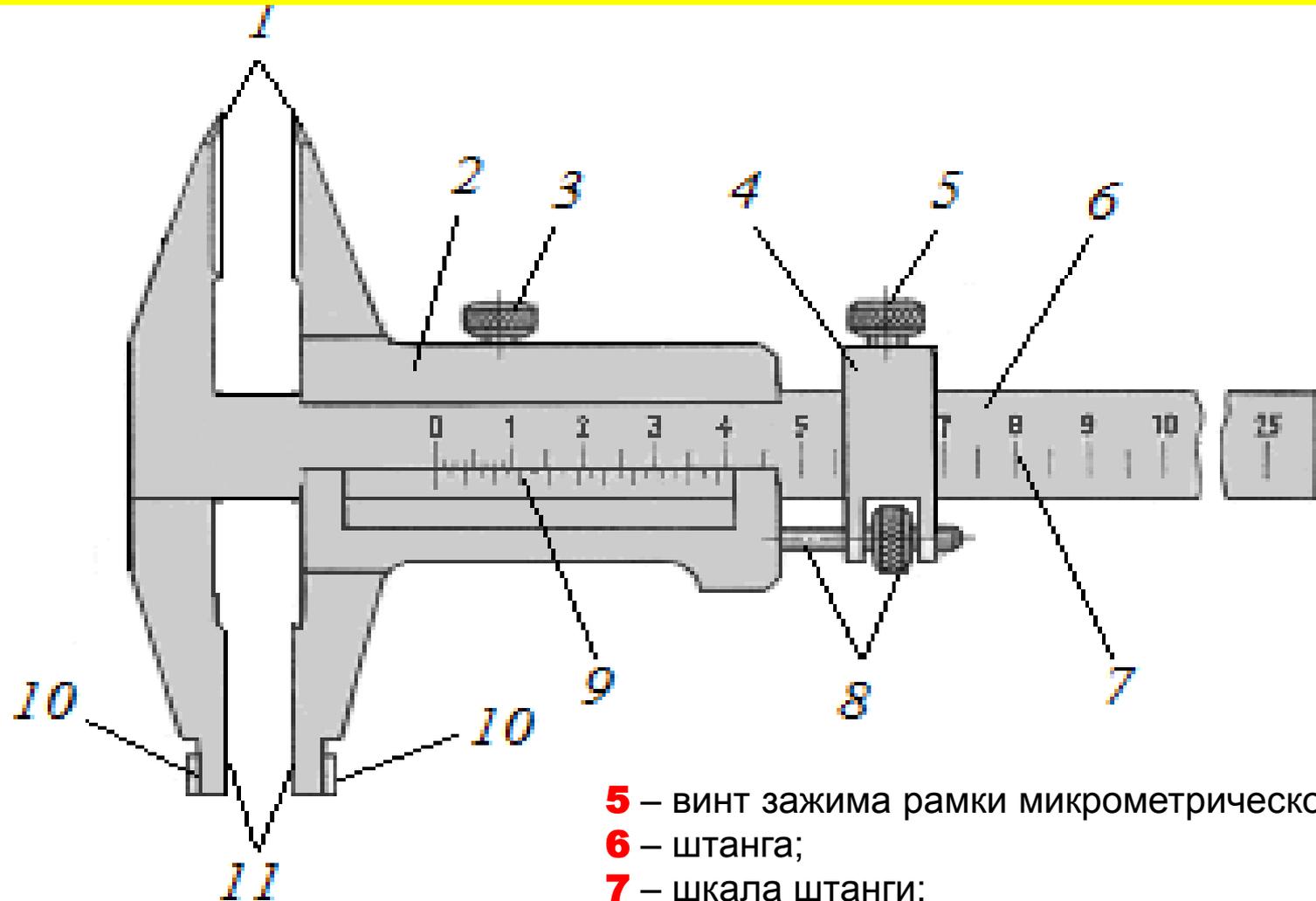
Штангенциркуль ШЦ-II – это инструмент высокой точности с величиной отсчета по нониусу **0,1** или **0,05 мм**, предназначенный для **наружных и внутренних измерений и разметки**.



Штангенциркуль ШЦ-II:

а – устройство, **б** – пример отсчета ($0,05 \times 7 = 0,35 \text{ мм}$);
1 – губки, **2** – зажимы, **3** – рамка, **4** – штанга, **5** – шкала нониуса

Устройство штангенциркуля ШЦ-II



1 – губки для разметки;

2 – рамка;

3 – винт для зажима рамки;

4 – рамка микрометрической подачи;

5 – винт зажима рамки микрометрической подачи;

6 – штанга;

7 – шкала штанги;

8 – винт и гайка микрометрической подачи;

9 – шкала нониуса;

10 – губки для внутренних измерений;

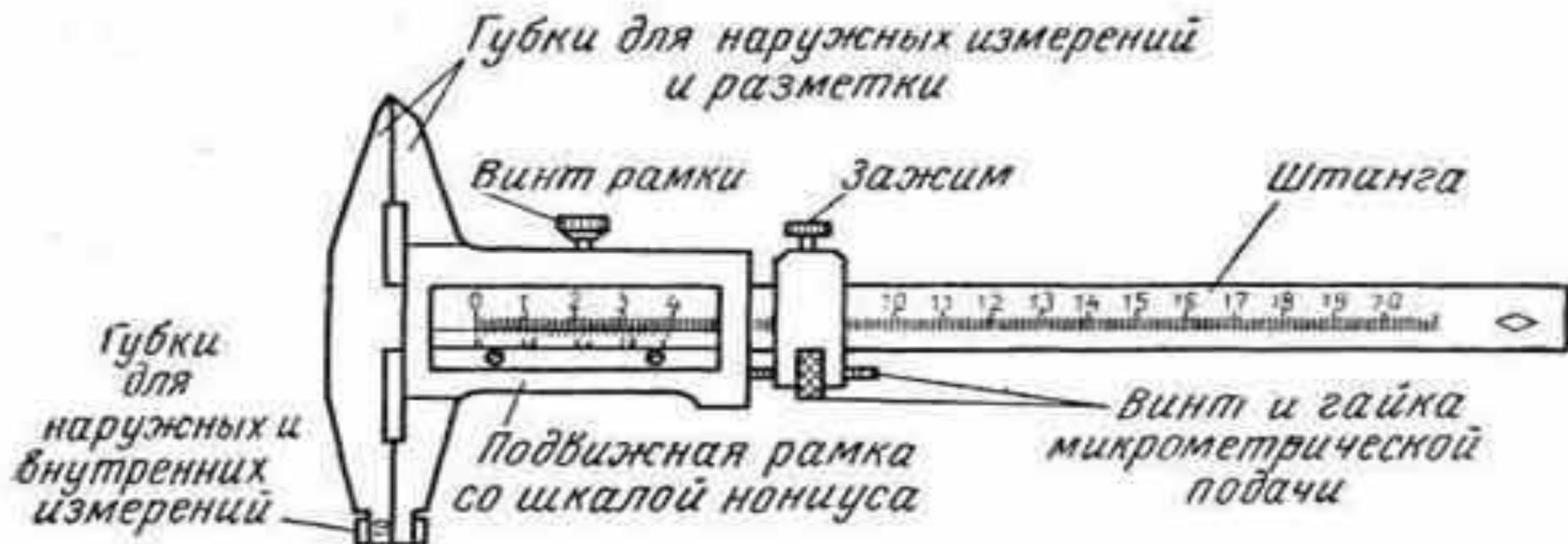
11 – губки для наружных измерений

Устройство штангенциркуля ШЦ-II



- 1** – Губки для наружных и внутренних измерений
- 2** – Губки для разметки
- 3** – Винт для зажима рамки
- 4** – Рамка микрометрической подачи
- 5** – Шкала штанги
- 6** – Штанга
- 7** – Нониус
- 8** – Подвижная рамка
- 9** – Товарный знак СТИЗ
- 10** – Винт для зажима рамки

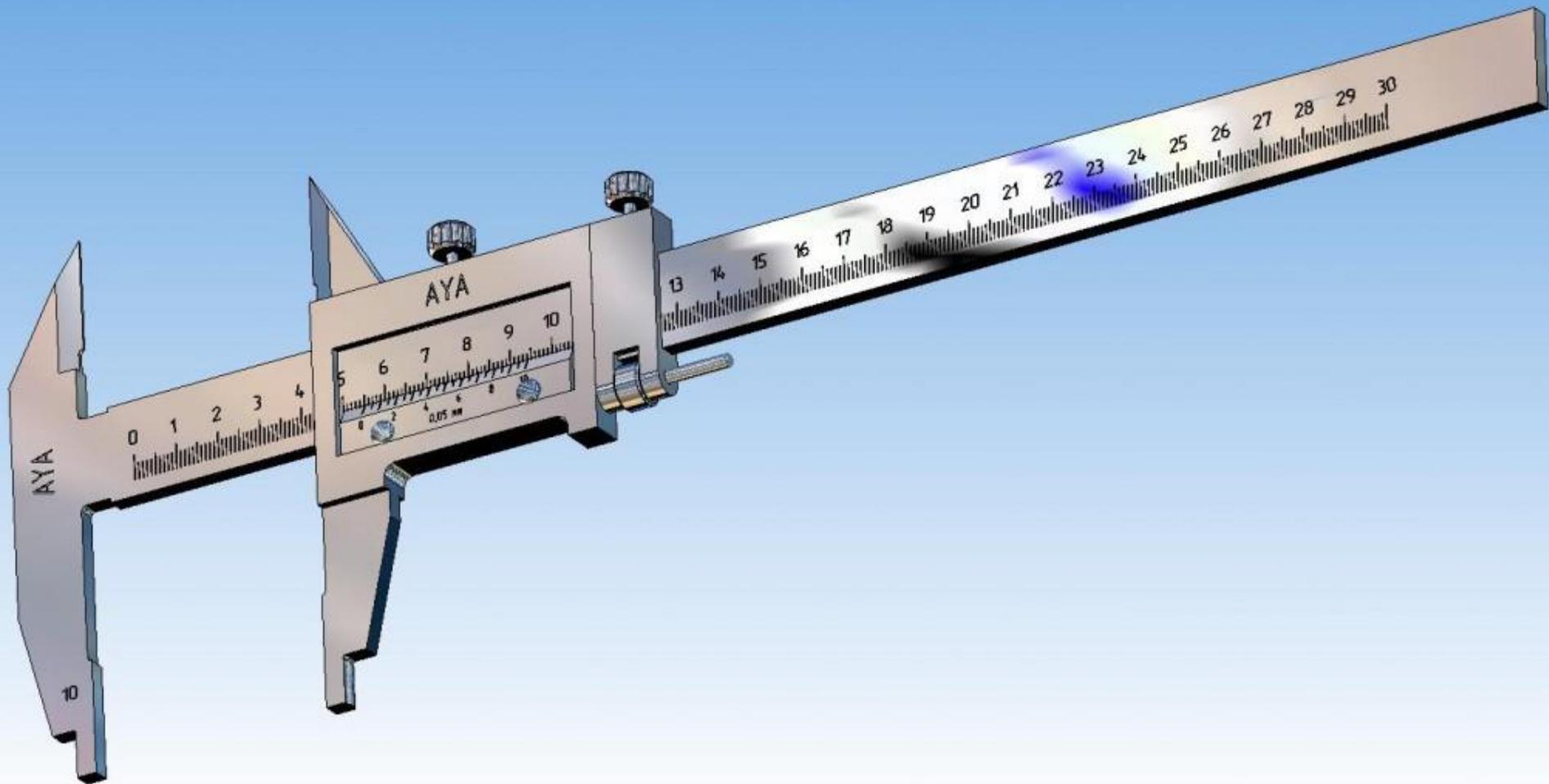
Устройство штангенциркуля ШЦ-II



Штангенциркули ШЦ-II



Штангенциркуль ШЦ-II



Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05

К **основным функциям**, которыми обладает данный штангенциркуль, можно отнести:

- измерение **внешних размеров** – с помощью **внутренних измерительных поверхностей нижних губок** устройства;
- измерение **внутренних размеров** – с помощью **внешних измерительных поверхностей нижних губок** инструмента. Они погружаются внутрь заготовки и разводятся до предела;
- выполнение **разметки** – с помощью **верхних губок** инструмента.

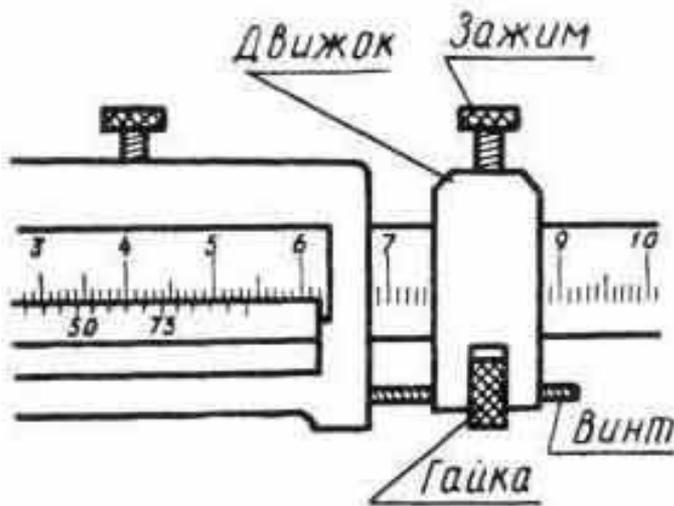
После проведения замера следует зафиксировать его и снять показания целых частей со шкалы на штанге, а также доли с нониуса, после чего сложить их.

Для **создания необходимого усилия измерения и точной установки** подвижной рамки относительно штанги штангенциркуль снабжен **микрометрической подачей** (винт и гайка).



Устройство штангенциркуля ШЦ-II

Микрометрическая подача предназначена для медленного и точного перемещения рамки по штанге.



Последовательность перемещения микроподачи:

- ослабить винт зажима рамки;
- закрепить винт зажима рамки микроподачи;
- вращать гайку микроподачи на себя.

Механизм микрометрической подачи

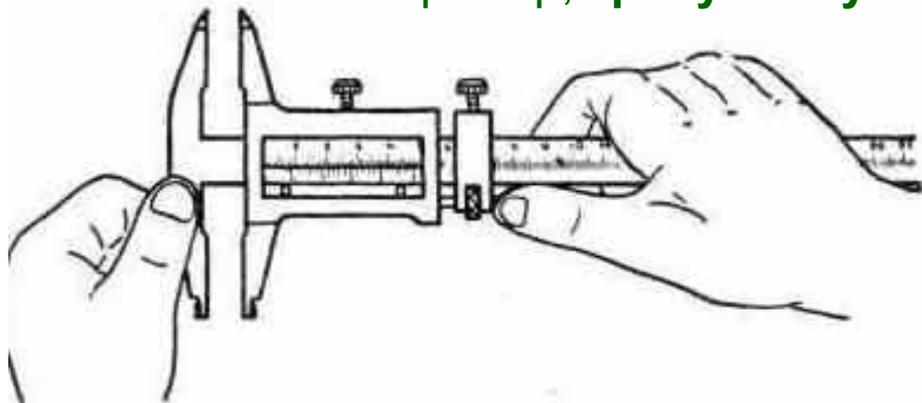
Измеряют штангенциркулем следующим образом ^

- Освобождают винт подвижной рамки и зажим движка микрометрической подачи.
- Затем большим пальцем правой руки устанавливают рамку так, чтобы нулевой штрих (0) шкалы нониуса приблизительно совпал с заданным целым числом.

Устройство штангенциркуля ШЦ-II

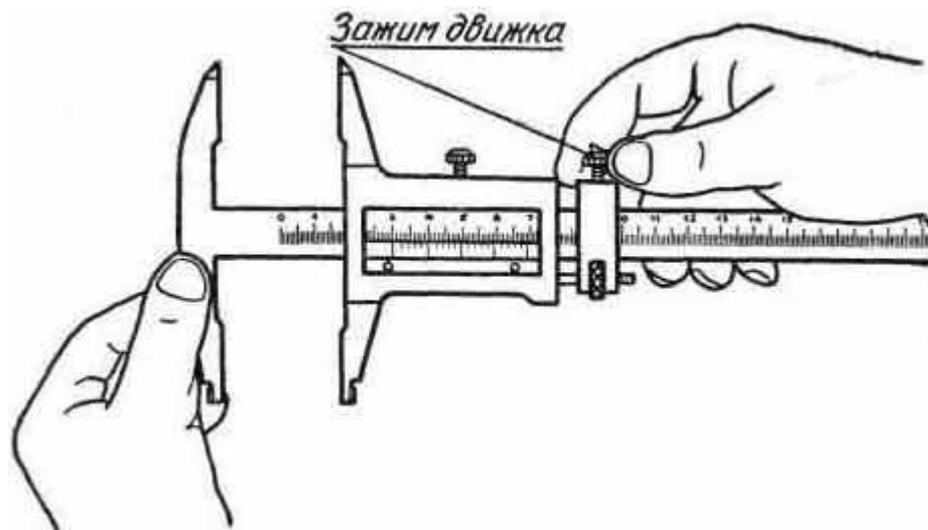
Установка размера целого числа

Например, требуется установить размер **12,25 мм**.



Совмещают нулевой штрих нониуса с делением шкалы штанги **12 мм**; после этого закрепляют зажим движка микрометрической подачи.

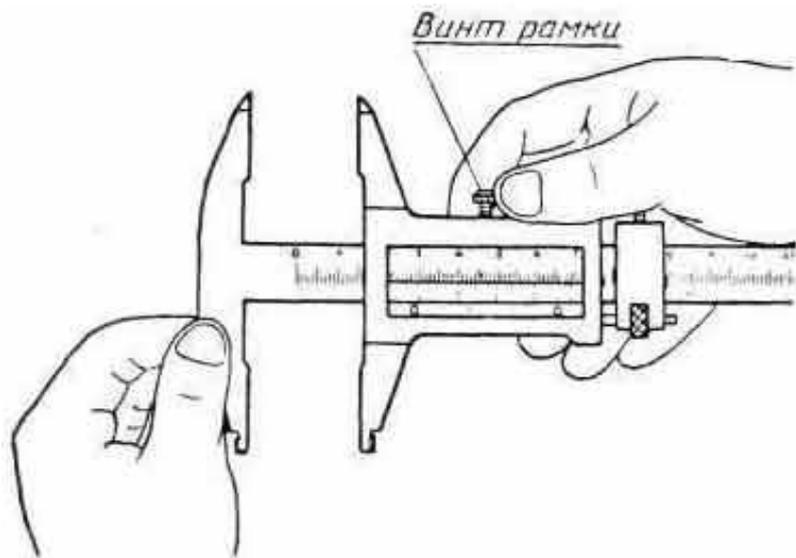
Закрепление движка микрометрической подачи



Сотые доли (0,25 мм) устанавливаются, поворачивая от себя большим пальцем правой руки гайку микрометрической подачи.

Устройство штангенциркуля ШЦ-II

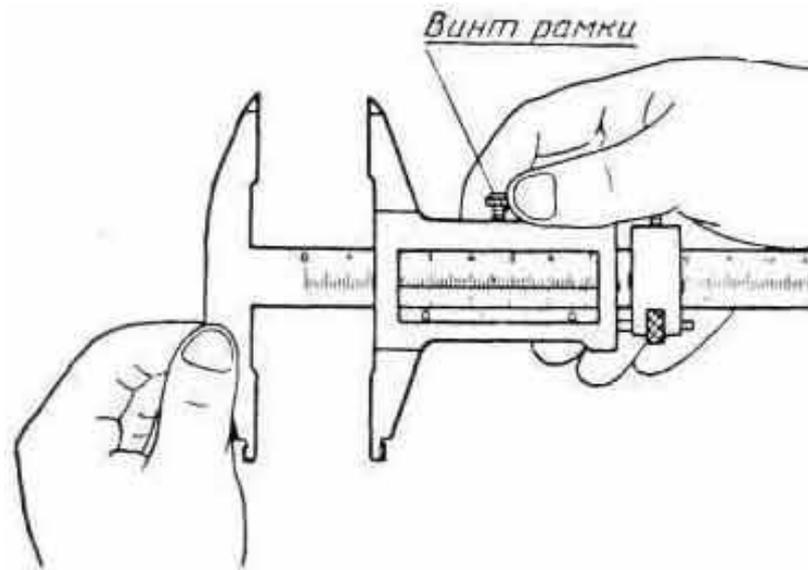
Установка сотых долей миллиметра



При этом рамку с нониусом передвигают вправо до совпадения штриха **25** на нониусе с соседним штрихом на штанге.

Убедившись в правильности установленного размера, закрепляют подвижную рамку винтом.

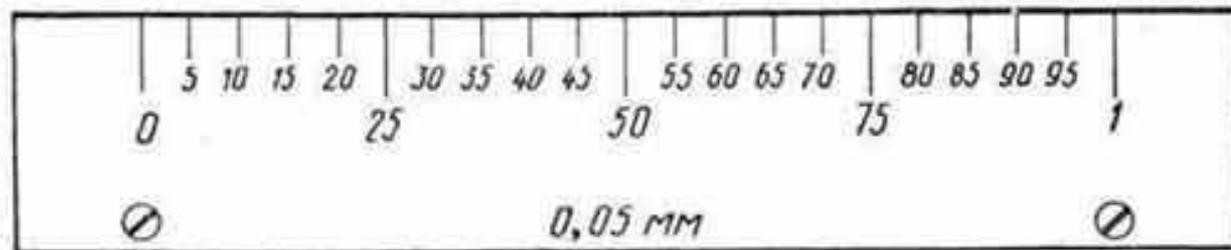
Закрепление подвижной рамки



Устройство штангенциркуля ШЦ-II

Каждый штрих шкалы нониуса имеет свою величину. Для ясности покажем шкалу нониуса увеличенной и обозначим числами каждый штрих.

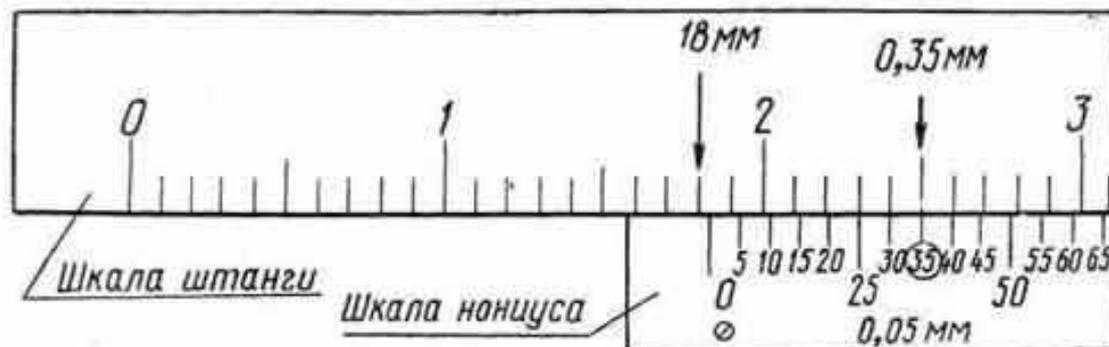
Обозначение штрихов шкалы нониуса



Промежуточные числа между 0 и 25; 25 и 50; 50 и 75; 75 и 1 **не проставляют** на штангенциркуле, их **надо подразумевать при чтении показаний**.

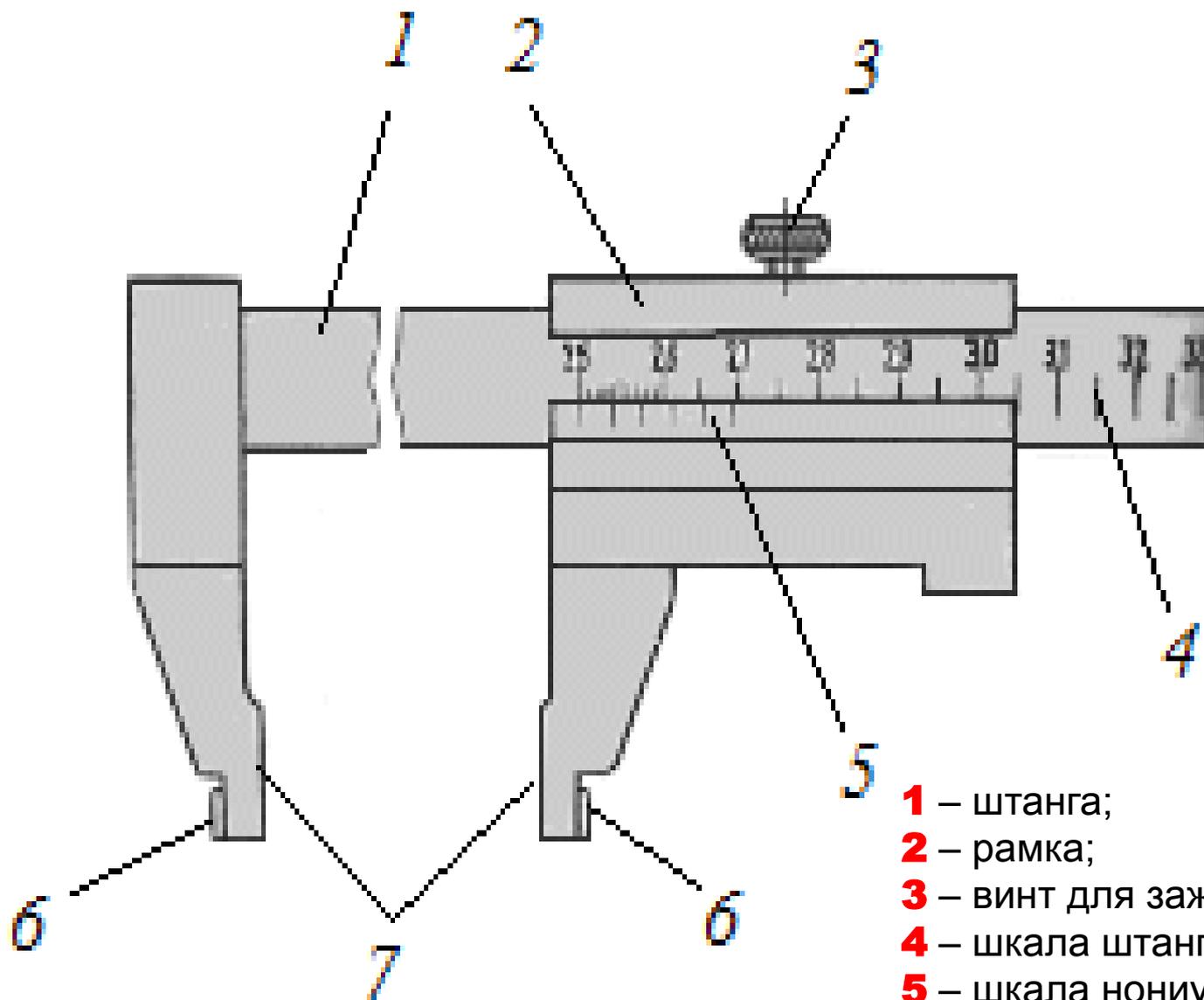
Читают показания так: например, **восемнадцать целых и тридцать пять сотых (18,35 мм)**.

Показание по нониусу



Числа с окончанием на **0 (ноль)** читают так: **(24,60) двадцать четыре целых шесть десятых (24,6)**.

3) Устройство штангенциркуля ШЦ-III



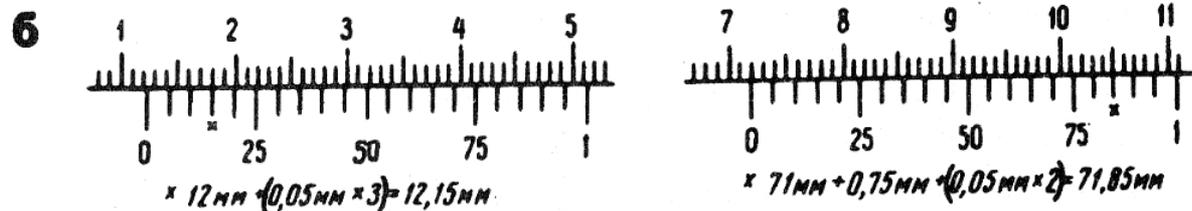
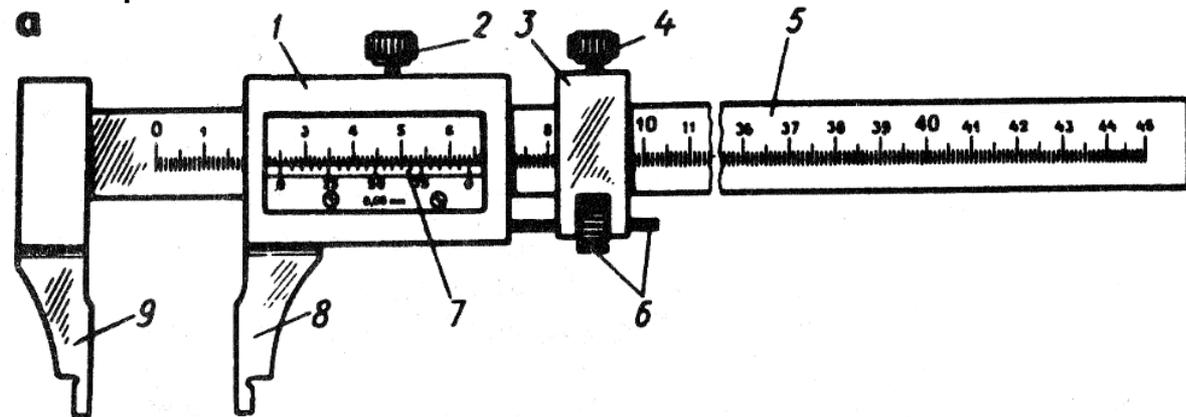
- 1** – штанга;
- 2** – рамка;
- 3** – винт для зажима рамки;
- 4** – шкала штанги;
- 5** – шкала нониуса;
- 6** – губки для внутренних измерений;
- 7** – губки для наружных измерений

Устройство штангенциркуля ШЦ-III

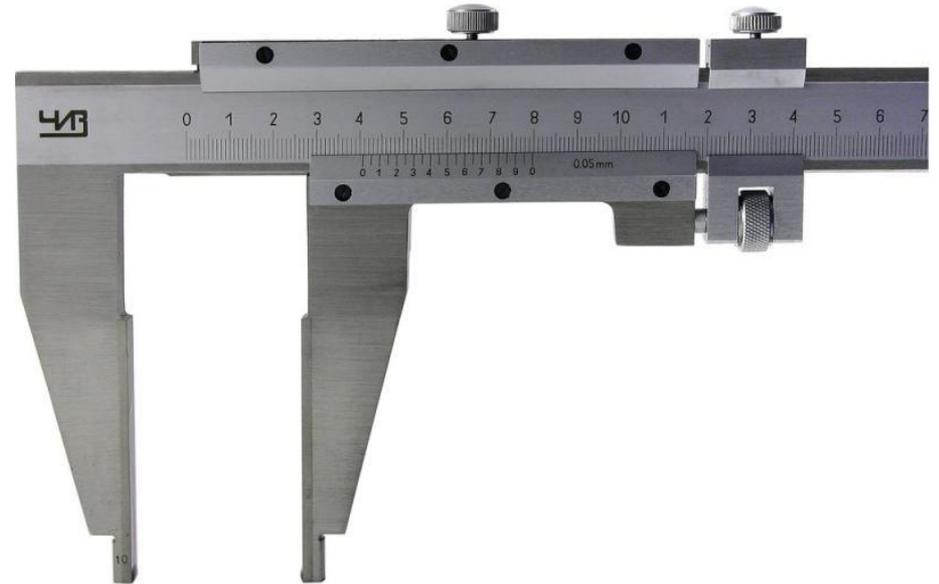
Штангенциркуль ШЦ-III предназначен для **наружных и внутренних измерений**; применяют его реже.

Штангенциркуль ШЦ-III состоит из **подвижной рамки 1**, **зажима 2** этой рамки, **рамки микрометрической подачи 3**, **зажима 4** рамки микрометрической подачи, **штанги 5** с миллиметровыми делениями, **гайки и винта 6** микрометрической подачи, **нониуса 7**, **подвижной измерительной губки 8** и **неподвижной измерительной губки 9**.

Измерения и отсчет выполняют так же, как и по штангенциркулю ШЦ-II.



