А. КИСЕЛЕВ

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ КУРС АРИФМЕТИКИ

К 150-летию
со дня рождения
А. П. Киселева

Орел
Орловский государственный университет
2002

УДК 511.1
К 44

Печатается по решению оргкомитета Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы обучения математике (к 150-летию со дня рождения А. П. Киселева)»

Киселев А. П.

К 44 Систематический курс арифметики. Репринтное издание к 150-летию со дня рождения А. П. Киселева / Предисловие Ф. С. Авдеева. — Орел: Изд-во Орловского государственного университета, 2002. С. 264.

Настоящая книга является репринтным изданием учебника 1912 года «Систематический курс арифметики» А. П. Киселева, который представляет единое систематизированное изложение курса арифметики для старших классов.

Книга предназначена для широкого круга читателей: учителей, студентов, научных работников.

УДК 511.11
К 44

© Орловский государственный университет, 2002

Подписано в печать 30.09.2002 г. Формат 84x108 1/32.
Печать офсетная. Бумага офсетная. Усл. п. л. 13,86.
Тираж 400 экз. Заказ № 5456

Отпечатано в ОГУП «Орловская областная типография «Труд».
302028, г. Орел, ул. Ленина, 1.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Орловщина — родина многих талантливых людей, ставших по праву нашим культурным достоянием, вечным капиталом России. Выдающийся русский педагог-математик Андрей Петрович Киселев — один из них.

«Систематический курс арифметики» — первый из многих учебников, принесших всеобщее признание уроженцу города Мценска Орловской области. Только его «Геометрия» выдержала 42 (!) издания, более 30 раз издавалась «Алгебра», до 1938 года было 36 изданий учебника, который держит в руках читатель. С 1938 года, когда «Систематический курс арифметики» был утвержден в качестве стабильного, его общий тираж составил 3 миллиона экземпляров.

Жизнь не стоит на месте. Современная математика, как и школьное образование в целом далеко ушли вперед. Однако и в наше время учебники А. П. Киселева остаются актуальными. По словам академика А. Н. Тихонова, они не потеряли своей значимости «благодаря высокому педагогическому мастерству, простоте, доходчивости и логичности изложения».

Представляется, что это именно то, чего порой так недостает современным школьным учебникам. Педагогическая общественность России, представители науки, психологи, врачи, все, кому не безразличны проблемы школьного образования, не безразлично будущее страны, — давно бьют тревогу: чересчур академичные, не учитывающие возрастных и психологических особенностей детей учебники наносят непоправимый ущерб здоровью юных россиян. Не случайно эта проблема вынесена на уровень Правительства и Президента России.

Вот почему издание «Систематического курса арифметики» — это не только дань уважения и признательности выдающемуся педагогу-математику в год его 150-летия, это еще и назидание современным авторам школьных учебников. Школе нужны такие учебники, в которых не упущено главное, нет лишнего, где доступность, простота и ясность в изложении сочетаются с высокой точностью и научностью определений, где строго соблюдается мера между наукой, логикой учебного предмета и психологией школьника... Словом, такие учебники, как «Систематический курс арифметики» А. П. Киселева, хорошо знакомый не одному поколению наших сограждан.

Талант, трудолюбие, богатый 25-летний педагогический опыт А. П. Киселева должны быть востребованы и сегодня, в век информационных технологий. Уверен в том, что каждый обратившийся к этой книге получит не только начальные математические знания, но и прочную основу, хороший задел для дальнейшего совершенствования, приобретения знаний, отвечающих основным требованиям времени, пополнения нашего главного богатства — интеллектуального потенциала нации.

Ф. С. Авдеев,
доктор педагогических наук, профессор.

А. КИСЕЛЕВЪ.

СИСТЕМАТИЧЕСКІЙ КУРСЪ АРИѲМЕТИКИ.

Допущенъ Уч. Ком. М. Н. Пр. въ качествѣ руководства для среднихъ учебныхъ заведенiй, мужскихъ и женскихъ (Журн. М. Н. Пр. 1910, май), рекомендованъ Уч. Ком. при Св. Синодѣ для употребленія въ духовныхъ училищахъ въ качествѣ руководства (Церк. Вѣд. 1892, № 37), одобренъ Учебн. Ком., состоявшимъ при собственной Его Императорскаго Величества Канцеляріи по учрежденіямъ Императрицы Маріи въ качествѣ руководства для всѣхъ среднихъ учебныхъ заведенiй этого вѣдомства (извѣщеніе отъ 11 января 1901 г., № 822), одобренъ Деп. Торговли и Ман., какъ пособіе для коммерческихъ училищъ (извѣщеніе отъ 30 мая 1898 г., № 14228), допущенъ къ употребленію въ старшихъ классахъ городскихъ и уѣздныхъ училищъ, включенъ въ каталогъ книгъ для учительскихъ библіотекъ.

Для кадетскихъ корпусовъ рекомендованъ, какъ руководство.

Изданіе двѣдцать четвертое.

Цѣна 75 коп.

Изданіе книжнаго магазина
В. В. ДУМНОВА
подъ фирмою
„Наслѣдн. бр. Салаевыхъ".

МОСКВА.
Товарищество „Печатня С. П. Яковлева". Петровка, Салтыковскій пер., д. Т-ства, № 9.
1912.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Къ четвертому изданію. Хотя успѣхъ первыхъ трехъ изданій „Систематическаго курса ариѳметики" даетъ объективное основаніе думать, что этотъ учебникъ достаточно приспособленъ къ потребностямъ нашихъ среднихъ учебныхъ заведеній, тѣмъ не менѣе, приступая къ 4-му изданію, мы сочли нужнымъ подвергнуть тщательному пересмотру содержаніе прежнихъ изданій, съ цѣлью, во-первыхъ, болѣе согласовать его съ послѣдними программами и учебными планами, а, во-вторыхъ, достигнуть возможно большей простоты въ изложеніи.

Главнѣйшія особенности 4-го изданія заключаются въ слѣдующемъ:

1. Согласно замѣчаніямъ Учен. Ком. Мин. Нар. Пр. сдѣланы измѣненія въ опредѣленіи первыхъ четырехъ дѣйствій, причемъ въ основу опредѣленій поставлено понятіе *о суммѣ*.

2. Во всемъ курсѣ строго проведено различіе между *величиною* и ея *значеніями*.

3. Въ курсѣ дробей проведена большая систематичность.

4. Дано болѣе научное опредѣленіе пропорціональности величинъ и указаны признаки прямой и обратной пропорціональности для руководства въ частныхъ случаяхъ.

5. Согласно послѣднимъ программамъ, помѣщены въ самомъ текстѣ нумераціи славянская и римская, а также—въ сокращенномъ изложеніи—метрическая система мѣръ.

6. Добавлена статья о *приближенныхъ вычисленіяхъ*, проходимая въ 6-мъ классѣ реальныхъ училищъ.

Въ седьмомъ изданіи, помимо редакціонныхъ улучшеній, сдѣланы еще слѣдующія измѣненія:

1 Указанъ (мелкимъ шрифтомъ) способъ сокращеннаго дѣленія, принятый нынѣ во многихъ французскихъ учебникахъ ариѳметики.

2. Улучшено опредѣленіе процента съ цѣлью придать ему большую общность.

3. Измѣненъ способъ рѣшенія задачъ на цѣпное правило съ цѣлью его упрощенія.

4. Въ статьѣ „Приближенныя вычисленія“ сдѣланы нѣкоторыя добавленія и приведены примѣры съ цѣлью придать большую полноту и практичность изложенію этого важнаго вопроса.

Въ десятомъ изданіи существенно дополнена статья подъ названіемъ „*Задачи на вычисленіе времени*“. Во-первыхъ, для такихъ задачъ указанъ другой пріемъ рѣшенія, чаще всего практикуемый въ дѣйствительности; во-вторыхъ, уяснено (мелкимъ шрифтомъ) различіе между *календарнымъ* счетомъ. по которому промежутокъ времени выражается въ невполнѣ постоянныхъ единицахъ, каковы мѣсяцы и годы, и *точнымъ* счетомъ, по которому промежутокъ времени измѣряется постоянными единицами: недѣлями, сутками и подраздѣленіями сутокъ. Дѣлая эти добавленія, мы имѣли въ виду поставить эту статью и въ практическомъ, и въ теоретическомъ отношеніи въ уровень со всѣми остальными статьями „Систематическаго курса ариѳметики“. Впрочемъ, добавленія такъ расположены, что если бы преподаватель, по недостатку времени или по другимъ причинамъ, пожелалъ ограничиться сообщеніемъ ученикамъ свѣдѣній въ объемѣ прежнихъ изданій, онъ вполнѣ имѣетъ возможность это сдѣлать, только выключивъ изъ текста нѣкоторыя строки.

Въ томъ же изданіи добавлены *общія формулы* для рѣшенія задачъ на проценты и на учетъ векселей; эти добавленія могутъ быть полезны при повтореніи ариѳметики, а также для всѣхъ тѣхъ лицъ, которыя ищутъ въ учебникахъ практическихъ указаній для быстрѣйшаго производства вычисленій.

Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ улучшено изложеніе и приданъ внѣшности болѣе удобный видъ.

Четырнадцатое изданіе тщательно просмотрѣно съ цѣлью, гдѣ только возможно, сдѣлать изложеніе болѣе яснымъ и простымъ, а также и съ цѣлью сокращенія учебнаго матеріала безъ нарушенія стройности курса. Изъ болѣе важныхъ измѣненій, сдѣланныхъ въ этомъ изданіи, укажемъ слѣдующія:

1. Объясненіе умноженія и дѣленія десятичныхъ дробей (§§ 192 и 196) изложено на основаніи правилъ умноженія и дѣленія обыкновенныхъ дробей, а не на основаніи измѣняемости произведенія и частнаго дробныхъ чиселъ при измѣненіи данныхъ чиселъ, какъ это дѣлалось въ предыдущихъ изданіяхъ; вслѣдствіе этого § 176, въ которомъ разсматривается эта измѣняемость, напечатанъ теперь мелкимъ шрифтомъ, какъ необязательный при прохожденіи.

2. Ариѳметическое отношеніе и ариѳметическая пропорція, какъ не представляющія теоретическаго интереса и не имѣющія практическихъ примѣненій, выпущены совсѣмъ съ цѣлью уменьшить количество учебнаго матеріала.

3. Кратному отношенію дано болѣе научное опредѣленіе (§ 212), сближающее его съ тѣмъ, которое разсматривается въ геометріи.

4. При объясненіи рѣшенія задачъ на простое и сложное тройное правило на первое мѣсто выдвинутъ способъ приведенія къ единицѣ, вслѣдствіе чего является возможность сократить изложеніе главы о пропорціи (такъ §§ 220, 221 и 222, въ которыхъ говорится объ измѣненіи членовъ пропорціи безъ нарушенія ея, о сокращеніи пропорціи и объ уничтоженіи дробныхъ членовъ пропорціи, могутъ быть опущены безъ ущерба для курса).

5. Изложеніе сложнаго тройного правила значительно упрощено и сокращено.

Въ пятнадцатомъ изданіи нѣсколько улучшено изложеніе статьи: „Обращеніе періодическихъ дробей въ обыкновенныя“.

Двадцатое изданіе содержитъ много добавленій и измѣненій. Укажемъ главнѣйшія (въ порядкѣ слѣдованія параграфовъ):

§ 29. Добавлено о случаяхъ вычитанія, когда уменьшаемое меньше вычитаемаго или равно ему.

§ 45. Добавлено разъясненіе случаевъ умноженія, когда какое-либо изъ данныхъ чиселъ равно 1 или 0.

§ 96. Добавлена выноска о соотношеніи аптекарскаго вѣса съ метрическими мѣрами

§§ 102 и 103. Упрощены опредѣленія раздробленія и превращенія.

§ 116. Упрощено изложенie признака дѣлимости на 6.

§ 133. Помѣщавшееся въ предыдущихъ изданiяхъ въ концѣ этого § слѣдствiе: „частныя, получаемыя отъ дѣленiя двухъ чиселъ па ихъ общаго наиб. дѣлителя, суть числа взаимно простыя“ выброшено изъ этого параграфа, такъ какъ въ этомъ мѣстѣ курса ариометики истина эта остается безъ примѣненiя. Она помѣщена теперь въ § 155, гдѣ, при объясненiи сокращенiя дробей, въ ней является надобность.

Вслѣдъ за § 142, озаглавленнымъ: „Происхожденiе дробныхъ чиселъ отъ измѣренiя“ добавленъ новый § (143-й по нумерацiи 20-го изданiя): „Происхожденiе дробныхъ чиселъ отъ дѣленiя цѣлаго числа на равныя части“; этимъ, конечно, достигается болѣе полное уясненiе значенiя дробнаго числа.

§§ 183 и 184. Упрощено опредѣленiе десятичной дроби и измѣнено объясненiе изображенiя ея.

§ 192. Два отдѣльныя правила умноженiя десятичной дроби на цѣлое число и десятичной дроби на десятичную дробь замѣнены однимъ правиломъ.

§ 240. Упрощено рѣшенiе задачъ на проценты.

§§ 243 и 244. Значительно упрощено рѣшенiе задачъ на учетъ векселей сведенiемъ ихъ на соотвѣтствующiя задачи на проценты (мы руководились при этомъ замѣчанiемъ, высказаннымъ въ отзывѣ Учебнаго Комитета М. Н. Пр. о 12-мъ изданiи нашего учебника „Краткая ариометика для Городскихъ училищъ“).

Изъ немногихъ измѣненiй, введенныхъ въ **21-е и 22-е изданiя**, укажемъ слѣдующiя:

Соотношенiе между обыкновеннымъ аптекарскимъ вѣсомъ и метрическимъ, которое прежде помѣщалось въ выноскѣ къ § 96, теперь отнесено нами ниже, послѣ изложенiя десятичныхъ дробей, а именно къ § 209, въ которомъ говорится о метрическихъ мѣрахъ.

Въ § 110 мы теперь ограничиваемся изложенiемъ только двухъ основныхъ истинъ о дѣлимости, опуская третью („если сумма двухъ слагаемыхъ и одно изъ этихъ слагаемыхъ дѣлится на какое-нибудь число, то и другое слагаемое раздѣлится на него“); сообразно этому теперь нѣсколько измѣнено изложенiе § 116.

Правило § 130 (о нахожденіи дѣлителей составного числа) выражено теперь болѣе ясно и подробно, равно какъ и правило § 157 (о приведеніи дробей къ наименьшему общему знаменателю)

Въ § 166 добавлено (мелкимъ шрифтомъ) разъясненіе, что данное въ этомъ параграфѣ опредѣленіе умноженія на дробь не противорѣчитъ опредѣленію умноженія на цѣлое число.

Въ § 170 упрощено разъясненіе второго свойства произведенія (чтобы умножить какое-нибудь число на произведеніе, достаточно....)

Въ § 212 подробнѣе разъяснено значеніе отношенія, когда оно есть цѣлое число и когда оно есть дробь.

ОТДѢЛЪ ПЕРВЫЙ.

Отвлеченныя цѣлыя числа.

I. Счисленіе.

1. Понятіе о числѣ. Одинъ предметъ да одинъ предметъ составляютъ два предмета; два предмета да одинъ предметъ составляютъ три предмета; три да одинъ составляютъ четыре... Одинъ, два, три, четыре... и т. д. называются **цѣлыми числами**.

Число одинъ называется иначе **единица**.

Всякое цѣлое число, кромѣ единицы, представляетъ собою собраніе единицъ.

Число наз. **предметнымъ** (или конкретнымъ), если оно сопровождается названіемъ тѣхъ предметовъ, изъ которыхъ составлено; напр., пять карандашей.

Число наз. **отвлеченнымъ**, если неизвѣстно, собраніе какихъ предметовъ оно представляетъ; напр., пять.

Въ началѣ курса мы будемъ говорить только о числахъ цѣлыхъ.

2 Естественный рядъ чиселъ. Если къ единицѣ присоединимъ еще единицу, къ полученному числу снова присоединимъ единицу, къ этому числу опять присоединимъ единицу и т. д., то получимъ **естественный** или **натуральный рядъ чиселъ:**

одинъ, два, три, четыре, пять, шесть, семь и т. д.

Наименьшее число въ этомъ ряду единица; наибольшаго числа нѣтъ, потому что ко всякому числу, какъ бы велико оно ни было, можно прибавить еще единицу; значитъ, естественный рядъ чиселъ можетъ быть продолжаемъ безъ конца.

3. Счетъ. Чтобы имѣть ясное понятіе о собраніи предметовъ, мы должны сосчитать ихъ. Счетъ состоитъ въ томъ, что, отдѣляя одинъ предметъ за другимъ (на самомъ дѣлѣ или только мысленно), мы называемъ каждый разъ число, составившееся изъ отдѣленныхъ предметовъ. Такъ, считая столы въ классѣ, мы отдѣляемъ мысленно одинъ столъ за другимъ и говоримъ: одинъ, два, три, четыре и т. д.

Чтобы умѣть считать до какого угодно большого числа, надо научиться называть всякое число.