Штангенциркуль ШЦ-III

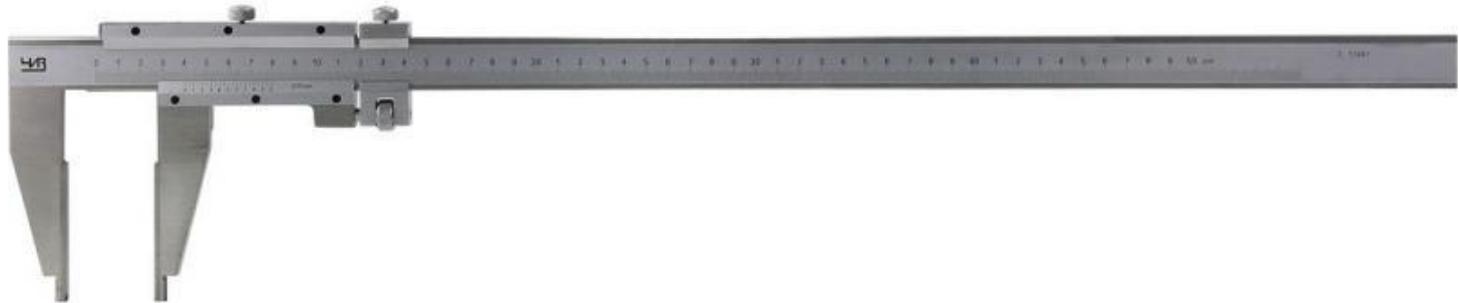


Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05

это фото из лота, выставленного на
DIRECTLOT • RU



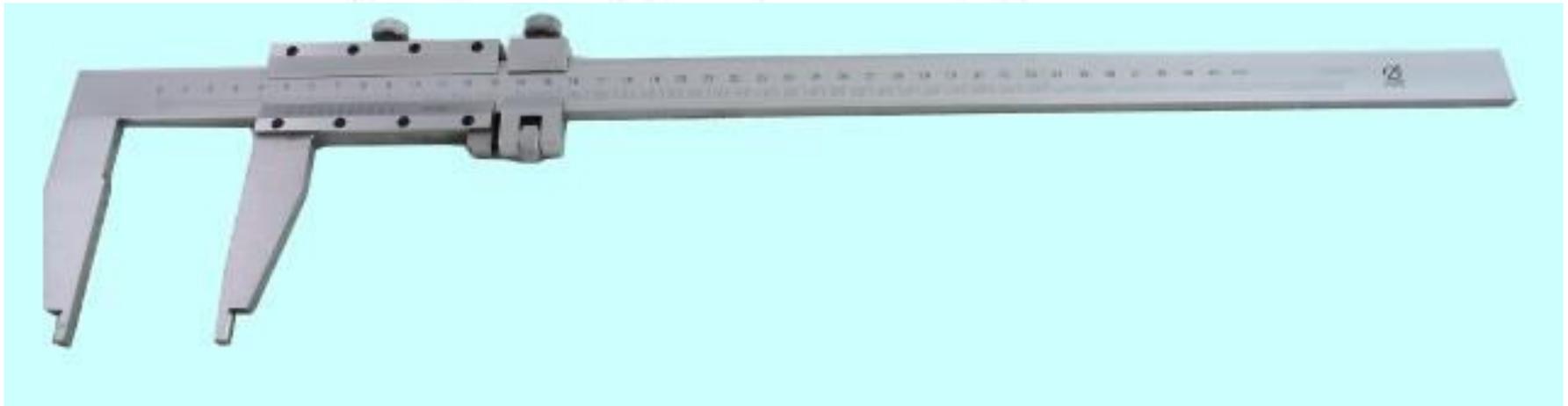
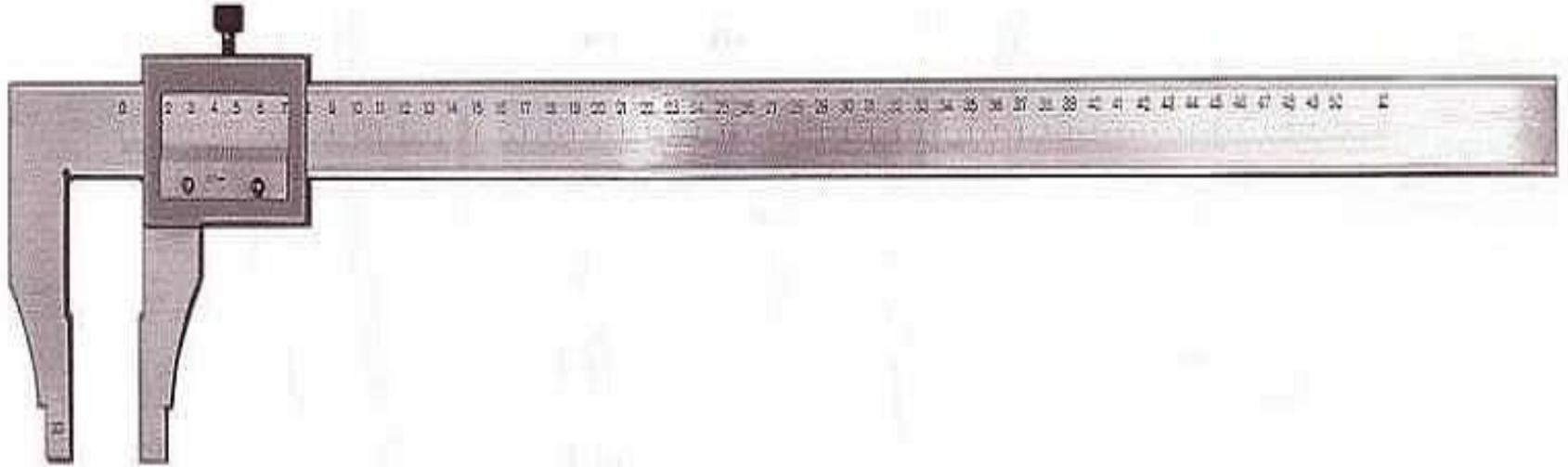
Штангенциркуль ШЦ-III - 500-0,1



Штангенциркуль ШЦ-III - 500-0,05 губ.125 мм

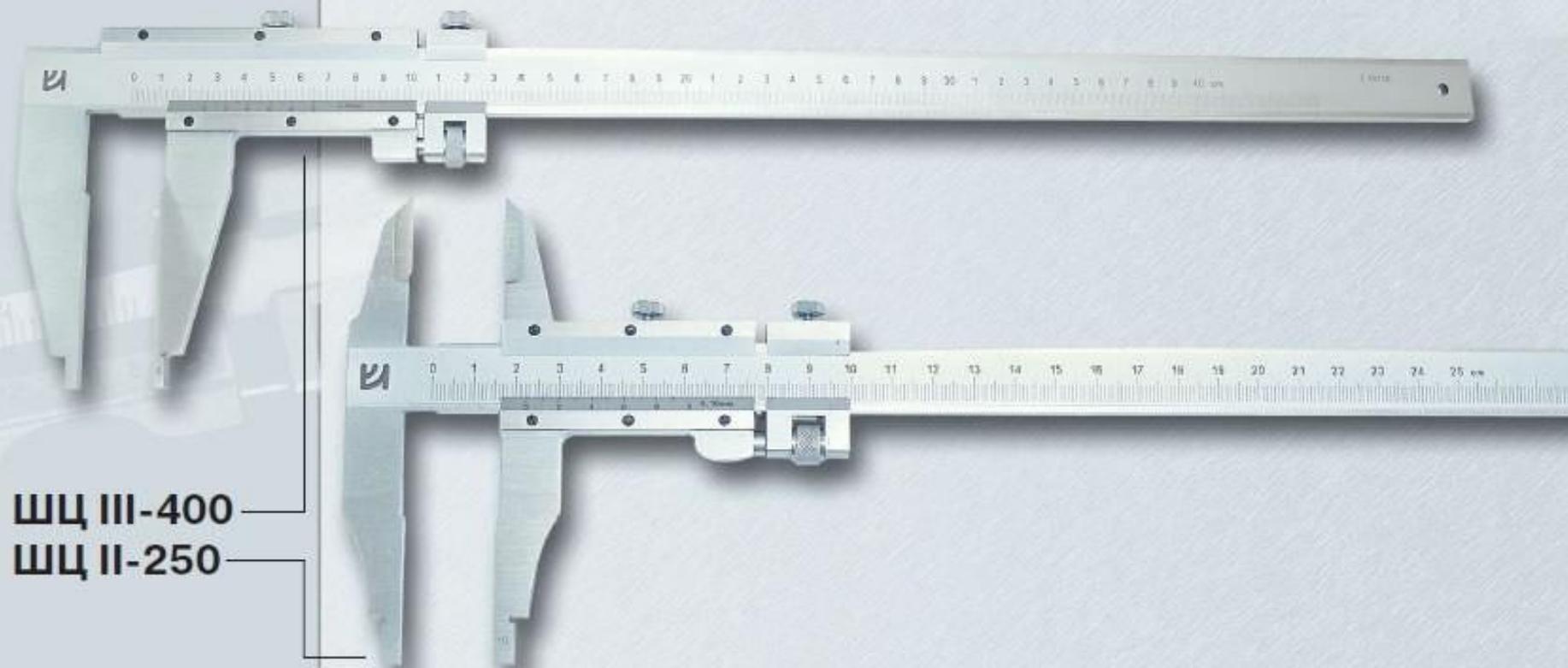


Штангенциркуль ШЦ-III-630



- ▣ принцип работы тот же самый как у **ШЦ-II**;
- ▣ используется для измерения деталей имеющих **большие наружные и внутренние размеры.**

Отличие штангенциркулей ШЦ-II и ШЦ-III



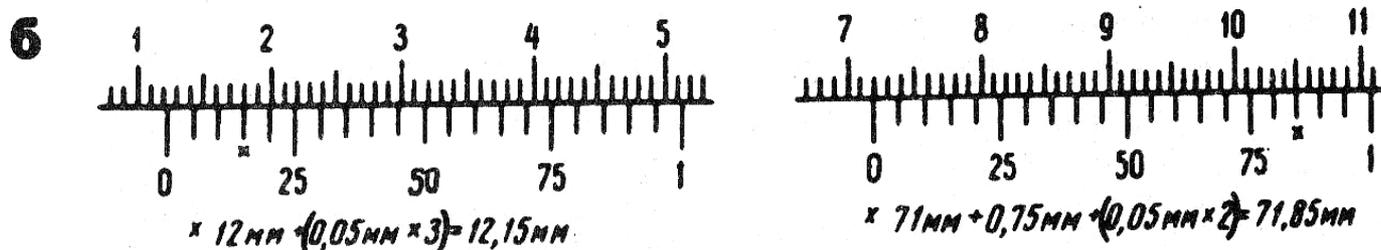
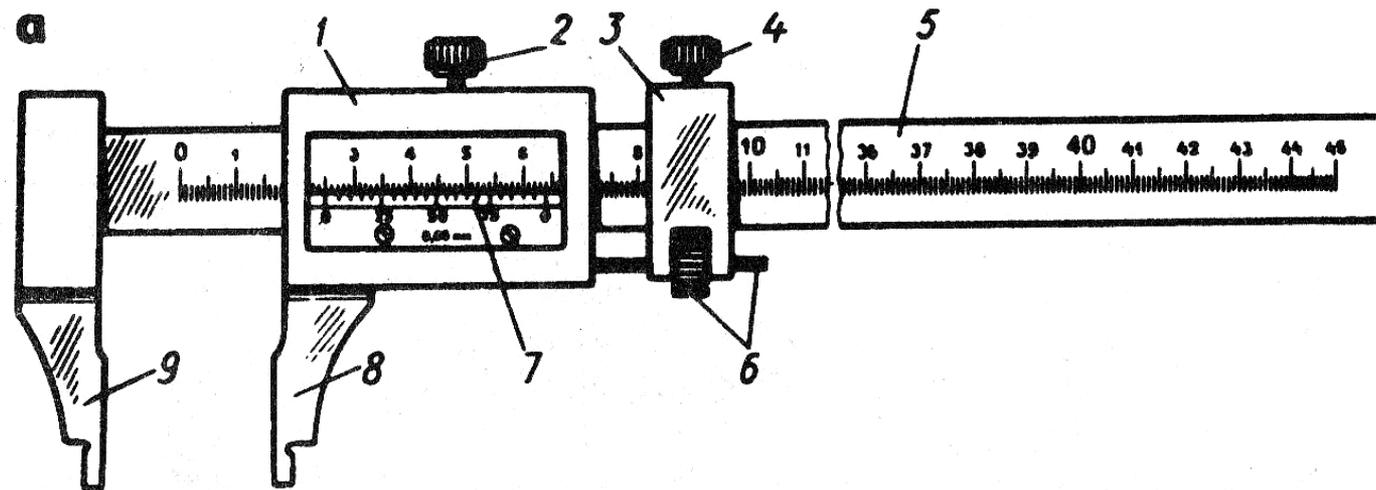


Рис. Штангенциркуль ШЦ-III:

а - устройство, б - примеры отсчета

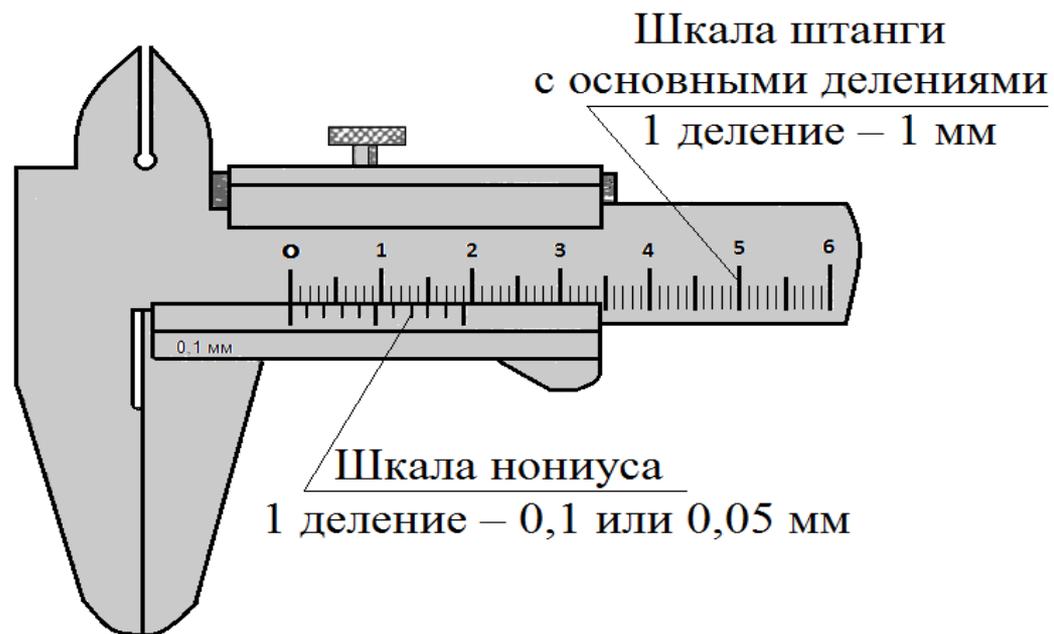
На рис. показан пример определения доли миллиметра нониуса штангенциркуля с отсчетом по нониусу **0,05 мм**.

1-й вариант: **Дробная величина 0,15 мм** получена в результате умножения величины отсчета (**0,05 мм**) на порядковый номер штриха нониуса, т.е. **3-го** (крестиком указан **7-й штрих нониуса**), совпадающего со штрихом штанги, не считая нулевого деления: **0,05 мм X 3 = 0,15 мм**.

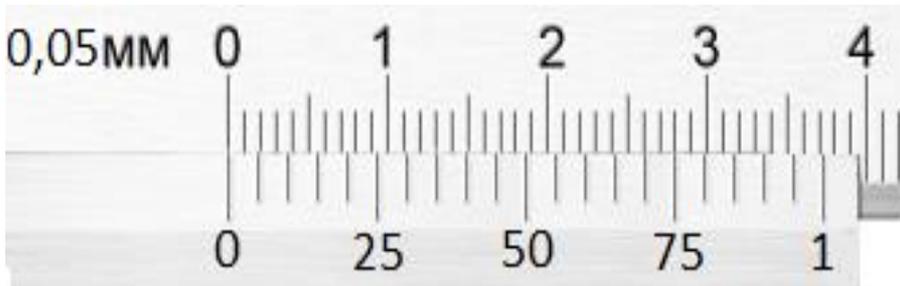
2-й вариант: Для ускорения отсчета используют цифры нониуса **25; 50 и т. д.**, обозначающие сотые доли миллиметра: **0,75 + (0,05 мм X 2) = 0,85 мм**

Виды штангенинструментов по отсчётному устройству

1) Нониусный штангенциркуль



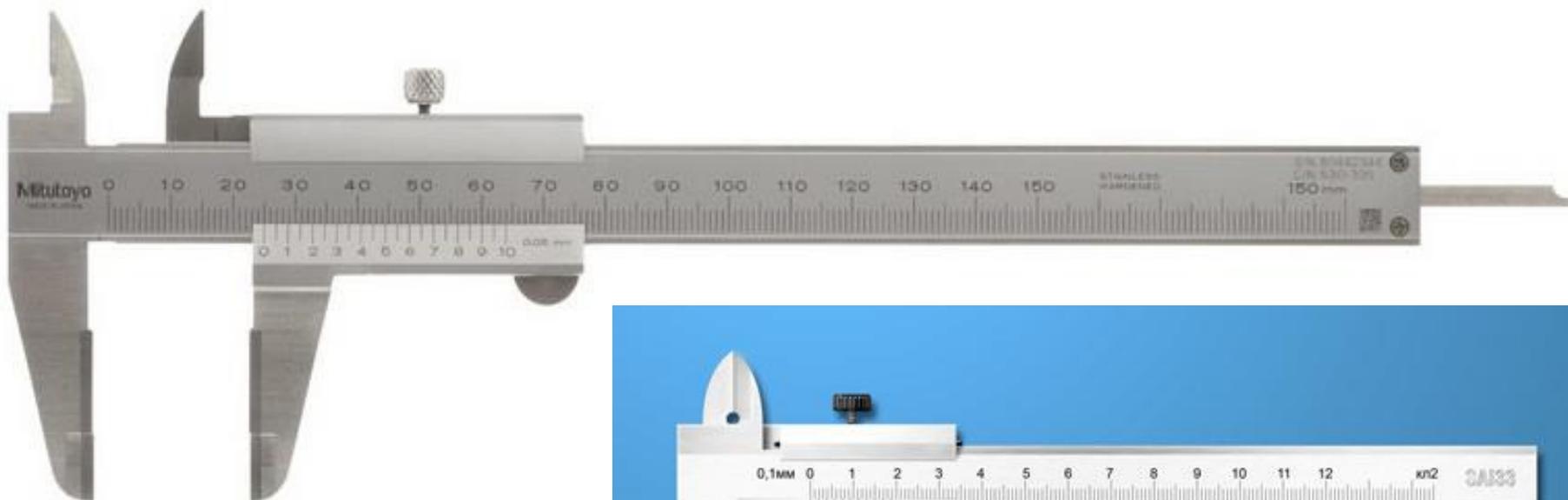
Шкала нониуса с ценой деления
 $i = 0,1 \text{ мм}$



Шкала нониуса с ценой деления
 $i = 0,05 \text{ мм}$

7.3 Виды штангенинструментов по отсчётному устройству

- 1) **Нониусный штангенциркуль** – самый распространенный вид, благодаря простоте в использовании и точности измерений, которые проводятся с его помощью. Как понятно из названия, отсчет ведется по **нониусной шкале**. Инструмент обозначается как **ШЦ**. Предназначен для измерения диапазона **от 0 до 2000 мм**. Значение отсчета по нониусу составляет **0,05** или **0,1 мм**.



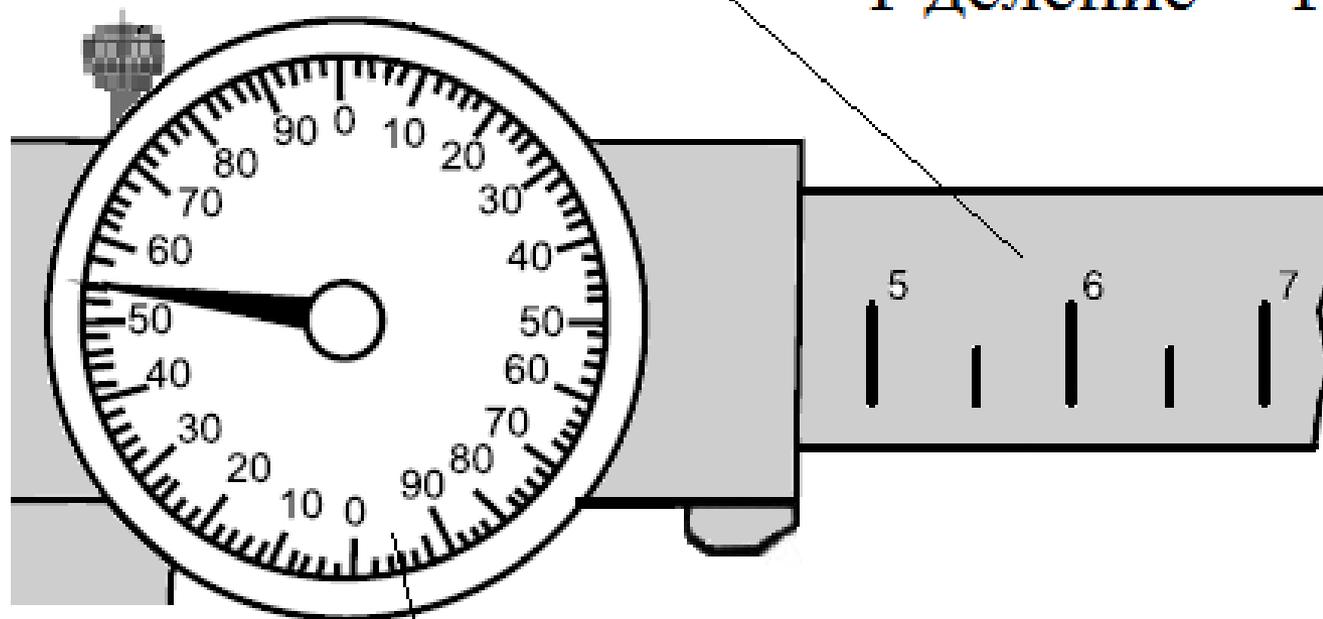
ШЦ-II



ШЦ-I

Виды штангенинструментов по отсчётному устройству

2) Циферблатный штангенинструмент



Шкала штанги
с основными делениями

1 деление – 1 мм

Круговая шкала

1 деление – 0,1; 0,05 или 0,02 мм

Виды штангенинструментов по отсчётному устройству

2) Циферблатный штангенициркуль – инструмент имеет циферблат, который гораздо быстрее и удобнее для снятия показаний. Обозначается как **ШЦК**. Не производится никаких исчислений – достаточно посмотреть на стрелки, чтобы узнать размеры детали.

Цена деления круговой шкалы: **0,02; 0,05; 0,1 мм.**



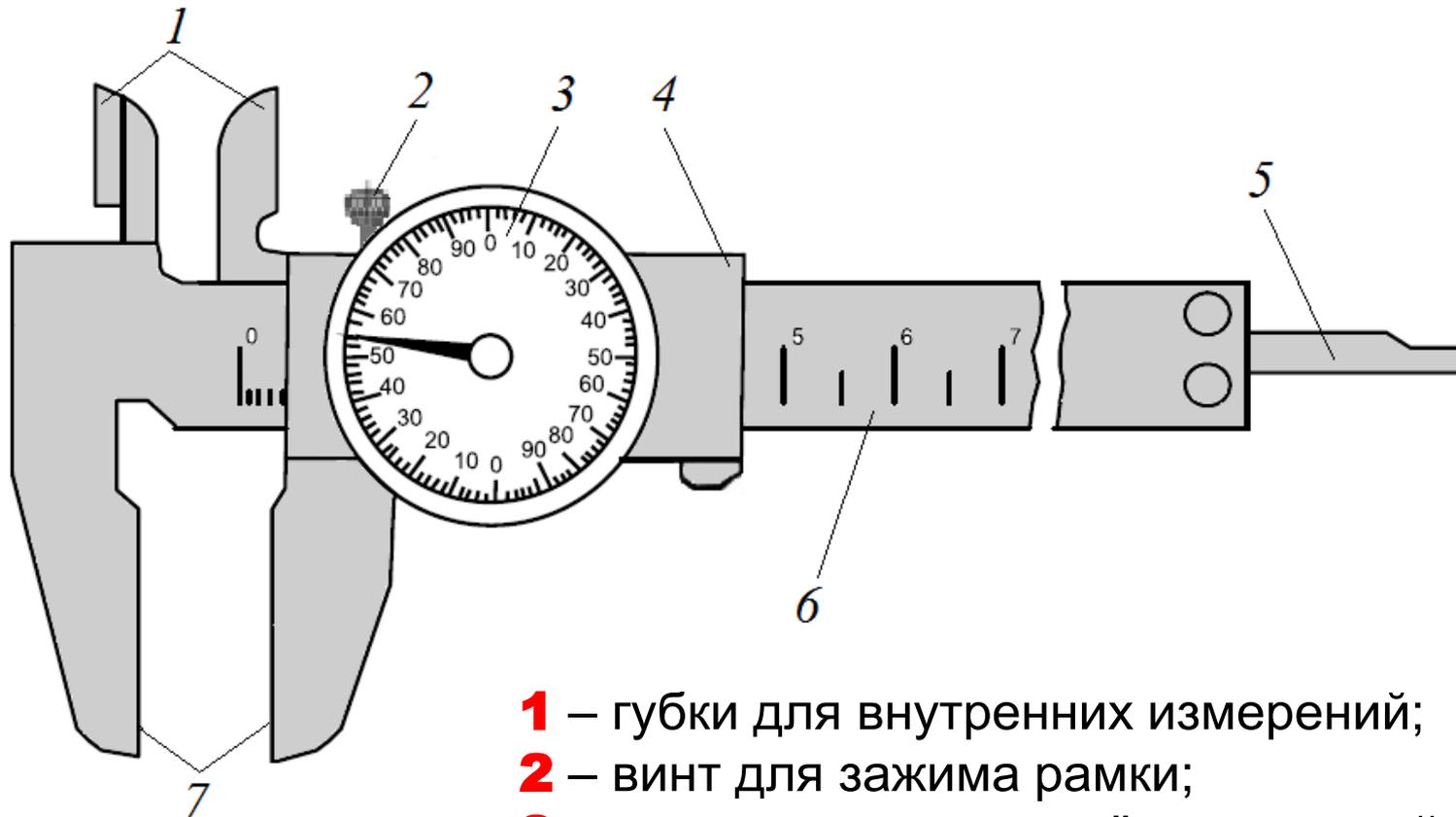
2) Циферблатный штангенинструмент



Штангенциркуль ШЦК

- ▣ **ШЦК** – на данном приборе имеется **круговая шкала**, для считывания данных показаний следует смотреть на стрелку, соединенную со штангой;
- ▣ данный механизм более удобен и прост в работе, а его конструкция повышает скорость считывания измерений.

Устройство штангенциркуля с отчётом по круговой шкале ШЦК-1



- 1** – губки для внутренних измерений;
- 2** – винт для зажима рамки;
- 3** – круговая шкала отсчётного устройства;
- 4** – рамка;
- 5** – линейка глубиномера;
- 6** – штанга и шкала с основными делениями;
- 7** – губки для наружных измерений

Виды штангенинструментов по отсчётному устройству

3) Цифровой штангенинструмент



Шкала штанги
с основными делениями

1 деление – 1 мм

Цифровое отсчетное
устройство

шаг дискретности – 0,01 мм

Виды штангенинструментов по отсчётному устройству

- 3) Цифровой штангенциркуль – устройство с ЖК-дисплеем, на котором показываются максимально точные результаты. Обозначается как **ШЦЦ**. Шаг дискретности наименьший – **0,01 мм**.



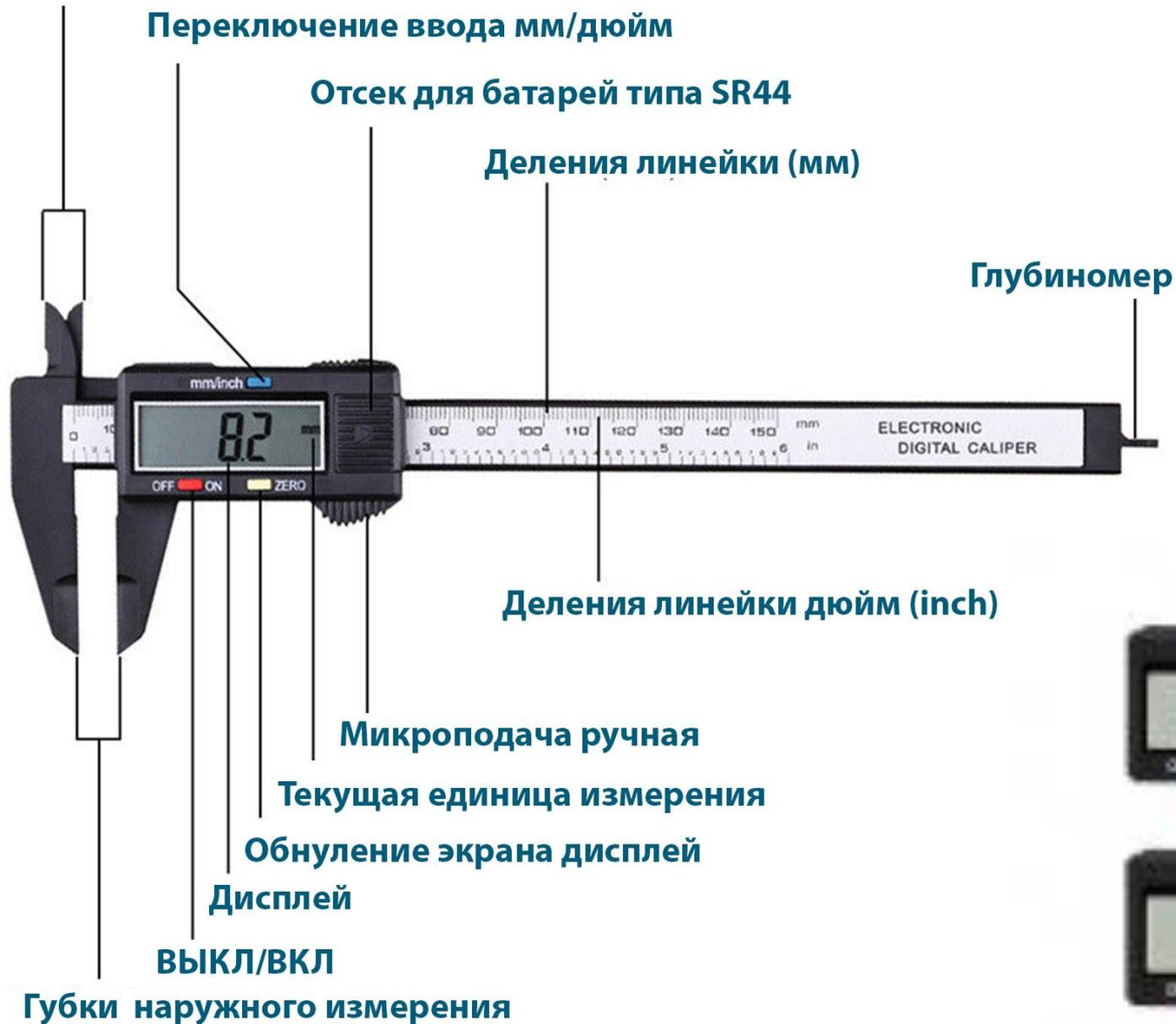
3) Цифровой штангенинструмент



Штангенциркуль ШЦЦ

ШЦЦ – этот прибор отличается наличием цифровой индикации

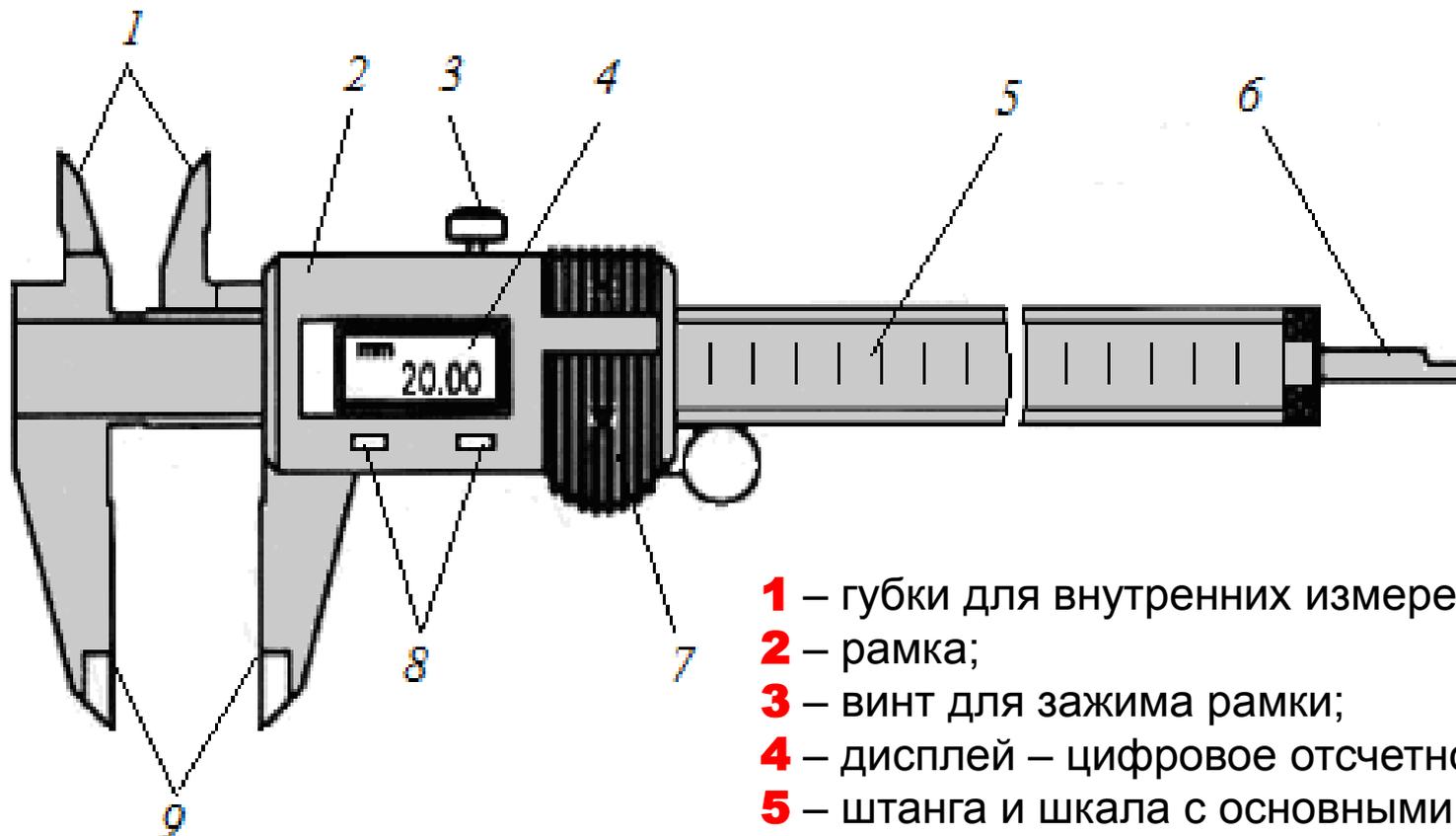
Губки для внутреннего измерения



Штангенциркуль с устройством беспроводной передачи данных на компьютер



Устройство штангенциркуля с цифровым отчётным устройством ШЦЦ-1



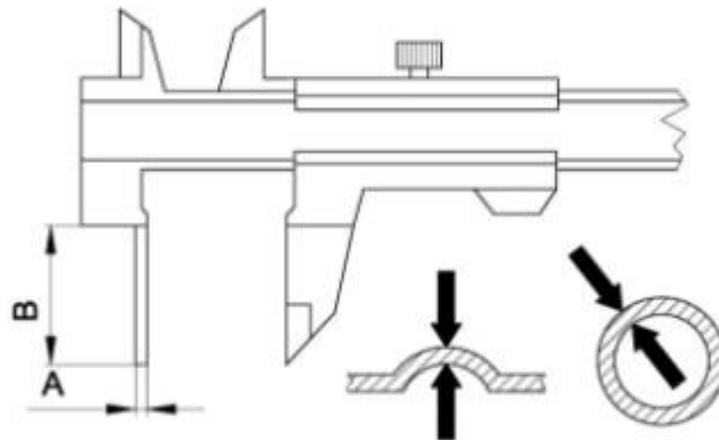
- 1** – губки для внутренних измерений;
- 2** – рамка;
- 3** – винт для зажима рамки;
- 4** – дисплей – цифровое отсчетное устройство;
- 5** – штанга и шкала с основными делениями;
- 6** – линейка глубиномера;
- 7** – блок питания, микропроцессор;
- 8** – переключатели для установки на ноль и для выбора единиц измерения;
- 9** – губки для внутренних измерений

7.4 Специальные штангенциркули

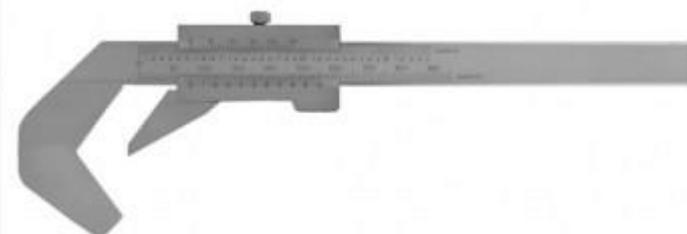
Штангенциркуль трубный используется для измерений толщины стенок труб также для замера внешних размеров выпуклых или вогнутых поверхностей деталей.

Характеристики:

- плоский глубиномер
- закаленная нержавеющая сталь
- нониус 1/20 мм



Трубный штангенциркуль. Серия 155

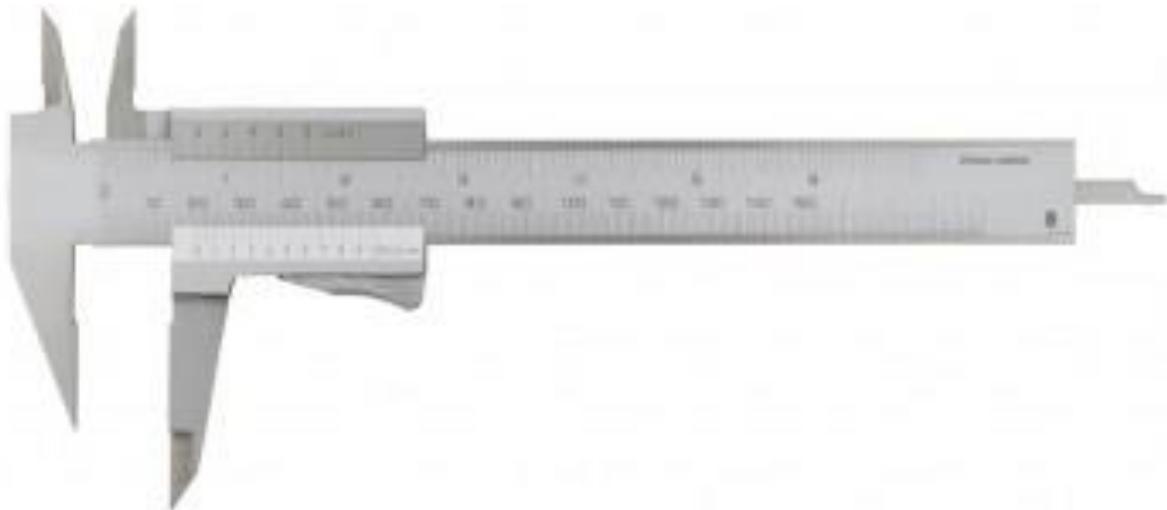


Специальные штангенциркули

Штангенциркуль цифровой для уступов ШЦЦ-У



Штангенциркуль нониусный для уступов



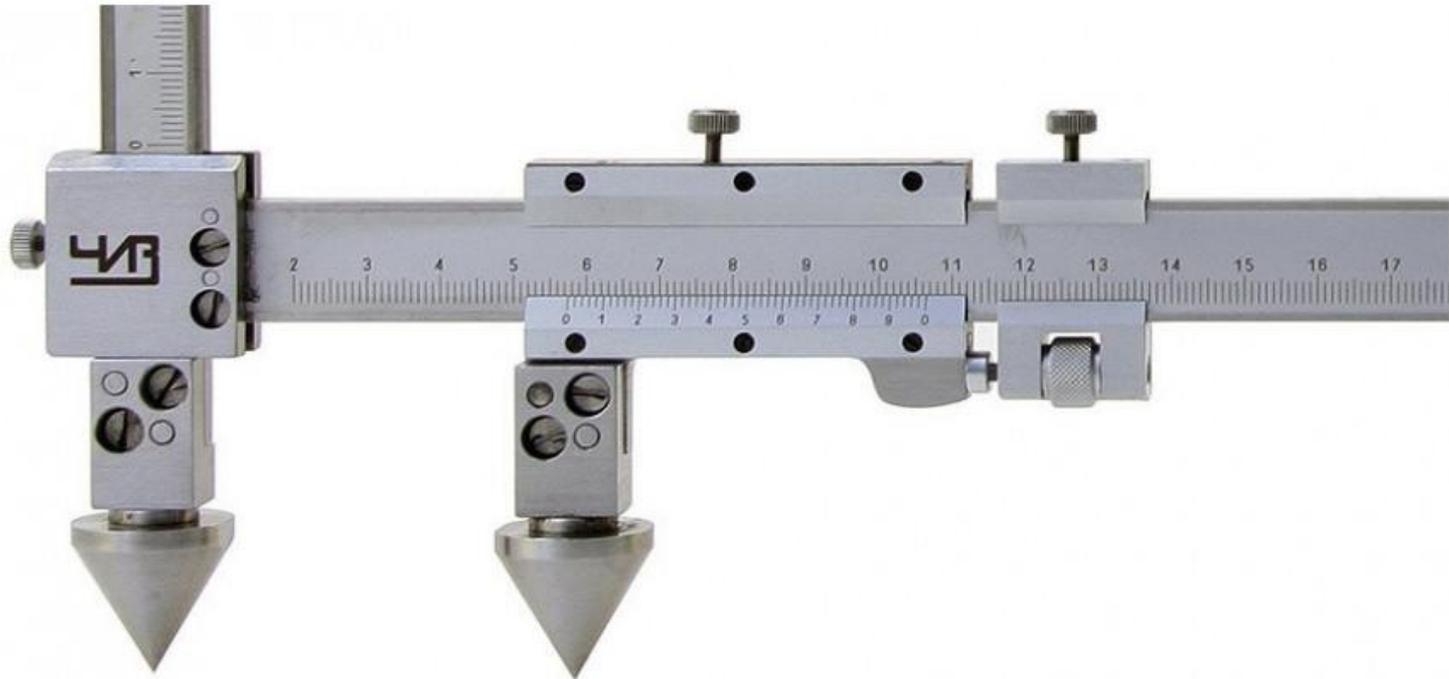
Штангенциркуль разметочный ШЦР

предназначены для разметки деталей



Штангенциркуль межцентровой ШЦС

предназначены для измерений расстояний между центрами отверстий, расположенных на одном или разных уровнях, с помощью передвигной штанги

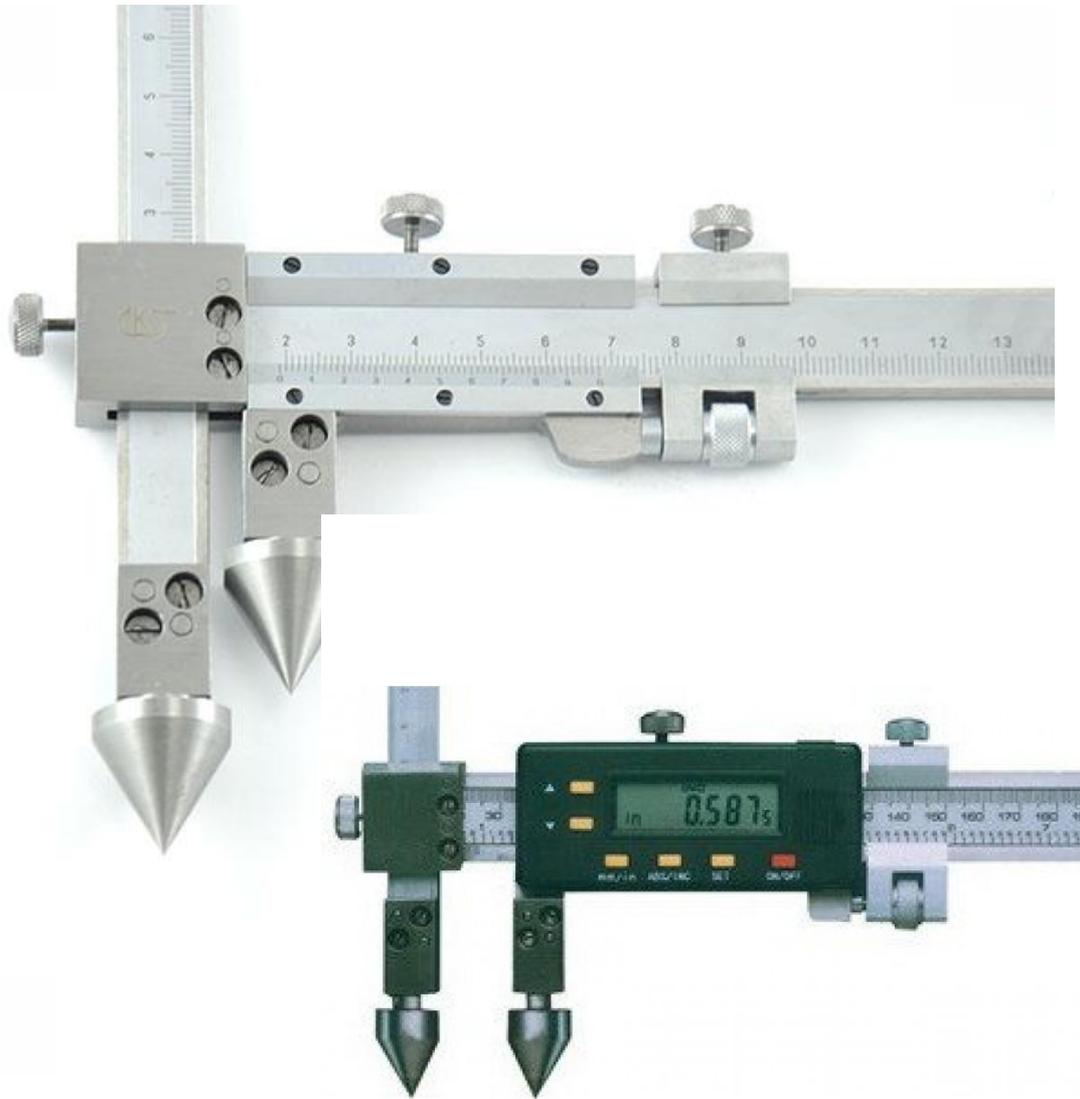


Штангенциркули межцентровые ШЦС предназначены для измерения межцентровых расстояний в труднодоступных местах:

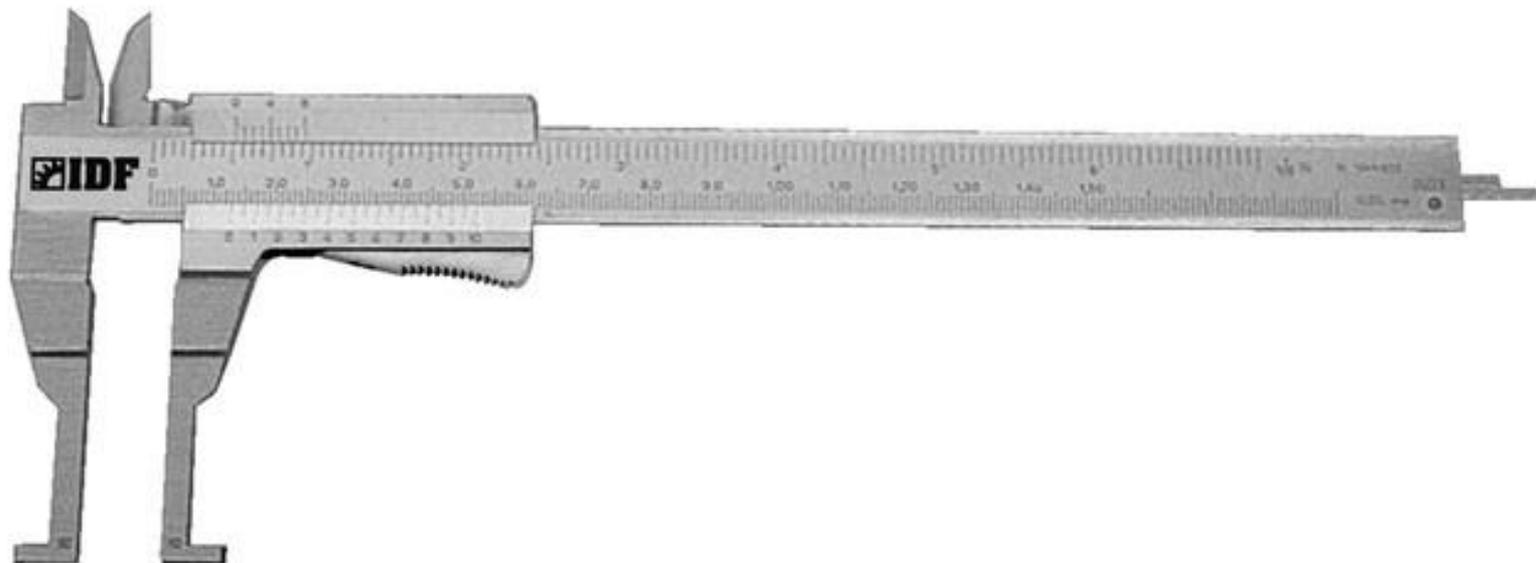
- на одном уровне с помощью конических наконечников;
- на разных уровнях, с помощью передвигной штанги.

Индикация результата измерения отображается на измерительной рамке/нониусе.

Штангенциркуль межцентровой ШЦС



Штангенциркуль канавочный нониусный с губками для измерения внутренних канавок



Штангенциркуль с прямоугольным профилем



7.5 Последовательность измерения штангенциркулем

При измерении наружных размеров:

- деталь установить между губками;
- привести губки в соприкосновение с деталью, обеспечивая нормальную силу измерения;
- проверить правильность положения губок относительно детали;
- зафиксировать рамку стопорным винтом;
- снять прибор с детали.



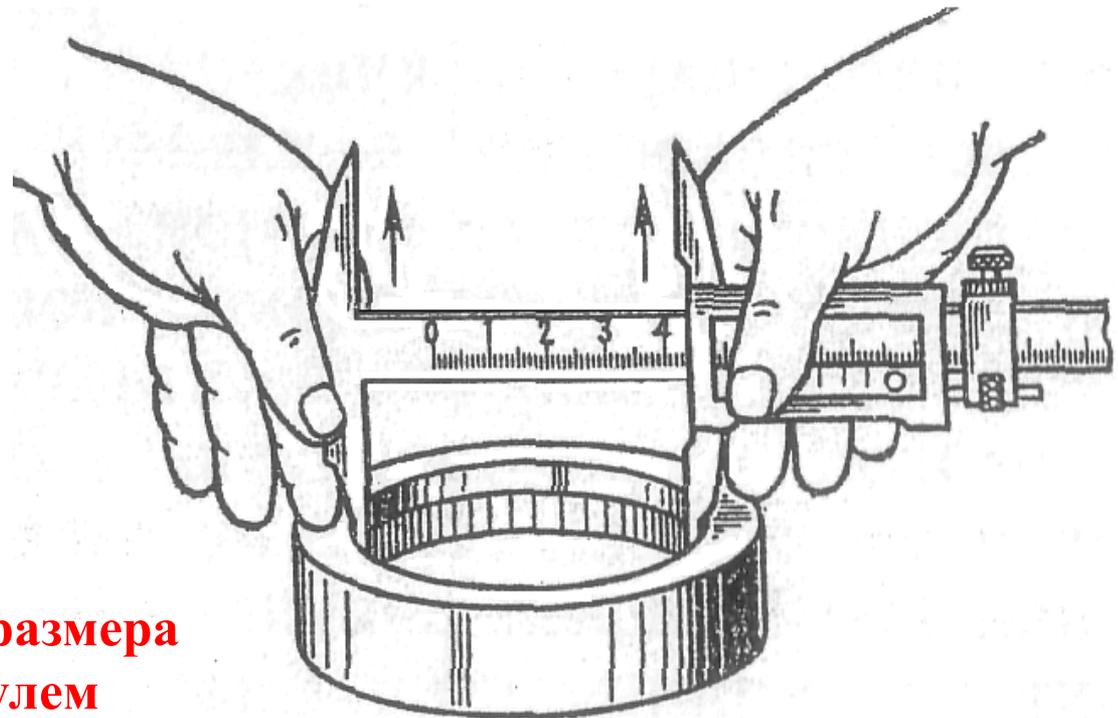
Измерение наружного размера детали штангенциркулем

Последовательность измерения штангенциркулем

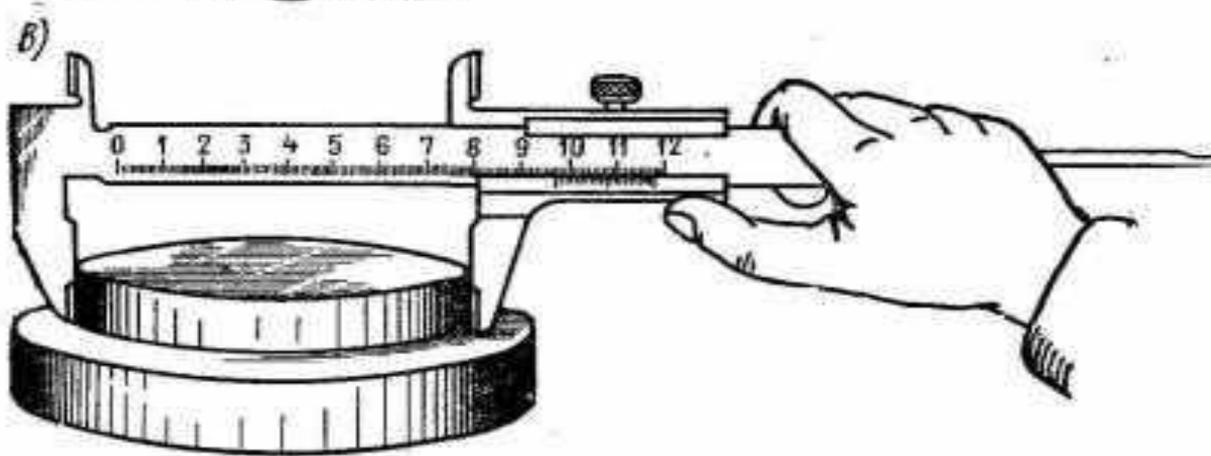
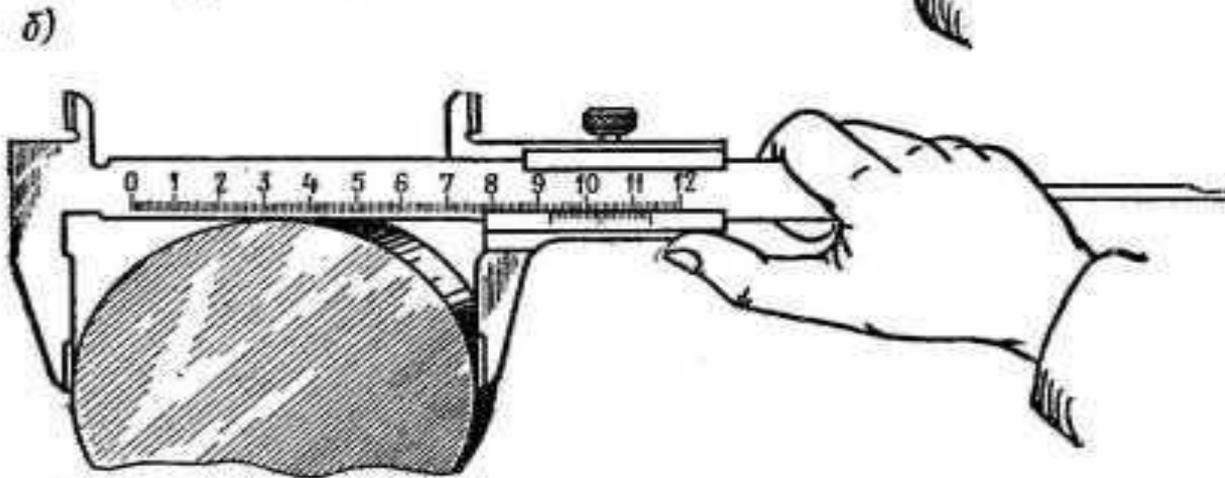
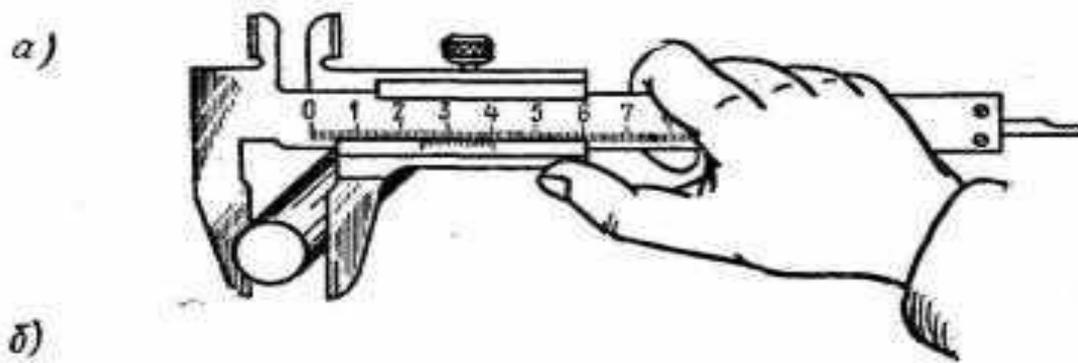
При измерении внутренних размеров:

- ввести губки в отверстие;
- довести до соприкосновения с поверхностью детали, обеспечивая нормальную силу измерения;
- проверить правильность положения губок относительно детали;
- застопорить винт рамки;
- снять прибор с детали.

Если измерение проводилось штангенциркулем типов **ШЦ-II** или **ШЦ-III**, то к показаниям шкалы нужно **прибавить толщину губок (10 мм)**, маркированную на них.



Измерение внутреннего размера детали штангенциркулем



Приёмы измерения штангенциркулем: а – правильное измерение небольшого диаметра;
б – неправильное измерение большого диаметра; в – правильное измерение большого диаметра

7.6 Отсчёт показаний

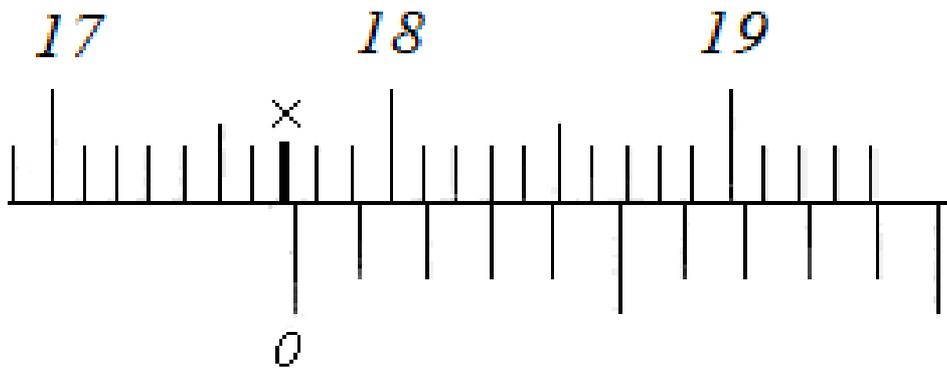


Отсчёт показаний:

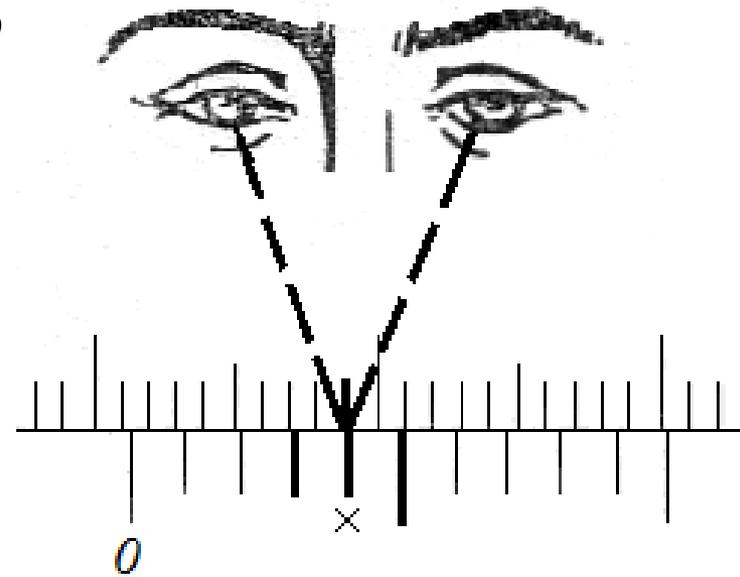
1) отсчитать целое число миллиметров с основной шкалы (т.е. найти *штрих основной шкалы*, расположенный *слева от нуля нониуса*);

2) определить десятые или сотые доли миллиметра

(т.е. найти *штрих нониуса* совпавшего *со штрихом основной шкалы* и *определить его порядковый номер*);



Размер – **177 мм**



Порядковый номер – **4**

3) умножить величину отсчета по нониусу на порядковый номер штриха (при $i = 0,1 \text{ мм}$);

$$0,1 \text{ мм} \times 4 = 0,4 \text{ мм}$$

4) оба значения сложить:

$$177 + 0,4 = 177,4 \text{ мм}$$

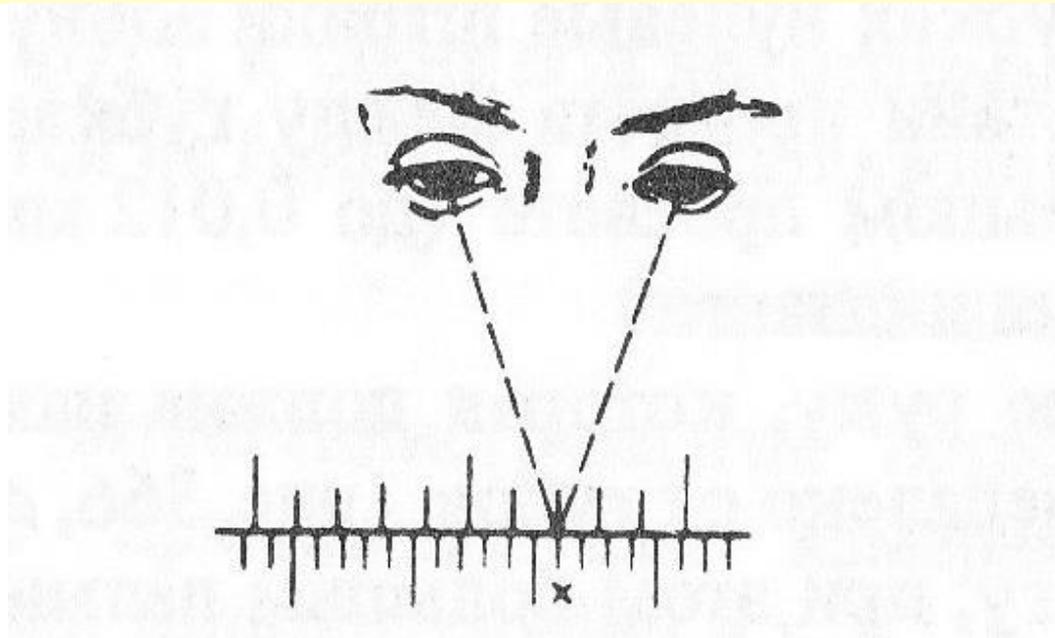
Порядок отсчёта показаний штангенциркуля по шкалам штанги и нониуса:

1. Считают **число целых миллиметров**, для этого находят на шкале штанги штрих, ближайший слева к нулевому штриху нониуса, и запоминают его числовое значение;
2. Считают **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 мм** или **0,05 мм**) нониуса.
3. Подсчитывают **полную величину показания штангенциркуля**, для этого складывают число целых миллиметров и долей миллиметра.

ВНИМАНИЕ!!!

Чтобы **правильно** снять показания, штангенциркуль следует держать **прямо перед глазами**.

Если смотреть на шкалу сбоку, то это приведет к **погрешности измерений**.



При чтении показаний штангенциркуль держат **прямо перед глазами** (*рис. а*).

➤ **Целое число миллиметров** отсчитывают по шкале штанги слева направо нулевым штрихом нониуса.

➤ **Дробная величина** (**количество десятых долей миллиметра**) определяется умножением величины отсчета (**0,1 мм**) на порядковый номер штриха нониуса, не считая нулевого, совпадающего со штрихом штанги.

Примеры отсчета показаны на *рис. б*.

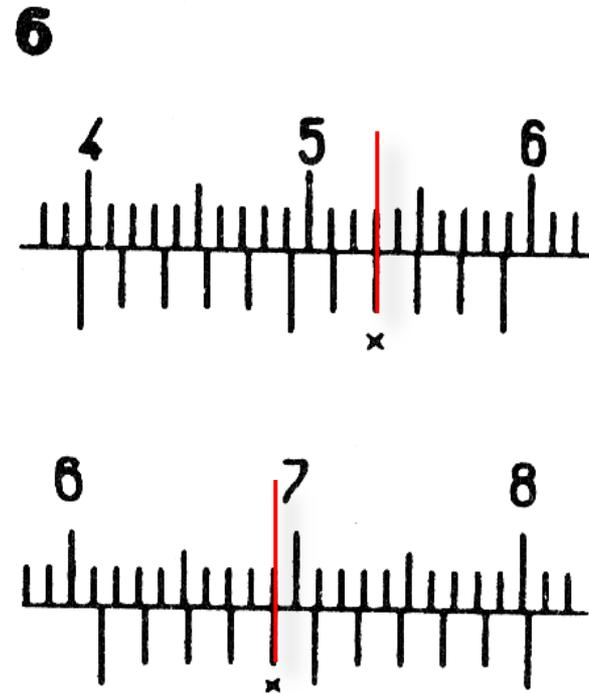


Рис. Чтение показаний штангенциркуля:

а – положение глаз, **б** – примеры отсчета размеров, мм:

$$39 + (0,1 \times 7) = 39,7; \quad 61 + (0,1 \times 4) = 61,4$$

ПРАВИЛА ОТСЧЕТА ПО НОНИУСУ И РАБОТЫ СО ШТАНГЕНЦИРКУЛЕМ

Целое число миллиметров отсчитывается по шкале штанги слева направо нулевым штрихом нониуса. **Дробную часть** миллиметра получается умножением значения отсчета по нониусу на порядковый номер штриха нониуса (не считая нулевого), совпадающего со штрихом штанги



Отсчет по нониусу 0,1 мм

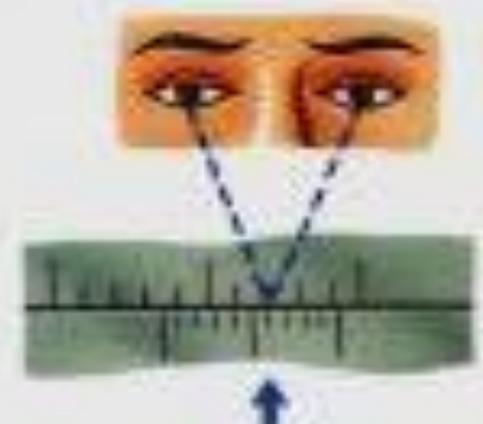
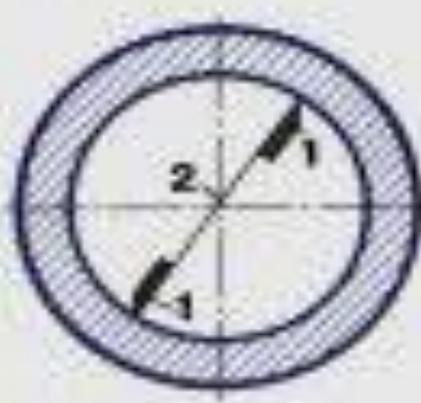
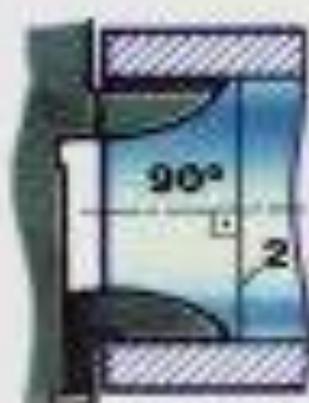
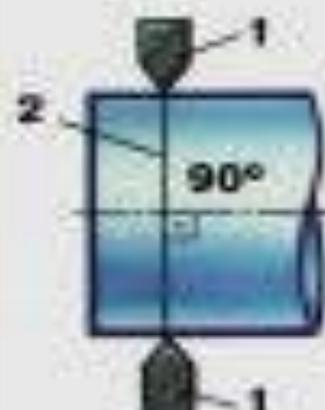


$$42 \text{ мм} + 8 \times 0,1 \text{ мм} = 42,8 \text{ мм}$$

Отсчет по нониусу 0,05 мм



$$12 \text{ мм} + 3 \times 0,05 \text{ мм} = 12,15 \text{ мм}$$



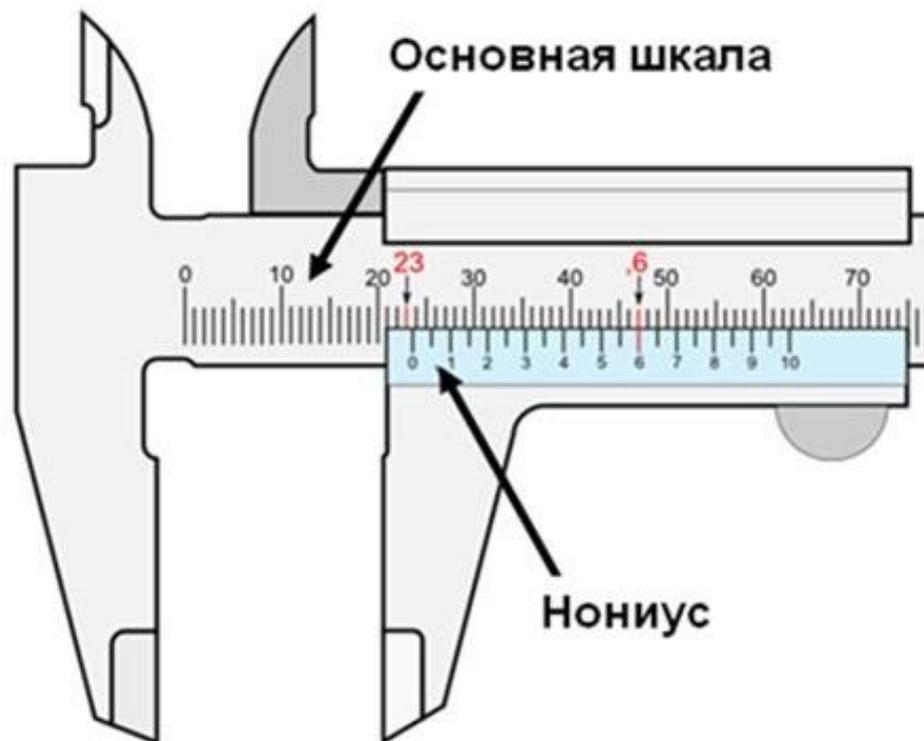
Положение измерительных поверхностей штангенциркуля при измерениях (1 - губки; 2 - линия измерения)

Положение глаз при считывании показаний

КАК ПРОИЗВЕСТИ ОТСЧЕТ?