Способъ составлять названія для всякихъ чиселъ называется **словеснымъ счисленіемъ** или словесною **нумераціею.**

Способъ выражать всякое число особыми письменными знаками называется **письменнымъ счисленіемъ** или письменною **нумераціею.**

Ознакомимся сначала со счисленіемъ чиселъ до тысячи, а затѣмъ и со счисленіемъ другихъ чиселъ.

4. Словесное счисленіе до тысячи. Первыя десять чиселъ носятъ слѣдующія названія: одинъ, два, три, четыре, пять, шесть, семь, восемь, девять, десять (или десятокъ). Съ помощью этихъ названій и еще нѣкоторыхъ другихъ можно выражать и другія числа. Положимъ, напр., мы желаемъ назвать число поставленныхъ здѣсь черточекъ:

Для этого отсчитываемъ десять черточекъ и отдѣляемъ ихъ отъ остальныхъ; потомъ отсчитываемъ еще десять черточекъ и отдѣляемъ ихъ отъ остальныхъ. Продолжаемъ такъ отсчитывать по десятку до тѣхъ поръ, пока либо совсѣмъ не останется черточекъ, либо ихъ останется менѣе десяти. Теперь сосчитаемъ десятки и оставшіяся черточки (или единицы); такъ какъ десятковъ оказалось четыре, а оставшихся черточекъ три, то мы можемъ число всѣхъ черточекъ назвать такъ: четыре десятка, три единицы.

Когда въ числѣ окажется болѣе десяти десятковъ, то поступаютъ такъ же, какъ если бы эти десятки были отдѣльныя единицы, т.-е. отсчитываютъ десять десятковъ, потомъ еще десять десятковъ, снова десять десятковъ и т. д. до тѣхъ поръ, пока можно. Каждые десять десятковъ называютъ однимъ словомъ: **сто** или **сотня.** Положимъ, что въ какомъ-нибудь числѣ оказывается: сотенъ—три, десятковъ—пять и оставшихся единицъ—семь; такое число можно назвать такъ: три сотни, пять десятковъ, семь единицъ.

Если сотенъ въ числѣ окажется болѣе десяти, то считаютъ ихъ тоже десятками. Каждыя десять сотенъ называютъ однимъ словомъ **тысяча**.

5. Сокращеніе нѣкоторыхъ названій. Въ нашемъ языкѣ употребительны нѣкоторыя сокращенныя названія чиселъ. Такъ, десять да одинъ назыв. одиннадцать (т.-е. одинъ-на-десять); десять да два наз. двѣнадцать (т.-е. двѣ-на-десять) и т. п. Два десятка наз. двадцать (т.-е. два-десять); три десятка наз. тридцать (т.-е. три-десять) и т. д. (четыре десятка наз. сорокъ). Двѣ сотни наз. двѣсти; три сотни наз. триста и т. д.

6 Письменное счисленіе до тысячи. Первыя девять чиселъ обозначаются особыми письменными знаками или **цыфрами:** 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Съ помощью этихъ девяти цыфръ и десятой 0 (нуль), означающей отсутствіе числа, можно изобразить всякое число.

Для этого условились: простыя единицы ставить на первомъ мѣстѣ справа, десятки—на второмъ мѣстѣ, сотни—на третьемъ мѣстѣ; напр.: триста сорокъ пять изобразится такъ: 345; триста сорокъ: 340, триста: 300, триста пять: 305.

Съ лѣвой стороны изображенія числа не принято писать нулей; такъ, вмѣсто 024 пишутъ короче: 24, потому что и въ первомъ, и во второмъ изображеніи цыфра 2 стоитъ на второмъ мѣстѣ, а цыфра 4—на первомъ, и, слѣдовательно, 2 означаетъ десятки, а 4—единицы.

Всѣ цыфры, кромѣ нуля, называются **значащими** цыфрами.

Число, изображаемое одною цыфрой, называется **однозначнымъ**, двумя цыфрами—**двузначнымъ**, многими цыфрами—**многозначнымъ**.

7 Словесное счисленіе чиселъ, большихъ тысячи. Когда считаемыхъ предметовъ болѣе тысячи, то составляютъ изъ нихъ столько тысячъ, сколько можно; затѣмъ считаютъ тысячи и оставшіяся единицы и называютъ число тѣхъ и другихъ; напр.: двѣсти сорокъ тысячъ пятьсотъ шестьдесятъ двѣ единицы.

Тысяча тысячъ составляетъ **милліонъ**; тысяча милліоновъ—**билліонъ** (или **милліардъ**); тысяча билліоновъ—**трилліонъ** и т. п. Такимъ образомъ можетъ получиться, напр., слѣдующее названіе числа:

Сто восемьдесятъ милліоновъ триста сорокъ девять тысячъ пятьсотъ шестнадцать единицъ.

8 Составныя и главныя единицы. Десятки, сотни, тысячи, десятки тысячъ, сотни тысячъ, милліоны, десятки милліоновъ, сотни милліоновъ, билліоны и т. д. называются **составными** единицами. Изъ нихъ тысячи, милліоны, билліоны, трилліоны и т. д. называются **главными** единицами; къ нимъ причисляютъ также и простыя единицы. Всѣ остальныя составныя единицы представляютъ собою либо десятки, либо сотни этихъ главныхъ единицъ.

9 Письменное счисленіе чиселъ, большихъ тысячи. Пусть требуется написать число: тридцать пять билліоновъ восемьсотъ шесть милліоновъ семь тысячъ шестьдесятъ три единицы. Его можно было бы написать при помощи цыфръ и словъ такъ:

35 билліоновъ 806 милліоновъ 7 тысячъ 63 един.

или короче такъ:

35'806'7'63

если условимся, что первая справа запятая замѣняетъ собою слово тысячъ, вторая—слово милліоновъ, третья—слово билліоновъ, четвертая—слово трилліоновъ и т. д. Подобно этому:

15'36'801 означало бы: 15 милл. 36 тысячъ 801 ед.
3'3'205'1 „ 3 билл. 3 милл. 205 тысячъ 1 ед.

Но такой способъ писанія имѣетъ много неудобствъ. Положимъ, напр., что въ выраженіи: 4'57'8 запятыя стерлись, а остались только однѣ цыфры: 4578. Тогда нельзя было бы прочесть число, такъ какъ неизвѣстно, какія цыфры означаютъ милліоны, какія—тысячи и какія—единицы. Для избѣжанія этого и другихъ неудобствъ числа пишутъ такъ, чтобы между двумя сосѣдними запятыми всегда стояли три цыфры. Напр., вмѣсто такого изображенія: 4'57'8, пишутъ:

4'057'008

При этомъ запятыя становятся безполезными, потому что и безъ нихъ мы будемъ знать, что **первыя справа три цыфры означаютъ число единицъ, слѣдующія три цыфры означаютъ число тысячъ, слѣдующія за этими три цыфры—число милліоновъ** и т. д. Напр.

567 002 301 означаетъ 567 милл. 2 тыс. 301 ед.
2 008 001 020 „ 2 билл. 8 милл. 1 тыс. 20 ед.
15 000 026 „ 15 милл. 26 ед. и т. п.

10. Какъ прочесть число, написанное цыфрами. Чтобы легче прочесть число, изображенное длиннымъ рядомъ цыфръ, напр., такое 5183000567000, отдѣляютъ въ немъ справа по три цыфры до тѣхъ поръ, пока можно:

5'183'000'567'000.

Первая справа запятая замѣняетъ слово „тысячъ", вторая — „милліоновъ", третья —„билліоновъ", четвертая—„трилліоновъ". Значитъ, наше число должно быть прочтено такъ: 5 трилл. 183 билл. 567 тысячъ.

11. Значеніе мѣстъ, занимаемыхъ цыфрами. При такомъ способѣ писанія чиселъ каждое мѣсто, занимаемое цыфрой, имѣетъ свое особое значеніе, а именно:

на	1-мъ	мѣстѣ	справа	ставятся	простыя единицы
„	2-мъ	„	„	„	десятки
„	3-мъ	„	„	„	сотни
„	4-мъ	„	„	„	единицы тысячъ
„	5-мъ	„	„	„	десятки тысячъ
„	6-мъ	„	„	„	сотни тысячъ
„	7-мъ	„	„	„	ед. милліоновъ
„	8-мъ	„	„	„	дес. милліоновъ
„	9-мъ	„	„	„	сотни милліоновъ
„	10-мъ	„	„	„	ед. билліоновъ

и т. д.

12. Двоякое значеніе цыфръ. Такимъ образомъ, наше письменное счисленіе основано на употребленіи 10 цыфръ, имѣющихъ двоякое значеніе: одно въ зависимости отъ начертанія цыфры, другое въ зависимости отъ мѣста, занимаемаго цыфрой, а именно: **изъ двухъ написанныхъ рядомъ цыфръ лѣвая означаетъ единицы въ 10 разъ большія, чѣмъ правая.**

13. Разряды единицъ. Различныя единицы, которыми пользуются при счисленіи, раздѣляютъ на **разряды**: простыя единицы называются единицами 1-го разряда, десятки—единицами 2-го разряда, сотни—единицами 3-го разряда и т. п. Составная единица, по сравненію съ другою, меньшею ея, называется единицею **высшаго разряда**, а по сравненію съ единицею, большею ея, называется единицею **низшаго разряда**; такъ, сотня есть единица высшаго разряда сравнительно съ десяткомъ и единица низшаго разряда сравнительно съ тысячею.

Всякая составная единица содержитъ въ себѣ 10 единицъ слѣдующаго низшаго разряда; напр., сотня тысячъ содержитъ въ себѣ 10 десятковъ тысячъ; десятокъ тысячъ—10 тысячъ и т. д.

Разряды единицъ группируютъ въ **классы**, къ 1-му классу относятъ первые три разряда: сотни, десятки и единицы; ко 2-му классу относятъ слѣдующіе три разряда: тысячи, десятки тысячъ и сотни тысячъ и т. д. 1-й классъ есть **классъ единицъ** (содержитъ сотни, десятки и единицы единицъ); 2-й классъ—**классъ тысячъ** (содержитъ сотни, десятки и единицы тысячъ) и т. д.

14. Сколько въ числѣ заключается всѣхъ единицъ даннаго разряда. Пусть требуется узнать, сколько въ числѣ 56284 заключается всѣхъ сотенъ, т.-е. сколько сотенъ заключается въ десяткахъ тысячъ, въ тысячахъ и въ сотняхъ даннаго числа вмѣстѣ. Для этого разсуждаемъ такъ: на третьемъ мѣстѣ въ данномъ числѣ стоитъ цыфра 2; значитъ, въ числѣ есть 2 простыя сотни; слѣдующая влѣво цыфра 6 означаетъ тысячи, т.-е. десятки сотенъ; слѣдующая цыфра 5 означаетъ десятки тысячъ, т.-е. сотни сотенъ; значитъ, всего сотенъ будетъ: 5 сот. 6 дес. и 2, т.-е. 562. Такъ же узнаемъ, что въ данномъ числѣ всѣхъ десятковъ 5628.

Правило. Чтобъ узнать, сколько въ числѣ заключается всѣхъ единицъ даннаго разряда, надо отбросить цыфры, означающія низшіе разряды, и прочесть оставшееся число.

Различныя системы счисленія.

15. Описанная выше система счисленія называется **десятичной**, потому что по этой системѣ 10 ед. одного разряда составляютъ составную единицу слѣдующаго высшаго разряда. Число 10 называютъ поэтому **основаніемъ** десятичной системы счисленія. Всякое число N по этой системѣ представляется разложеннымъ на простыя единицы, десятки, сотни, тысячи и т. д., при чемъ число единицъ каждаго разряда меньше 10. Если положимъ, что въ числѣ N содержится простыхъ единицъ a, десятковъ b, сотенъ c, тысячъ d и т. д., то по десятичной системѣ это число представляетъ собою сумму:

$$N=a+b.\ 10+c.\ 10^2+d.\ 10^3+e.\ 10^4+\dots$$

Можно вообразить себѣ другія системы, въ которыхъ за основаніе принято какое-нибудь иное число. Если, напр., за основаніе взять число 5, то получится **пятиричная** система счисленія, по которой 5 ед. одного разряда должны составить единицу слѣдующаго высшаго разряда. Такимъ образомъ, по пятиричной системѣ единица 2-го разряда должна быть пятерка, ед. 3-го разряда—пять пятерокъ, или 5^2, ед. 4-го разряда—пять разъ по пяти пятерокъ или 5^3 и т. д. По этой системѣ число N представлялось бы такъ:

$$N=a+b.\,5+c.\,5^2+d.\,5^3+e.\,5^4+\ldots$$

гдѣ каждое изъ чиселъ: a, b, c, d, e... было бы меньше 5-ти. Для выговариванія чиселъ по этой системѣ достаточно было бы дать особыя названія первымъ пяти числамъ и нѣкоторымъ составнымъ единицамъ (которыя въ этомъ случаѣ считались бы **главными**).

16. Для письменнаго изображенія чиселъ по десятичной системѣ употребляются 10 различныхъ знаковъ. Для другой системы счисленія потребовалось бы иное число цыфръ. Напр., для пятиричной системы достаточно было бы слѣдующихъ пяти цыфръ: 1, 2, 3, 4, 0. Дѣйствительно, число 5 представляло бы по этой системѣ одну единицу 2-го разряда и, слѣд., выразилось бы такъ: 10. Число 6 представляло бы одну ед. 2-го разряда (пятерку) и одну ед. 1-го разряда и, слѣд., выразилось бы такъ: 11, и т. п. Для изображенія чиселъ по системѣ, у которой основаніе превосходитъ 10, было бы недостаточно нашихъ цыфръ. Напр., для двѣнадцатиричной системы пришлось бы придумать особые знаки для чиселъ десять и одиннадцать, потому что наши обозначенія этихъ чиселъ выражали бы тогда другія числа, именно: 10 означало бы одну единицу второго разряда, т.-е. дюжину, а 11 означало бы одну ед. 2-го разряда и одну ед. 1-го разряда, т.-е. тринадцать.

17. Покажемъ, какъ можно **число, написанное по десятичной системѣ счисленія, изобразить по какой-либо другой системѣ.** Для примѣра положимъ, что требуется число 1766 выразить по пятиричной системѣ при помощи пяти знаковъ: 0, 1, 2, 3, 4. Для этого узнаемъ сначала, сколько въ 1766 заключается единицъ 2-го разряда, т.-е. пятерокъ. Ихъ оказывается 353, при чемъ остается одна ед. 1-го разряда. Теперь узнаемъ, сколько въ 353 пятеркахъ заклю-

1766	5			
26	353	5		
16	**3**	70	5	
1		20	14	5
		0	**4**	**2**

чается единицъ 3-го разряда. Такъ какъ единица 3-го разряда содержитъ 5 ед. 2-го разряда, то надо 353 раздѣлить на 5. Раздѣливъ, узнаемъ, что въ 353 пятеркахъ заключается 70 ед. 3-го разряда и 3 ед. 2-го разряда. 70 ед. 3-го разряда превращаемъ въ единицы 4-го разряда; эти послѣднія—въ единицы 5-го разряда и т. д. Такимъ образомъ находимъ, что 1766 содержитъ: 2 ед. 5-го разр., 4 ед. 4-го разряда, 3 ед. 2-го разр. и 1 ед. 1-го разр.; слѣд. 1766 изобразится по пятиричной системѣ такъ: 24031.

Пусть еще требуется изобразить 121380 по 12-ричной системѣ. Обозначая 10 черезъ a, 11 черезъ b, найдемъ, что данное число изобразится такъ: 5 a 2 b 0.

$$
\begin{array}{r|l}
121380 & 12 \\
\hline
13 & 10115 \\
18 & \\
60 & \\
\mathbf{0} &
\end{array}
\qquad
\begin{array}{r|l}
10115 & 12 \\
\hline
51 & 842 \\
35 & \\
\mathbf{11} &
\end{array}
\qquad
\begin{array}{r|l}
842 & 12 \\
\hline
\mathbf{2} & 70
\end{array}
\qquad
\begin{array}{r|l}
70 & 12 \\
\hline
\mathbf{10} & \mathbf{5}
\end{array}
$$

18. Рѣшимъ теперь обратный вопросъ: **изобразить по десятичной системѣ счисленія число, выраженное по другой системѣ**. Пусть, напр., требуется число 5623, написанное по 8-ричной системѣ, перевести на десятичную систему. Это можно было бы выполнить, вычисливъ формулу:

$$N = 3 + 2.8 + 6.8^2 + 5.8^3 = 2963.$$

Но проще поступить такъ:

$$
\begin{array}{r}
5623 \\
\times 8 \\
\hline
40 \\
+6 \\
\hline
46 \\
\times 8 \\
\hline
368 \\
+2 \\
\hline
370 \\
\times 8 \\
\hline
2960 \\
+3 \\
\hline
2963
\end{array}
$$

Раздробимъ 5 ед. 4-го разр. въ единицы 3 разр., для чего умножимъ 5 на 8 (потому что единица 4-го разряда содержитъ по восьмиричной системѣ 8 ед. 3-го разр.); къ полученному числу приложимъ 6 ед., находящіяся въ данномъ числѣ. Раздробимъ единицы 3-го разряда въ единицы 2-го разр.; къ полученному числу приложимъ 2 ед., находящіяся въ данномъ числѣ. Раздробимъ единицы 2-го разр. въ ед. 1-го разр.; къ полученному числу приложимъ 3 ед., находящіяся въ данномъ числѣ. Получимъ 2963.