Значение измерений определяет взаимное расположение двух шкал: **основной и нониусной**. Поверхность шкалы нониуса имеет скос для лучшего совмещения с основной шкалой.

Для начала следует оценить **целое число миллиметров (!!!) на основной шкале**, которое располагается слева от начальной отметки нониуса. Например, если нулевая точка нониуса остановилась между делениями **23 мм** и **24 мм**, то целое число равно **23 мм**.



Далее определяют количество десятых долей измерительных единиц. Для этого **на шкале нониуса находят штрих, который четко совпадает с какой-либо отметкой на основной шкале.** Здесь **важно именно точное совпадение!** Значение совпадающего штриха на делении нониуса – это десятая часть миллиметра.

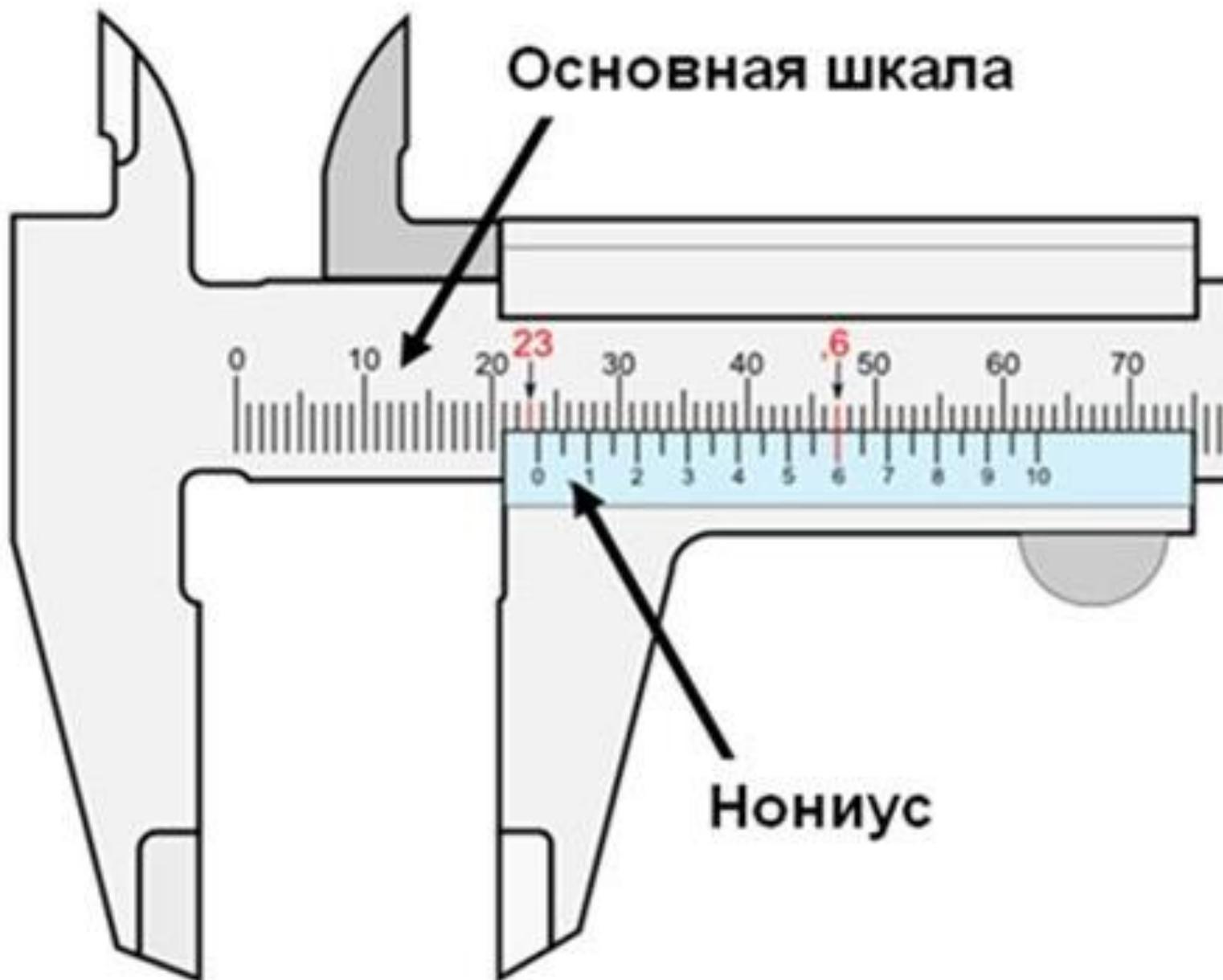
Если таких совпадений несколько, то учитывают ту цифру, которая ближе к нулевой точке нониуса (первая).

Например: на шкале нониуса два совпадающих штриха: на отметках **6** и **7**. Учитывают значение «**6**».

Складывая целую часть и десятые доли, получают показания измерений.

В описанном примере получаем **общий результат измерений:**

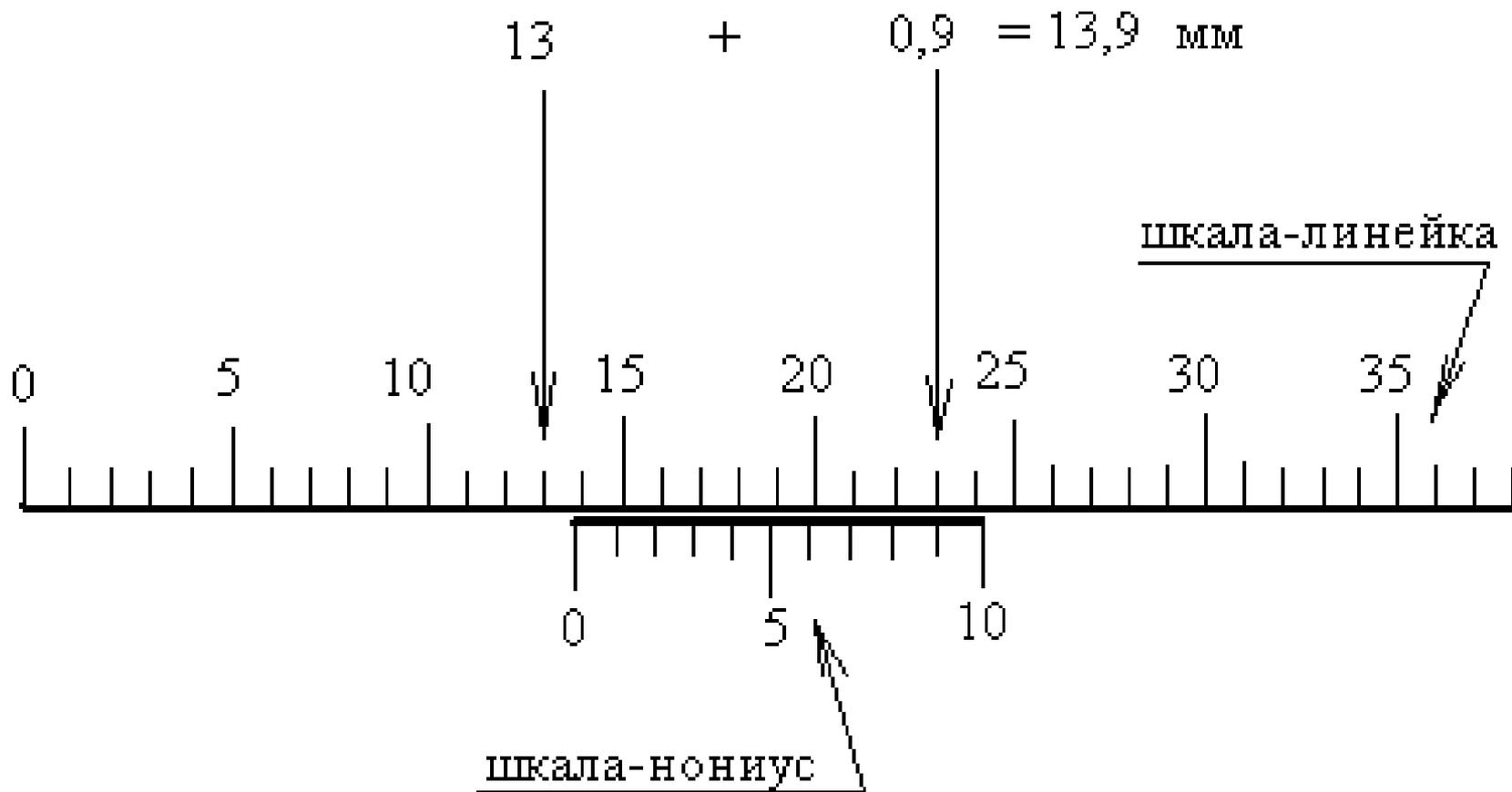
23,6 мм.



Отсчёт показаний:

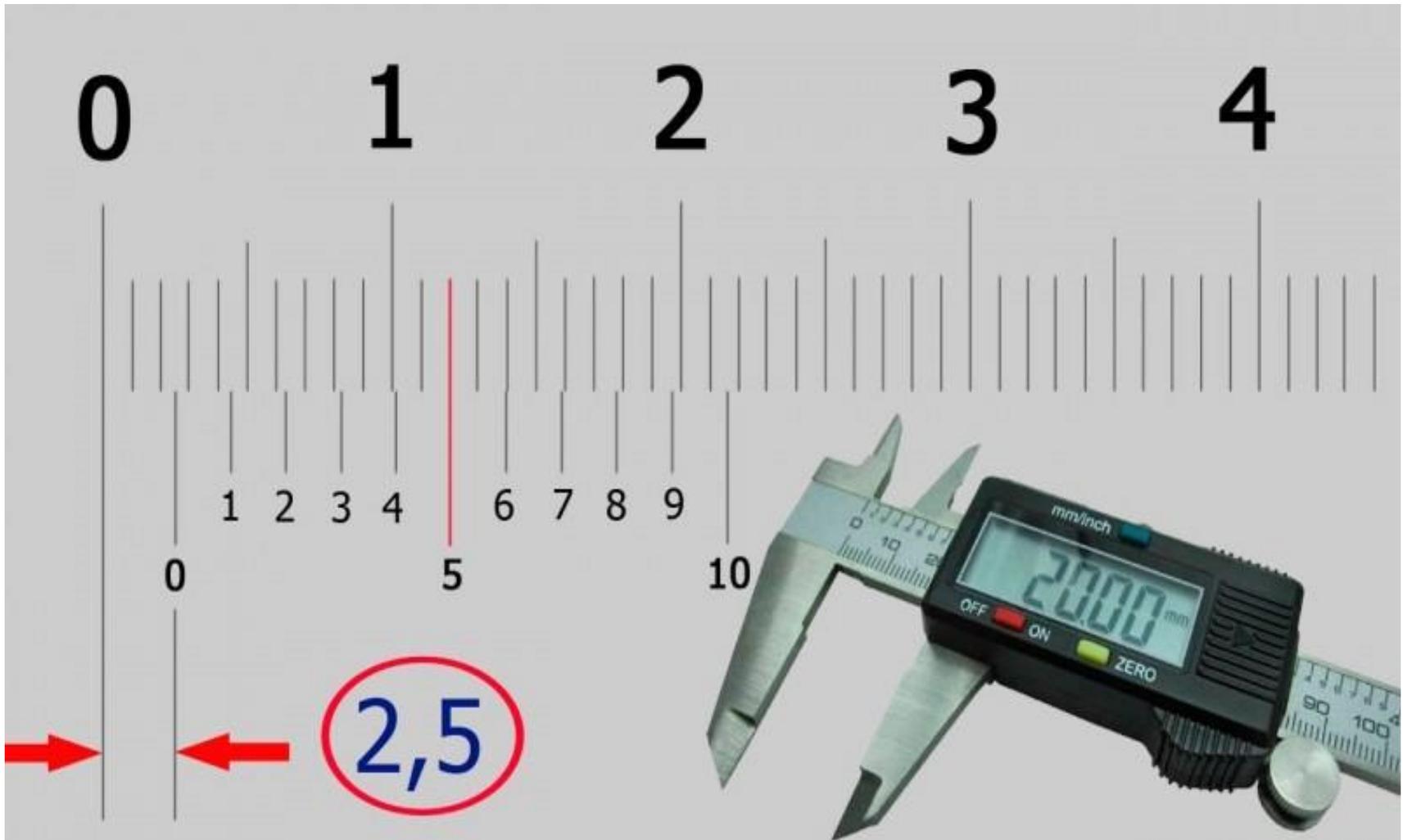
Для отсчета с помощью нониуса в штангенинструментах:

- сначала определяют целое число миллиметров перед нулевым делением нониуса по основной шкале;
- затем добавляют к нему число долей по нониусу в соответствии с тем, какой штрих шкалы нониуса ближе к штриху основной шкалы.



На рисунке измеряемый размер равен **13 мм** по основной шкале плюс **0,9 мм** по подвижной шкале: итого **13,9 мм**. Один интервал шкалы нониуса составляет **0,1 мм**.

Отсчёт показаний:

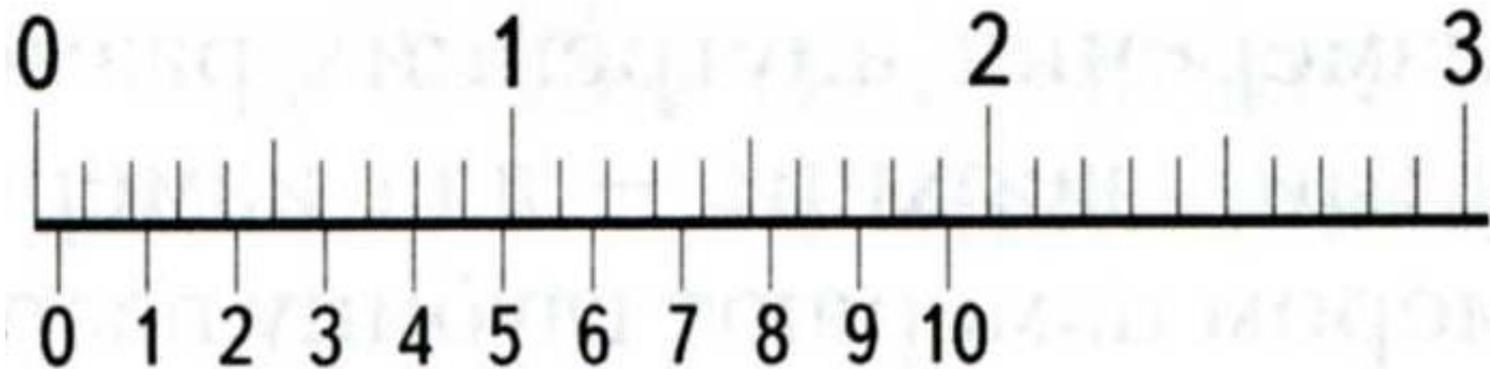


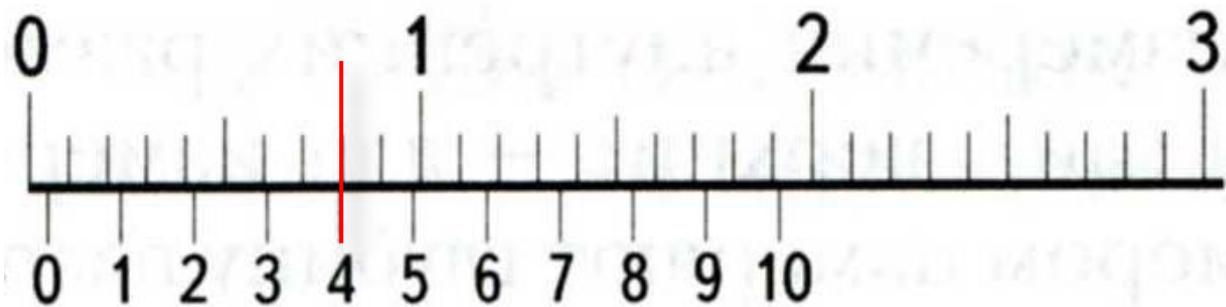
Примеры чтения показаний по нониусу

При измерении штангенциркулем:

- **целое число** миллиметров отсчитывают **по миллиметровой шкале штанги**;
- **десятые доли миллиметра** – **по шкале нониуса**

Давайте попробуем прочесть показания





Показания: 0,4 мм

Давайте усложним задачу





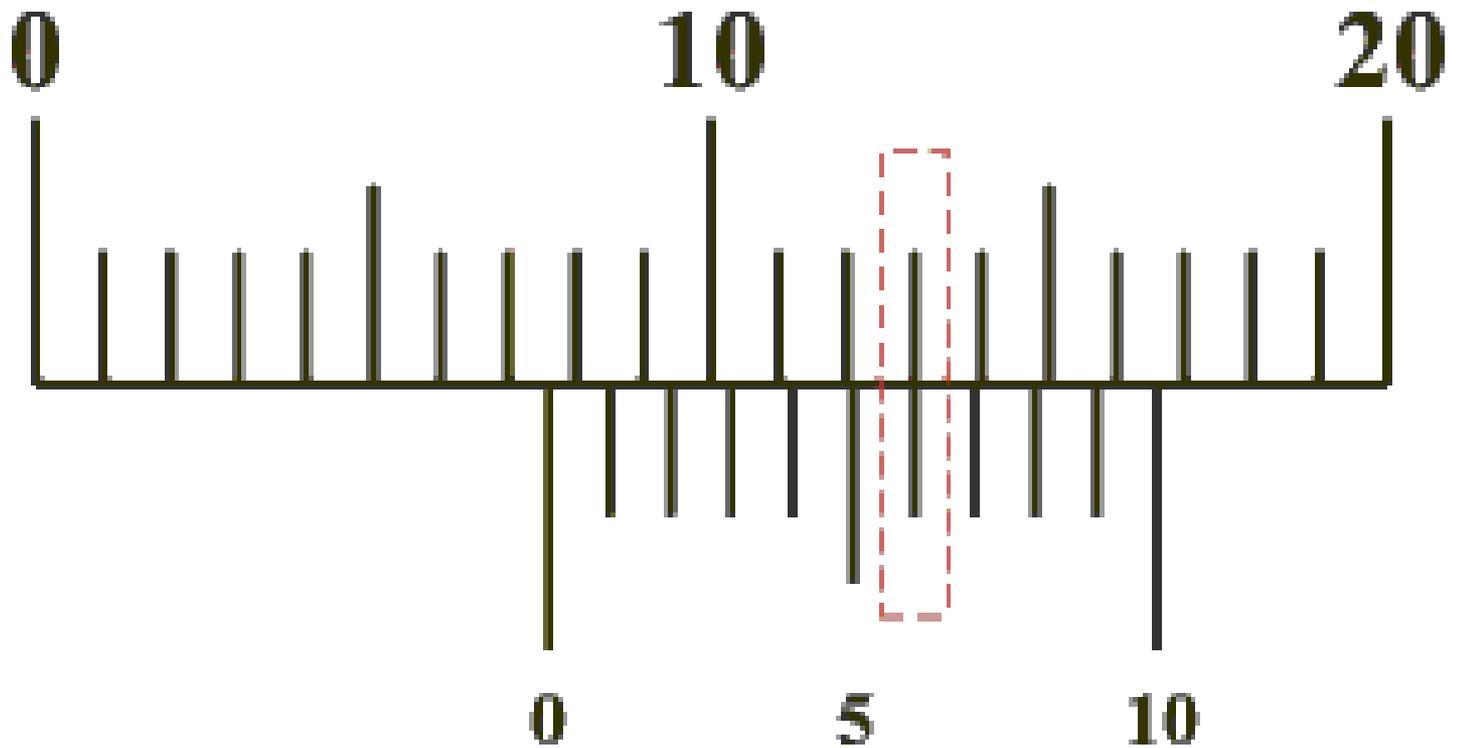
Показания: 6,9 мм

Попробуем ещё раз





Показания: 34,3 мм



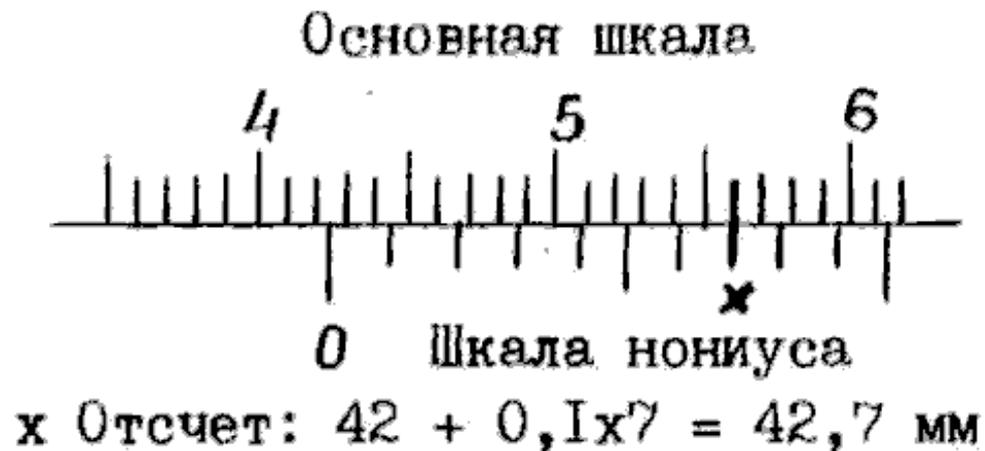
Чтение показаний штангенциркуля:

$$7 + (0,1 \times 6) = 7,6 \text{ мм}$$

Отсчёт показаний:



а).



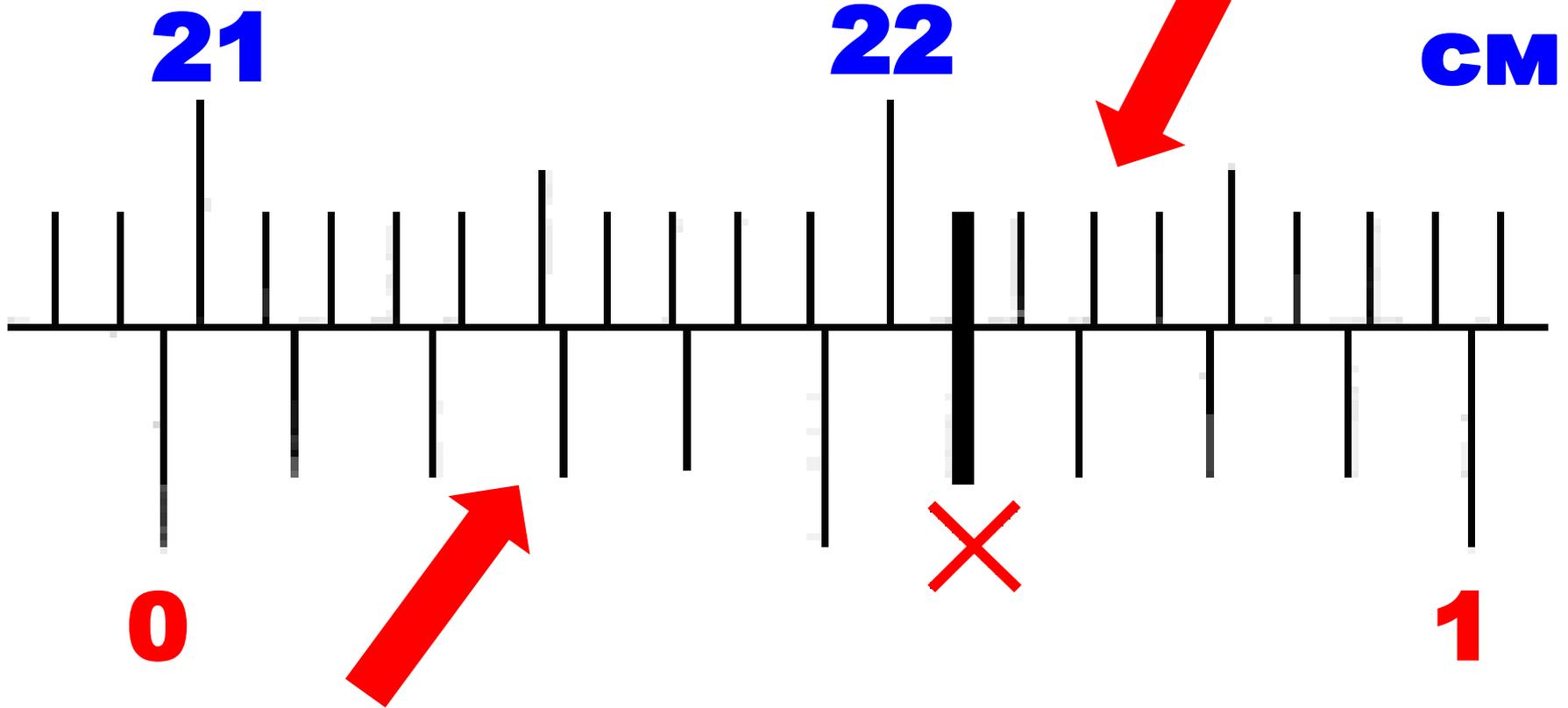
б).

Порядок отсчета по шкалам штангенинструментов с отсчетом по нониусу 0,1 мм

Отсчёт показаний:

Пример 1: Отсчитать показание по шкалам штангенциркуля

Основная шкала – штанга



Дополнительная шкала – нониус

Отсчёт показаний:

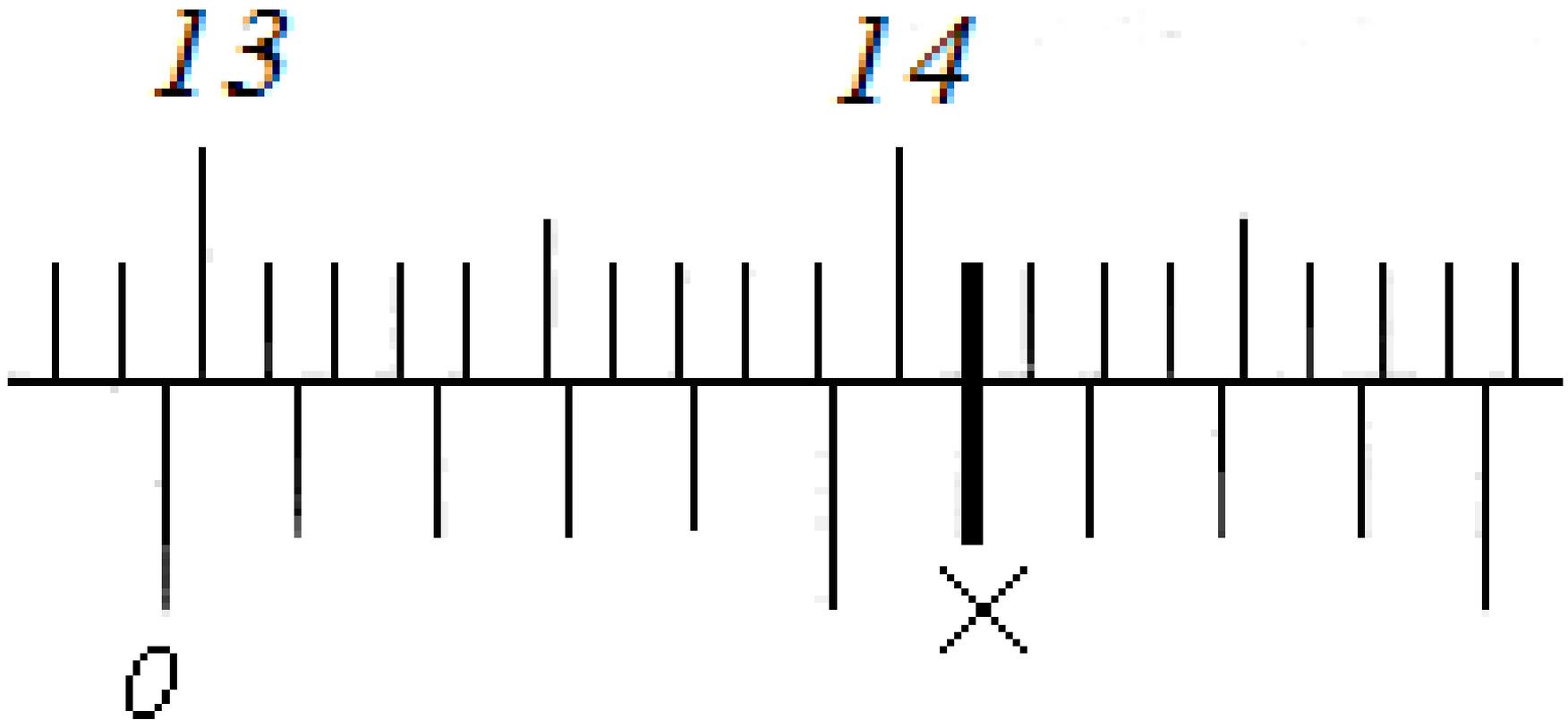
Решение:

- 1) Размер – 209 мм
- 2) Порядковый номер – 6
- 3) $0,1 \text{ мм} \times 6 = 0,6 \text{ мм}$
- 4) $209 + 0,6 = 209,6 \text{ мм}$

Полученная сумма будет **действительным** размером измеряемого параметра детали.