Если число, написанное по системѣ не-десятиричной, требуется изобразить по другой системѣ, тоже не-десятиричной, то предварительно переводятъ первое число на десятиричную систему, а затѣмъ уже это число на новую систему.

19. Система десятичнаго счисленія распространена почти повсемѣстно (даже среди большинства дикихъ народовъ). Многіе видятъ причину такой распространенности въ томъ, что каждый человѣкъ съ дѣтства привыкаетъ считать при помощи 10 пальцевъ обѣихъ рукъ. Однако, десятичное счисленіе не принадлежитъ къ самымъ удобнымъ. Напр. удобнѣе была бы 12-ричная система, которая, не требуя для изображенія чиселъ большого числа цыфръ, обладаетъ важнымъ свойствомъ, что основаніе ея дѣлится безъ остатка на 2, на 3, на 4 и на 6, тогда какъ основаніе нашей системы дѣлится только на 2 и на 5. Въ теоретическомъ отношеніи представляетъ нѣкоторыя удобства система двуричная, которая, впрочемъ, для практическихъ цѣлей совсѣмъ неудобна, такъ какъ по этой системѣ даже небольшое число выражается длиннымъ рядомъ цыфръ (напр., число 70 выражается такъ: 1000110). Но каковы бы ни были недостатки десятичной системы, она настолько укоренилась своею давностью и повсемѣстнымъ распространеніемъ, что было бы безполезно поднимать вопросъ о замѣнѣ ея другою системою. Къ тому же новая система счисленія потребовала бы переработки всѣхъ книгъ и таблицъ, составленныхъ по десятичной системѣ, что представляло бы почти невыполнимый трудъ.

Употребляемыя нами цыфры и самая система письменнаго счисленія заимствованы европейцами у арабовъ (въ началѣ XIII столѣтія). Вотъ почему эти цыфры называютъ **арабскими.** Но есть основаніе думать, что арабы, въ свою очередь, заимствовали эту систему отъ индійцевъ.

II. Сложеніе.

Задача. Въ коробочку положили 5 спичекъ, потомъ 7 спичекъ, затѣмъ еще 2 спички. Сколько всѣхъ спичекъ оказалось въ коробочкѣ?

Въ коробочкѣ оказалось 14 спичекъ, число, которое получается отъ соединенія трехъ чиселъ: 5, 7 и 2 въ одно собраніе.

20. Опредѣленія. Два, три и болѣе числа могутъ быть соединены въ одно число, которое называется ихъ **суммой**. Такъ, 5 спичекъ да 7 спичекъ да 2 спички могутъ быть соединены въ одно число: 14 спичекъ. Число 14 есть сумма трехъ чиселъ: 5, 7 и 2.

Нахожденіе по нѣсколькимъ даннымъ числамъ одного новаго числа называется **ариѳметическимъ дѣйствіемъ** (или просто дѣйствіемъ).

Ариѳметическое дѣйствіе, посредствомъ котораго находится сумма нѣсколькихъ данныхъ чиселъ, наз. сложеніемъ.

Данныя для сложенія числа наз. **слагаемыми.**

Слагаемыхъ можетъ быть два, три и болѣе.

Сумма содержитъ въ себѣ всѣ единицы слагаемыхъ.

Замѣчаніе. Выраженія: „къ 7 прибавить 3“, „къ 7 приложить 3“ и т. п. означаютъ то же самое, что „найти сумму 7-ми и 3-хъ“.

21. Основное свойство суммы. **Сумма не зависитъ отъ того порядка, въ какомъ мы соединяемъ единицы слагаемыхъ.** Такъ, если требуется найти сумму 5, 7 и 2, то мы можемъ къ 5 присоединить 7, потомъ 2; или къ 5 присоединить сначала 2, потомъ 7; или къ 7 присоединить 2, потомъ 5. Можемъ поступить и такъ: взять какую-нибудь часть 7-и, присоединить къ ней какую-нибудь часть 5-и, потомъ присоединить оставшіяся единицы по одной, по двѣ или какъ-нибудь иначе. Всегда получимъ одну и ту же сумму 14.

22. Сложеніе двухъ однозначныхъ чиселъ. Чтобы узнать сумму двухъ однозначныхъ чиселъ, достаточно къ одному изъ нихъ присчитать всѣ единицы другого. Такъ, присчитывая къ 7 всѣ единицы числа 5, находимъ сумму 12.

Чтобы умѣть быстро складывать всякія числа, слѣдуетъ запомнить всѣ суммы, которыя получаются отъ сложенія двухъ однозначныхъ чиселъ.

23. Сложеніе многозначнаго числа съ однозначнымъ. Пусть требуется сложить 37 и 8. Для этого отъ 37 отдѣлимъ 7 ед. и сложимъ ихъ съ 8; получимъ 15. Эти 15 ед. приложимъ къ 30; но 15 все равно, что 10 да 5. Приложивъ къ 30-ти 10, получимъ 40; приложивъ къ 40 еще 5, получимъ 45.

Можно поступить и такъ. Отдѣлимъ 3 ед. отъ 8 ед. и приложимъ ихъ къ 37, чтобы дополнить 37 до 40; тогда получимъ 40 и еще 5 ед., оставшіяся отъ 8-ми; т.-е. получимъ 45.

Слѣдуетъ привыкнуть выполнять эти дѣйствія въ умѣ и притомъ быстро.

24. Сложеніе многозначныхъ чиселъ. Пусть требуется найти сумму чиселъ: 13653, 22409, 1608 и 346. Для этого сложимъ спачала простыя единицы всѣхъ слагаемыхъ, потомъ ихъ десятки, затѣмъ сотни и т. д. Чтобы при этомъ не смѣшать между собою единицъ различныхъ разрядовъ, напишемъ данныя числа одно подъ другимъ такъ, чтобы единицы стояли подъ единицами, десятки подъ десятками, сотни подъ сотнями и т. д., подъ послѣднимъ слагаемымъ проведемъ черту:

$$\begin{array}{r} 13653 \\ 22409 \\ 1608 \\ 346 \\ \hline 38016 \end{array}$$

Сложивъ единицы, получимъ 26, т.-е. 2 десятка и 6 единицъ; 2 десятка запомнимъ, чтобы ихъ сложить съ десятками данныхъ чиселъ, а 6 единицъ запишемъ подъ чертою, подъ единицами слагаемыхъ. Сложивъ десятки (вмѣстѣ съ тѣми 2 десятками, которые получились отъ сложенія единицъ *), получимъ 11 дес., т.-е. 1 сотню и 1 десятокъ. 1 сотню мы запомнимъ, чтобы ее сложить съ сотнями, а 1 десятокъ напишемъ подъ чертою, на мѣстѣ десятковъ. Отъ сложенія сотенъ получимъ 20 сотенъ, т.-е. ровно 2 тысячи; эти 2 тысячи запомнимъ, чтобы ихъ прибавить къ тысячамъ, а подъ чертою напишемъ 0 на мѣстѣ сотенъ. Продолжаемъ такъ дѣйствіе далѣе.

Замѣчаніе. Если слагаемыя числа таковы, что сумма единицъ каждаго разряда ихъ не превосходитъ 9-ти, то безразлично, въ какомъ порядкѣ производить сложеніе: отъ низшихъ разрядовъ къ высшимъ, или наоборотъ. Въ другихъ случаяхъ начинать сложеніе съ высшихъ разрядовъ неудобно, потому что отъ сложенія единицъ низшаго разряда могутъ получиться одна или

---

*) При этомъ полезно всегда начинать сложеніе съ того числа, которое только что запомнили, чтобы не держать его долго въ умѣ. Такъ, складывая десятки, надо говорить: 2 да 5... 7 да 4... 11.

нѣсколько единицъ слѣдующаго высшаго разряда, и тогда придется измѣнять ранѣе написанную цыфру.

25. Правило сложенія. Пишутъ слагаемыя одно подъ другимъ такъ, чтобы единицы стояли подъ единицами, десятки подъ десятками, сотни подъ сотнями и т. д.; подъ послѣднимъ слагаемымъ проводятъ черту.

Сначала складываютъ простыя единицы, потомъ десятки, за десятками—сотни, за сотнями—тысячи и т. д.

Если отъ сложенія единицъ какого-либо разряда получается однозначное число, то пишутъ его подъ чертою на томъ мѣстѣ, которое приходится подъ складываемыми единицами; если же получается двузначное число*), то единицы его пишутъ подъ чертою, а десятки запоминаютъ, чтобы сложить ихъ вмѣстѣ съ единицами слѣдующаго высшаго разряда.

26. Сложеніе большого числа слагаемыхъ. Если требуется сложить много слагаемыхъ, то обыкновенно разбиваютъ ихъ на нѣсколько группъ, производятъ сложеніе въ каждой группѣ отдѣльно и затѣмъ полученныя суммы соединяютъ въ одну. Такъ, пусть требуется сложить 10 слагаемыхъ: 286, 35, 76, 108, 93, 16, 426, 576, 45, 72. Разобьемъ эти слагаемыя на группы, напр., такъ:

1-я группа.	2-я группа.	3-я группа.	Общая сумма.
286			
108	35	16	1396
426	93	45	204
576	76	72	133
1396	204	133	1733

Сложивъ три суммы въ одну, найдемъ 1733.

27. Повѣрка сложенія. Чтобы убѣдиться, что дѣйствіе сдѣлано вѣрно, надо его повѣрить. Для

*) Трехзначное число могло бы получиться только тогда, когда число слагаемыхъ болѣе 11; но въ такомъ случаѣ удобнѣе производить сложеніе по группамъ, какъ указано въ § 26-мъ.

повѣрки сложенія обыкновенно складываютъ слагаемыя во второй разъ въ иномъ порядкѣ, чѣмъ въ первый, напр., производя сложеніе снизу вверхъ. Если при второмъ сложеніи получается та же сумма, то весьма вѣроятно, что сложеніе произведено вѣрно *).

28. Увеличеніе числа на другое число. Увеличить число на нѣсколько единицъ значитъ приложить къ числу эти нѣсколько единицъ. Если, напр., требуется увеличить 80 на 25, то надо къ 80 приложить 25, т.-е., другими словами, найти сумму 80-и и 25-и.

III. Вычитаніе.

Задача. Въ коробочкѣ было 17 спичекъ; изъ нея вынули 9 спичекъ; сколько спичекъ осталось въ коробочкѣ?

Для рѣшенія задачи надо найти такое число, которое, сложенное съ 9-ю, составляетъ 17.

29. Опредѣленіе. Вычитаніемъ наз. ариѳметическое дѣйствіе, посредствомъ котораго по данной суммѣ и одному слагаемому находится другое слагаемое.

Такъ, вычесть изъ 17-ти 9 значитъ: по данной суммѣ 17 и данному слагаемому 9 найти другое слагаемое (8); другими словами, узнать, какое число надо сложить съ 9-ю, чтобы получить въ суммѣ 17.

Такое дѣйствіе принято называть вычитаніемъ потому, что посредствомъ него узнается также, **какое число останется отъ большаго даннаго числа, если отъ него отдѣлимъ (отнимемъ, вычтемъ) меньшее данное число.** Такъ, когда мы по суммѣ 17 и слагаемому 9 нашли, что другое слагаемое должно быть 8, то мы узнали вмѣстѣ съ тѣмъ, что если отъ 17 отдѣлимъ 9 ед., то останется 8 ед.

При вычитаніи данная сумма наз. **уменьшаемымъ**, данное слагаемое — **вычитаемымъ**, а искомое слагаемое—

---

*) Вѣроятно, а не навѣрное, потому что и при второмъ сложеніи можетъ быть сдѣлана ошибка, подобная той, какая была при первомъ сложеніи.

остаткомъ. Такъ, если изъ 17 вычитается 9, то 17 есть уменьшаемое, 9 вычитаемое; искомое число 8 есть остатокъ. Остатокъ наз. иначе **разностью**, такъ какъ онъ означаетъ также, на сколько данная сумма (уменьшаемое) разнится отъ даннаго слагаемаго (вычитаемаго).

Замѣчанія. 1) Уменьшаемое не можетъ быть меньше вычитаемаго, такъ какъ сумма не можетъ быть меньше слагаемаго; напр., нельзя изъ 17 вычесть 20.

2) Если уменьшаемое равно вычитаемому, напр., если изъ 17 вычитается 17, то не остается никакого числа; принято говорить, что въ этомъ случаѣ остатокъ равенъ 0*).

3) Выраженія: „отнять 9 изъ 17“, или „найти, сколько будетъ 17 безъ 9“, означаютъ то же, что и „вычесть 9 изъ 17“.

Вычитаніе однозначнаго числа.

30. Чтобы безъ затрудненія вычитать всякое число, надо сначала научиться вычитать въ умѣ и притомъ быстро однозначное число изъ однозначнаго и двузначнаго. Искомая разность легко находится посредствомъ сложенія. Напр., чтобы узнать, сколько будетъ 15 безъ 8, пробуемъ прибавлять къ 8 различныя числа, пока не получимъ 15; 8 да 7 составляютъ 15; слѣд., 15 безъ 8 будетъ 7.

Вычитаніе многозначнаго числа.

31. Примѣръ: изъ 60072 вычесть 7345.

Будемъ держаться того же порядка, какъ и при сложеніи, т.-е. станемъ вычитать единицы изъ единицъ, десятки изъ десятковъ и т. д.

---

*) Такъ какъ уменьшаемое равно вычитаемому, сложенному съ остаткомъ, то, принимая, что при равенствѣ уменьшаемаго и вычитаемаго остатокъ есть 0, мы должны также принять, что **прибавить къ числу 0 значитъ оставить это число безъ измѣненія**. Равнымъ образомъ принимаютъ, что **вычесть изъ числа 0 значитъ оставить это число безъ измѣненія**.

5 ед. изъ 2 ед. нельзя вычесть; беремъ отъ 7 дес. одинъ десятокъ, разлагаемъ его на единицы и прикладываемъ къ 2; получимъ въ уменьшаемомъ единицъ 12,

```
60072.......уменьшаемое
 7345.......вычитаемое
52727.......остатокъ или разность,
```

а десятковъ 6. Чтобы запомнить, что десятковъ въ уменьшаемомъ не 7, а 6, поставимъ точку надъ цыфрою 7.

5 ед. изъ 12 ед. .. 7 ед. Пишемъ 7 ед. подъ чертою на мѣстѣ единицъ.

4 дес. изъ 6 дес.... 2 дес.; пишемъ 2 подъ чертою на мѣстѣ десятковъ.

3 сотни изъ 0 сотенъ вычесть нельзя. Обращаемся къ тысячамъ уменьшаемаго, чтобы взять отъ нихъ одну для раздробленія въ сотни. Но тысячъ въ уменьшаемомъ нѣтъ. Тогда обращаемся къ слѣдующему высшему разряду, т.-е. къ десяткамъ тысячъ; если бы и ихъ не оказалось, мы взяли бы сотни тысячъ и т. д. Въ нашемъ примѣрѣ въ уменьшаемомъ есть 6 десятковъ тысячъ; беремъ отъ нихъ одинъ (въ знакъ чего ставимъ точку надъ цыфрою 6) и раздробляемъ его въ простыя тысячи; получимъ 10 тысячъ. Отъ этихъ 10 тысячъ беремъ одну и раздробляемъ ее въ сотни: тогда получимъ сотенъ 10, тысячъ 9, а десятковъ тысячъ 5. Поставимъ точку надъ цыфрою 0 тысячъ и условимся, что 0 съ точкой будетъ означать число 9. Теперь продолжаемъ вычитаніе: 3 сотни изъ 10 сотенъ.... 7 сотенъ; 7 тысячъ изъ 9 тысячъ.... 2 тысячи; наконецъ, 5 десятковъ тысячъ уменьшаемаго перейдутъ въ остатокъ безъ всякаго измѣненія, такъ какъ изъ нихъ ничего не вычитается.

Вотъ еще примѣры на вычитаніе:

```
6000227      500000
4320423       17236
1679804      482764
```

Замѣчаніе. Вычитаніе удобнѣе производить отъ низшихъ разрядовъ къ высшимъ потому, что при такомъ порядкѣ мы, въ случаѣ надобности, всегда можемъ взять одну единицу изъ высшихъ разрядовъ уменьшаемаго для раздробленія ея въ единицы низшаго разряда.

31,a. Правило вычитанія. Пишутъ вычитаемое подъ уменьшаемымъ такъ, чтобы единицы стояли подъ единицами, десятки подъ десятками и т. д.; подъ вычитаемымъ проводятъ черту.

Сначала вычитаютъ единицы изъ единицъ, потомъ десятки изъ десятковъ, затѣмъ сотни изъ сотенъ и т. д.

Получаемыя отъ вычитанія числа ставятъ подъ чертою на мѣстѣ единицъ, когда вычитались единицы, на мѣстѣ десятковъ, когда вычитались десятки, и т. д.

Если число единицъ какого-нибудь разряда въ уменьшаемомъ окажется меньше числа единицъ того же разряда въ вычитаемомъ, то въ уменьшаемомъ ставятъ точку надъ первой слѣва отъ этого разряда значащей цыфрой, а также и надъ каждымъ изъ нулей, которые могутъ находиться между этимъ разрядомъ и первой слѣва значащей цыфрой; тогда при дальнѣйшемъ вычитаніи принимаютъ, что точка, стоящая надъ значащей цыфрой, уменьшаетъ ея значеніе на единицу; точка, стоящая надъ нулемъ, обращаетъ его въ девять; цыфра же, стоящая направо отъ цыфры съ точкой, увеличивается въ своемъ значеніи на 10.

32. Повѣрка вычитанія. Такъ какъ уменьшаемое есть сумма, а вычитаемое и остатокъ суть слагаемыя, то, чтобы повѣрить вычитаніе, достаточно сложить вычитаемое съ остаткомъ; если получится число, равное уменьшаемому, то весьма вѣроятно, что дѣйствіе сдѣлано вѣрно.

33. Уменьшеніе числа на другое число. Уменьшить какое-нибудь число на нѣсколько единицъ значитъ вычесть изъ него эти нѣсколько единицъ. Поэтому, если, напр., требуется 100 уменьшить на 30, то надо изъ 100 вычесть 30 (получится 70).

34. Сравненіе двухъ чиселъ. Часто приходится узнавать, на сколько единицъ одно число больше или меньше другого. Чтобы узнать это, надо отъ большаго изъ двухъ чиселъ вычесть меньшее. Напр., чтобы узнать, на сколько 20 меньше 35 (или на сколько 35 больше 20) надо изъ 35 вычесть 20; тогда найдемъ, что 20 меньше 35 (или 35 больше 20) на 15 единицъ.

35. Обратныя дѣйствія. Два дѣйствія называются **обратными**, если искомое число перваго дѣйствія служитъ даннымъ для второго, а одно изъ данныхъ чиселъ перваго дѣйствія служитъ искомымъ для второго.

Сложеніе и вычитаніе суть дѣйствія обратныя. Дѣйствительно, при сложеніи даются слагаемыя, а отыскивается ихъ сумма; при вычитаніи, наоборотъ, дается сумма и одно слагаемое, а отыскивается другое слагаемое.

IV. Славянская и римская нумерація.

36. Славянская нумерація. Въ церковныхъ книгахъ и въ памятникахъ славянской письменности употребляются для изображенія чиселъ буквы славянскаго алфавита. Когда буква означаетъ число, то ставятъ надъ ней особый знакъ, называемый титломъ (҃), чтобы сразу было видно, что эта буква означаетъ не звукъ, а число. Слѣдующія 27 буквъ служатъ для выраженія первыхъ 9 чиселъ, 9 десятковъ и 9 сотенъ:

а҃ (1), в҃ (2), г҃ (3), д҃ (4), є (5), ѕ (6,) з҃ (7), и҃ (8), ѳ (9), і҃ (10), к҃ (20), л҃ (30), м҃ (40), н҃ (50), ѯ (60), ѻ (70), п҃ (80), ч҃ (90), р (100), с҃ (200), т҃ (300), ѵ҃ (400), ф҃ (500), х (600), ѱ҃ (700), ѡ (800), ц҃ (900).

Нѣсколько буквъ подъ титломъ, написанныхъ рядомъ, означаютъ число, равное суммѣ чиселъ, выражаемыхъ каждою буквою. Для обозначенія тысячъ передъ числомъ ихъ ставится знакъ ҂. Напр., обозначеніе ҂аѡп҃д выражаетъ число 1884. Буквы ставятся въ томъ порядкѣ, въ какомъ слѣдуютъ числа въ славянскомъ произношеніи. Напр., число 15, произносимое „пять-на-десять", пишется такъ: єі҃, т.-е. вначалѣ ставится буква, означающая 5, а за нею буква, означающая 10.

37. Римская нумерація. Такъ какъ римскія цыфры и въ настоящее время употребляются иногда для выраженія чиселъ, то полезно ознакомиться и съ ними. Римляне употребляли для выраженія чиселъ только слѣдующіе семь знаковъ:

I=1, V=5, X=10, L=50, C=100, D=500, M=1000.

Ихъ способъ выражать числа существенно отличался отъ нашего. У насъ цыфры измѣняютъ свое значеніе съ перемѣною мѣста, а въ римской нумераціи цыфры на всякомъ мѣстѣ сохраняютъ свое значеніе. Когда написаны нѣсколько римскихъ цыфръ рядомъ, то число, выражаемое ими, равно суммѣ чиселъ, выражаемыхъ каждой цыфрой; напр., XXV означаетъ сумму 10-и, 10-и и 5-и, т.-е. 25; CLXV означаетъ 165 и т. п. Исключеніе изъ этого правила составляютъ только слѣдующія числа:

4=IV, 9=IX, 40=XL, 90=XC, 400=CD, 900=CM.

Въ этихъ изображеніяхъ значеніе лѣвой цыфры вычитается изъ значенія правой.

Послѣ этого понятны будутъ слѣдующія изображенія чиселъ:

I=1, II=2, III=3, IV=4, V=5, VI=6, VII=7, VIII=8, IX=9, X=10, XI=11, XII=12, XIV=14, XVIII=18, XIX=19, XX=20, XXIX=29, XLII=42, LXXXIV=84, XCV=95, CCC=300, DC=600, DCC=700, MDCCCLXXXIV=1884.

Число тысячъ изображается такъ же, какъ число единицъ, только съ правой стороны, внизу, ставятъ букву *m* (mille—тысяча); напр.:

$$\mathrm{CLXXX}_m\mathrm{CCCLXIV} = 180364.$$

V. Измѣненіе суммы и остатка.

38. Такъ какъ сумма содержитъ въ себѣ всѣ единицы слагаемыхъ, то очевидно, что:

Если къ какому-либо слагаемому прибавимъ нѣсколько единицъ, то сумма увеличится на столько же единицъ;

Если отъ какого-либо слагаемаго отнимемъ нѣсколько единицъ, то сумма уменьшится на столько же единицъ.

Примѣръ:			
	73	73	73
	18	**20** (ув. на 2)	18
	40	40	**30** (ум. на 10)
	131	**133** (ув. на 2)	**121** (ум. на 10)

Этими свойствами суммы иногда пользуются **при устномъ сложеніи**. Пусть, напр., требуется къ 427 приложить 68. Искомую сумму мы найдемъ быстро, если къ 427 приложимъ не 68, а 70 (получимъ 497), а затѣмъ уменьшимъ найденное число на 2 (получимъ 495).

39. Если измѣнимъ нѣсколько слагаемыхъ, то сумма иногда увеличится, иногда уменьшится, или же можетъ остаться безъ перемѣны. Чтобы предугадать заранѣе, что произойдетъ съ суммою, надо предположить, что сначала измѣнено только одно слагаемое, потомъ другое, затѣмъ третье... и каждый разъ опредѣлять, какъ будетъ измѣняться сумма. Напр.:

30	Увеличимъ 1-е слаг. на 10 . .	**40**
25	Увеличимъ 2-е слаг. на 5 . .	**30**
75	Уменьшимъ 3-е слаг. на 8 . .	**67**
130		**?**

Отъ увеличенія перваго слагаемаго на 10 сумма увеличится на 10. Отъ увеличенія второго слагаемаго на 5 сумма еще увеличится на 5; значитъ, противъ прежняго она увеличится на 10 и на 5, т.-е. на 15. Отъ уменьшенія третьяго слагаемаго на 8 сумма уменьшится на 8; значитъ, противъ прежней она увеличится на 15 безъ 8, т.-е. на 7 и, слѣд., будетъ 137.

Подобными соображеніями полезно иногда руководиться **при устномъ сложеніи**. Пусть, напр., требуется сложить 31, 28 и 31 (числа дней въ январѣ, февралѣ и мартѣ). Вмѣсто этого сложимъ 30, 30 и 30 (получимъ 90). Найденная сумма будетъ надлежащая, такъ какъ мы уменьшили первое и третье слагаемыя каждое на 1, зато второе слагаемое увеличили на 2 единицы.

40. Такъ какъ уменьшаемое есть сумма, а вычитаемое и остатокъ слагаемыя, то легко понять, что:

Если къ уменьшаемому прибавимъ нѣсколько единицъ, то остатокъ увеличится на столько же единицъ;

Если отъ уменьшаемаго отнимемъ нѣсколько единицъ, то остатокъ уменьшится на столько же единицъ;

Если къ вычитаемому прибавимъ нѣсколько единицъ, то остатокъ уменьшится на столько же единицъ;

Если отъ вычитаемаго отнимемъ нѣсколько единицъ, то остатокъ увеличится на столько же единицъ.

Указанныя свойства полезно имѣть въ виду **при устномъ вычитаніи**. Чтобы вычесть, напр., 28 изъ 75, мы можемъ вычесть изъ 75 не 28, а 30 (получимъ 45), но зато полученное число мы должны увеличить на 2 (получимъ 47).

41. Если станемъ измѣнять одновременно и вычитаемое, и уменьшаемое, то остатокъ иногда увеличится, иногда уменьшится, или же можетъ остаться безъ перемѣны. Напр.:

50	Увеличимъ на 10 . .	**60**
15	Увеличимъ на 15 . . .	**30**
35		**?**

Отъ увеличенія уменьшаемаго на 10 остатокъ увеличивается на 10; отъ увеличенія вычитаемаго на 15 остатокъ уменьшается на 15. Значитъ, къ остатку прибавляется 10 и отнимается 15; отъ этого остатокъ уменьшается на 5; значитъ, онъ будетъ 30.

Слѣдуетъ обратить особое вниманіе на случаи, когда, несмотря на измѣненіе данныхъ чиселъ, остатокъ не измѣняется:

Если уменьшаемое и вычитаемое увеличимъ на одно и то же число, то остатокъ не измѣнится;

Если уменьшаемое и вычитаемое уменьшимъ на одно и то же число, то остатокъ не измѣнится. Напр.:

50	увел. на 10 . .	**60**	умен. на 10 . .	**40**
15	увел. на 10 . .	**25**	умен. на 10 . .	**5**
35		35		35

VI. Знаки дѣйствій, скобки, формулы.

42 Знаки дѣйствій. При письменномъ рѣшеніи задачъ часто приходится писать рядомъ другъ съ другомъ данныя числа для различныхъ дѣйствій. Въ такихъ случаяхъ полезно отличать одно дѣйствіе отъ другого посредствомъ какихъ-нибудь знаковъ. Условились обозначать сложеніе знакомъ **плюсъ** +, а вычитаніе знакомъ **минусъ** —. Напр.:

$$\begin{array}{r} 446 \\ +\,235 \\ \hline 681 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 446 \\ -\,235 \\ \hline 211 \end{array}$$

Иногда бываетъ нужно, не производя дѣйствій на самомъ дѣлѣ, только указать знаками, какія дѣйствія надо выполнить надъ данными числами. Положимъ, напр., надо указать, что числа 10, 15 и 20 требуется сложить. Тогда пишутъ данныя слагаемыя въ одну строчку и ставятъ между ними знакъ сложенія: 10+15+20.

Такъ какъ сумма не зависитъ отъ порядка, въ какомъ соединяемъ единицы слагаемыхъ, то безразлично, въ какомъ порядкѣ писать слагаемыя.

Если надо указать, что изъ одного числа требуется вычесть другое, то пишутъ уменьшаемое и вычитаемое въ одну строчку и ставятъ между ними знакъ—. Такъ, выраженіе 10—8 означаетъ, что надо изъ 10 вычесть 8.

Выраженіе 10+15+20 читается такъ: 10 плюсъ 15 плюсъ 20, или же сумма 10-ти, 15-ти и 20-ти. Выраженіе 10—8 читается такъ: 10 минусъ 8, или же разность 10-ти и 8-ми.

Если надъ данными числами надо произвести рядъ послѣдовательныхъ сложеній и вычитаній, то пишутъ числа въ строку въ томъ порядкѣ, въ какомъ надо произвести надъ ними дѣйствія. Такъ, выраженіе 10+15—2 означаетъ, что къ 10-ти надо сначала приложить 15 и затѣмъ отъ полученной суммы отнять 2.

43. Знаки равенства и неравенства. Въ ариѳметикѣ употребительны еще знаки: =, > и <. Первый наз. знакомъ равенства и замѣняетъ собою слово „равно" или „равняется"; два другіе наз. знаками неравенства и означаютъ: знакъ > „больше", а знакъ < „меньше"; напр., выраженія $7+8=15$, $7+8>10$ и $7+8<20$ читаются такъ: 7 плюсъ 8 равно 15; 7+8 больше 10; 7+8 меньше 20 Слѣдуетъ помнить, что знаки > и < должны быть обращены остреемъ угла къ меньшему числу.

44 Скобки и формула. При рѣшеніи задачъ весьма полезно раньше совершенія дѣйствій указать, какія дѣйствія и въ какомъ порядкѣ надо выполнить надъ данными числами, чтобы дойти до отвѣта на предложенный вопросъ. Положимъ, напр., что для рѣшенія какой-нибудь задачи надо сначала сложить 35 и 20, потомъ эту сумму вычесть изъ 200. Чтобы указать это, пишутъ такъ:

$$200-(35+20)$$

Здѣсь сумма 35+20 заключена въ скобки, передъ которыми поставленъ знакъ—; тогда этотъ знакъ означаетъ, что изъ 200 надо вычесть не 35, а сумму 35+20, т. е. 55.

Иногда выраженіе, содержащее скобки, приходится заключить въ новыя скобки; въ такомъ случаѣ употребляютъ скобки различной формы, чтобы отличить ихъ однѣ отъ другихъ; напр., такое выраженіе:

$$100 + \{ 160-[60+(7+8)]\}$$

означаетъ: сложить 7 и 8 (получимъ 15); найденную сумму (15) сложить съ 60 (получимъ 75); вычесть найденное число (75) изъ 160 (получимъ 85); сложить полученное число съ 100 (получимъ 185)*).

Выраженіе, показывающее, какія дѣйствія и въ какой послѣдовательности надо выполнить надъ данными числами, чтобы получить искомое число, наз. формулой.

Вычислить формулу значитъ найти число, которое получится послѣ выполненія всѣхъ дѣйствій, указанныхъ въ формулѣ.

VII. Умноженіе.

Задача. Одна тетрадка стоитъ 7 коп.; сколько стоятъ 4 такія тетрадки?

Для рѣшенія задачи надо найти сумму 7+7+7+7, т.-е. повторить число 7 слагаемымъ 4 раза.

45. Опредѣленіе. Умноженіемъ называется ариеметическое дѣйствіе, посредствомъ котораго одно данное число повторяется слагаемымъ столько разъ, сколько въ другомъ данномъ числѣ находится единицъ.

Такъ, умножить 7 на 4 значитъ повторить число 7 слагаемымъ 4 раза, т.-е. найти сумму 7+7+7+7.

Такимъ образомъ, умноженіе представляетъ собою **сложеніе одинаковыхъ слагаемыхъ** и, слѣд., оно всегда можетъ быть выполнено посредствомъ обыкновеннаго сложенія. Но такое сложеніе очень утомительно въ томъ

---

*) Скобки такой формы: ( ) обыкновенно наз. **простыми**, такой формы: [ ] **прямыми** и такой: { } **фигурными**.

случаѣ, когда число слагаемыхъ велико. Ариѳметика указываетъ болѣе удобный способъ нахожденія суммы одинаковыхъ слагаемыхъ посредствомъ особаго дѣйствія, называемаго умноженіемъ.

Число, которое должно повторить слагаемымъ, называется **множимымъ**, а число, которое показываетъ, сколько разъ надо множимое повторить слагаемымъ, называется **множителемъ**. Число, полученное послѣ умноженія, называется **произведеніемъ**. Напр., когда 7 умножается на 4, то 7 есть множимое, 4 множитель, а получившееся послѣ умноженія число 28 — произведеніе.

Множимое и множитель безразлично наз. **сомножителями**.

Принято обозначать умноженіе посредствомъ особаго знака. Если, напр., 7 надо умножить на 4, то пишутъ такъ: 7×4, или 7.4, т.-е. пишутъ множимое, справа отъ него знакъ умноженія (косой крестъ или точка), а справа отъ знака ставятъ множителя; такое обозначеніе замѣняетъ собою сумму $7+7+7+7$.

45,$_2$. Замѣчанія. 1) **Множитель всегда число отвлеченное**, такъ какъ онъ означаетъ, сколько разъ множимое должно быть повторено слагаемымъ; множимое можетъ означать единицы какого-угодно названія, напр., аршины, рубли, карандаши и т. п.; произведеніе означаетъ единицы того же названія, какъ и множимое; такъ, если 7 рублей умножаются на 4, то получается 28 рублей.

2) **Если множимое равно 1, то произведеніе равно множителю**; такъ, $1\times5=5$, потому что сумма $1+1+1+1+1$ составляетъ 5.

3) **Если множимое равно 0, то и произведеніе равно 0**; напр., $0\times4=0$, потому что сумма $0+0+0+0$ равна 0.

4) **Если множитель есть 1, то произведеніе принимается равнымъ множимому**; напр., произведеніе 5×1 принимается за 5, потому что выраженіе 5×1 означаетъ, что 5 надо повторить слагаемымъ одинъ разъ, а это понимаютъ въ томъ смыслѣ, что 5 надо взять одинъ разъ.