Отсчёт показаний:

Пример 2: Отсчитать показание по шкалам штангенциркуля



Отсчёт показаний:

Ответ:

129 мм

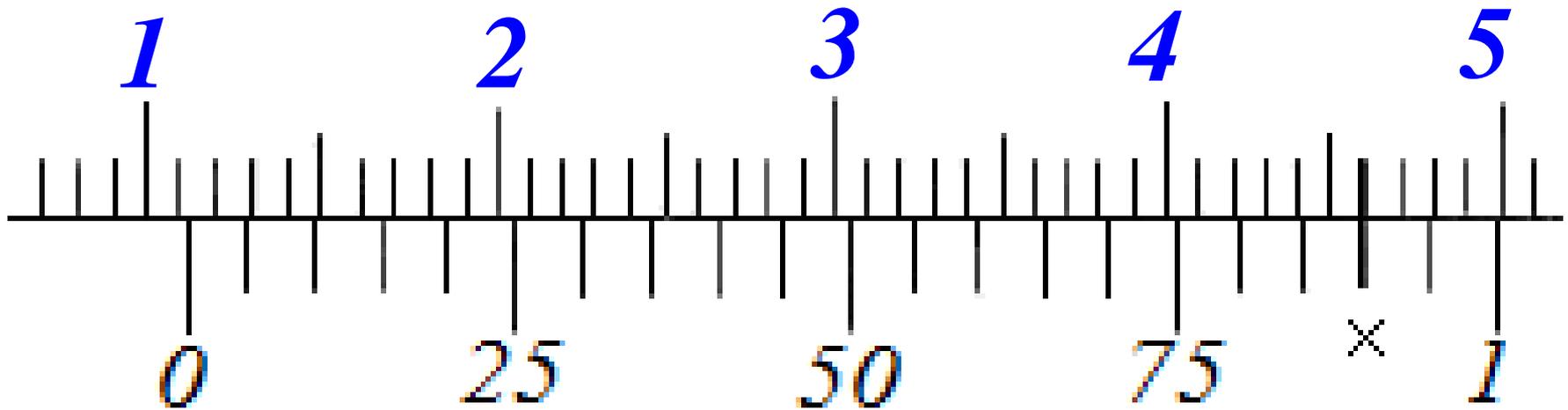
$$0,1 \text{ мм} \times 6 = 0,6 \text{ мм}$$

$$129 + 0,6 = 129,6 \text{ мм}$$

Отсчёт показаний:

Пример 3: Отсчитать показание по шкалам штангенциркуля

Если слева от совпавшего штриха имеется цифра (**25, 50 или 75**), то к этой цифре нужно прибавить результат умножения величины отсчета по нониусу и порядковый номер только короткого штриха нониуса (при **$i = 0,05 \text{ мм}$**):

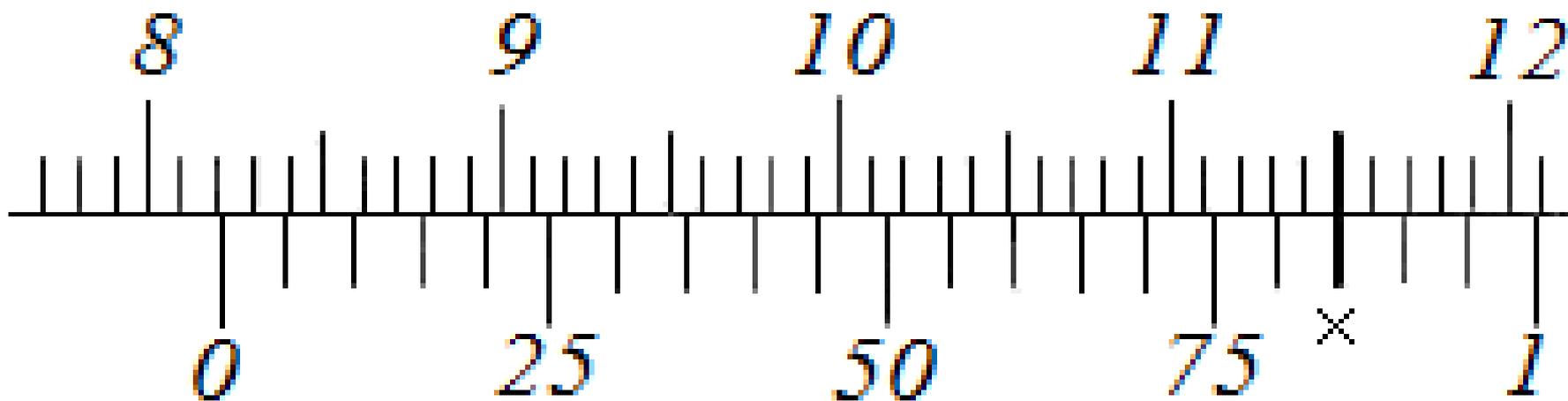


$$0,75 + (0,05 \text{ мм} \times 3) = 0,9 \text{ мм}$$

$$11 + 0,9 = 11,9 \text{ мм}$$

Отсчёт показаний:

Пример 4: Отсчитать показание по шкалам штангенциркуля



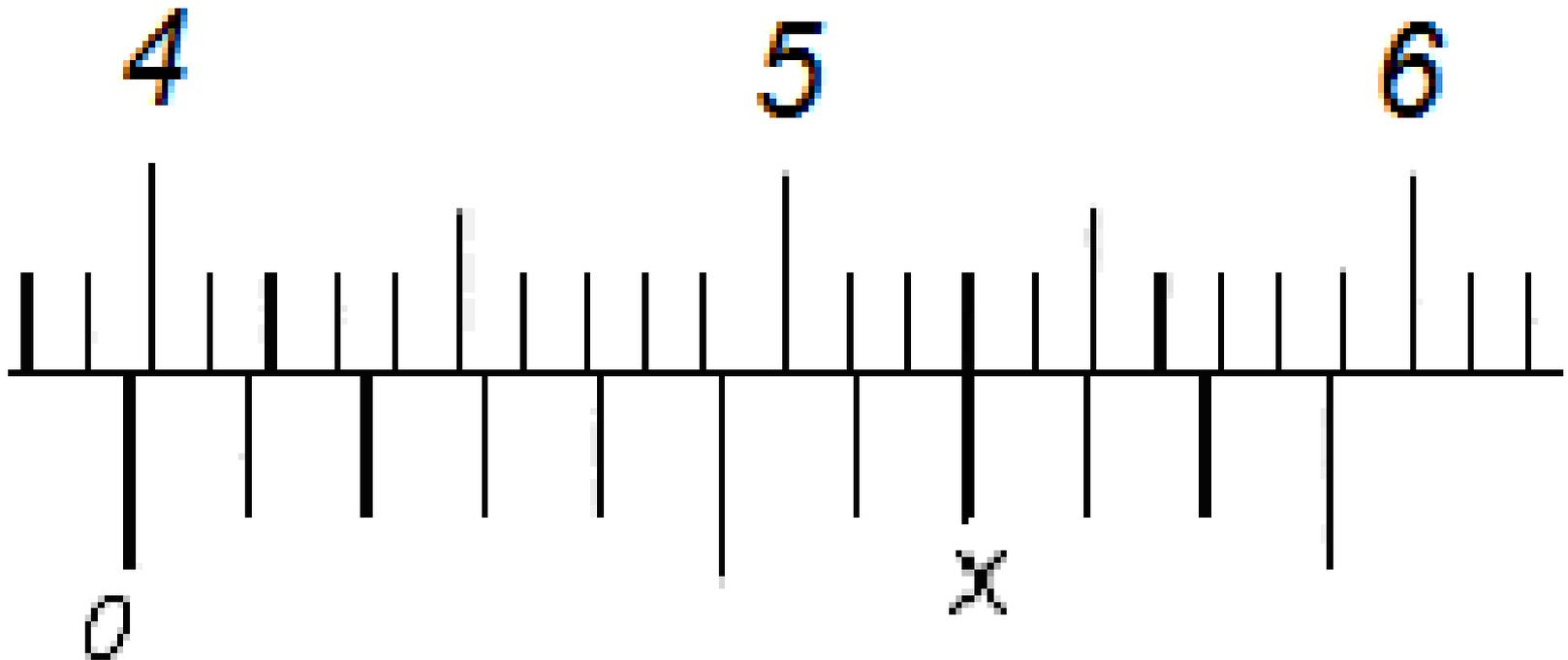
Отсчёт показаний:

Ответ:

$$82 + 0,75 + (0,05 \text{ мм} \times 2) = 82,85 \text{ мм}$$

Отсчёт показаний:

Пример 5: Отсчитать показание по шкалам штангенциркуля



Отсчёт показаний:

Ответ:

$$39 \text{ мм} + (0,1 \text{ мм} \times 7) = 39,7 \text{ мм}$$



а)



б)

Рис. 46. Штангенциркуль ШЦ-II:

а — устройство, б — пример отсчета (0,05×7=0,35); 1 — губки, 2 — зажимы, 3 — рамка, 4 — штанга, 5 — глубиномер, 6 — шкала нониуса

Пример 6:

Дробная величина **0,35 мм** получена в результате умножения величины отсчета (**0,05 мм**) на порядковый номер штриха нониуса, т.е.

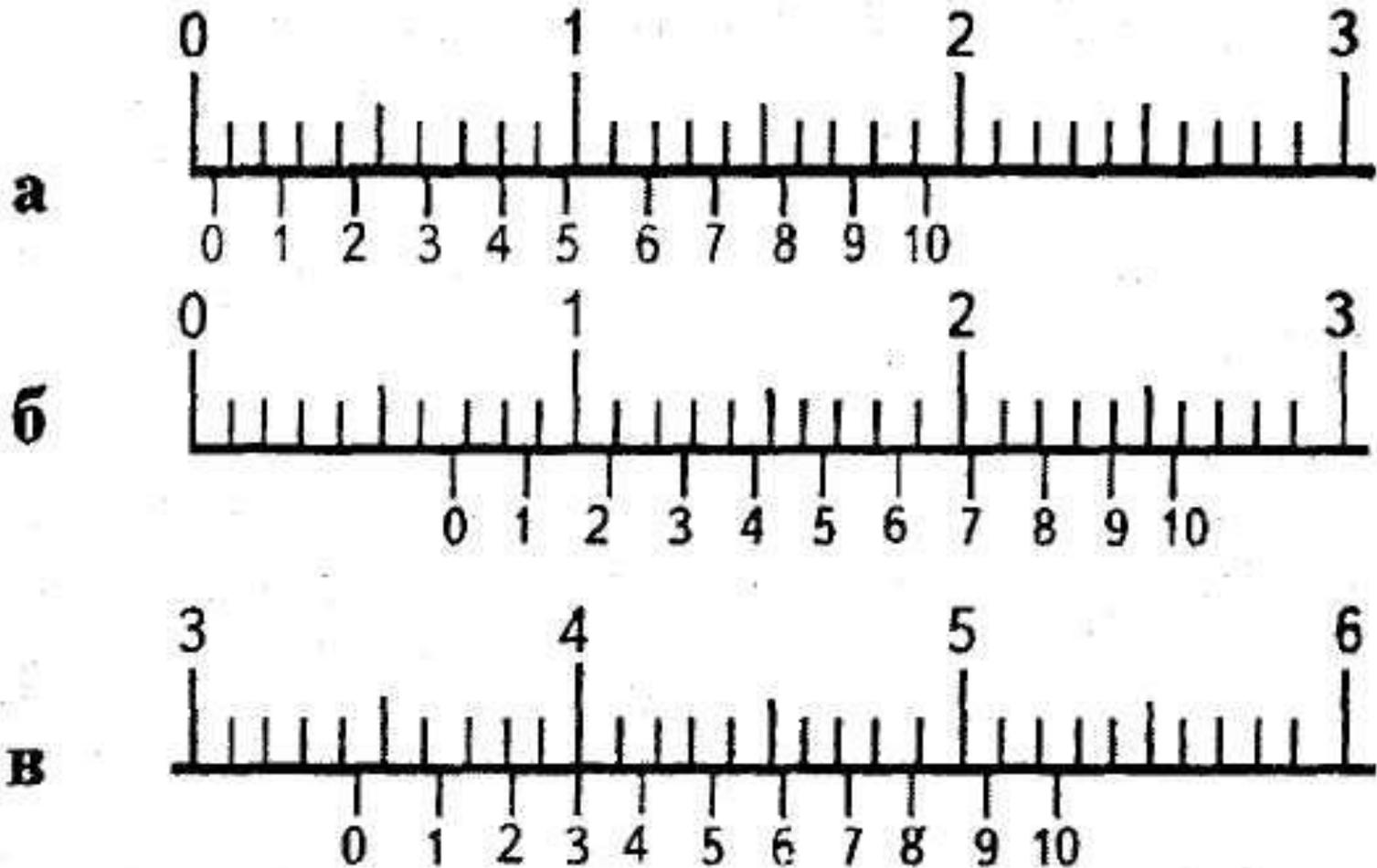
седьмого (*крестиком указан 7-й штрих нониуса*),

совпадающего со штрихом штанги, не считая нулевого деления:

$0,05 \text{ мм} \times 7 = 0,35 \text{ мм}$

Отсчёт показаний:

Пример 7: Отсчитать показание по шкалам штангенинструмента



Отсчёт показаний:

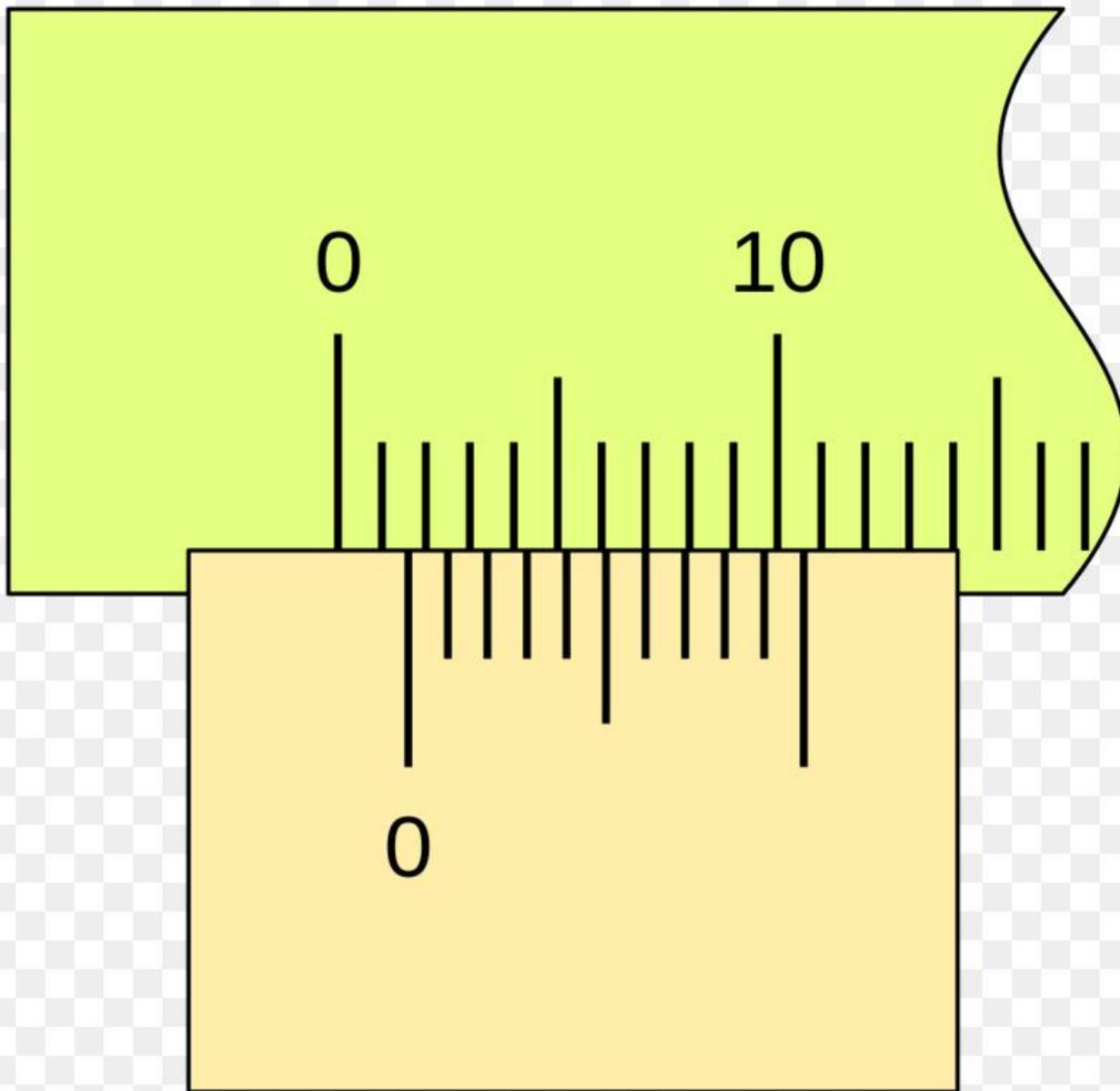
Ответ:

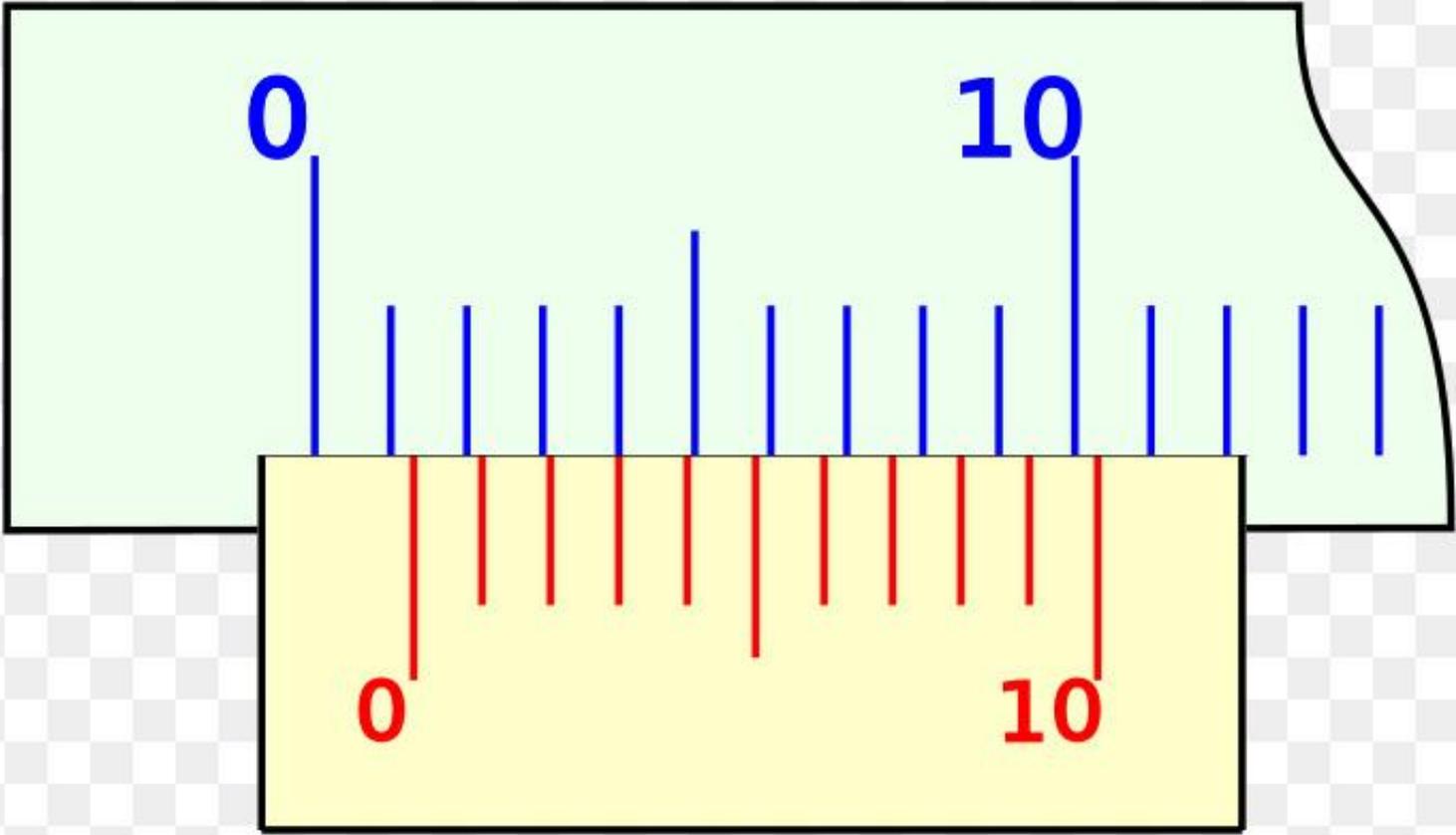
а) 0,4 мм;

б) 6,9 мм;

в) 34,3 мм

А теперь попробуем самостоятельно





Шкала штанги

3

4

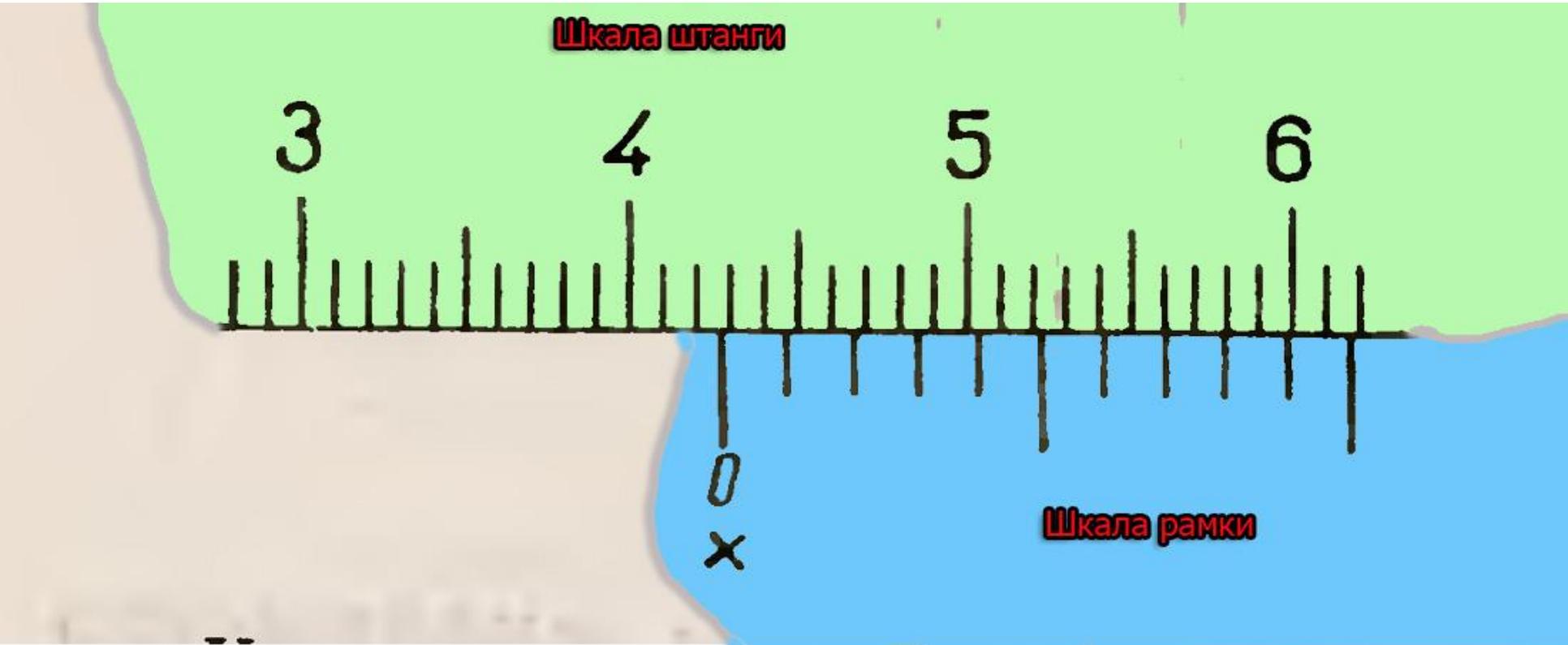
5

6

0

x

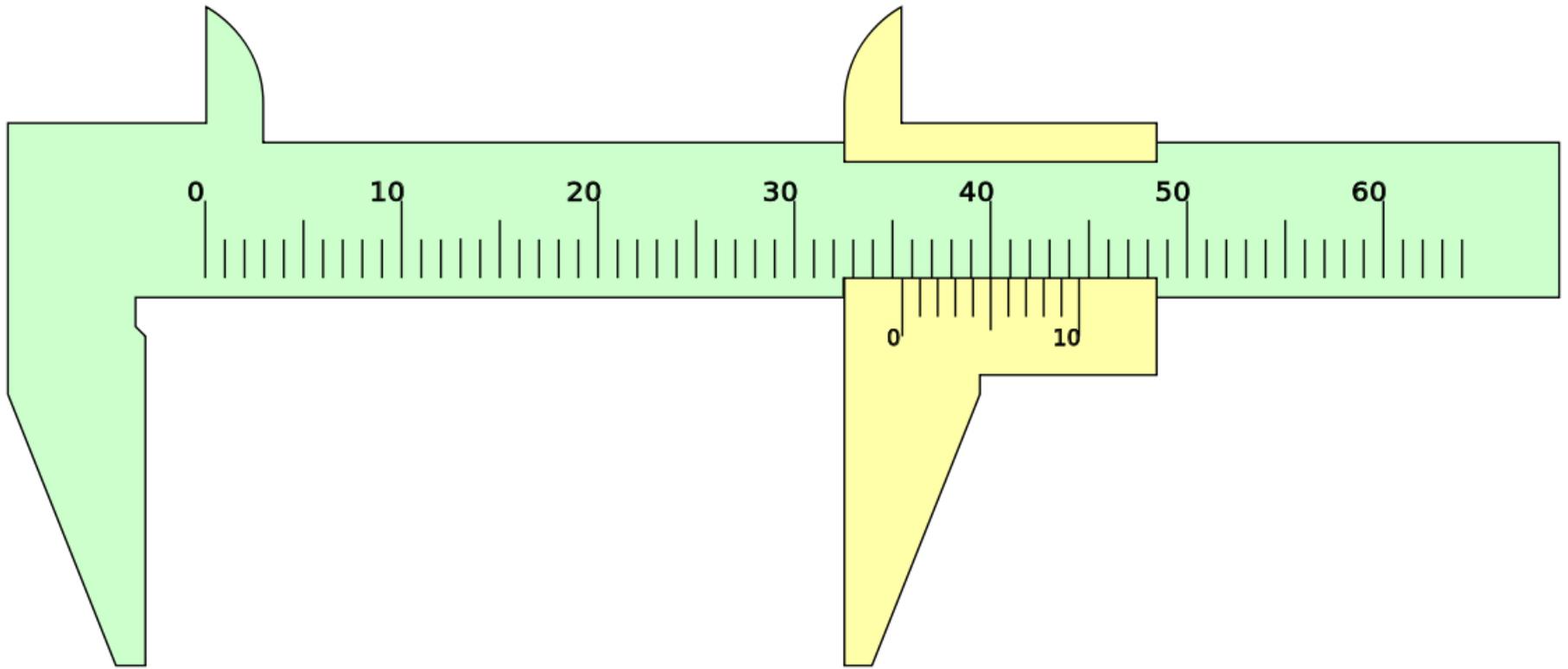
Шкала рамки

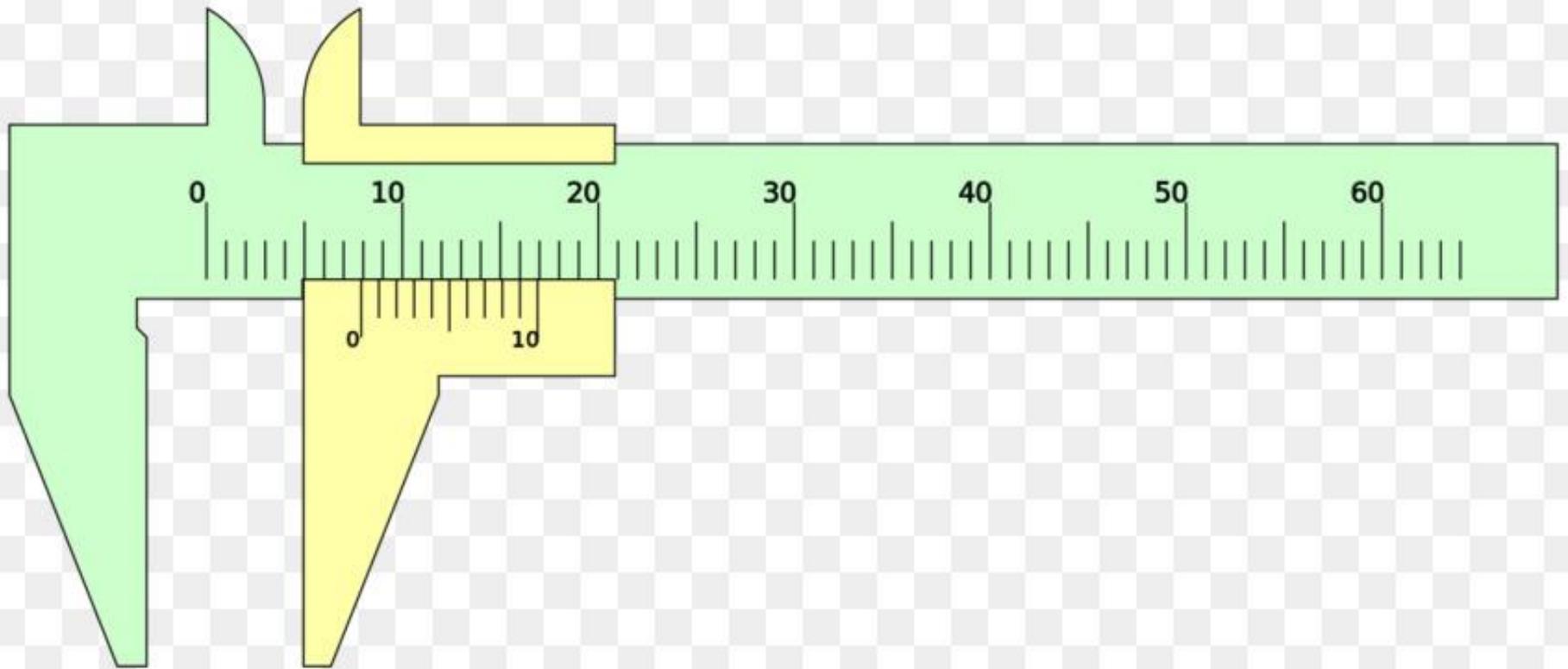


Основная шкала



Нониусная шкала





Отсчёт показаний:

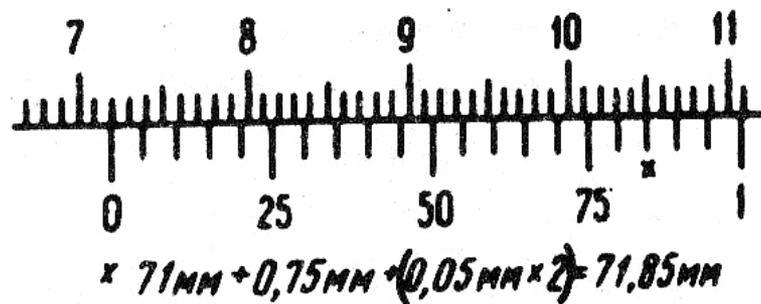
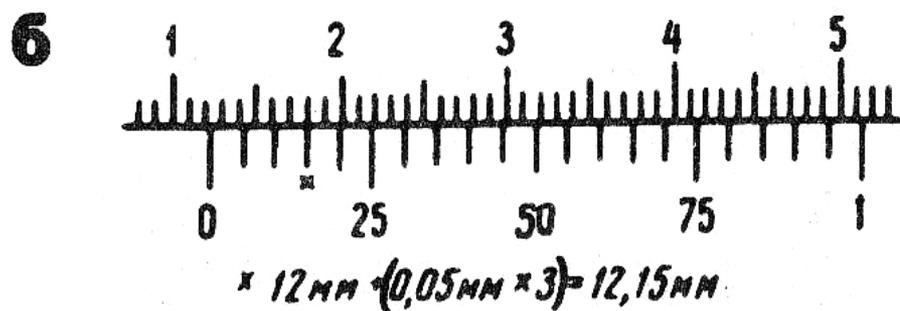
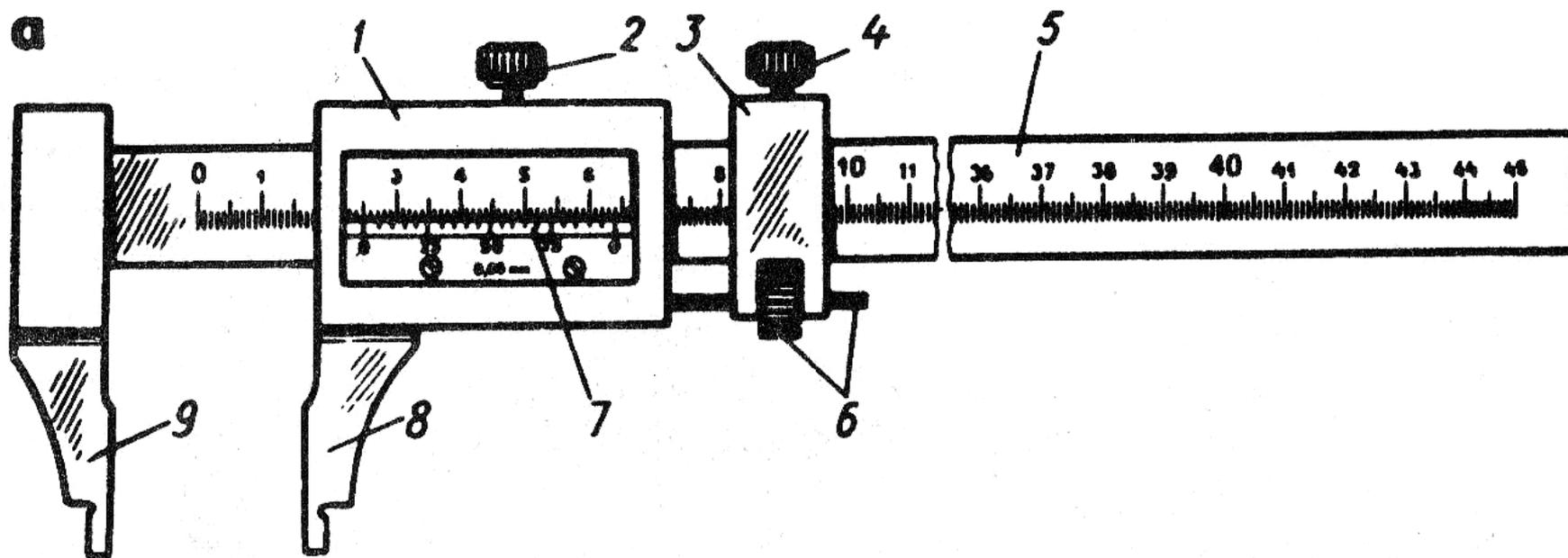
Чтение показаний при внутренних измерениях