5) **Если множитель есть нуль, то произведеніе принимается равнымъ 0**; напр., $5 \times 0 = 0$.

46. Увеличеніе числа въ нѣсколько разъ. Увеличить число въ 2 раза, въ 3 раза, въ 4 раза и т. д.—значитъ повторить это число слагаемымъ 2 раза, 3 раза, 4 раза и т. д. Напр., увеличить 10 въ 5 разъ—значитъ повторить 10 слагаемымъ 5 разъ, или умножить 10 на 5. Такимъ образомъ **увеличеніе числа въ нѣсколько разъ выполняется умноженіемъ**, тогда какъ увеличеніе числа на какое-нибудь число выполняется сложеніемъ.

47 Перемѣстительное свойство произведенія. Возьмемъ какія-нибудь два числа, напр., 50 и 36, и составимъ произведеніе 50×36. Это произведеніе представляетъ собою сумму:

$$50+50+50\ldots\ldots\ (36\ \text{разъ}).$$

Такъ какъ сумма не зависитъ отъ того порядка, въ какомъ мы соединяемъ единицы слагаемыхъ, то мы можемъ найти эту сумму, между прочимъ, такъ: возьмемъ отъ каждаго слагаемаго по одной единицѣ, тогда получимъ 36 единицъ; возьмемъ еще по одной единицѣ, опять получимъ 36 ед.; возьмемъ въ третій разъ по одной единицѣ, получимъ въ третій разъ 36 ед. Такъ какъ отъ каждаго слагаемаго нашей суммы можно брать по одной единицѣ 50 разъ, то, выбравъ всѣ единицы, мы получимъ 36 единицъ, повторенныя 50 разъ; значитъ:

$$\overbrace{50+50+50+\ldots\ldots}^{36\ \text{разъ}}=\overbrace{36+36+36+\ldots\ldots}^{50\ \text{разъ}}$$

$$\text{т.-е.}\ 50 \times 36 = 36 \times 50.$$

Итакъ, **произведеніе не измѣняется отъ перемѣны мѣстъ сомножителей.**

Умноженіе однозначнаго числа на однозначное.

48. Таблица умноженія. Пусть требуется умножить 7 на 3. Для этого достаточно повторить 7 слагаемыхъ 3 раза:

$$7\times3=7+7+7=21.$$

(семь да семь—четырнадцать, да еще семь—двадцать одинъ).

Чтобы умѣть быстро производить умноженіе всякихъ чиселъ, надо запомнить всѣ произведенія однозначныхъ чиселъ. Для этого составляютъ, при помощи сложенія, таблицу умноженія и заучиваютъ ее.

Таблица умноженія.

$2\times2=4$	$2\times3=6$	$2\times4=8$	$2\times5=10$
$3\times2=6$	$3\times3=9$	$3\times4=12$	$3\times5=15$
$4\times2=8$	$4\times3=12$	$4\times4=16$	$4\times5=20$
$5\times2=10$	$5\times3=15$	$5\times4=20$	$5\times5=25$
$6\times2=12$	$6\times3=18$	$6\times4=24$	$6\times5=30$
$7\times2=14$	$7\times3=21$	$7\times4=28$	$7\times5=35$
$8\times2=16$	$8\times3=24$	$8\times4=32$	$8\times5=40$
$9\times2=18$	$9\times3=27$	$9\times4=36$	$9\times5=45$
$2\times6=12$	$2\times7=14$	$2\times8=16$	$2\times9=18$
$3\times6=18$	$3\times7=21$	$3\times8=24$	$3\times9=27$
$4\times6=24$	$4\times7=28$	$4\times8=32$	$4\times9=36$
$5\times6=30$	$5\times7=35$	$5\times8=40$	$5\times9=45$
$6\times6=36$	$6\times7=42$	$6\times8=48$	$6\times9=54$
$7\times6=42$	$7\times7=49$	$7\times8=56$	$7\times9=63$
$8\times6=48$	$8\times7=56$	$8\times8=64$	$8\times9=72$
$9\times6=54$	$9\times7=63$	$9\times8=72$	$9\times9=81$

Обыкновенно эту таблицу заучиваютъ такъ:

$2\times2=4$ . . . . . дважды два—четыре
$3\times2=6$ . . . . . дважды три—шесть
. . . .
$5\times3=15$ . . . . . трижды пять—пятнадцать и т. п.

При этомъ достаточно заучить только тѣ произведенія, которыя напечатаны крупно: остальныя отличаются отъ этихъ только порядкомъ сомножителей.

Умноженіе многозначнаго числа на однозначное.

49. Примѣръ. 846×5.

Принято располагать дѣйствіе такъ:

$$\begin{array}{r} 846 \\ \times 5 \\ \hline 4230 \end{array}$$

т.-е. пишутъ множимое, подъ нимъ множителя; подъ множителемъ проводятъ черту; сбоку ставятъ знакъ умноженія. Подъ чертою пишутъ цыфры произведенія по мѣрѣ того, какъ ихъ получаютъ.

Умножить 846 на 5 значитъ повторить 846 слагаемымъ 5 разъ. Повторимъ 5 разъ сначала единицы множимаго, потомъ его десятки, затѣмъ сотни. Произведеніе найдемъ по таблицѣ умноженія.

Пятью 6... 30 ед., т.-е. 3 десятка; ставимъ 0 подъ чертою на мѣстѣ единицъ, а 3 десятка запоминаемъ.

Пятью 4 десятка—20 десятковъ; да 3 дес... 23 дес., т.-е. 2 сотни и 3 дес.; ставимъ 3 десятка подъ чертою на мѣстѣ десятковъ, а 2 сотни запоминаемъ.

Пятью 8 сотенъ... 40 сотенъ; да 2 сотни... 42 сотни; ставимъ подъ чертою 42 сотни, т.-е. 4 тысячи и 2 сотни.

Произведеніе 846 на 5 оказывается 4230.

50. Правило умноженія многозначнаго числа на однозначное. Пишутъ множимое, подъ нимъ множителя, подъ множителемъ проводятъ черту.

Умножаютъ (по таблицѣ умноженія) единицы множимаго на множителя. Если отъ этого умноженія получится однозначное число, то его пишутъ подъ чертою на мѣстѣ единицъ; если же получится двузначное число, то десятки его запоминаютъ, а единицы пишутъ подъ чертою.

Умножаютъ затѣмъ (по таблицѣ умноженія) десятки множимаго на множителя и къ полученному числу прикладываютъ въ умѣ то число десятковъ, которое могло получиться отъ умноженія единицъ. Если послѣ этого получится число однозначное, то его пишутъ подъ чертою на мѣстѣ десятковъ; если же получится число двузначное, то десятки его запоминаютъ, а единицы пишутъ подъ чертою.

Такъ же умножаютъ на множителя сотни множимаго, за сотнями—тысячи множимаго и т. д.

Умноживши послѣднюю цыфру множимаго, пишутъ полученное отъ этого число, хотя бы оно было и двузначное, подъ чертою, влѣво отъ ранѣе написанныхъ цыфръ.

Умноженіе на 10, на 100, на 1000 и вообще на 1 съ нулями.

51. Примѣръ. 1. 358×10.

Умножить 358 на 10 значитъ повторить 358 слагаемымъ 10 разъ. Чтобы легче узнать, сколько получится, повторимъ 10 разъ каждую изъ 358 единицъ. Одна единица, повторенная 10 разъ, даетъ десятокъ; значитъ, если каждую изъ 358 ед. повторимъ 10 разъ, то получимъ 358 десятковъ, что составляетъ 358**0** единицъ.

Примѣръ 2. 296×1000

Одна единица, повторенная 1000 разъ, составляетъ одну тысячу; слѣд., 296 единицъ, повторенныя 1000 разъ, составляютъ 296 тысячъ, что пишется такъ: 296**000**.

Правило. Чтобы умножить число на единицу съ нулями, достаточно приписать ко множимому справа столько нулей, сколько ихъ есть во множителѣ *).

---

*) Въ этомъ можно также убѣдиться, принявъ во вниманіе, что произведеніе не измѣняется отъ перестановки сомножителей; на основаніи этого свойства произведеніе 296×1000 равносильно произведенію 1000×296: а повторивъ 1000 слагаемымъ 296 разъ, получимъ 296000.

Умноженіе на какую угодно значащую цыфру съ нулями.

52. Примѣръ 1. 248×30.

Умножить 248 на 30 значить повторить 248 слагаемымъ 30 разъ. Но 30 слагаемыхъ можно соединить въ 10 одинаковыхъ группъ, по 3 слагаемыхъ въ каждой группѣ:

248	248	248	248	248	248	248	248	248	248
248	248	248	248	248	248	248	248	248	248
248	248	248	248	248	248	248	248	248	248
744	744	744	744	744	744	744	744	744	744

Вмѣсто того, чтобы 248 повторять 3 раза, мы можемъ умножить 248 на 3, и вмѣсто того, чтобы 744 повторять 10 разъ, мы можемъ умножить 744 на 10.

Значитъ, для умноженія какого-нибудь числа на 30 достаточно умножить его на 3 и полученное произведеніе—на 10 (для чего надо приписать справа одинъ нуль).

Примѣръ 2. 895×400.

Въ этомъ примѣрѣ требуется повторить 895 слагаемымъ 400 разъ. Но 400 слагаемыхъ можно соединить въ 100 группъ, по 4 слагаемыхъ въ каждой группѣ. Чтобы узнать, сколько единицъ въ одной группѣ, надо 895 умножить на 4 (получимъ 3580); чтобы затѣмъ узнать, сколько единицъ во всѣхъ группахъ, надо 3580 умножить на 100 (для чего достаточно приписать 2 нуля).

Дѣйствіе располагаютъ такъ:

$$\begin{array}{r} 248 \\ \times 30 \\ \hline 7440 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 895 \\ \times 400 \\ \hline 358000 \end{array}$$

т.-е. пишутъ множителя такъ, чтобы нули его стояли направо отъ множимаго.

Правило. Чтобы умножить число на значащую цыфру съ нулями, достаточно умножить множимое на эту значащую цыфру и къ произведенію приписать справа столько нулей, сколько ихъ есть во множителѣ.

Замѣчаніе. Правило этого (и предыдущаго) параграфа выражено не совсѣмъ точно: умножать на цыфру нельзя, такъ какъ цыфра—не число, а письменный знакъ числа; когда мы умножаемъ на 7, мы умножаемъ не на цыфру 7, а на число, изображаемое этой цыфрою. Точно такъ же: не къ произведенію приписываются нули, а къ цыферному изображенію произведенія, и не столько нулей, сколько ихъ есть во множителѣ, а столько нулей, сколько ихъ есть въ цыферномъ изображеніи множителя.

Однако, ради краткости рѣчи, мы будемъ и далѣе употреблять такія неправильныя выраженія, условившись понимать ихъ указаннымъ образомъ.

Умноженіе на многозначное число.

53. Примѣръ. 3826×472.

Умножить 3826 на 472 значитъ повторить 3826 слагаемымъ 472 раза. Для этого достаточно повторить 3826 слагаемымъ 2 раза, потомъ 70 разъ, потомъ 400 разъ и полученныя суммы соединить въ одну; другими словами, достаточно 3826 умножить на 2, потомъ на 70, затѣмъ на 400 и полученныя произведенія сложить.

$$
\begin{array}{r}
3826 \\
\times\, 472 \\
\hline
7652 \\
267820 \\
1530400 \\
\hline
1805872
\end{array}
\qquad\qquad
\begin{array}{r}
3826 \\
\times\, 472 \\
\hline
7652 \\
26782 \\
15304 \\
\hline
1805872
\end{array}
$$

Дѣйствіе расположимъ такъ: пишемъ множимое, подъ нимъ множителя, подъ множителемъ проводимъ черту. Умножаемъ множимое на 2 и полученное произведеніе пишемъ подъ чертою; это будетъ **первое частное произведеніе**. Умножаемъ множимое на 70; для этого достаточно умножить множимое на 7 и къ произведенію приписать справа одинъ нуль; поэтому мы ставимъ 0 подъ цыфрою единицъ перваго частнаго произведенія, а цыфры, получаемыя отъ умноженія множимаго на 7, пишемъ, по порядку ихъ полученія, подъ десятками, сотнями и прочими разрядами перваго частнаго произведенія Это будетъ **второе частное произведеніе**. Умножаемъ множимое на 400. Для этого достаточно умножить 3826 на 4 и къ произведенію приписать справа два нуля. Пишемъ два нуля подъ единицами и десятками второго частнаго произведенія, а цыфры, получаемыя отъ умноженія множимаго на 4, пишемъ, по порядку ихъ полученія, подъ сотнями, тысячами и прочими разрядами второго частнаго произведенія. Тогда получимъ **третье частное произведеніе**. Подъ послѣднимъ частнымъ произведеніемъ проводимъ черту и складываемъ всѣ ихъ.

Для сокращенія письма обыкновенно не пишутъ нулей, указанныхъ нами жирнымъ шрифтомъ (см. на предыдущей страницѣ примѣръ умноженія, помѣщенный направо); при этомъ надо только помнить, что, умножая множимое на цыфру десятковъ множителя, мы должны писать первую полученную цыфру подъ десятками перваго частнаго произведенія; умножая на цыфру сотенъ множителя, пишемъ первую полученную цыфру подъ сотнями предыдущихъ частныхъ произведеній и т. д.

З а м ѣ ч а н і е. Если въ числѣ цыфръ множителя есть 1, то, умножая множимое на эту цыфру, надо имѣть въ виду, что, когда множитель есть 1, произведеніе принимается равнымъ множимому.

Примѣръ:

$$
\begin{array}{r}
470827 \\
\times\ 60013 \\
\hline
1412481 \\
470827 \\
2824962 \\
\hline
28255740751
\end{array}
$$

54. Правило умноженія на многозначное число. Подписываютъ подъ множимымъ множителя и подъ множителемъ проводятъ черту.

Умножаютъ множимое на значащія цыфры множителя: сначала на цыфру его единицъ, потомъ на цыфру его десятковъ, затѣмъ на цыфру сотенъ и т. д.

Получаемыя отъ этихъ умноженій частныя произведенія пишутъ подъ чертою одно подъ другимъ, наблюдая, чтобы первая справа цыфра каждаго частнаго произведенія стояла на одной вертикальной линіи съ тою цыфрою множителя, на которую умножаютъ.

Всѣ частныя произведенія складываютъ между собою.

Умноженіе чиселъ, оканчивающихся нулями.

55. Примѣръ 1. 2800×15.

Умножить 2800 на 15 значитъ повторить 2800 слагаемымъ 15 разъ. Если станемъ находить эту сумму обыкновеннымъ сложеніемъ:

$$
\begin{array}{r}
\left.\begin{array}{r}
2800 \\
2800 \\
\text{——} \\
\text{——} \\
+\ \text{——} \\
\text{——} \\
\text{——}
\end{array}\right\}\ \text{15 разъ} \\
\hline
\ldots 00\phantom{\ \text{15 разъ}}
\end{array}
$$

то нули слагаемыхъ, очевидно, перейдутъ и въ сумму, а 28 сотенъ повторятся слагаемымъ 15 разъ. Отсюда заключаемъ, что для умноженія 2800 на 15 достаточно умножить 28 на 15 и къ произведенію приписать 2 нуля.

Дѣйствіе располагаютъ такъ:

$$\begin{array}{r} 2800 \\ \times\ 15 \\ \hline 140 \\ 28 \\ \hline 42000 \end{array}$$

т.-е. пишутъ множителя такъ, чтобы нули множимаго стояли направо отъ множителя, производятъ умноженіе, не обращая вниманія на нули множимаго, а къ произведенію ихъ приписываютъ справа.

Примѣръ 2. 358×23000.

$$\begin{array}{r} 358 \\ \times\ 23000 \\ \hline 1074 \\ 716 \\ \hline 8234000 \end{array}$$

Чтобы повторить 358 слагаемымъ 23000 разъ, можно повторить 358 слагаемымъ 23 раза (т.-е. умножить 358 на 23) и полученное число повторить слагаемымъ 1000 разъ (т.-е. умножить на 1000, для чего достаточно приписать справа три нуля). Дѣйствіе располагаютъ такъ какъ указано на примѣрѣ*).

Примѣръ 3. 57000×3200.

$$\begin{array}{r} 57000 \\ \times\ 3200 \\ \hline 114 \\ 171 \\ \hline 182400000 \end{array}$$

Для умноженія 57000 на какое-нибудь число, надо умножить на это число 57 и къ произведенію приписать три нуля. Но чтобы умножить 57 на 3200, надо умножить 57 на 32 и къ произведенію приписать два нуля. Поэтому, когда множимое и множитель оканчивается нулями, производятъ умноженіе, не обращая вниманія на нули, и къ произведенію приписываютъ столько нулей, сколько ихъ есть во множимомъ и во множителѣ вмѣстѣ.

56. Умноженіе въ обратномъ порядкѣ. Во всѣхъ предыдущихъ примѣрахъ множимое умножалось сначала на единицы множителя, потомъ на его десятки, затѣмъ на его сотни и т. д. Но можно производить умноженіе въ обратномъ порядкѣ. Напр.:

---

*) Примѣръ 2-й можно свести къ примѣру 1-му, основываясь на неизмѣняемости произведенія отъ перемѣны мѣстъ сомножителей.

$$\begin{array}{r} 2834 \\ \times 568 \\ \hline 22672 \\ 17004 \\ 14170 \\ \hline 1609712 \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{r} 2834 \\ \times 568 \\ \hline 14170 \\ 17004 \\ 22672 \\ \hline 1609712 \end{array}$$

Единственная разница между этими пріемами умноженія—та, что, подписывая частныя произведенія одно подъ другимъ, приходится отступать влѣво, если дѣйствіе ведется по первому пріему, и вправо, если оно совершается по второму пріему. Первый пріемъ болѣе употребителенъ.

57. Повѣрка умноженія. Такъ какъ произведеніе не измѣняется отъ перемѣны мѣстъ сомножителей, то для повѣрки умноженія достаточно совершить его во второй разъ, умножая множителя на множимое. Напр.:

$$\begin{array}{r} 532 \\ \times 145 \\ \hline 2660 \\ 2128 \\ 532 \\ \hline 77140 \end{array} \qquad \text{Повѣрка:} \qquad \begin{array}{r} 145 \\ \times 532 \\ \hline 290 \\ 435 \\ 725 \\ \hline 77140 \end{array}$$

Оба произведенія оказались одинаковы; слѣд., весьма вѣроятно, что дѣйствіе сдѣлано вѣрно.

Произведеніе нѣсколькихъ сомножителей.

58. Опредѣленіе. Пусть имѣемъ нѣсколько чиселъ напр., 7, 5, 3 и 4. Составимъ изъ нихъ произведеніе такимъ образомъ: умноживъ первое число на второе, получимъ 35; умноживъ 35 на третье число, получимъ 105; умноживъ 105 на четвертое число, получимъ 420. Число 420 называется произведеніемъ четырехъ сомножителей 7, 5, 3 и 4. Для обозначенія такихъ послѣдовательныхъ умноженій пишутъ данныя числа въ одну строчку въ томъ порядкѣ, въ какомъ требуется производить надъ ними умноженіе, и ставятъ между ними знакъ умноженія. Такимъ образомъ выраженія:

$$3.\ 4.\ 2.\ 7 \text{ или } 3\times4\times2\times7$$

равносильны такому: $[(3.4).2].7$

т.-е. означаютъ, что 3 умножается на 4, полученное произведеніе—на 2 и это послѣднее произведеніе—на 7.

59. Перемѣстительное свойство произведенія. Произведеніе не измѣняется отъ перемѣны мѣстъ сомножителей.

Мы уже убѣдились въ этомъ для произведенія двухъ сомножителей (§ 47). Но это же свойство принадлежитъ и произведенію сколькихъ угодно сомножителей. Напр., вычисливъ каждое изъ произведеній:

2. 5 3. 4. 7   2. 3. 4. 5. 7   4. 7. 3. 2. 5   7. 2. 3. 4. 5

отличающихся порядкомъ сомножителей, мы получимъ одно и то же число 840.

Чтобы доказать это свойство, будемъ вести разсужденіе въ такой послѣдовательности.

Во 1) докажемъ, что **можно переставить, не измѣняя произведенія, двухъ рядомъ стоящихъ сомножителей**; напр., докажемъ, что если въ произведеніи 2. 5. **3. 4.** 7, переставимъ сомножителей 3 и 4. то произведеніе не измѣнится.

Отбросимъ пока послѣдняго сомножителя; тогда получимъ такое произведеніе: 2. 5. 3. 4 или 10. 3. 4. Чтобы вычислить это произведеніе, надо 10 повторить слагаемымъ 3 раза и полученное число повторить слагаемымъ 4 раза; значитъ:

$$10.3.4=(10+10+10)+(10+10+10)+$$
$$+(10+10+10)+(10+10+10)$$

Возьмемъ отъ каждаго слагаемаго этой суммы по 10; тогда получимъ $10+10+10+10$, т.-е. 10. 4. Взявъ отъ каждаго слагаемаго еще 10, снова получимъ 10.4. Наконецъ, взявъ въ третій разъ по 10, получимъ еще 10. 4. Всего мы такимъ образомъ получимъ: $10.4+10.4+10.4$, т.-е. 10 . 4 . 3. Значитъ, $10.3.4=10.4.3$. Умноживъ каждое изъ этихъ произведеній на отброшеннаго раньше сомножителя 7, мы не нарушимъ равенства между ними; тогда будемъ имѣть:

$$10.3.4.7=10.4.3.7$$

или $$2.5.3.4.7=2.5.4.3.7$$

Во 2) докажемъ, что **можно переставить, не измѣняя произведенія, двухъ какихъ угодно сомножителей**; напр., докажемъ, что въ произведеніи 2.**5**.3.4.**7** можно переставить сомножителей 5 и 7.

Сомножителя 5 можно переставить съ 3, потому что эти сомножители стоятъ рядомъ. Затѣмъ, по той же причинѣ, 5 можно переставить съ 4 и, наконецъ, съ 7. Такимъ образомъ сомножитель 5 будетъ переведенъ на то мѣсто, которое занималъ прежде сомножитель 7, и мы будемъ имѣть произведеніе 2 . 3 . 4 . **7** . **5**. Переставляя теперь сомножителя 7 съ 4, а потомъ съ 3, мы переведемъ его на то мѣсто, которое прежде занималъ сомножитель 5. Такимъ образомъ:

2.**5**.3.4.**7**=2.**7**.3.4.**5**

Наконецъ, въ 3) докажемъ, что **произведеніе не измѣнится, если переставимъ его сомножителей какъ угодно**; напр., докажемъ, что въ произведеніи 2 . 5 . 3 . 4 . 7 сомножителей можно переставить такъ: **3**.**7**.**5**.**4**.**2**

Сравнивая послѣднее произведеніе съ даннымъ, видимъ, что сомножитель 3 долженъ стоять на 1-мъ мѣстѣ. Для этого мы помѣняемъ его мѣстами съ 2, что можно сдѣлать по доказанному раньше. Тогда получимъ новое произведеніе 3 . 5 . 2 . 4 . 7. Теперь сомножителя 7 приведемъ на второе мѣсто; для этого переставимъ его съ 5; получимъ 3.7.2.4.5. Въ этомъ произведеніи переставимъ 5 съ 2; тогда получимъ: **3** . **7** . **5** . **4** . **2**. Теперь всѣ сомножители приведены въ требуемый порядокъ, при чемъ произведеніе ни разу не измѣнилось.

Такъ какъ каждый изъ сомножителей можетъ быть поставленъ на концѣ, т.-е. можетъ быть принятъ за множителя, то всѣ они часто называются **множителями**.

60. Какъ умножить на произведеніе. Мы видѣли (§ 52), что если требуется умножить какое-нибудь число на 30 (т.-е. на произведеніе 3 . 10), то достаточно умножить множимое на 3 и полученное число на 10; также для умноженія какого-нибудь числа на 400 (т.-е. на произведеніе 4 . 100) можно умножить это число на 4 и полученное число на 100. Подобнымъ образомъ можно поступать всегда, если множитель представляетъ собою произведеніе. Пусть, напр., требуется умножить 10 на число 12, которое равно произведенію 3.4.

Объяснимъ, что для этого достаточно 10 умножить на 3 и полученное произведеніе умножить еще на 4. Дѣйствительно, умножить 10 на 12 значить найти сумму:

$$10+10+10+10+10+10+10+10+10+10+10+10$$

Но сумму эту мы можемъ вычислить, между прочимъ, такъ: соединимъ слагаемыя въ 4 одинаковыхъ группы по 3 слагаемыхъ въ каждой группѣ:

$$(10+10+10)+(10+10+10)+(10+10+10)+(10+10+10);$$

тогда въ каждой группѣ единицъ будетъ 10.3, а во всѣхъ группахъ ихъ окажется:

$(10.3)+(10.3)+(10.3)+(10.3)$, что равно $10.3.4$

Подобно этому можно убѣдиться, что

$$7.24=7.(2.3.4)=7.2.3.4=14.3.4=42.4=168$$

Такимъ образомъ, **чтобы умножить на произведеніе нѣсколькихъ чиселъ, достаточно умножить множимое на перваго сомножителя, полученное произведеніе — на второго, послѣднее произведеніе—на третьяго** и т. д.

Этимъ пользуются иногда при **устномъ умноженіи**; напр., чтобъ умножить 36 на 8, т.-е. на 2.2.2, можно 36 удвоить (получимъ 72), еще удвоить (получимъ 144) и еще разъ удвоить (получимъ 288).

61. Какъ вычислить произведеніе нѣсколькихъ сомножителей. Пусть требуется вычислить произведеніе 7.2.4.5. Вмѣсто того, чтобы совершать умноженія въ томъ порядкѣ, въ какомъ написаны сомножители, мы можемъ соединить ихъ въ какія-нибудь группы, напр., такъ: (7.4).(2.5), сдѣлать умноженіе въ каждой группѣ отдѣльно и полученныя числа перемножить:

$$7.4=28;\ 2.5=10;\ 28.10=280.$$

Дѣйствительно, чтобы умножить число 7.4, т.-е. 28, на произведеніе 2.5, достаточно умножить 28 на 2 и полученное число еще на 5; тогда получимъ 28.2.5, а это все равно, что 7.4.2.5; это же произведеніе одинаково съ даннымъ произведеніемъ 7.2.4.5 (такъ какъ произведеніе не измѣняется отъ перемѣны мѣстъ сомножителей). Итакъ,

чтобы вычислить произведеніе нѣсколькихъ сомножителей, можно соединить ихъ въ какія угодно группы, сдѣлать умноженіе въ каждой группѣ отдѣльно и полученныя числа перемножить.

Конечно, всего лучше соединять сомножителей въ такія группы, при которыхъ умноженіе произвести всего удобнѣе. Напр., чтобы вычислить произведеніе 25.7. 4 . 8, всего удобнѣе поступить такъ: 25 . 4=100; 7.8=56; 56.100=5600.

62. Степень. Произведеніе нѣсколькихъ одинаковыхъ сомножителей называется степенью, при чемъ произведеніе двухъ одинаковыхъ сомножителей называется **второй степенью,** произведеніе трехъ одинаковыхъ сомножителей называется **третьей степенью,** и т. д.

Такъ, произведеніе 5.5, т.-е. 25, есть вторая степень 5-и, произведеніе 3.3.3, т.-е. 27, есть третья степень 3-хъ, произведеніе 2.2.2.2, т.-е. 16, есть четвертая степень 2-хъ.

Степени выражаютъ сокращенно такъ:

$2 \,.\, 2 \,.\, 2 = 2^3$ (2 въ 3-й степени),

$3 \,.\, 3 \,.\, 3 \,.\, 3 = 3^4$ (3 въ 4-й степени) и т. п.

т.-е. пишутъ число, которое берется сомножителемъ, и надписываютъ надъ нимъ съ правой стороны другое число, показывающее, сколько въ степени одинаковыхъ сомножителей; это второе число называется **показателемъ степени.**

VIII. Дѣленіе.

Предварительное замѣчаніе. Если какое-нибудь число разложено на равныя части, то каждая часть получаетъ названіе, указывающее, сколько такихъ частей во всемъ числѣ. Такъ, если число разложено на 5 равныхъ частей, то каждая часть наз. **пятою** частью числа, которое разложено, если на 20 равныхъ частей, то каждая часть наз. **двадцатою частью**

и т. п. Вторая часть наз. иначе **половина**, третья часть— **треть** и четвертая часть—**четверть**.

Задача 1. Роздано 24 листа бумаги поровну 6-ти ученикамъ. Сколько листовъ получилъ каждый ученикъ?

Для рѣшенія задачи достаточно найти шестую часть 24-хъ листовъ. Предположимъ, что шестая часть будетъ 2 листа; тогда всѣ 6 частей составили бы 2×6, т.-е. 12 листовъ, что меньше 24-хъ; предположимъ, что шестая часть будетъ 3 листа; тогда число, которое разлагается на части, было бы 3×6, т.-е. 18, что все-таки меньше 24-хъ. Допустимъ, что шестая часть окажется 4 листа; тогда въ 6-ти частяхъ будетъ 4×6, т.-е. ровно 24 листа. Значитъ, каждый ученикъ получитъ по 4 листа.

Мы видимъ, что въ этой задачѣ требовалось найти такое число, которое, умноженное на 6, составило бы 24; значитъ, въ задачѣ по данному произведенію 24 и множителю 6 требуется отыскать множимое 4.

Задача 2. Роздано ученикамъ 24 листа бумаги по 6 листовъ каждому. Сколько учениковъ получили бумагу?

Для рѣшенія задачи надо узнать, сколько разъ отъ 24 листовъ можно отнимать по 6 листовъ, или, другими словами, сколько разъ въ 24 (листахъ) содержится 6 (листовъ). Предположимъ, что только 2 раза; тогда все число листовъ было бы 6×2, т.-е. 12, что меньше 24-хъ. Предположимъ, что 6 листовъ содержатся 3 раза; тогда всѣхъ листовъ было бы 6×3, т.-е. 18, что все-таки меньше 24. Допустимъ, что 6 листовъ содержатся 4 раза; тогда всѣхъ листовъ было бы 6×4, т.-е. ровно 24. Значитъ, по 6 листовъ получили 4 ученика.

Въ этой задачѣ требовалось найти число, на которое надо умножить 6, чтобы получить 24; здѣсь по данному произведенію 24 и данному множимому 6 требовалось найти множителя 4.

63. Опредѣленіе. Дѣленіемъ наз. ариѳметическое дѣйствіе, посредствомъ котораго по данному произведенію и одному изъ сомножителей отыскивается другой сомножитель.

Такъ, раздѣлить 24 на 6 значитъ узнать: какое число слѣдуетъ умножить на 6, чтобы получить въ произведеніи 24 (другими словами: найти шестую часть 24-хъ); **или** на какое число слѣдуетъ умножить 6, чтобы получить въ произведенiи 24 (другими словами: сколько разъ 6 содержится въ 24-хъ).

При дѣленiи данное произведенiе наз. **дѣлимымъ**, данный сомножитель — **дѣлителемъ**, а искомый сомножитель—**частнымъ**. Такъ, въ приведенномъ примѣрѣ 24 есть дѣлимое, 6 дѣлитель, а искомое число, т.-е. 4 — частное.

Дѣленiе обозначается знакомъ :, который ставятъ между дѣлимымъ и дѣлителемъ, при чемъ дѣлимое пишется налѣво, а дѣлитель направо отъ этого знака; напр., 24 : 6. Какъ знакъ дѣленiя иногда употребляется *черта*, напр. $\frac{24}{6}$

Изъ опредѣленiя слѣдуетъ, что **дѣленiе есть дѣйствiе, обратное умноженiю**, потому что при дѣленiи дается то, что отыскивается при умноженiи (т.-е. произведенiе), и отыскивается то, что при умноженiи дается (т.-е. сомножитель).

64. Свойство частнаго. Величина частнаго не зависитъ отъ того, означаетъ ли оно множимое или множителя.

Пусть, напр., дѣлимое будетъ 24, а дѣлитель 6. Искомое частное можетъ означать или множимое, или множителя. Въ первомъ случаѣ оно есть такое число, которое надо умножить на 6, чтобы получить 24. Во второмъ случаѣ оно есть такое число, *на* которое надо умножить 6, чтобы получить 24. Такъ какъ произведенiе не измѣняется, когда мы множимое и множителя помѣняемъ мѣстами, то въ обоихъ случаяхъ искомое число должно быть одно и то же, именно 4, такъ какъ

если $4 \times 6 = 24$, то и $6 \times 4 = 24$.

Такимъ образомъ, узнаемъ ли мы шестую часть 24-хъ, или узнаемъ, сколько разъ 6 содержится въ 24, въ обоихъ случаяхъ получаемъ одно и то же число 4.

65. Дѣленiе съ остаткомъ. Пусть требуется раздѣлить 27 на 6. Пробуя умножать число 6 на 1, 2, 3, 4, 5....., мы замѣчаемъ, что ни одно изъ произведенiй не равно 27. Значитъ, предложенное дѣленiе нельзя выполнить. Подобно этому нельзя выполнить дѣленiе

12 на 5, 50 на 7 и т. п. Однако, мы условимся говорить: „раздѣлить 27 на 6", „раздѣлить 12 на 5" и т. п., разумѣя при этомъ, чтобы была раздѣлена **наибольшая часть** дѣлимаго, какая только можетъ раздѣлиться на дѣлителя. Такъ, наибольшая часть 27-и, дѣлящаяся на 6, есть 24; это число и требуется раздѣлить, когда говорятъ: „раздѣлить 27 на 6".

При такомъ дѣленіи получается **остатокъ**, т.-е. избытокъ дѣлимаго надъ тою его частью, которая дѣлится. Такъ, дѣля 27 на 6, мы получаемъ въ остаткѣ число 3. Остатокъ всегда меньше дѣлителя, если только мы дѣлимъ дѣйствительно наибольшую часть дѣлимаго, какая только можетъ раздѣлиться на дѣлителя.

Когда дѣленіе происходитъ съ остаткомъ, то получившееся при этомъ частное наз. **приближеннымъ частнымъ**. Такъ, дѣля 27 на 6, мы получаемъ приближенное частное 4. Дѣйствіе можно обозначить такъ:

$$27 : 6 = 4 \text{ (ост. 3)},$$

помѣщая въ скобкахъ остатокъ отъ дѣленія.