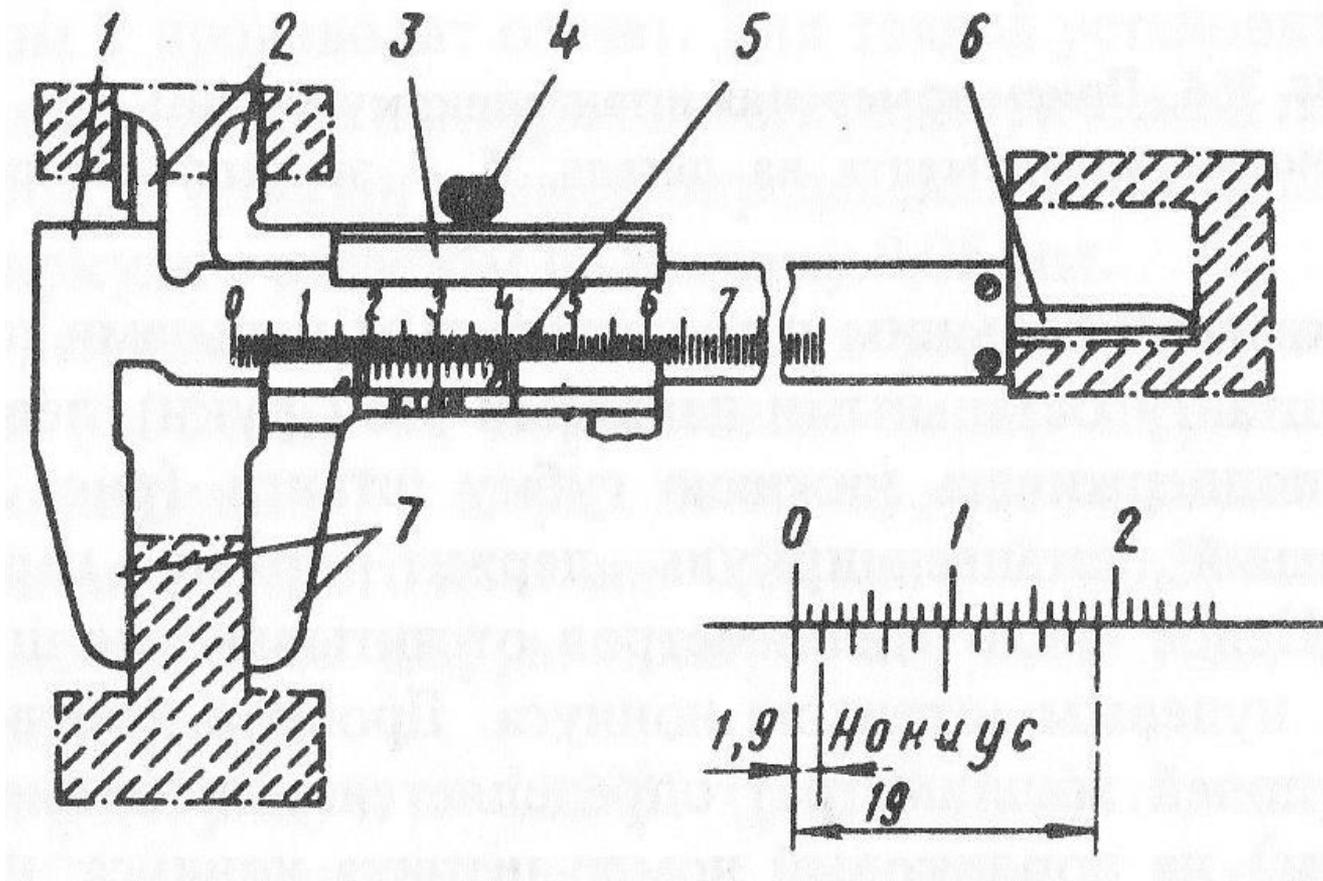


При внутренних измерениях к показаниям шкалы **прибавляют ширину губок**, указанную на них (обычно она равна **10 мм**). **Нельзя измерить отверстия, величина которых меньше 10 мм.**

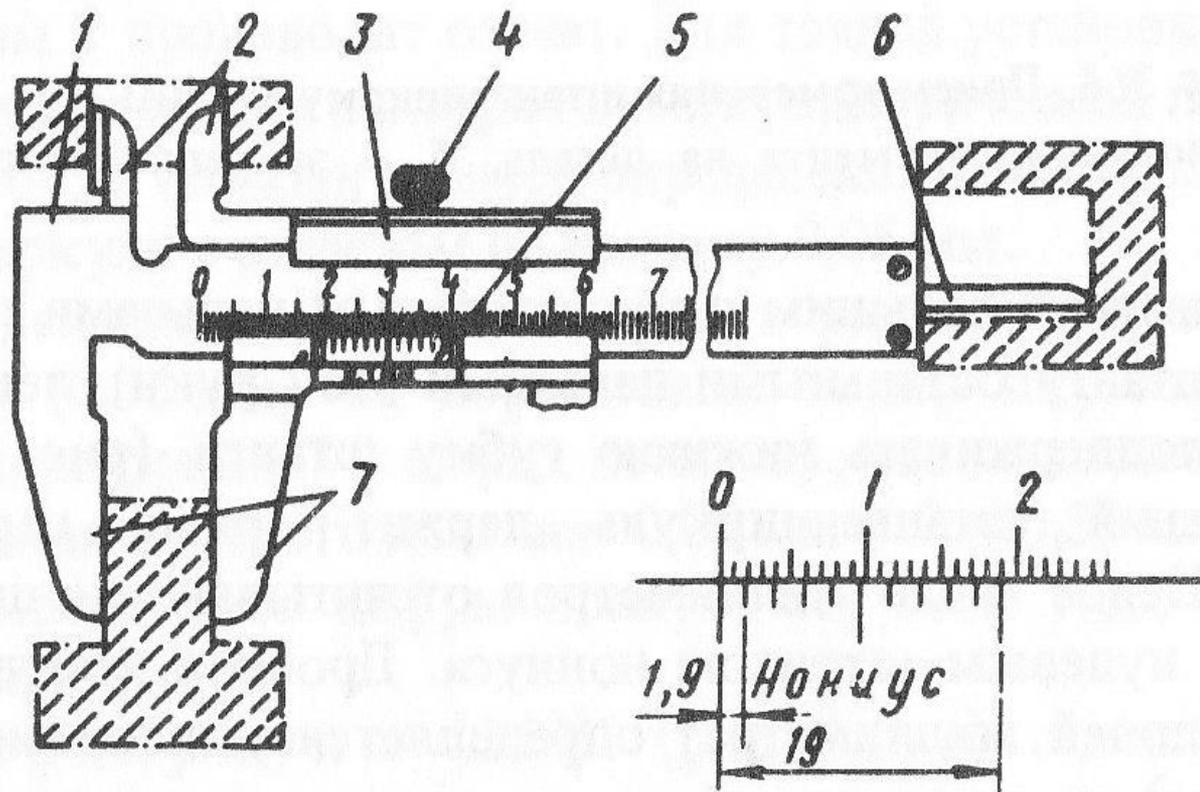
Делают это так: губки вставляют в проем (отверстие) и разводят до стенок отверстия, по шкале читают показания и к ним прибавляют **10 мм** (ширину губок). Если показание по шкале равно **19,75 мм**, то размер отверстия равен **29,75 мм**

При измерении штангенциркулями **ШЦ-II** и **ШЦ-III** **внутренних размеров** к показаниям инструмента добавляется **толщина губок**, указанная на них (обычно **10 мм**).

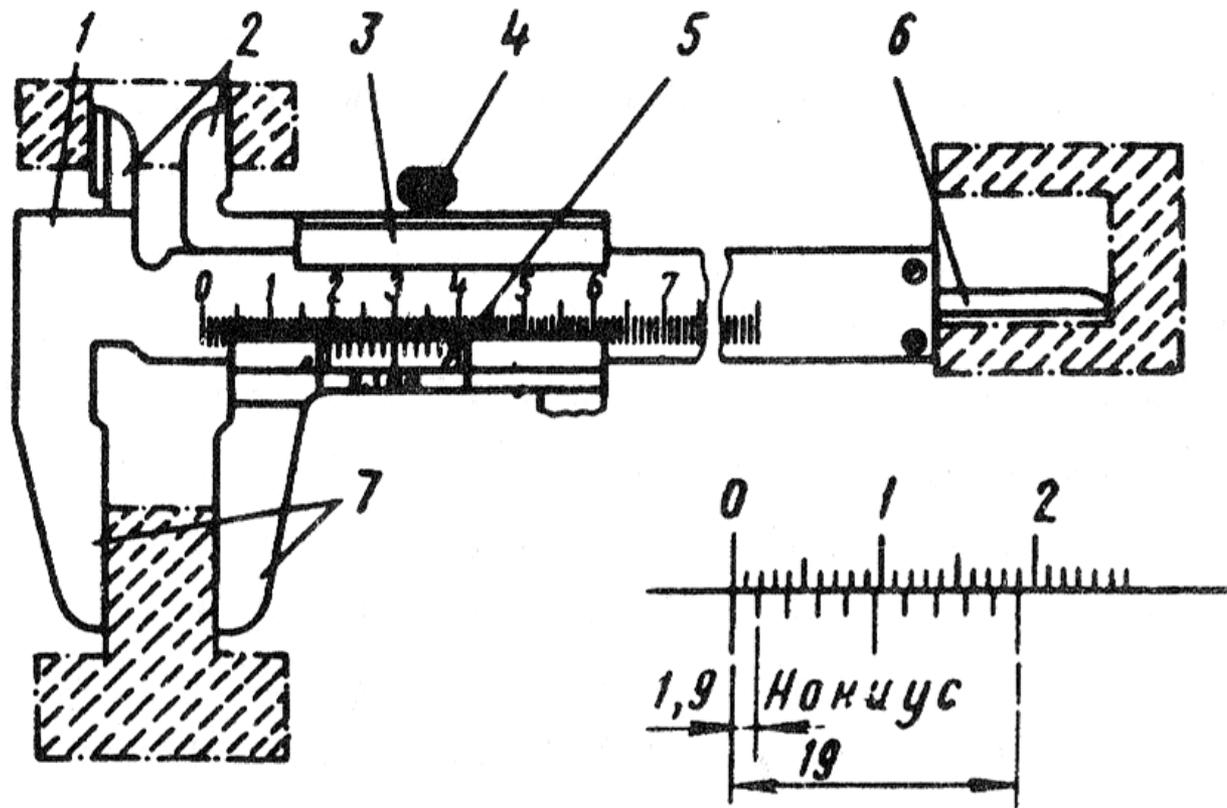




Рамку в процессе измерения закрепляют на штанге зажимом 4. Нижние губки 7 служат для измерения наружных размеров, а верхние 2 — внутренних. На скошенной грани рамки 3 нанесена шкала 5 с дробными делениями, называемыми нониусом. Нониус предназначен для определения дробной величины цены деления штанги, т.е. для определения доли миллиметра.



Шкала нониуса длиной 19 мм разделена на 10 равных частей, следовательно, каждое деление нониуса равно $19:10 = 1,9$ мм, т.е. оно короче расстояния между каждыми двумя делениями, нанесенными на шкалу штанги, на 0,1 мм ($2 - 1,9 = 0,1$). При сомкнутых губках начальный штрих нониуса совпадает с нулевым штрихом шкалы штангенциркуля, а последний (10-й) штрих — с 19-м штрихом шкалы.



При измерении губки 7 должны прилегать друг к другу без просветов. Перед измерением при сомкнутых губках нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать. При отсутствии просвета между губками для наружных измерений или при небольшом просвете (до 0,012 мм) должны совпадать нулевые штрихи нониуса и штанги.

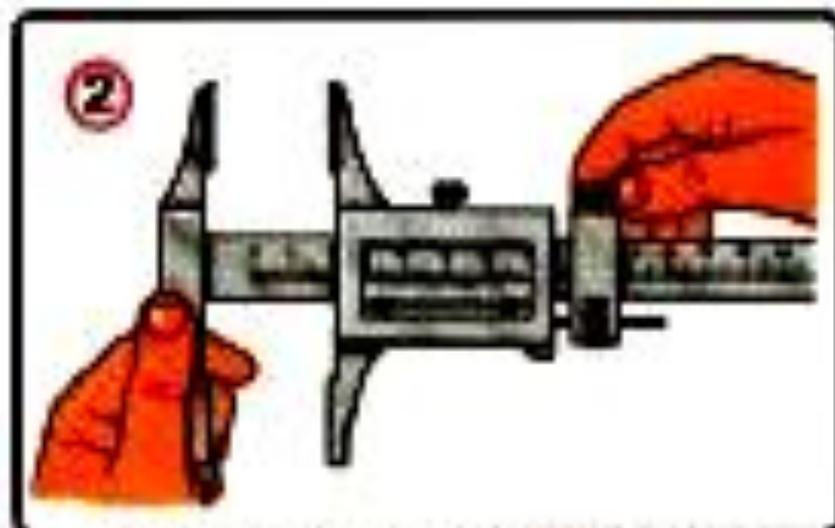
НАСТРОЙКА ШТАНГЕНЦИРКУЛЕЙ ШЦ-II И ШЦ-III НА РАЗМЕР ДЛЯ РАЗМЕТКИ



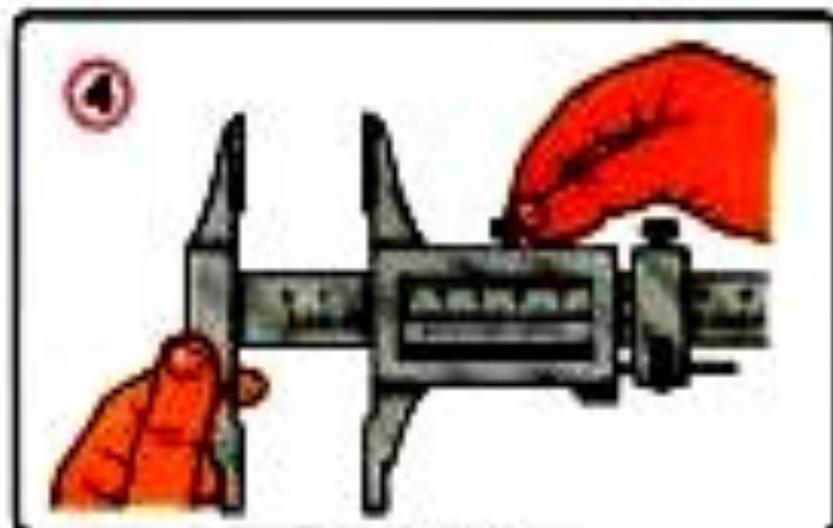
1. Перенести рамку к размеру, близкому к настроенному. Правая рука поддерживает штангу



3. Вращая гайку микрометрической шкалы, установить настроенный размер

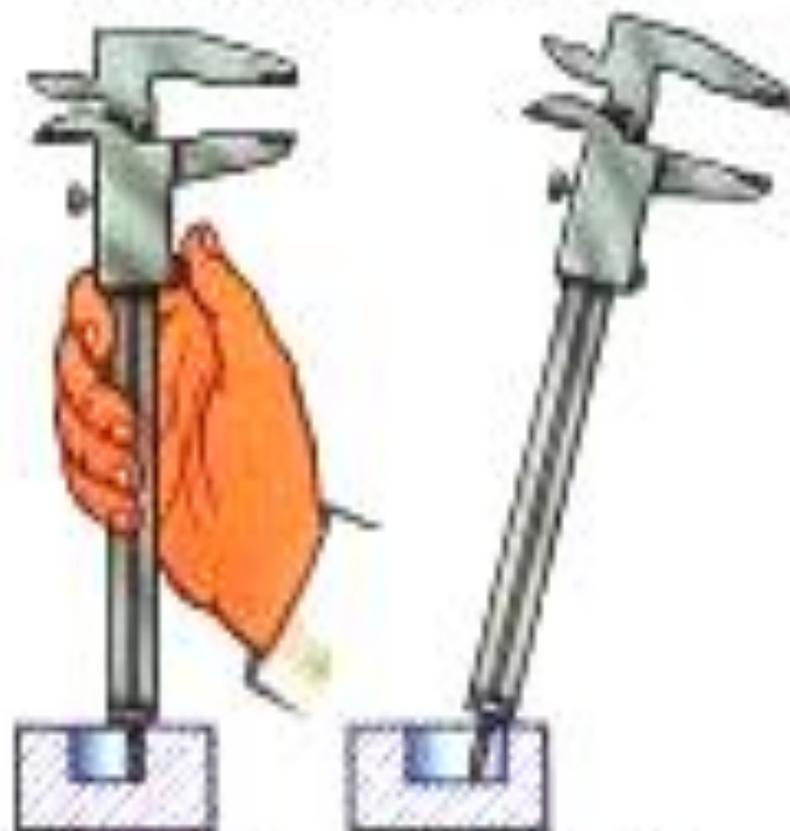


2. Захватить рамку микрометрической шкалы



4. Захватить штангу

Измерение глубины ШЦ - I



ПРАВИЛЬНО

НЕПРАВИЛЬНО



8. Штангенглубиномеры

- ▣ **Штангенглубиномеры** применяются для прямого измерения **глубины выемок и высоты уступов**.

Конструктивно штангенглубиномер представляет собой рамку из закаленной стали, которая имеет измерительную поверхность, внутри которой перемещается штанга со шкалой из твердого сплава. На рамке также находится нониус, позволяющий измерять сотые доли миллиметра, штанга имеет углубленную шкалу для исключения износа во время передвижения в рамке. Благодаря матовому хромовому покрытию шкал исключаются блики, для измерения штанга опускается до упора в паз, после чего можно снимать данные со шкалы.

Штангенглубиномер служит для измерения глубины глухих отверстий, канавок, пазов, высоты уступов. Штангенглубиномеры изготовляют с пределами измерений 0...250 мм (отсчет по нониусу 0,05 мм) и 0...500 мм (отсчет по нониусу 0,1 мм).

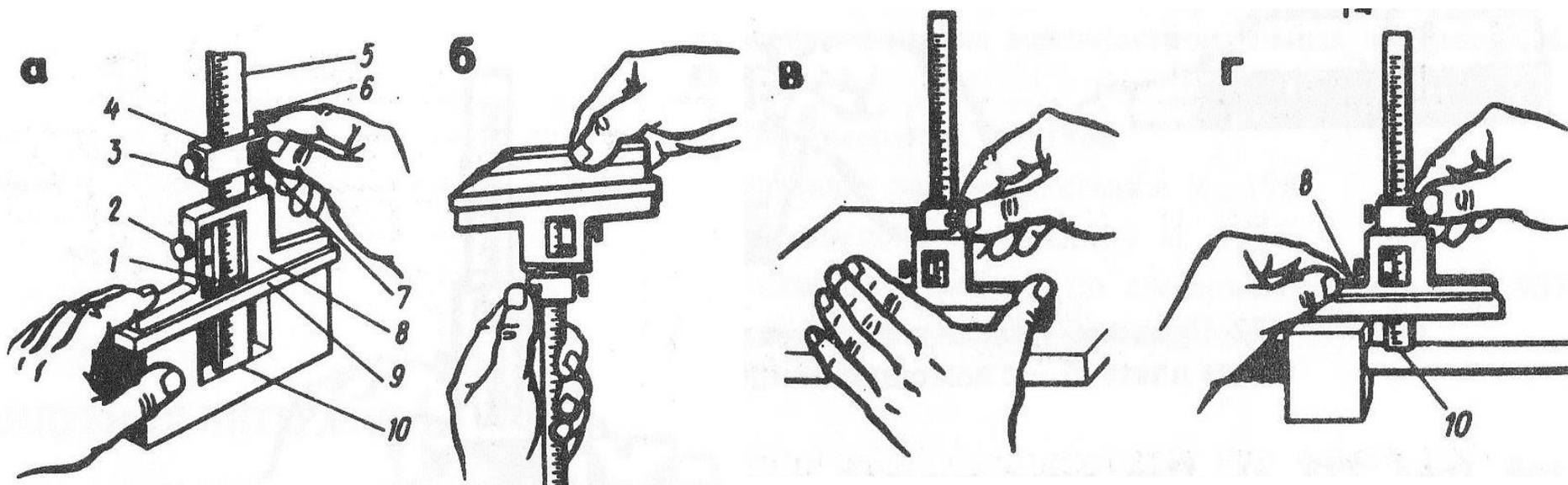


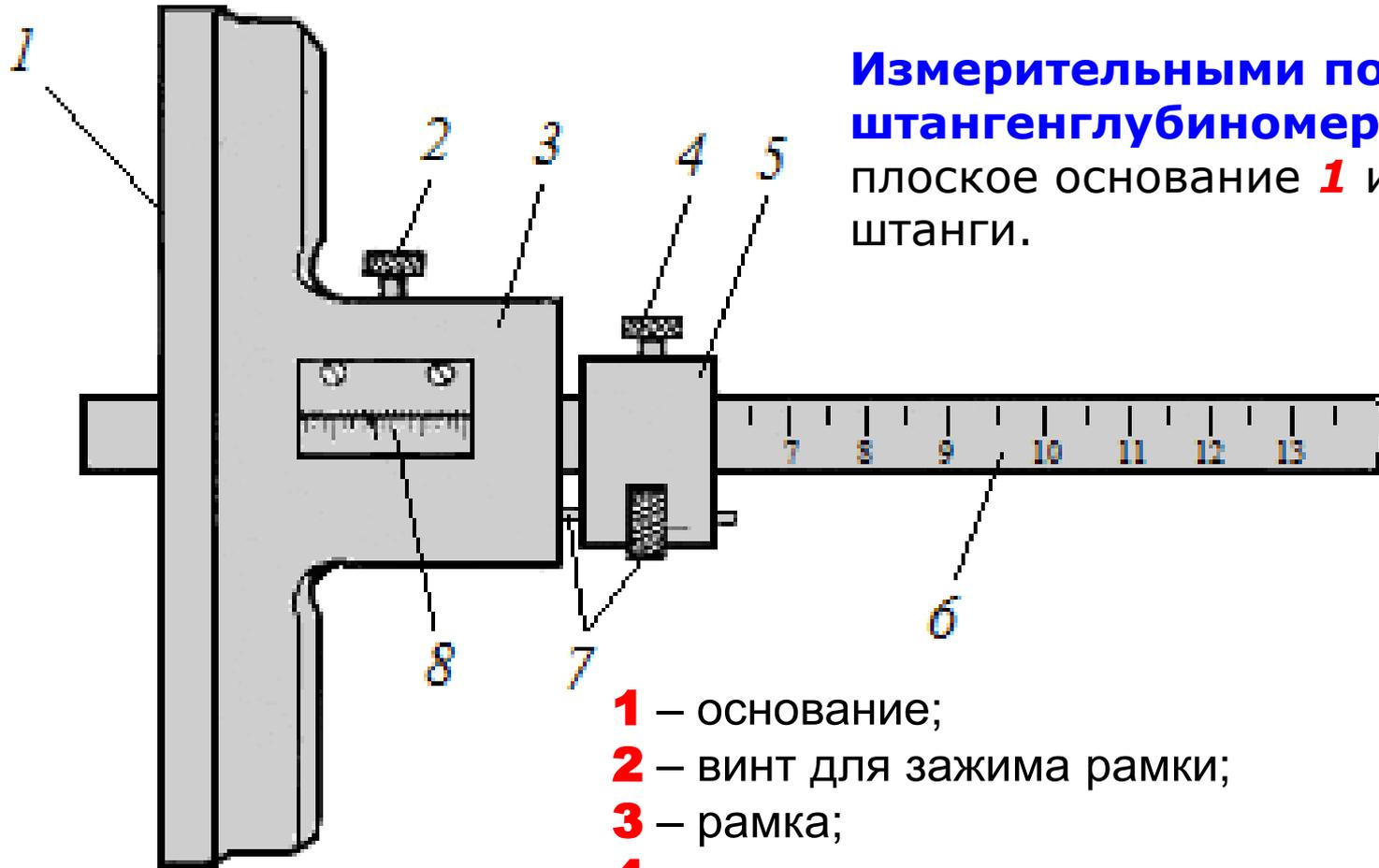
Рис. Штангенглубиномер:

а – устройство,

б, в – проверка нулевого положения соответственно лекальной линейкой и на плите,

г – прием измерения

Устройство штангенглубиномера ШГ

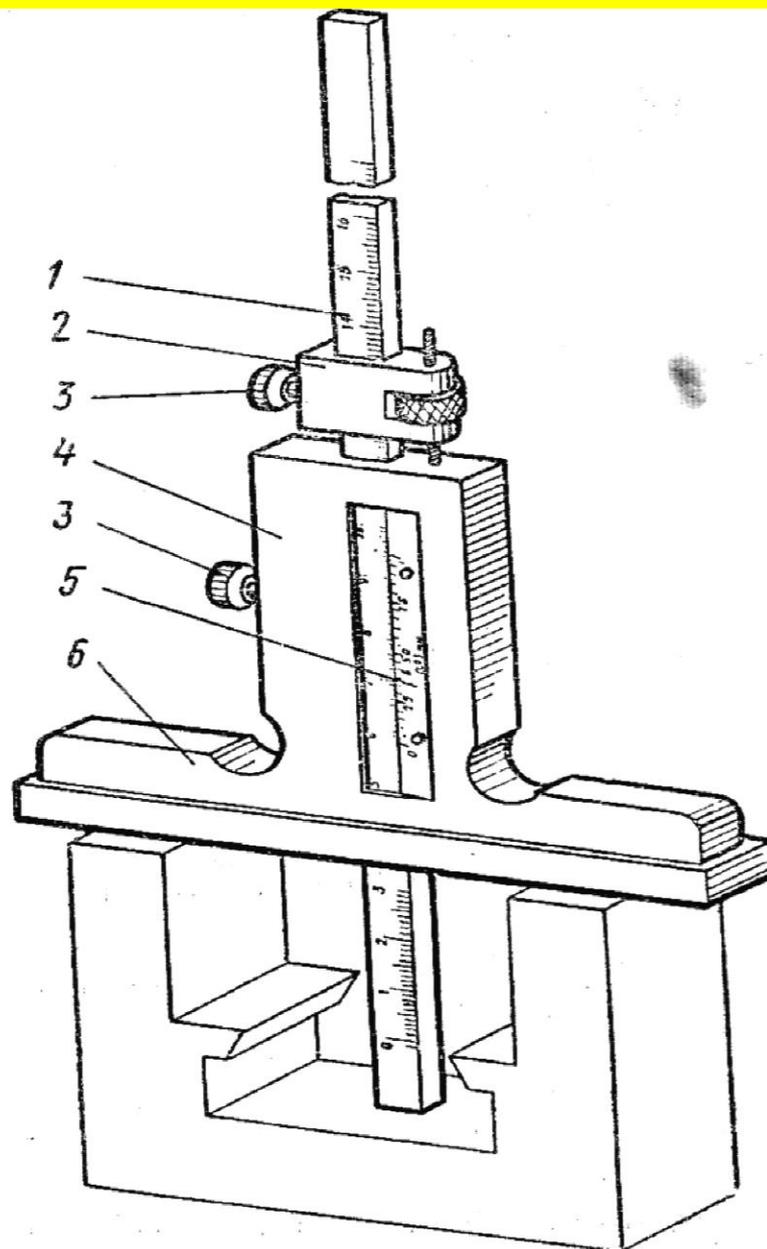


Измерительными поверхностями штангенглубиномера служат плоское основание **1** и торец **6** штанги.

- 1** – основание;
- 2** – винт для зажима рамки;
- 3** – рамка;
- 4** – винт зажима рамки микрометрической подачи;
- 5** – рамка микрометрической подачи;
- 6** – штанга и шкала с основными делениями;
- 7** – винт и гайка микрометрической подачи;
- 8** – шкала нониуса

Устройство штангенглубиномера ШГ

- 1 – штанга
- 2 – микроподача
- 3 – зажим
- 4 – рамка
- 5 – нониус
- 6 – опора



Виды штангенглубиномеров по отсчётному устройству

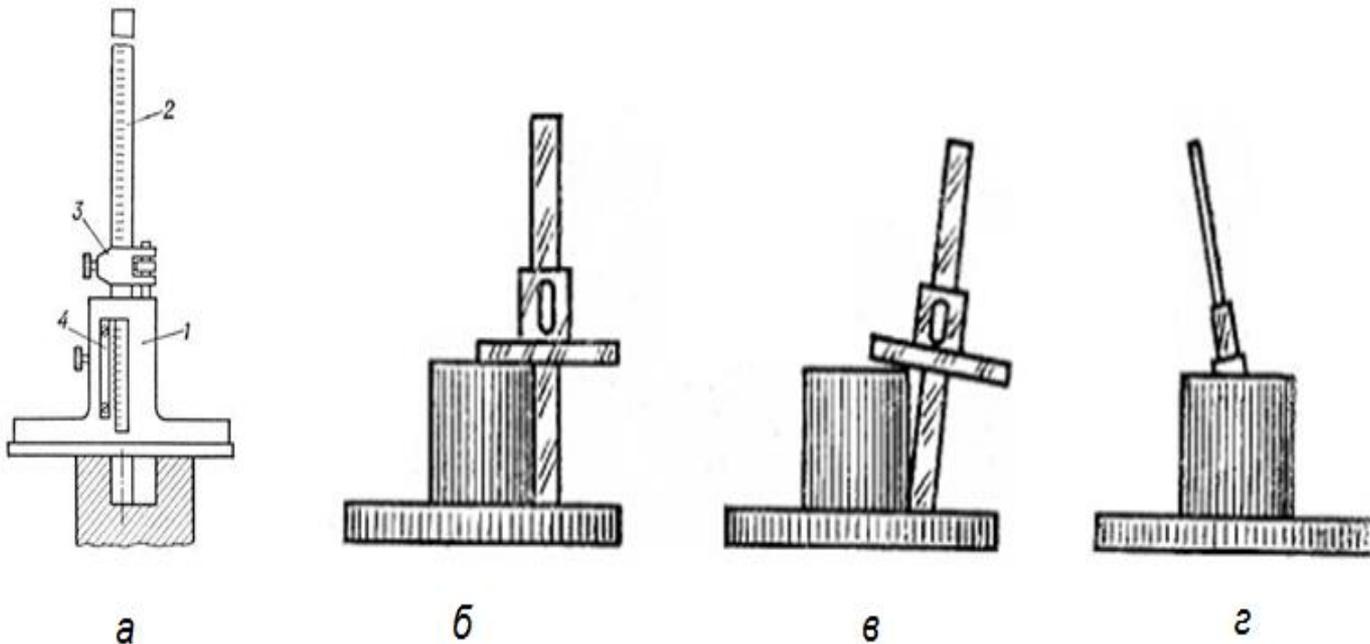
Цифровой штангенглубиномер – устройство с ЖК-дисплеем, на котором показываются максимально точные результаты.

Обозначается как **ШГЦ**.



Последовательность измерения штангенглубиномером

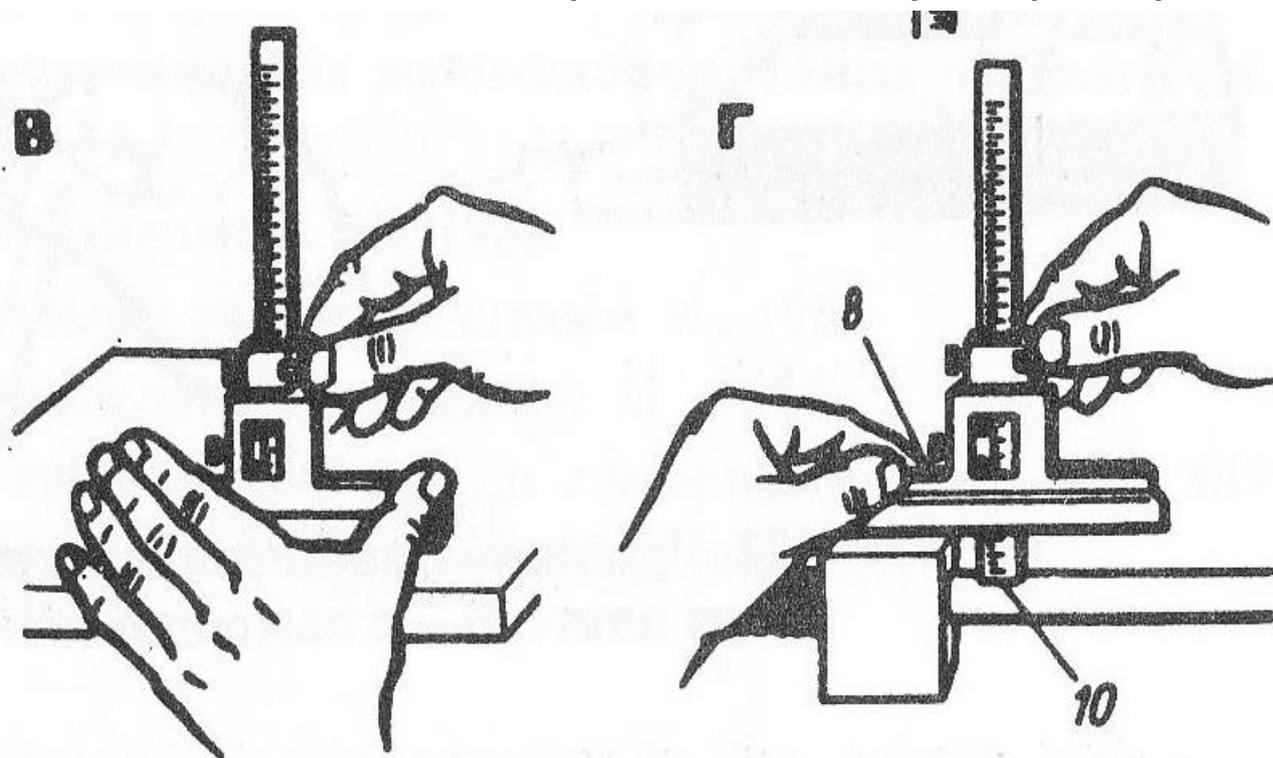
- основание штангенглубиномера установить на поверхность, относительно которой производятся измерения, плотно прижимая к поверхности детали;
- линейку глубиномера (штангу) опустить в отверстие до соприкосновения с дном, обеспечивая нормальную силу измерения;
- зафиксировать положение линейки штангенглубиномера относительно основания стопорным винтом;
- извлечь штангенглубиномер из отверстия.



Измерение штангенглубиномером:
а, б – правильное положение; **в, г** – неправильное

Перед измерением проверяют **нулевое положение инструмента**. При соприкосновении измерительных поверхностей основания и штанги с лекальной линейкой или плитой (**рис. в**) нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать.

При измерении основание устанавливают на измеряемую поверхность, от которой начинается измерение, и прижимают основание левой рукой к измеряемой поверхности, а правой рукой штангу передвигают до упора в другую поверхность, до которой измеряют расстояние. В этом положении рамку микрометрической подачи стопорят зажимом. Затем вращают гайку и рамку стопорят зажимом.



Результат измерения

отсчитывается так же, как и по штангенциркулю – по основной шкале (целые миллиметры) и по нониусу (дробные доли миллиметра).

В некоторых случаях для измерения труднодоступных мест применяют глубиномер со штангами с изогнутым концом.



9. Штангенрейсмасы (штангенрейсмусы)

- ▣ **Штангенрейсмасы** применяются для пространственной разметки и прямых измерений высот (расстояний от базовых поверхностей деталей до выемок, выступов и осей отверстий).

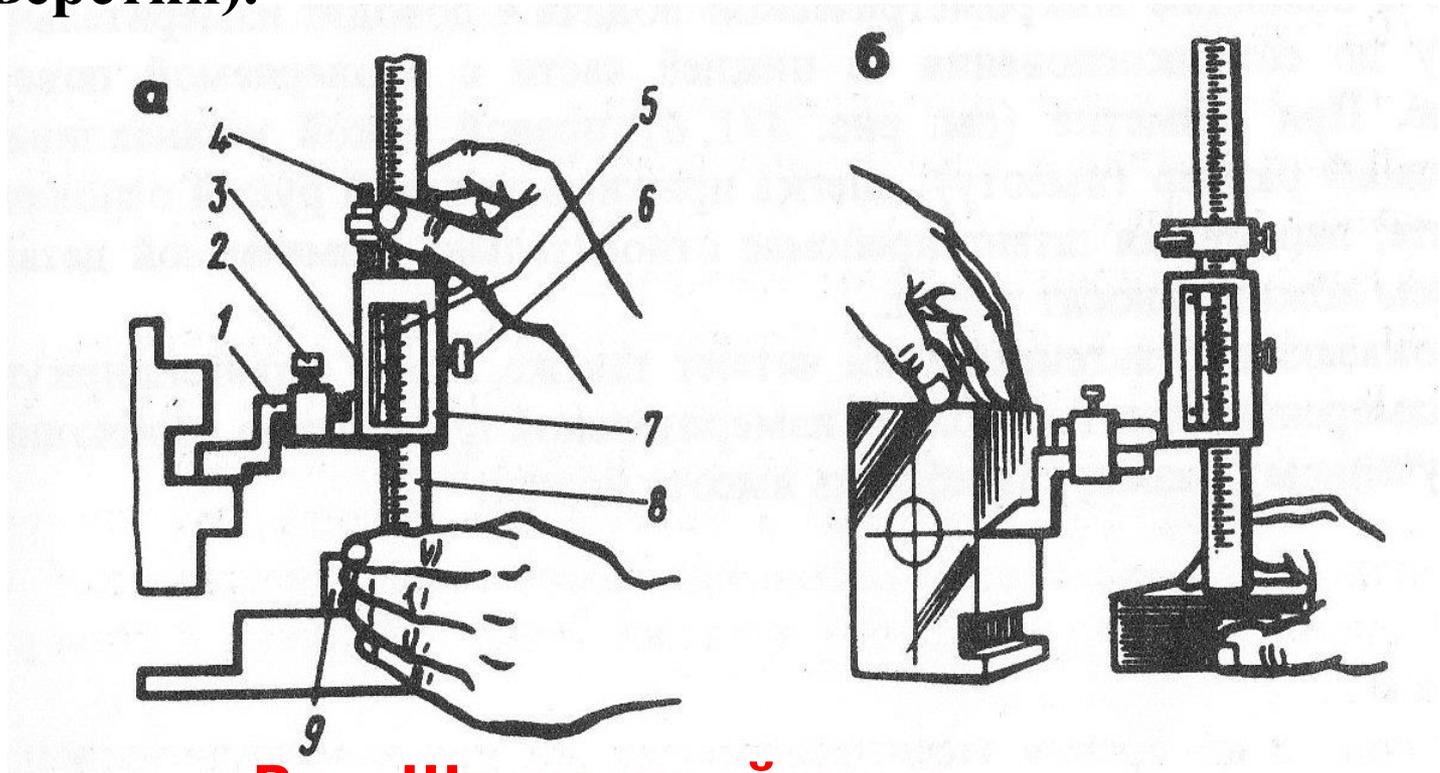


Рис. Штангенрейсмас:

a – устройство и прием измерения, **б** – прием разметки

Устройство штангенрейсмаса ШР

Штангенрейсмас состоит из основания 9, в которое жестко закреплена штанга 8 со шкалой, рамки 7 с нониусом 5 и стопорным винтом 6, устройства 4 микрометрической подачи, включающего движок, винт, гайку и стопорный винт, сменных ножек 1 (для разметки с острием и для измерения высоты) с двумя измерительными поверхностями (нижней плоской и верхней в виде острых ребер шириной не более 0,2 мм стопорного винта 2 для закрепления ножки 1 и державки 3 на выступе рамки 7 для игл различной длины.

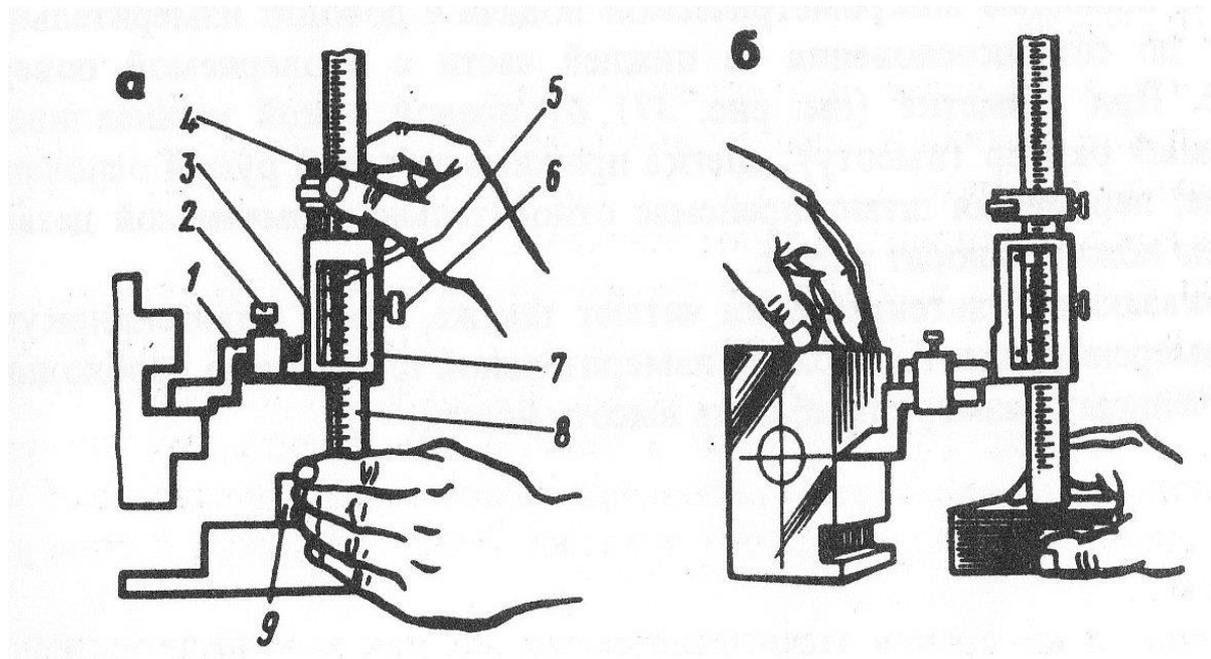
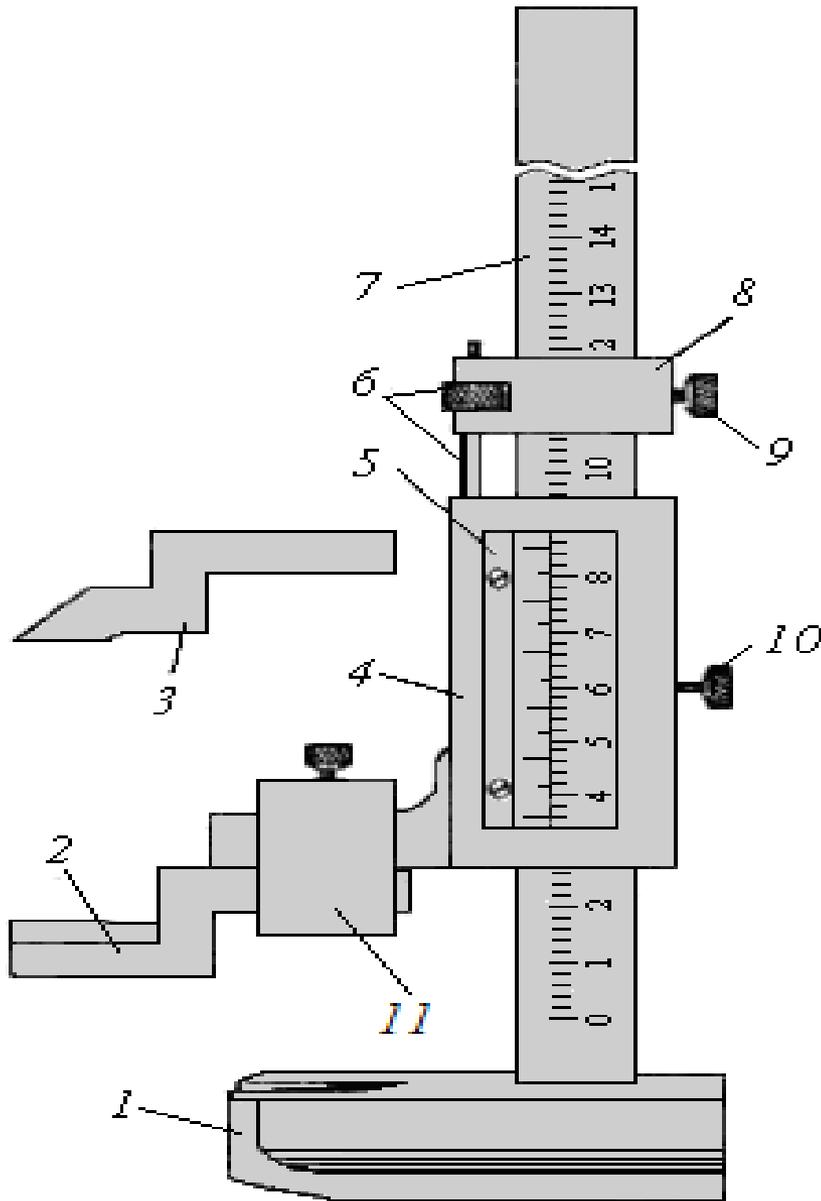


Рис. Штангенрейсмас:

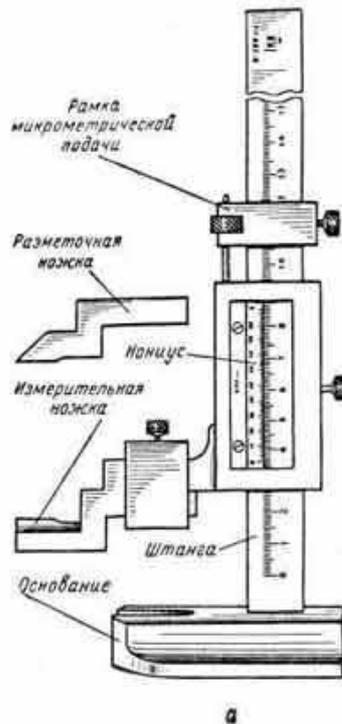
a – устройство и прием измерения, **б** – прием разметки

Устройство штангенрейсмаса ШР



- 1** – основание;
- 2** – измерительная ножка;
- 3** – разметочная ножка;
- 4** – рамка;
- 5** – шкала нониуса;
- 6** – винт и гайка
микрометрической подачи;
- 7** – штанга и шкала с основными делениями;
- 8** – рамка микрометрической подачи;
- 9** – винт зажима рамки микрометрической подачи;
- 10** – винт для зажима рамки;
- 11** – державка с зажимным винтом

Устройство штангенрейсмаса ШР

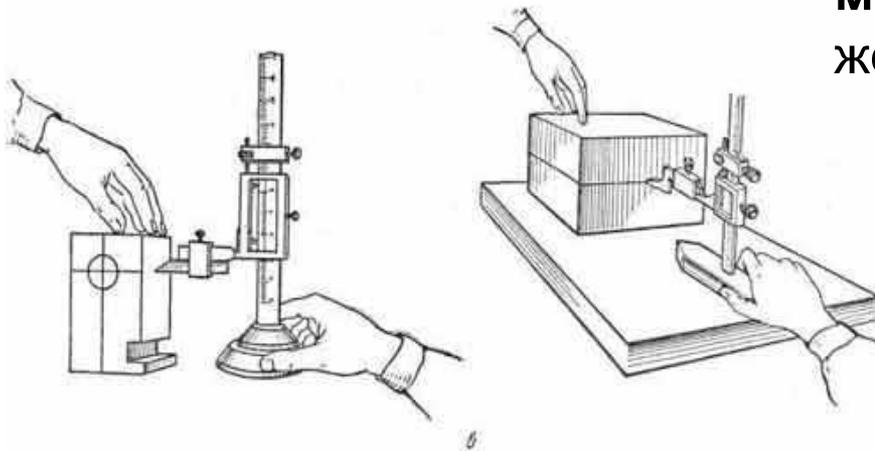


На массивном основании штангенрейсмуса закреплена штанга.

По штанге перемещают рамку с нониусом, к которой крепят измерительную и разметочную сменные ножки.

Устроены рамка с нониусом и движок микрометрической подачи так же, как и у штангенциркуля.

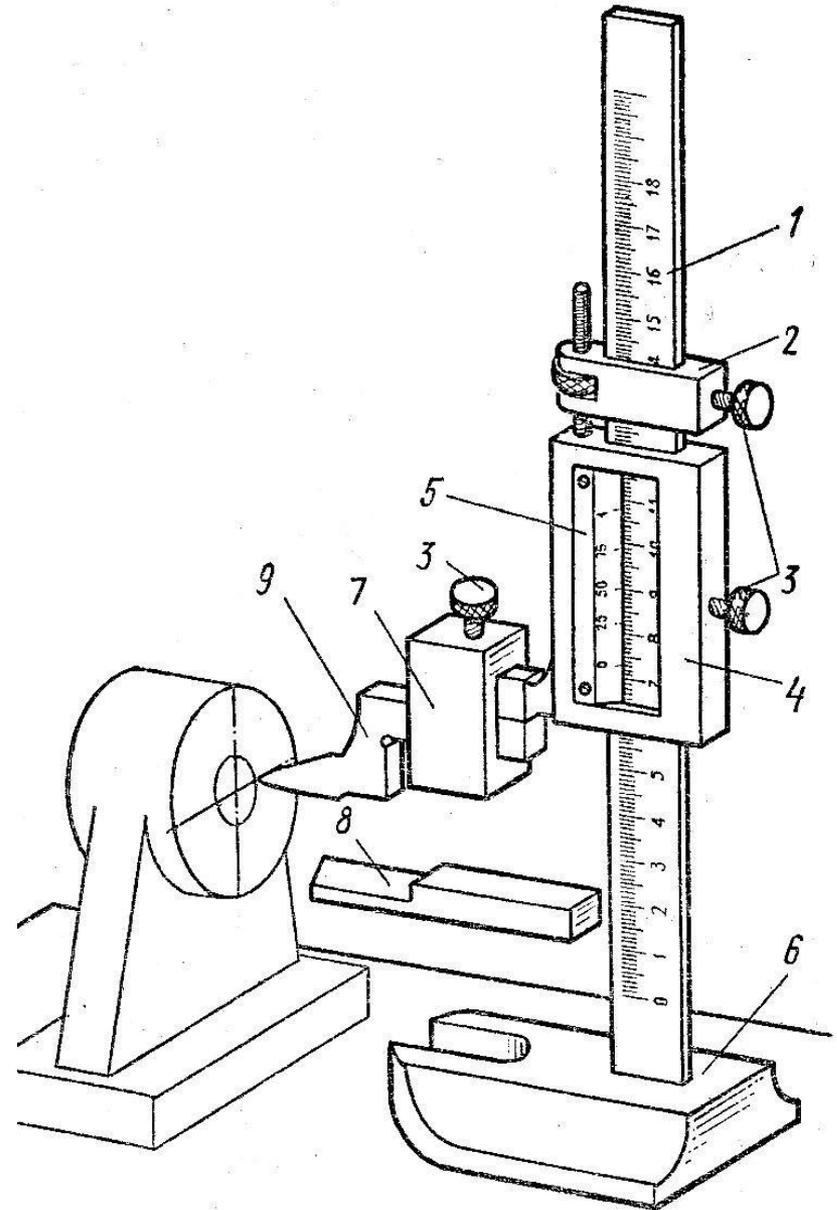
Читают показания и пользуются микрометрической подачей так же, как и у штангенциркуля.



Штангенрейсмас (а) и приемы нанесения им рисок (б)

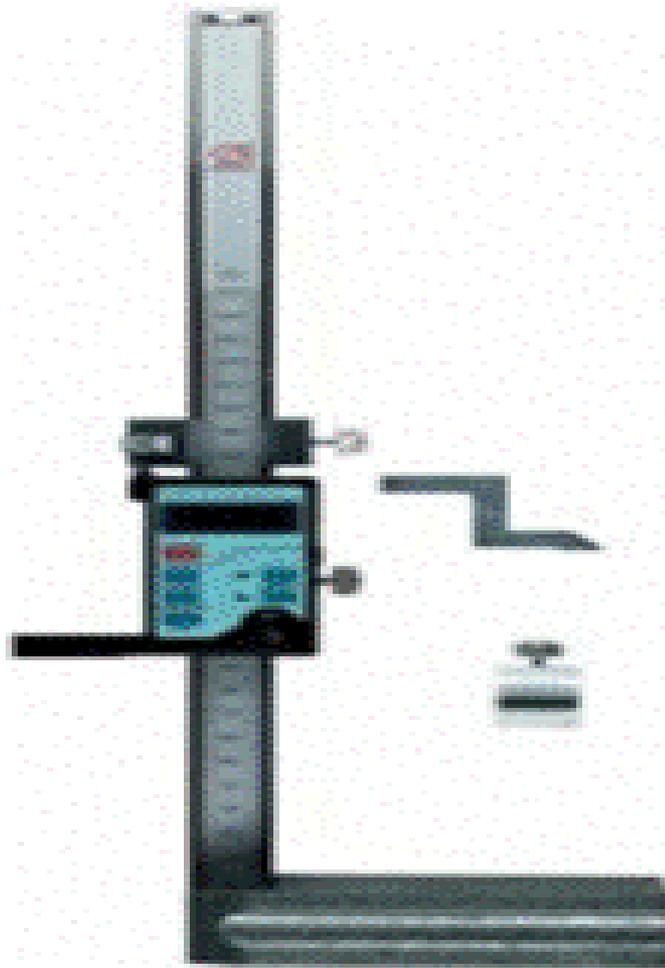
Устройство штангенрейсмаса ШР

- 1 – штанга
- 2 – микроподача
- 3 – зажимы
- 4 – рамка
- 5 – нониус
- 6 – основание
- 7 – державка
- 8 – измерительная ножка
- 9 – разметочная ножка

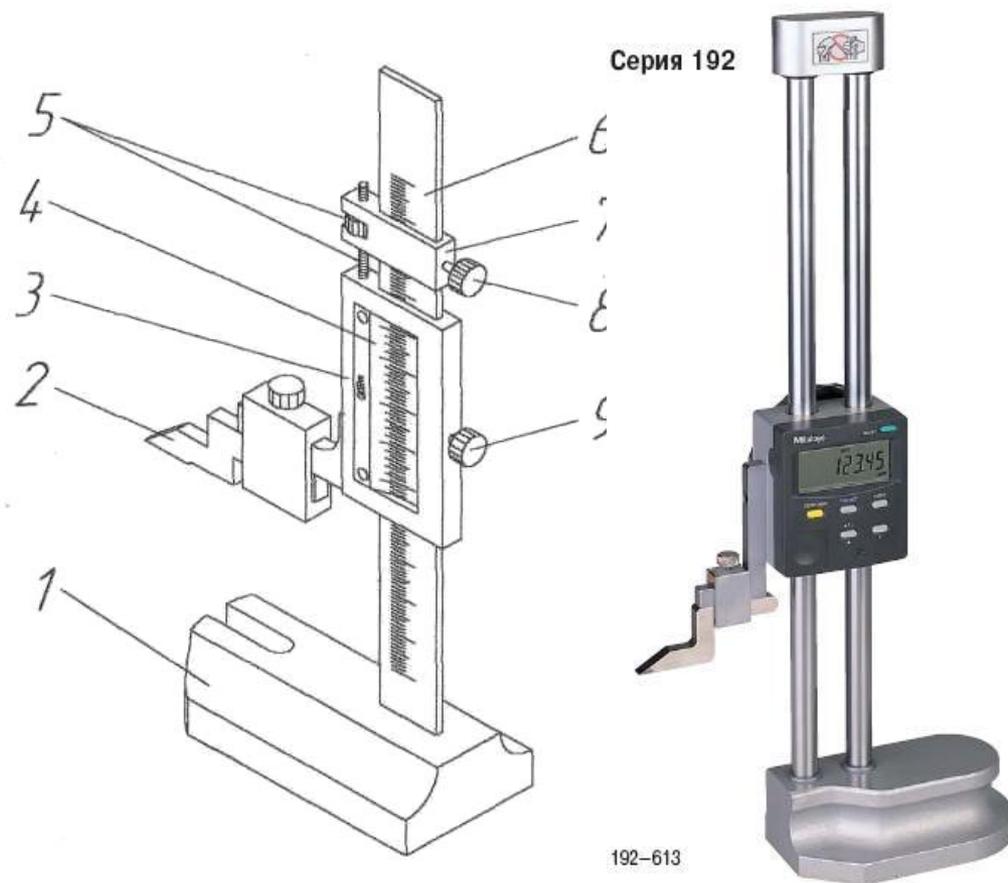


Виды штангенрейсмасов по отсчётному устройству

Цифровой штангенрейсмас – устройство с ЖК-дисплеем, на котором показываются максимально точные результаты. Обозначается как **ШРЦ**.

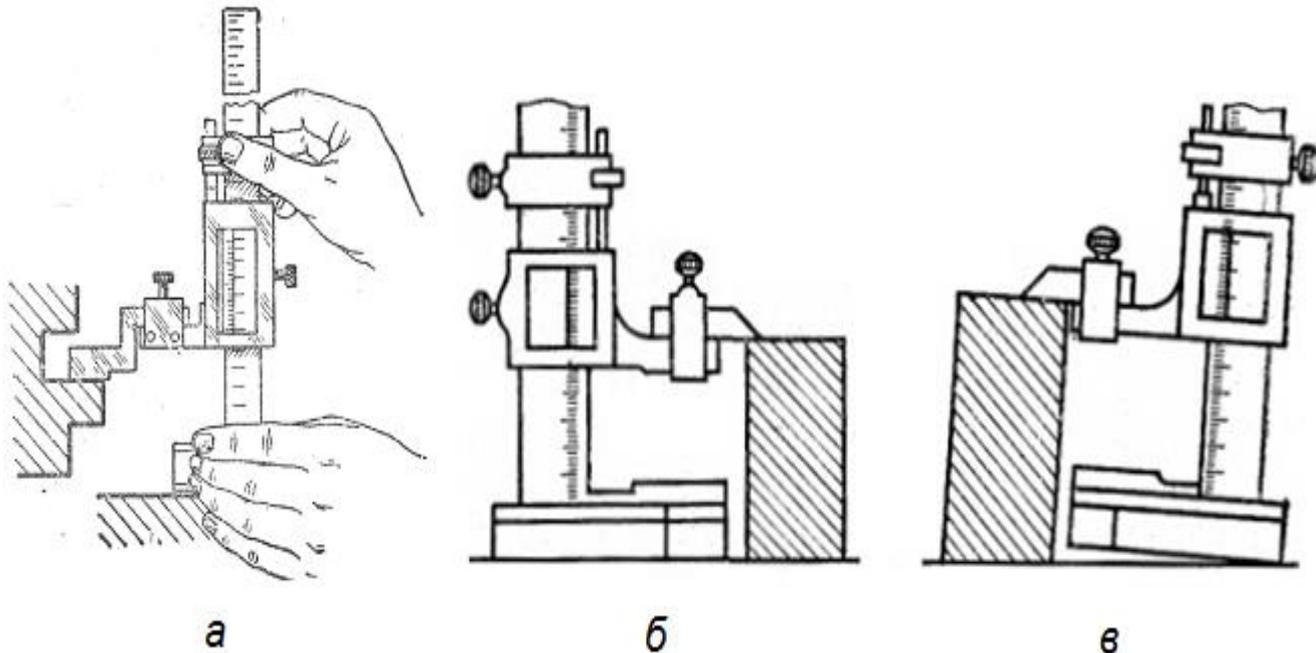


Штангенрейсмасы



Последовательность измерения штангенрейсмасом

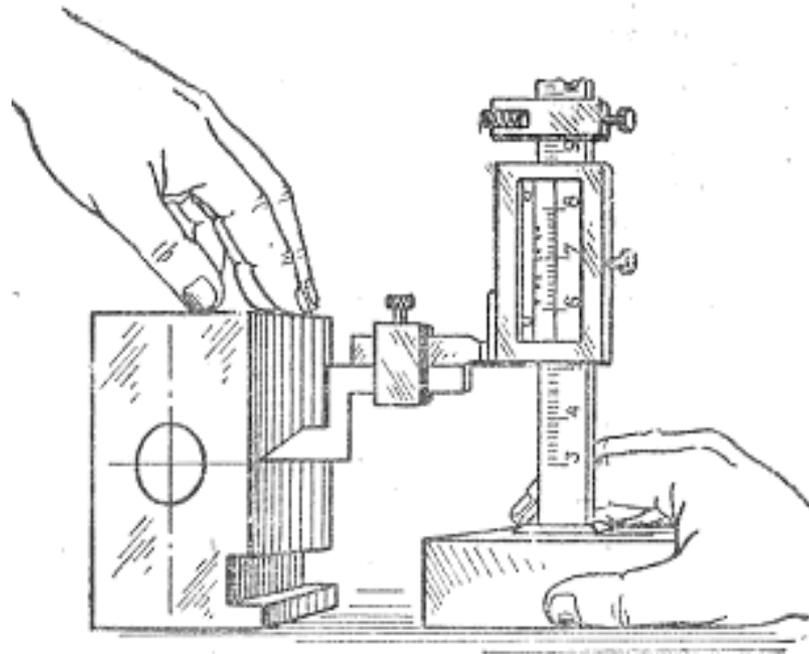
- установить измерительную ножку в державке ниже губки рамки и закрепить;
- проверить нулевое положение;
- установить и прижать основание штангенрейсмаса к контрольной плите, слегка притереть;
- довести измерительную ножку до соприкосновения с поверхностью детали;
- проверить отсутствие просвета между ножкой и деталью, при перемещении штангенрейсмаса по плите должно ощущаться легкое трение ножки о поверхность детали;
- зафиксировать положение рамки на штанге стопорным винтом;
- снять штангенрейсмас с детали.



Измерение штангенрейсмасом:
а – правильное положение; **б, в** – неправильное

Последовательность разметки штангенрейсмасом

- сначала покрывают плоскость изделия раствором мела в воде с добавлением клея;
- устанавливают штангенрейсмас на размер по нижней поверхности разметочной ножки;
- правой рукой, слегка прижимая основание к плите, перемещают штангенрейсмас относительно детали, нанося горизонтальные линии острием разметочной ножки .



Разметка штангенрейсмасом

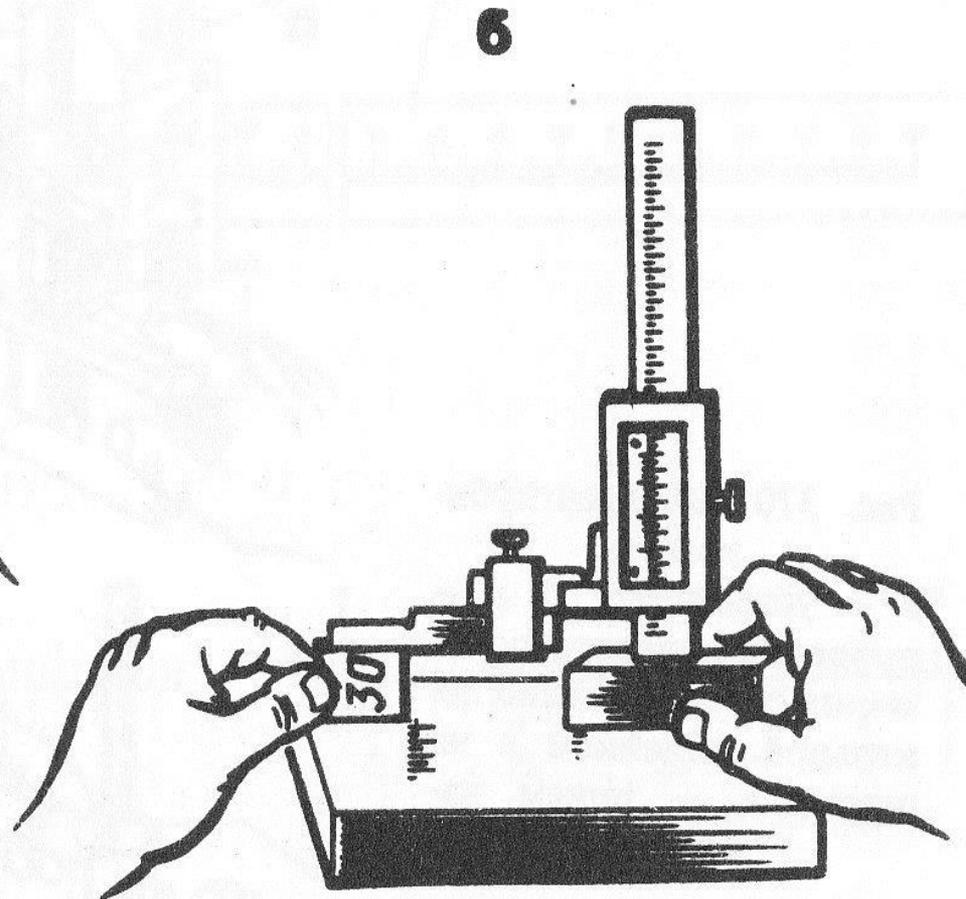
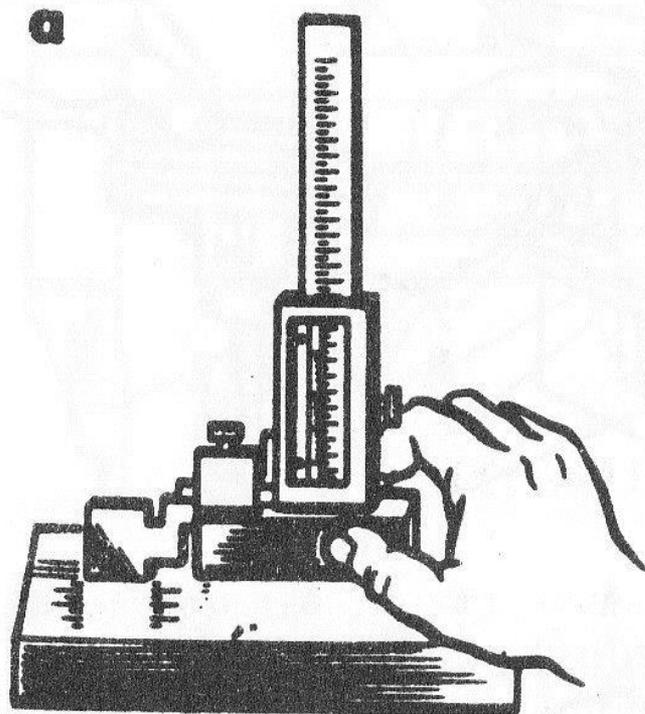
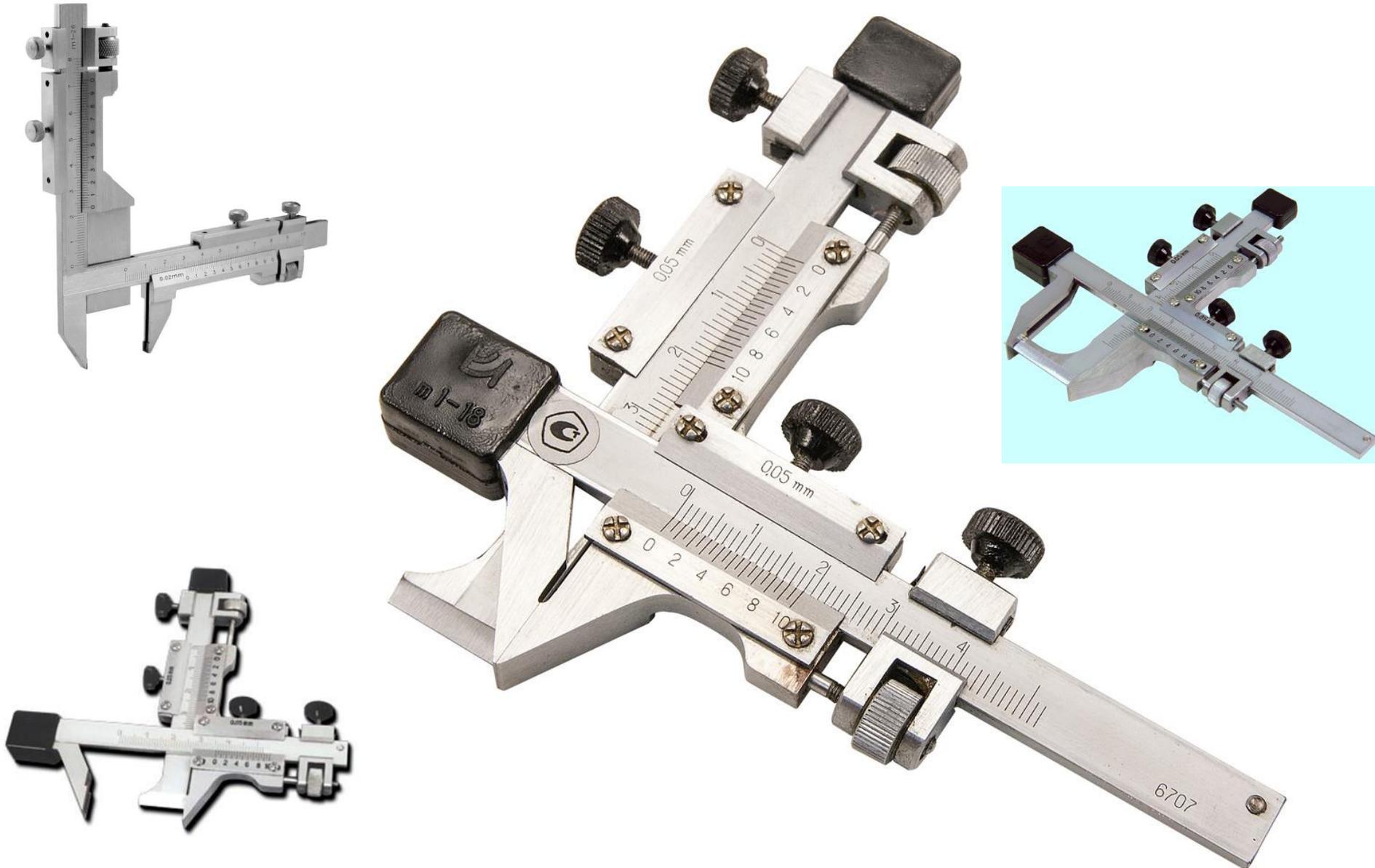