Конечно, приближенное частное тоже имѣетъ двоякое значеніе, смотря по тому, означаетъ ли оно множимое, или множителя. Такъ, дѣленіе 27 : 6 = 4 (ост. 3), означаетъ: или, что раздѣливъ 27 на 6 равныхъ частей, мы получимъ въ каждой части по 4 единицы, причемъ 3 ед. останутся не раздѣленными, или, что въ 27 число 6 содержится 4 раза, причемъ еще остается 3 единицы.

Для сокращенія рѣчи неточное частное мы будемъ просто называть **частнымъ**.

При рѣшеніи весьма многихъ задачъ приходится находить неточное частное. Пусть, напр., намъ предложена такая

Задача. 27 листовъ бумаги раздавали 6-ти ученикамъ, всѣмъ поровну; по скольку листовъ получилъ каждый ученикъ?

Въ задачѣ не сказано, всѣ ли листы бумаги розданы ученикамъ, или нѣсколько листовъ осталось; подразумѣвается только, что роздали столько бумаги, сколько было можно. Значитъ, чтобы узнать, сколько получилъ каждый ученикъ, мы должны раздѣлить на 6 или 27, если это возможно, или же наибольшую часть 27-и, какую только возможно раздѣлить на 6.

Когда дѣленіе совершается съ остаткомъ, то **дѣлимое равно произведенію дѣлителя на частное плюсъ остатокъ.**

Такъ, если 84 . 10 = 8 (ост. 4), то $84 = 10 \times 8 + 4$.

Дѣйствительно, когда мы умножимъ неточное частное на дѣлителя, то получимъ ту часть дѣлимаго, которая была раздѣлена; если же приложимъ къ этому произведенію остатокъ, то получимъ все дѣлимое.

Когда дѣленіе совершается безъ остатка, то **дѣлимое равно произведенію дѣлителя на частное.**

66. Когда употребляется дѣленіе. При рѣшеніи задачъ дѣленіе употребляется въ слѣдующихъ **4-хъ** случаяхъ:

1) Когда надо узнать, **сколько разъ меньшее данное число содержится въ большемъ данномъ числѣ.** Такъ, чтобы опредѣлить, сколько разъ 8 руб. содержатся въ 48 руб., достаточно найти, на какое число слѣдуетъ умножить 8 руб., чтобы получить 48 руб.; здѣсь по произведенію 48 и множимому 8 требуется отыскать **множителя**; а это узнается дѣленіемъ (8 руб. въ 48 руб. содержатся 6 разъ).

2) **Когда надо узнать, во сколько разъ одно данное число больше или меньше другого даннаго числа,** потому что узнать это—значитъ опредѣлить, сколько разъ большее данное число содержитъ въ себѣ меньшее. Такъ, узнать, во сколько разъ 63 больше 9, значитъ опредѣлить, сколько разъ 63 содержитъ въ себѣ 9.

3) **Когда требуется одно данное число разложить на нѣсколько равныхъ частей.** Пусть, напр., требуется разложить 60 на 12 равныхъ частей (другими словами: требуется найти **двѣнадцатую** часть 60-ти). Для этого достаточно опредѣлить, какое число надо умножить на 12, чтобы получить 60; здѣсь по произведенію 60 и

множителю 12 требуется отыскать **множимое**; а это узнается дѣленіемъ (искомая часть равна 5).

4) **Когда надо данное число уменьшить въ нѣсколько разъ**, потому что уменьшить, напр., 60 въ 12 разъ значить вмѣсто 60-ти взять одну его двѣнадцатую часть.

67. Наименованіе единицъ дѣлимаго, дѣлителя и частнаго. Когда дѣленіемъ узнается, сколько разъ одно число содержится въ другомъ, то дѣлимое и дѣлитель (а также и остатокъ, если онъ есть) могутъ означать какія угодно единицы, но только одного и того же наименованія; при этомъ частное показываетъ, сколько разъ дѣлитель содержится въ дѣлимомъ, и потому его можно разсматривать, какъ число отвлеченное; напр., въ 50 *рубляхъ* (дѣлимое) содержатся 8 *рублей* (дѣлитель) 6 *разъ* (частное), при чемъ 2 *рубля* получаются въ остаткѣ.

Когда же дѣленіемъ узнается часть дѣлимаго, то дѣлитель разсматривается, какъ число отвлеченное, показывающее, на сколько равныхъ частей разлагается дѣлимое; дѣлимое же и частное (а также и остатокъ, если онъ есть) могутъ выражать какія угодно единицы, но только одного и того же наименованія; напр., раздѣливъ 62 пера на 12 (равныхъ частей), получимъ 5 перьевъ и остатокъ 2 пера.

Обыкновенно при обозначеніи дѣйствія названій единицъ не пишутъ, а только подразумѣваютъ.

68. Дѣленіе можно выполнять посредствомъ сложенія, вычитанія и умноженія. Пусть, напр., требуется раздѣлить 212 на 53. Искомое частное мы можемъ найти:

1) Сложеніемъ: $53 + 53 = 106$; $106 + 53 = 159$; $159 + 53 = \mathbf{212}$.

Оказывается, что 53 надо повторить слагаемымъ 4 раза, чтобы получить 212; значитъ, искомое частное есть 4.

2) Вычитаніемъ:

$$\begin{array}{r} 212 \\ -\ 53 \\ \hline 159 \end{array} \quad \begin{array}{r} 159 \\ -\ 53 \\ \hline 106 \end{array} \quad \begin{array}{r} 106 \\ -\ 53 \\ \hline 53 \end{array} \quad \begin{array}{r} 53 \\ -\ 53 \\ \hline 0 \end{array}$$

Оказывается, что 53 отъ 212 можно отнимать 4 раза; значитъ, искомое частное есть 4.

3) Умноженіемъ: $53 \times 2 = 106$; $53 \times 3 = 159$; $53 \times 4 = 212$. Искомый сомножитель, т.-е. частное, есть 4.

Однако, эти способы неудобны, если частное выражается большимъ числомъ; ариѳметика указываетъ болѣе простой пріемъ, который мы теперь и разсмотримъ.

69. Какъ узнать, будетъ ли частное однозначное или многозначное. Легко узнать, будетъ ли частное менѣе или болѣе 10-и. Для этого стоитъ только умножить (въ умѣ) дѣлителя на 10 и сравнить полученное произведеніе съ дѣлимымъ.

Примѣръ 1. $534 : 37 = ?$

Если 37 умножимъ на 10, то получимъ 370, что меньше 534; значитъ, дѣлимое больше дѣлителя, повтореннаго 10 разъ, т.-е. частное должно быть 10 или больше 10.

Примѣръ 2. $534 : 68 = ?$

Если 68 умножимъ на 10, то получимъ 680, что больше 534; значитъ, частное должно быть менѣе 10.

Когда частное менѣе 10, то оно выражается одною цыфрою (есть число однозначное), а когда частное равно 10 или болѣе 10, то оно выражается нѣсколькими цыфрами (число многозначное).

Покажемъ сначала, какъ находится частное однозначное, а затѣмъ и многозначное.

I. Нахожденіе однозначнаго частнаго.

70. Разсмотримъ два случая: когда дѣлитель тоже однозначный и когда дѣлитель многозначный.

1) **Когда дѣлитель и частное состоятъ изъ одной цыфры, то частное легко находится по таблицѣ умноженія.** Напр., частное 56 : 8 равно 7, потому что, перебирая по таблицѣ умноженія различныя произведенія числа 8, находимъ, что семью 8 какъ разъ 56; отъ дѣленія 42 : 9 получается неточное частное 4, такъ какъ четырежды 9 36, что меньше 42, а пятью 9 составляетъ 45, что больше 42; значитъ, въ частномъ надо взять 4, причемъ въ остаткѣ получится 6.

2) **Когда дѣлитель состоитъ изъ нѣсколькихъ цыфръ, а частное изъ одной цыфры, то это частное находится посредствомъ испытанія одной или нѣсколькихъ цыфръ.**

Примѣръ. 43530 : 6837.

Такъ какъ въ этомъ примѣрѣ дѣлимое меньше дѣлителя, умноженнаго на 10, то искомое частное выражается одною цыфрою. Чтобы найти эту цыфру, поступаемъ такъ:

Отбросимъ въ дѣлителѣ всѣ цыфры, кромѣ первой слѣва, т.-е. возьмемъ изъ дѣлителя только 6 тысячъ. Въ дѣлимомъ отбросимъ справа столько же цыфръ, сколько ихъ отбросили въ дѣлителѣ, т.-е. возьмемъ изъ дѣлимаго только 43 тысячи. Теперь зададимся вопросомъ, на какое число надо умножить 6 (тысячъ), чтобы получить 43 (тысячи) или число, близкое къ 43 (тысячамъ)? Изъ таблицы умноженія находимъ, что если 6 (тысячъ) умножимъ на 7, то получимъ 42 (тысячи), а если умножимъ на 8, то окажется 48 (тысячъ). Изъ этого заключаемъ, что искомое частное не можетъ быть больше 7; но оно можетъ быть 7 или меньше 7; меньше 7-ми оно окажется тогда, когда отброшенныя нами въ дѣлителѣ 837 ед., будучи умножены на 7, составятъ такое число, которое превзойдетъ 1 тысячу, оставшуюся отъ 43 тысячъ дѣлимаго, вмѣстѣ съ 530 единицами. Начнемъ испытаніе съ цыфры. Для этого умножимъ дѣлителя на 7:

$$\begin{array}{r} 6837 \\ \times\ 7 \\ \hline 47859 \end{array}$$

Получилось больше дѣлимаго; значитъ, цыфра 7 не годится. Испытаемъ слѣдующую меньшую цыфру 6. Для этого умножимъ дѣлителя на 6:

$$\begin{array}{r} 6837 \\ \times\ 6 \\ \hline 41022 \end{array}$$

Получилось меньше 43530; значитъ, частное должно быть 6, при чемъ получится остатокъ *). Чтобы узнать этотъ остатокъ, надо изъ 43530 вычесть 41022:

$$\begin{array}{r} 43530 \\ 41022 \\ \hline 2508 \end{array}$$

71. Первую цыфру для испытанія можно найти иначе. Возьмемъ тотъ же примѣръ:

43530 : 6837

Замѣтивъ, что дѣлитель очень мало отличается отъ 7 тысячъ, узнаемъ, на сколько надо умножить 7 (тысячъ), чтобы получить 43 (тысячи)? По таблицѣ умноженія находимъ, что шестью 7 будетъ 42, а семью 7... 49. Изъ этого заключаемъ, что частное не можетъ быть меньше 6-ти. Начнемъ испытаніе съ цыфры 6. Умножимъ дѣлителя на 6 и вычтемъ произведеніе изъ дѣлимаго; если останется больше 6837, то цыфра 6 мала, и тогда надо испытать цыфру 7; а если останется меньше 6837, то цыфра 6 годится. Остатокъ оказался 2508; значитъ, цыфра 6 годится.

* Такъ полезно поступать всегда, когда **вторая цыфра дѣлителя больше 5**. Напр., дѣлитель 6837, благодаря тому, что у него вторая цифра больше 5, ближе подходитъ къ 7000, чѣмъ къ 6000.

---

*) Для сокращенія работы, прежде чѣмъ писать въ частномъ испытуемую цыфру и умножать на нее всего дѣлителя, умножаютъ на нее *въ умѣ* только первыя 2 цыфры дѣлителя и сравниваютъ полученное произведеніе съ соотвѣтствующими разрядами дѣлимаго.

II. Нахожденіе многозначнаго частнаго.

72. Примѣръ 64508 : 23

Въ этомъ примѣрѣ дѣлимое больше дѣлителя, повтореннаго 10 разъ; поэтому частное должно содержать болѣе одной цыфры.

При объясненіи способа нахожденія этихъ цыфръ мы будемъ предполагать, что дѣлитель означаетъ множимое, а искомое частное означаетъ множителя, т.-е. что нашимъ дѣленіемъ мы узнаемъ, сколько разъ 23 содержатся въ 64508 (напр., сколько разъ 23 рубля содержатся въ 64508 руб.).

Отдѣлимъ дѣлителя отъ дѣлимаго вертикальною чертою; подъ дѣлителемъ проведемъ горизонтальную черту; подъ этою чертою будемъ писать цыфры частнаго по мѣрѣ ихъ нахожденія.

```
64508|23
46   |2804
---
 185
 184
 ---
   108
    92
   ---
    16
```

Опредѣлимъ сначала, **какой высшій разрядъ будетъ въ частномъ.**

Въ дѣлимомъ высшій разрядъ—десятки тысячъ, а потому прежде всего узнаемъ не будутъ ли и въ частномъ десятки тысячъ? Десятковъ тысячъ въ частномъ не будетъ, потому что число 23, умноженное на 10000, составитъ 23 десятка тысячъ, а въ дѣлимомъ только 6 десятковъ тысячъ. Будутъ ли въ частномъ тысячи? 23, умноженныя на 1000, составитъ 23 тысячи; въ нашемъ дѣлимомъ тысячъ болѣе 23; значитъ, въ частномъ будутъ тысячи.

Сколько тысячъ въ частномъ? 23 содержится 1000 разъ въ 23 тысячахъ; 23 тысячи въ 64 тысячахъ повторяются 2 раза; слѣд., 23 въ 64 тысячахъ содержится 1000+1000 разъ, т.-е. 2 тысячи разъ. Ставимъ въ частномъ цыфру 2 и будемъ помнить, что эта цыфра означаетъ тысячи.

Умножимъ 23 на 2 тысячи и вычтемъ полученное число изъ дѣлимаго. Чтобы умножить 23 на 2 тысячи,

```
64508|23
46    2804
185
184
 108
  92
  16
```

достаточно умножить 23 на 2 и полученное число на тысячу. Получимъ 46 тысячъ. Подпишемъ 46 подъ тысячами дѣлимаго и вычтемъ.

Отъ 64 тысячъ осталось 18 тысячъ, а отъ всего дѣлимаго должны остаться эти 18 тыс., да еще 508 един., т.-е. 18508. Въ этомъ числѣ 23 не можетъ содержаться тысячи разъ, потому что оно менѣе 23 тысячъ.

Чтобы узнать, **сколько сотенъ въ частномъ**, возьмемъ въ остаткѣ только 185 сотенъ (для чего снесемъ къ остатку отъ тысячъ слѣдующую цыфру дѣлимаго 5) и разсуждаемъ такъ: 23 содержится 100 разъ въ 23 сотняхъ; 23 сотни въ 185 сотняхъ повторяются 8 разъ; слѣд., 23 въ 185 сотняхъ содержится 8 сотенъ разъ. Пишемъ въ частномъ цыфру 8 направо отъ ранѣе написанной цыфры 2, такъ какъ сотни ставятся направо отъ тысячъ. Умножимъ 23 на 8 сотенъ и вычтемъ 184 сотни изъ 185 сотенъ. Отъ сотенъ останется одна сотня, а отъ всего дѣлимаго останется еще 08 ед.; значитъ, полный остатокъ будетъ 108. Въ этомъ остаткѣ 23 не можетъ содержаться ни одной сотни разъ, потому что 108 менѣе 23 сотенъ.

Чтобы узнать, **сколько десятковъ въ частномъ**, возьмемъ въ остаткѣ только одни десятки (для чего снесемъ къ остатку отъ сотенъ слѣдующую цыфру дѣлимаго 0) и разсуждаемъ такъ: 23 содержатся 10 разъ въ 23 десяткахъ; 23 десятка въ 10 десяткахъ не содержатся ни разу; слѣд., десятковъ въ частномъ не будетъ вовсе. Пишемъ въ частномъ цыфру 0 направо отъ прежде написанныхъ (потому что десятки пишутся направо отъ сотенъ) и сносимъ слѣдующую цыфру дѣлимаго 8, чтобы имѣть полный остатокъ.

Остается еще узнать, **сколько единицъ въ частномъ?** 23 въ 108 содержатся 4 раза. Пишемъ въ частномъ цыфру 4 направо отъ прежде написанныхъ цыфръ, умножаемъ на нее 23 и вычитаемъ произведеніе изъ 108, чтобы узнать послѣдній остатокъ.

Такъ какъ въ частномъ мы писали цыфры въ порядкѣ, принятомъ нумераціей, то остается только прочесть число, написанное подъ чертою: 2804.