Рис. Проверка нулевого положения штангенрейсмаса:
а - на плите, б - с помощью концевых мер длины

10. Штангензубомеры



Устройство штангензубомера ШЗН

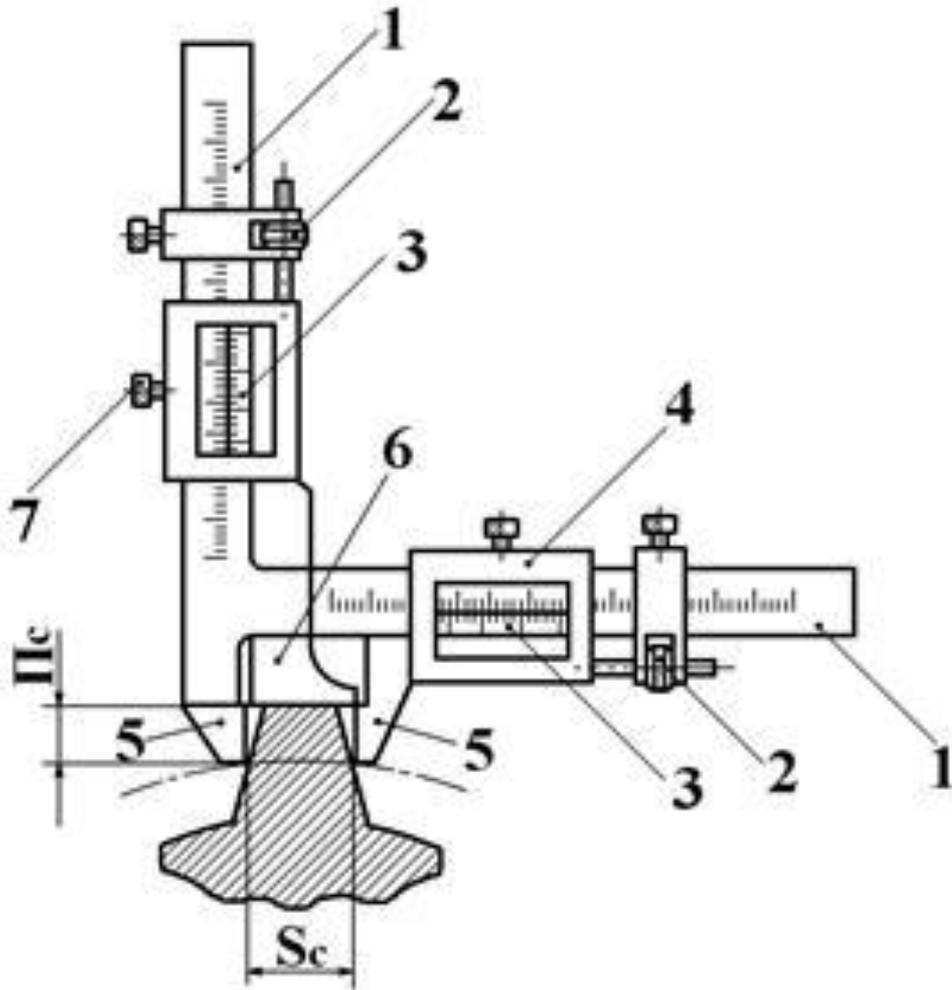


Рис.9.1. Штангензубомер:

- 1-штанга; 2-микрометрическая подача; 3-нониус;
4-рамка; 5-измерительные губки;
6-высотная линейка; 7- зажим рамки.

Штангензубомер представляет собой:

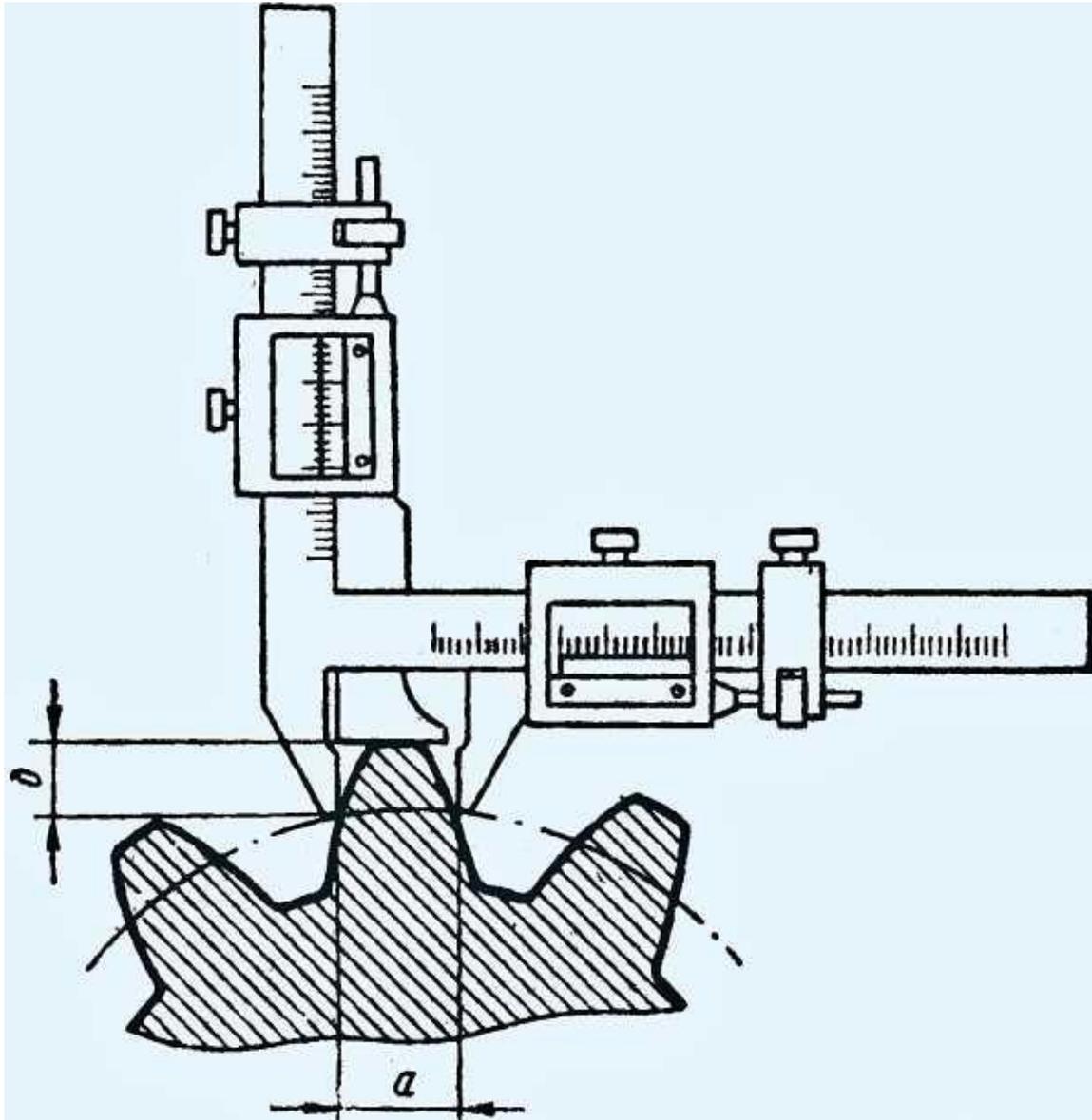
- **две штанги со шкалами**, жестко соединенными в одно целое под прямым углом;
- по ним перемещаются **два подвижных нониуса**.

Вертикальный нониус предназначен для установки высоты, на которой должна замеряться толщина зуба,

Горизонтальный нониус – для измерения толщины зуба на данной высоте.

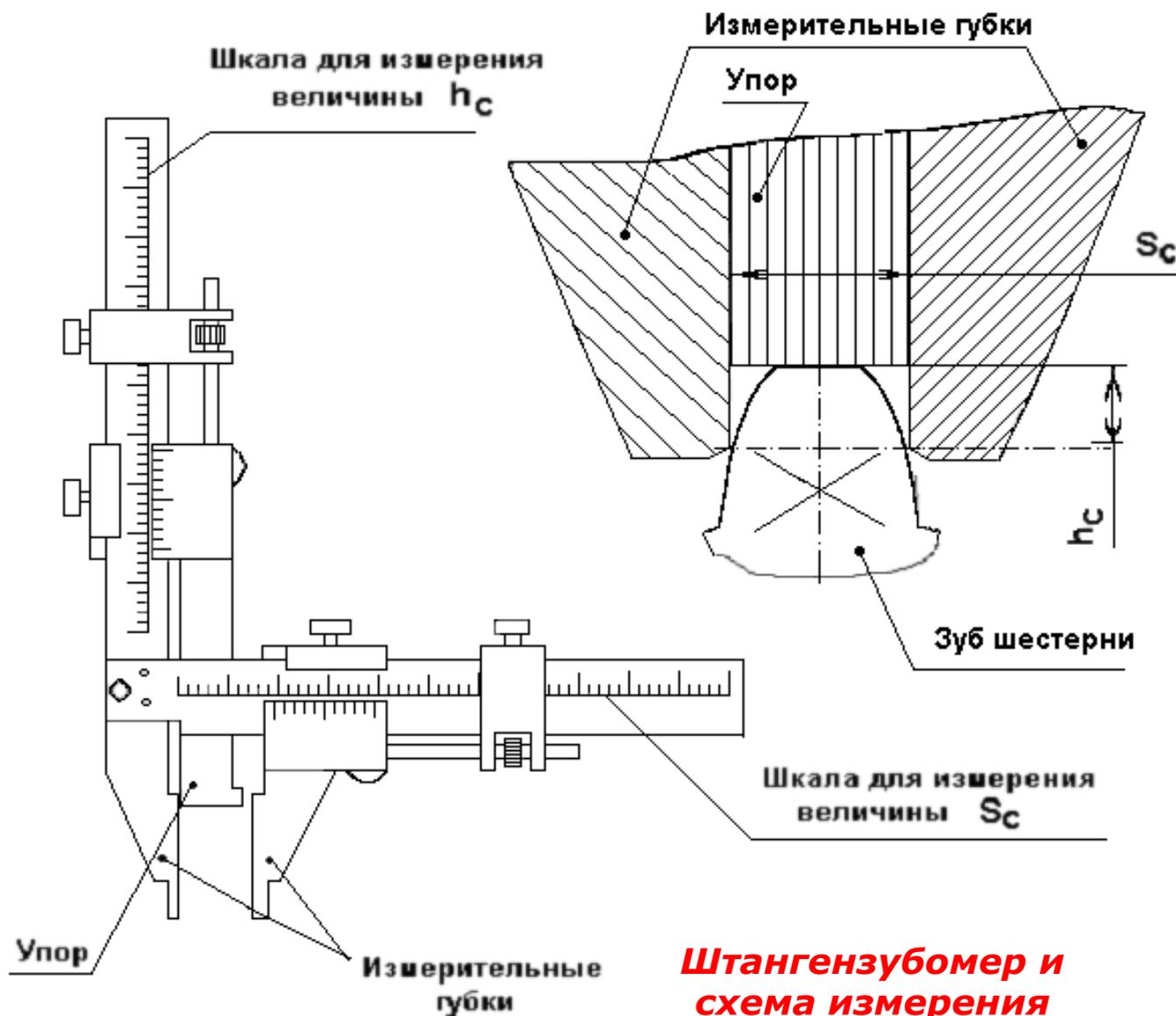
Точность измерения штангензубомером **0,02 мм**.

Устройство штангензубомера ШЗН



Отечественная промышленность выпускает штангензубомеры **двух типоразмеров** – для колес с **модулями 1-16** и **5-36 мм**, **величиной отсчета по нониусу 0,05 мм.**

Устройство штангензубомера ШЗН



**Штангензубомер и
схема измерения**

По конструкции штангензубомер

значительно отличается от других инструментов в группе штангенинструментов. Особенность его заключается в том, что он как бы состоит из **двух совмещенных инструментов**:

- **штангенглубиномера** и
- **штангенциркуля**.

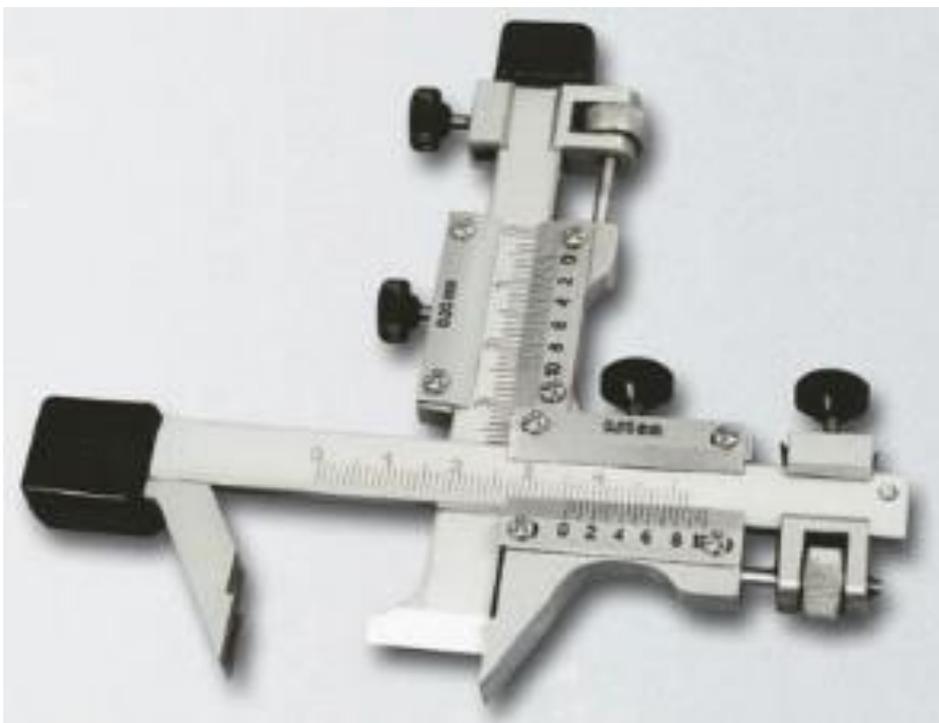
Высотная линейка

штангензубомера выставляется на размер **подобно линейке глубиномера** так, чтобы контакт измерительных губок с зубом контролируемого колеса был **по делительной окружности**.

Значение толщины зуба по постоянной хорде

читается во второй рамке, как **на штангенциркуле**. Размер хорды для всех колес с одним модулем и углом зацепления остаются постоянными независимо от числа зубьев.

Устройство штангензубомера ШЗН-18



Штангензубомер с нониусом ШЗН-18

Предназначены для измерения расстояния между разноименными боковыми поверхностями (толщины) зуба цилиндрических прямозубых и косозубых колес внешнего зацепления 11-й и 12-й степеней точности **ГОСТ 1643-81 «Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски»** по постоянной хорде или по хорде делительной окружности.

В рамке с неподвижной губкой в двух взаимно перпендикулярных пазах перемещаются **штанга с подвижной губкой и высотная линейка.**

На штанге и высотной линейке нанесены углубленные шкалы, что предотвращает их износ при перемещении в рамке.

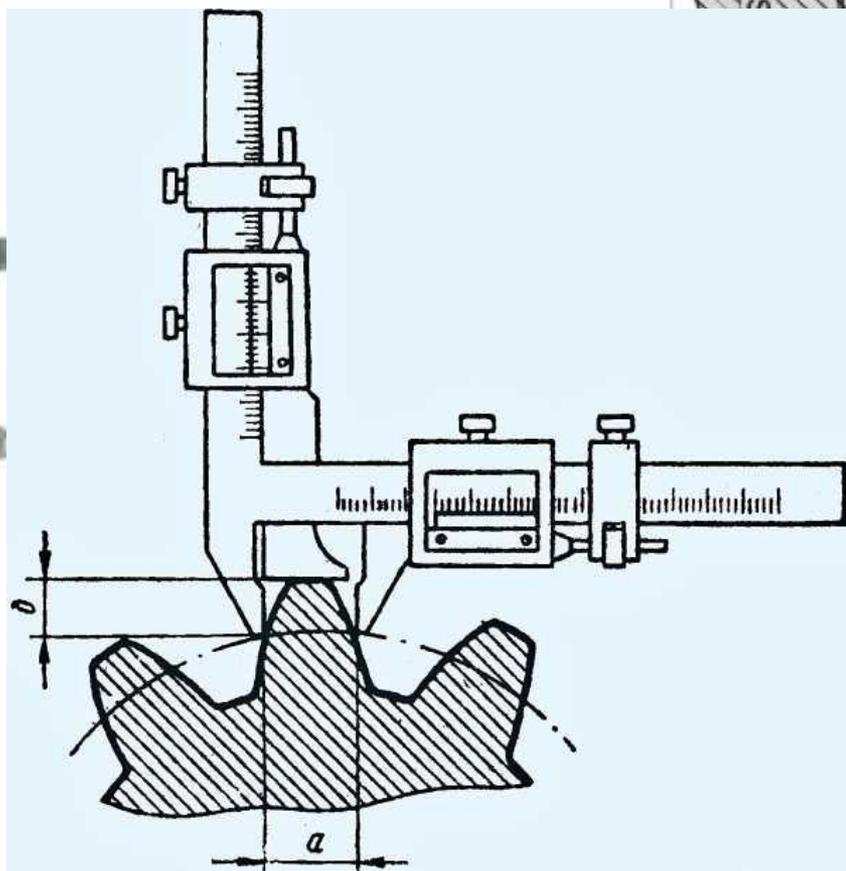
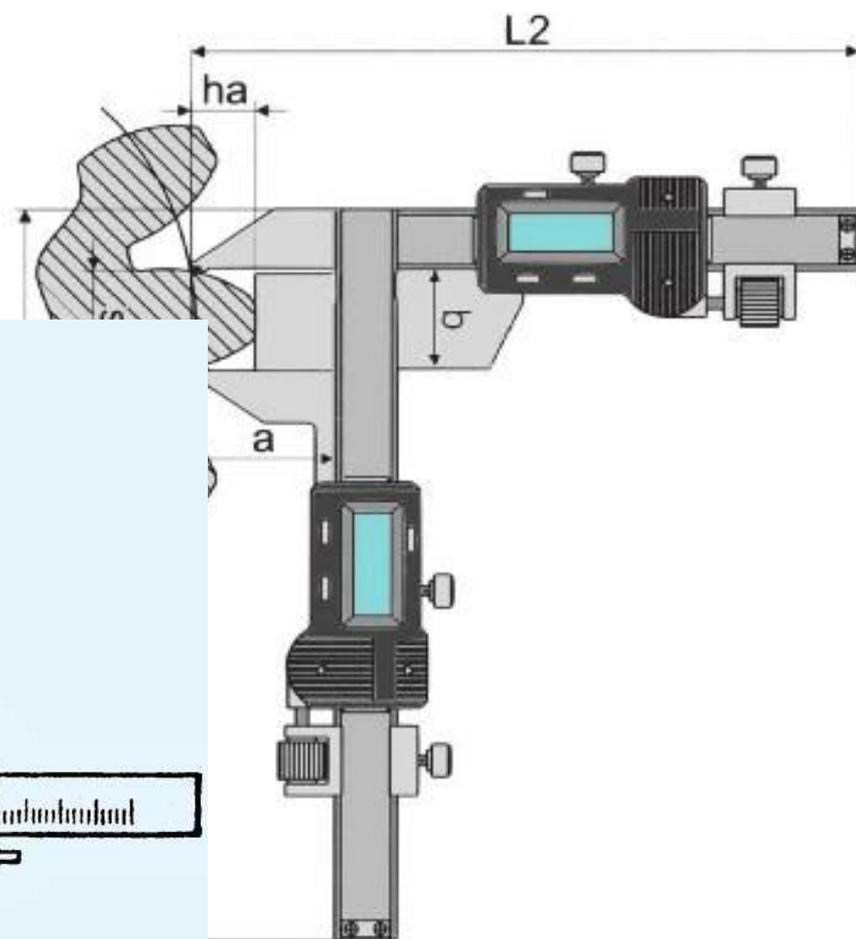
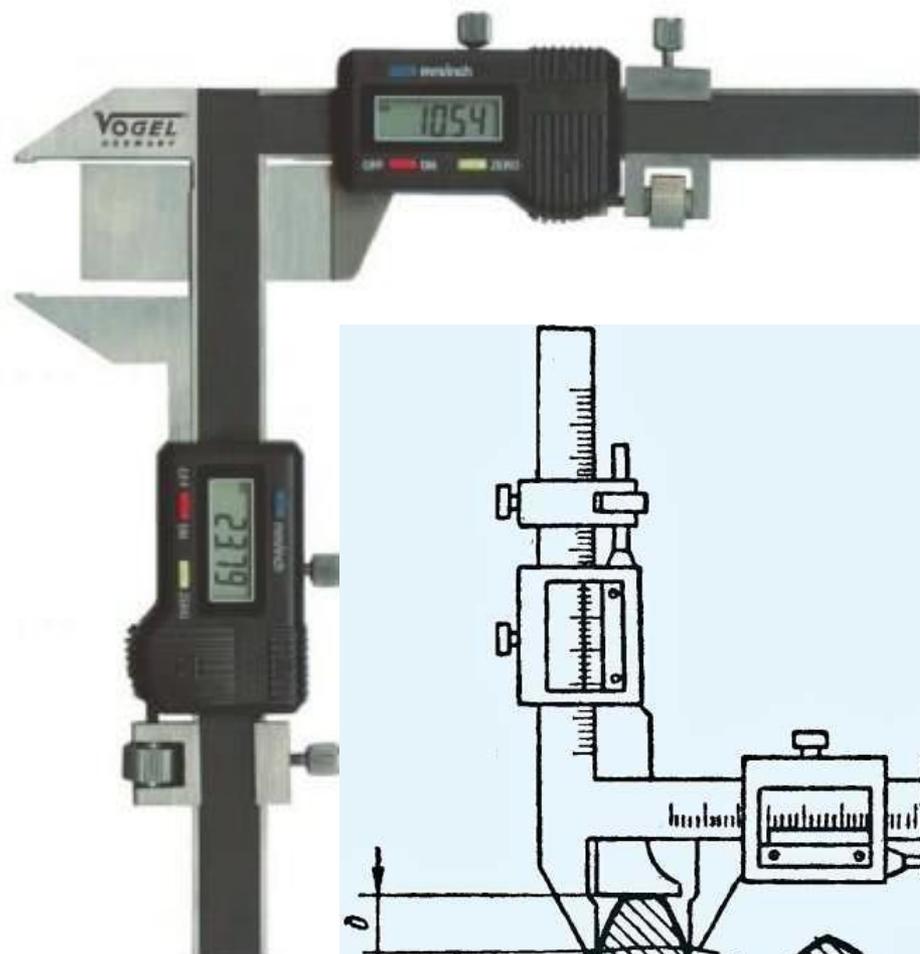
Рамка снабжена **нониусами.**

Для точной установки на размер высотной линейки и штанги с подвижной губкой служат **микроподачи**, а для их фиксации - **стопорные винты.**

Шкалы штанги, высотной линейки и нониусов выполнены с матовым хромовым покрытием, исключающим бликование.

Остальные поверхности штангензубомера имеют блестящее хромовое покрытие.

Устройство штангензубомера ШЗН



Технические и метрологические характеристики штангензубомеров

| Модель | Диапазон модулей измеряемых зубчатых колес, мм | Диапазон измерений по ширине, мм | Диапазон измерений по высоте, мм | Габаритные размеры, мм |
|---------------|---|---|---|-------------------------------|
| ШЗН-18 | 1 – 18 | 0 – 33 | 0 – 23 | 125x15x110 |

| | |
|-----------------------------|------|
| Значение отсчета, мм | 0,05 |
|-----------------------------|------|

11. Технология измерения штангенинструментами

1. Подготовка инструментов к измерению:

- Необходимо регулярно проверять точность показаний штангенциркуля, его исправность:
 - проверить плавность перемещения рамки по всей длине штанги, т.е. рамка не должна перемещаться по штанге под действием своей массы при вертикальном положении штангенинструмента;
 - проверить плотность прилегания измерительных губок друг к другу, т.е. между ними не должно быть просвета;
 - проверить отсутствие забоин и следов коррозии на измерительных поверхностях штангенинструмента (нельзя зачищать измерительный инструмент шлифовальной шкуркой или напильником).
- Перед началом работы штангенинструмент протереть чистой мягкой тканью, удаляя смазку и пыль (тщательно очистить измерительные поверхности губок)

Технология измерения штангенинструментами

2. Проверка нулевого положения:

□ *Штангенциркуль.*

При сдвинутых измерительных губках для наружных измерений не должно быть просвета и нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать.

□ *Штангенглубиномер.*

При расположении измерительных поверхностей основания и штанги в одной плоскости нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать.

□ *Штангенрейсмас.*

При отсутствии зазора между ножкой и плитой нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать.

Технология измерения штангенинструментами

3. Измерения размеров:

При измерении параметров изделия штангенинструментами:

- измерения проводить только чистыми сухими руками;
- измеряемые детали должны быть чистыми, сухими, без задиров и заусенцев;
- каждый размер в одной и той же точке измерить **три раза**; за результат измерения принять **среднее арифметическое трёх отсчетов**;
- необходимо обеспечить нормальное измерительное усилие, т.е. при перемещении штангенинструмента должно ощущаться легкое трение;
- не должно быть перекосов (при измерении деталей нельзя сильно зажимать их, так как может возникнуть перекос рамки и показания будут неверными);
- нельзя допускать ослабления посадки рамки на штанге – это приводит к перекосу измерительных губок и к ошибкам в измерении

Основные правила обращения со штангенинструментом

1. Перед началом работы протереть штангенинструмент чистой тканью, удаляя смазку и пыль (тщательно очищают измерительные поверхности губок).
2. Нельзя класть инструмент на нагревательные приборы.
3. Измерять только чистые детали без задиров, заусенцев, царапин.
4. Измерения выполнять только чистыми сухими руками.
5. Не допускать перекоса губок штангенциркуля, фиксировать положение зажимным винтом.
6. Нельзя зачищать измерительный инструмент шлифовальной шкуркой или напильником.
7. Губки штангенциркуля имеют острые концы, при измерении соблюдайте осторожность.
8. При чтении показаний штангенинструмент держать прямо перед глазами.

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ШТАНГЕНЦИРКУЛЯ

- Штангенциркуль является дорогостоящим и точным инструментом, поэтому бережное обращение с ним должно быть основным правилом работы.
- Перед началом работы штангенциркуль протирают чистой мягкой тканью, удалив смазку и пыль (особенно тщательно очищают измерительные поверхности).
- Нельзя очищать инструмент шлифовальной шкуркой или ножом. Измерять можно только чистые и сухие плоскости деталей, без задиров, заусенцев, стружки и царапин.
- Инструмент нельзя класть на нагревательные приборы и держать на солнце. Измерение следует выполнять чистыми и сухими руками.
- Измеряя деталь, нельзя допускать перекоса губок штангенциркуля.
- Положение их обязательно фиксируется стопорным винтом.
- Читая показания штангенциркуля, надо держать его прямо перед глазами.
- Губки штангенциркуля имеют острые концы, поэтому при пользовании им соблюдайте осторожность.
- Штангенциркуль должен лежать на рабочем месте так, чтобы им было удобно пользоваться. На него не должны попадать стружки, опилки.
- После работы штангенциркуль надо протереть чистой ветошью.

ПРИЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ШТАНГЕНЦИРКУЛЕМ

Перед измерением штангенциркуль проверяют на точность показаний. Для этого плотно совмещают измерительные губки инструмента. В этом случае нулевые риски обеих шкал должны совпадать, десятая риска шкалы нониуса должна совместиться с **девятнадцатой (тридцать девятой) риской шкалы** штанги.

Точность измерений штангенциркулем зависит от соблюдения правил пользования им и ухода за этим инструментом.

При измерении деталей **нельзя сильно зажимать** их, так как может возникнуть перекос рамки и показания будут неверными.

Нельзя допускать ослабления посадки рамки на штанге – это приводит к перекосу измерительных губок и к ошибкам в измерении.

Штангенциркуль – точный и дорогостоящий инструмент и требует бережного к нему отношения.

Штангенциркуль как измерительный инструмент должен **располагаться на рабочем месте отдельно от рабочего инструмента** и так, чтобы им было удобно пользоваться. На него не должны попадать пыль, стружка, опилки.

Окончание работы со штангенинструментом

После окончания работы штангенинструмент:

- протереть;
- смазать антикоррозийным составом;
- развести измерительные губки **на 20-30 мм**, ослабив зажимы рамки;
- уложить инструмент в футляр.

Вопросы для самоподготовки:

1. Укажите виды и типы штангенинструментов.
2. Укажите назначение штангенциркулей, штангенглубиномера, штангенрейсмаса, штангензубомера.
3. Какие общие конструктивные узлы имеют штангенинструменты?
4. Объясните устройство нониусного, циферблатного и электронного штангенинструмента (штангенциркуля, штангенглубиномера, штангенрейсмаса и штангензубомера).
5. Что такое длина (интервал) деления шкалы и как ее можно определить?
6. Что такое цена деления шкалы?
7. Что такое диапазон показаний и диапазон измерений? Указать на штангенинструментах диапазон показаний и диапазон измерений.
8. Во сколько раз точность измерения штангенциркулем выше точности измерения линейкой?
9. Какие измерения можно выполнять с помощью штангенциркуля?
10. Каковы основные технические характеристики штангенинструментов?
11. Из каких основных частей состоит штангенциркуль?
12. Сколько измерительных шкал имеет штангенциркуль?
13. Как называется дополнительная шкала штангенинструментов?
14. Укажите назначение шкалы нониуса штангенинструментов, её принцип построения шкалы нониуса

Вопросы для самоподготовки:

15. Как отсчитываются десятые и сотые доли миллиметра по нониусу?
16. Что называется отсчётом по нониусу?
17. Чему равняется (по какой формуле определяется) точность отсчета по шкале нониуса?
18. С какой ценой деления шкалы нониуса выпускаются штангенинструменты в настоящее время промышленностью?
19. Как проверить нулевую установку штангенинструмента?
20. Укажите назначение механизма микрометрической подачи штангенинструментов.
21. Какие методы измерений применяют при использовании штангенинструментов?
22. Какова последовательность измерения наружного и внутреннего размера детали штангенциркулем (тип ШЦ-I и ШЦ-II)?
23. Какова последовательность измерения при помощи штангенглубиномера?
24. Какова последовательность измерения высоты штангенрейсмасом?
25. Как можно убедиться в том, что при измерениях диаметра отверстия был измерен диаметр, а не хорда?
26. Можно ли штангенциркулем с отсчётом по нониусу 0,05 мм измерить размер с точностью 0,03; 0,01; 0,1 мм?
27. Привести пример условного обозначения штангенинструментов.
28. Каковы правила обращения со штангенинструментом и ухода за ним?

Заканчивается урок.

Мы с вами узнали очень многое о измерительных инструментах, о точности измерений, а главное, мы с вами увидели, что даже к «мелочам» необходимо относиться вдумчиво и серьёзно

УРОК ОКОНЧЕН

ДО ВСТРЕЧИ

ДУМАЙТЕ

ГОТОВЬТЕСЬ К ЗАНЯТИЯМ