Вотъ еще 2 примѣра дѣленія:

```
1470035 | 7            3480000 | 15
14      |-------        30     |-------
--        210005        --       232000
  7                      48
  7                      45
 ----                    --
  0035                    30
    35                    30
    --                    --
     0                    000
```

72, а. Другое объясненіе дѣленія. Въ предыдущемъ параграфѣ мы объяснили нахожденіе частнаго, разсматривая дѣленіе, какъ дѣйствіе, которымъ находится множитель, т.-е. какъ дѣйствіе, которымъ узнается, сколько разъ дѣлитель содержится въ дѣлимомъ. Но можно вести все объясненіе иначе, разсматривая дѣленіе, какъ нахожденіе множимаго, т.-е. какъ разложеніе даннаго числа на равныя части. Объяснимъ это на томъ же примѣрѣ:

64508 : 23

Это значитъ: разложить 64508 ед. на 23 равныя части (напр., раздѣлить 64508 рублей поровну между 23 человѣками). По десятку тысячъ въ каждой части, очевидно, не получается, но получится по нѣскольку тысячъ. Чтобы узнать, по скольку именно, возьмемъ въ дѣлимомъ 64 тысячи и раздѣлимъ ихъ на 23 равныя части. Въ каждой части получится 2 тысячи. Пишемъ въ частномъ цыфру 2. Если въ каждой части 2 тысячи, то въ 23 частяхъ ихъ будетъ 46. Вычитаемъ 46 тыс. изъ 64 тысячъ; остается 18 тысячъ, которыя предстоитъ раздѣлить на 23 равныя части. Очевидно, тысячи не получится. Раздробимъ 18 тысячъ въ сотни и приложимъ 5 сотенъ дѣлимаго. Получимъ 185 сотенъ. Раздѣливъ ихъ на 23, получимъ въ каждой части по 8 сотенъ. Пишемъ въ частномъ цыфру 8 на мѣстѣ сотенъ. Умноживъ 8 на 23, узнаемъ, что во всѣхъ частяхъ сотенъ будетъ 184; вычитаемъ ихъ изъ 185. Остается 1 сотня, которую предстоитъ раздѣлить на 23 равныя части. Раздробимъ ее въ десятки; получимъ 10 десятковъ. Отъ дѣленія ихъ на 23 въ частномъ не получимъ десятковъ; ставимъ въ частномъ цыфру 0 на мѣстѣ десятковъ. Раздробимъ 10 десятковъ въ единицы и приложимъ 8 ед. дѣлимаго; получимъ 108 ед. Раздѣливъ ихъ на 23, найдемъ 4 ед. Пишемъ цыфру 4 въ частномъ на мѣстѣ единицъ.

73. Правило дѣленія. Пишутъ дѣлимое и дѣлителя въ одной горизонтальной строкѣ, отдѣливъ ихъ другъ отъ друга вертикальною чертою. Подъ дѣлителемъ проводятъ горизонтальную черту, подъ которою пишутъ цыфры частнаго, по мѣрѣ ихъ полученія.

Отдѣляютъ въ дѣлимомъ отъ лѣвой руки къ правой столько цыфръ, чтобы изображаемое ими число содержало дѣлителя, но менѣе 10 разъ.

Дѣлятъ отдѣленную часть дѣлимаго на дѣлителя.

Полученную цыфру пишутъ въ частномъ.

Умножаютъ дѣлителя на найденную цыфру частнаго и произведеніе вычитаютъ изъ отдѣленной части дѣлимаго.

Къ остатку сносятъ слѣдующую вправо цыфру дѣлимаго и полученное послѣ снесенія число дѣлятъ на дѣлителя; цыфру отъ этого дѣленія пишутъ въ частномъ направо отъ ранѣе написанной цыфры.

Умножаютъ дѣлителя на вторую цыфру частнаго и произведеніе вычитаютъ изъ того числа, которое было раздѣлено для полученія второй цыфры частнаго.

Къ остатку сносятъ слѣдующую цыфру дѣлимаго и полученное послѣ снесенія число дѣлятъ на дѣлителя.

Продолжаютъ такъ дѣйствіе до тѣхъ поръ, пока въ дѣлимомъ не окажется цыфръ для снесенія.

Если въ остаткѣ, послѣ снесенія къ нему надлежащей цыфры дѣлимаго, получится число, меньшее дѣлителя, то пишутъ въ частномъ 0, а къ остатку сносятъ слѣдующую цыфру дѣлимаго.

74. Сокращенное дѣленіе. Когда дѣлитель однозначный, то для сокращенія письма полезно привыкнуть производить въ умѣ всѣ вычитанія, выписывая только остатки. Напр., такъ:

563087 | 6		или еще короче:
23 | 93847		563087 | 6
50		5 | 93847
28		
47		
5		

гдѣ цыфра 5 подъ чертою означаетъ послѣдній остатокъ.

Можно не писать вычитаемыхъ и при всякомъ дѣленіи; при этомъ лучше всего вычитаніе производить такъ, какъ будетъ объяснено на слѣдующемъ примѣрѣ:

4830278	5648
31187	855
29478	
1238	

Умножаемъ 5648 на 8 и производимъ вычитаніе изъ 48302 такъ: *восьмью* 8... 64;64 изъ 2 вычесть нельзя; прибавляемъ къ 2 число 70;64 изъ 72, остается 8; пишемъ 8 подъ цыфрою 2. Замѣтивъ теперь, что мы увеличили уменьшаемое на 70 сотенъ, т.-е. на 7 тысячъ, запомнимъ цыфру 7 съ тѣмъ, чтобы настолько же увеличить потомъ и вычитаемое; *восемью* 4... 32 да 7 (въ умѣ)... 39; 39 изъ 40... 1 (мы увеличили уменьшаемое на 40 тысячъ, т.-е. на 4 дес. тысячъ;) пишемъ 1 подъ цыфрою 0, а 4 запоминаемъ. *Восемью* 6... 48 да 4 (въ умѣ) 52; 52 изъ 53... 1; пишемъ 1 подъ цыфрою 3, а 5 запоминаемъ. *Восемью* 5... 40, да 5... 45; 45 изъ 48... 3; пишемъ 3 подъ цыфрою 8. 1-й остатокъ есть 3118; сносимъ къ нему слѣдующую цыфру дѣлимаго 7. Продолжаемъ дѣленіе такъ далѣе.

Подобное вычитаніе, очевидно, основывается на томъ, что остатокъ не измѣняется, если уменьшаемое и вычитаемое увеличимъ на одно и то же число. Каждый разъ къ уменьшаемому прибавляютъ столько единицъ слѣдующаго высшаго разряда, сколько нужно для того, чтобы можно было вычесть произведеніе цыфры дѣлителя на цыфру частнаго.

Упрощеніе дѣленія въ томъ случаѣ, когда дѣлитель оканчивается нулями.

75. Случай 1, когда дѣлитель есть единица съ нулями. Раздѣливъ какое-нибудь число на

10, на 100, на 1000 и т. д., мы узнаемъ, сколько въ этомъ числѣ заключается десятковъ, сотенъ, тысячъ и т. д. Но это же можно узнать и по правилу нумераціи, указанному нами ранѣе (§ 14). Напр.:

$$54634 : 10 = 5463 \text{ (ост. 4)}$$
$$54634 : 1000 = 54 \text{ (ост. 634)}$$

Такимъ образомъ, **чтобы раздѣлить число на 1 съ нулями, отдѣляютъ въ дѣлимомъ справа столько цыфръ, сколько есть нулей въ дѣлителѣ; тогда оставшіяся цыфры дѣлимаго представляютъ собою частное, а отдѣленныя—остатокъ.**

76. Случай 2, когда дѣлитель есть какое-нибудь число, оканчивающееся нулями.

Примѣръ: 389224 : 7300

$$\begin{array}{l|l} 3892\cancel{24} & 73\cancel{00} \\ \hline 365 & 53 \\ \hline \;\;242 & \\ \;\;219 & \\ \hline \;\;\;2324 & \end{array}$$

Дѣлитель представляетъ собою 73 сотни. Чтобы узнать, сколько разъ содержатся 73 сотни въ дѣлимомъ, разобьемъ его на двѣ части: на сотни и единицы. Въ дѣлимомъ всѣхъ сотенъ 3892 и еще 24 единицы. 73 сотни дѣлителя могутъ содержаться только въ одной изъ этихъ частей, именно въ сотняхъ. Чтобъ узнать, сколько разъ 73 сотни содержатся въ 3892 сотняхъ, надо 3892 раздѣлить на 73. Раздѣливъ, находимъ, что 73 сотни въ 3892 сотняхъ содержатся 53 раза, при чемъ 23 сотни остаются. Приложивъ къ 23 сотнямъ 24 единицы дѣлимаго, получимъ 2324; въ этомъ числѣ 73 сотни не содержатся ни разу; слѣд., 2324 единицы будутъ въ остаткѣ.

Вотъ еще примѣръ, въ которомъ и дѣлимое, и дѣлитель оканчиваются нулями.

$$\begin{array}{l|l} 350\cancel{00} & 73\cancel{00} \\ \hline 292 & 4 \\ \hline \;\;5800 & \end{array}$$

Итакъ, **когда дѣлитель оканчивается нулями, зачеркиваютъ въ немъ эти нули и въ дѣлимомъ зачеркиваютъ**

справа столько же цыфръ; оставшіяся числа дѣлятъ и къ остатку сносятъ зачеркнутыя цыфры дѣлимаго.

77. Повѣрка дѣленія. Дѣленіе можно повѣрять умноженіемъ, основываясь на томъ, что дѣлимое равно дѣлителю, умноженному на частное (плюсъ остатокъ, если онъ есть).

Примѣръ:

$$\begin{array}{r|l} 8375 & 42 \\ \cline{2-2} 42 & 199 \\ \cline{1-1} 417 & \\ 378 & \\ \cline{1-1} 395 & \\ 378 & \\ \cline{1-1} 17 & \end{array} \qquad \begin{array}{r} 199 \\ \times\ 42 \\ \hline 398 \\ 796 \\ \hline 8358 \\ +\ 17 \\ \hline 8375 \end{array}$$

Мы умножили частное 199 на дѣлителя 42 и къ полученному произведенію приложили остатокъ 17. Такъ какъ послѣ этого получилось число, равное дѣлимому, то весьма вѣроятно, что дѣйствіе сдѣлано вѣрно.

78. Какъ раздѣлить на произведеніе. Пусть требуется раздѣлить 60 на произведеніе 5 . 3, т.-е. на 15. Разъяснимъ, что для этого достаточно раздѣлить 60 на 5 и полученное частное раздѣлить еще на 3:

$$60 : 5 = 12; \qquad 12 : 3 = 4.$$

Дѣйствительно, первымъ дѣленіемъ мы, можно сказать, разлагаемъ 60 на 5 равныхъ частей, при чемъ въ каждой части получается 12; вторымъ дѣленіемъ мы разлагаемъ 12 на три равныя части, при чемъ въ каждой части получается по 4. Это можно наглядно изобразить такъ:

$$\overbrace{\overset{12}{\overbrace{4+4+4}} \;+\; \overset{12}{\overbrace{4+4+4}} \;+\; \overset{12}{\overbrace{4+4+4}} \;+\; \overset{12}{\overbrace{4+4+4}} \;+\; \overset{12}{\overbrace{4+4+4}}}^{60}$$

Отсюда видно, что если 60 разложимъ на 15 равныхъ частей, то получимъ то же самое число 4, какое мы получили послѣ нашего второго дѣленія.

Подобнымъ образомъ можемъ разъяснить, что для дѣленія, положимъ, числа 300 на произведеніе трехъ множителей, напр., на такое 3 . 5 . 4, можно раздѣлить 300 сначала на 3 (получимъ 100), это частное раздѣлить на 5 (получимъ 20) и послѣднее частное раздѣлить на 4 (получимъ 5).

Вообще, **чтобы раздѣлить какое-нибудь число на произведеніе, достаточно раздѣлить это число на перваго сомножителя, полученное частное на второго сомножителя, это частное на третьяго и т. д.** (предполагается при этомъ, что каждое дѣленіе выполняется безъ остатка).

Этимъ можно иногда пользоваться при **устномъ дѣленіи**; напр., чтобы раздѣлить 1840 на 20, мы принимаемъ во вниманіе, что $20 = 10.2$ и дѣлимъ 1840 на 10 (получимъ 184) и найденное число на 2 (получимъ 92); подобно этому, чтобы раздѣлить какое-нибудь число на 8, равное 2 . 2 . 2, можно дѣлимое раздѣлить на 2, потомъ еще на 2 и еще на 2.

IX. Измѣненіе произведенія и частнаго.

Измѣненіе произведенія.

79. Если увеличимъ множителя въ нѣсколько разъ, то произведеніе увеличится во столько же разъ.

Если, напр., при умноженіи 15×3 мы увеличимъ множителя въ 2 раза:

$$15 \times \mathbf{3} \qquad 15 \times \mathbf{6}$$

то и само произведеніе увеличится въ 2 раза, такъ какъ умноженіе 15 на 3 представляетъ собою нахожденіе суммы трехъ слагаемыхъ: $15 + 15 + 15$, тогда какъ умноженіе 15-и на 6 есть нахожденіе суммы 6 такихъ же слагаемыхъ: $15 + 15 + 15 + 15 + 15 + 15$, а послѣдняя сумма больше первой въ два раза.

Если увеличимъ множимое въ нѣсколько разъ, то произведеніе увеличится во столько же разъ. Такъ, если въ примѣрѣ 15×3 мы увеличимъ множимое въ 3 раза, т. е. возьмемъ 45×3, то и произведеніе увеличится въ 3 раза; дѣйствительно, первое произведеніе представляетъ собою сумму трехъ слагаемыхъ: $15 + 15 + 15$, и второе произведеніе представляетъ собою также сумму трехъ слагаемыхъ: $45+45+45$, но каждое слагаемое второй суммы въ три раза болѣе каждаго слагаемаго первой суммы; значитъ, вторая сумма въ три раза больше первой суммы.

Если уменьшимъ множителя или множимое въ нѣсколько разъ, то произведеніе уменьшится во столько же разъ.

Напр.: $20\times2=40$; $10\times2=20$; $5\times2=10$ и т. п.

80. Зная эти измѣненія произведенія, мы можемъ иногда **упростить умноженіе**. Пусть, напр., надо умножить 438 на 5. Умноживъ 438 на 10, получимъ 4380; такъ какъ 5 меньше 10 въ 2 раза, то произведеніе 438×5 должно быть вдвое меньше 4380, т.-е. оно равно 2190.

Подобно этому, если требуется умножить какое-нибудь число, напр. 32, на 25, мы можемъ умножить это число на 100 (получимъ 3200) и полученное произведеніе уменьшить въ 4 раза (получимъ 800).

81. Если оба сомножителя измѣняются одновременно, то произведеніе иногда увеличится, иногда уменьшится, или же останется безъ перемѣны. Чтобы опредѣлить заранѣе, что сдѣлается съ произведеніемъ отъ одновременнаго измѣненія обоихъ сомножителей, слѣдуетъ предположить, что сначала измѣнено только одно множимое, а потомъ и множитель. Увеличимъ, напр., въ произведеніи: $15\times6=90$ множимое въ 3 раза, а множителя въ 2 раза:

$$15\times6=90;\quad \mathbf{45}\times\mathbf{12}=?$$

Чтобы узнать, что сдѣлается съ произведеніемъ, разсуждаемъ такъ: отъ увеличенія одного множимаго въ 3 раза произведеніе увеличится въ 3 раза, т.-е. будетъ не 90, а $90+90+90$. Отъ увеличенія затѣмъ множителя въ 2 раза произведеніе еще увеличится въ 2 раза; значитъ, оно теперь будетъ:

$$(90+90+90)+(90+90+90)$$

т.-е. сравнительно съ начальнымъ произведеніемъ оно увеличится въ *дважды три* раза (въ 6 разъ).

Такъ же можно объяснить, что если множимое увеличится въ 5 разъ, а множитель—въ 7 разъ, то произведеніе увеличится въ *пятью семь* разъ, т.-е. въ 35 разъ.

Въ томъ же примѣрѣ уменьшимъ множимое въ 3 раза, а множителя въ 2 раза:

$$15 \times 6 = 90;\ \mathbf{5} \times \mathbf{3} = ?$$

Отъ уменьшенія одного множимаго въ 3 раза произведеніе уменьшится въ 3 раза, т.-е. вмѣсто 90 сдѣлается 30; отъ уменьшенія затѣмъ множителя въ 2 раза произведеніе еще уменьшится въ 2 раза, т.-е. сдѣлается вмѣсто 30-и 15. Значитъ, отъ этихъ двухъ измѣненій произведеніе уменьшится въ *дважды три* раза, т.-е. въ 6 разъ.

Въ томъ же примѣрѣ увеличимъ множимое въ 6 разъ, а множителя уменьшимъ въ 2 раза:

$$15 \times 6 = 90;\ \mathbf{90} \times \mathbf{3} = ?$$

Отъ увеличенія одного множимаго въ 6 разъ произведеніе увеличится въ 6 разъ, а отъ уменьшенія затѣмъ множителя въ 2 раза это увеличенное въ 6 разъ произведеніе уменьшится въ 2 раза. Значитъ, послѣ двухъ этихъ измѣненій произведеніе увеличится только въ 3 раза (въ 6 : 2 раза).

Если одинъ сомножитель увеличится, а другой уменьшится въ одинаковое число разъ, то произведеніе не измѣнится, потому что отъ увеличенія одного сомножителя произведеніе увеличится, а отъ уменьшенія другого сомножителя оно уменьшится во столько же разъ. Напр.,

$$15 \times 6 = 90;\ \mathbf{30} \times \mathbf{3} = 90;\ \mathbf{5} = \mathbf{18} = 90.$$

82. Если одинъ изъ сомножителей увеличится на какое-нибудь число, то произведеніе увеличится на это число, умноженное на другого сомножителя.

Такъ, если въ примѣрѣ $8 \times 3 = 24$ увеличимъ множителя на 2, т.-е. 8 будемъ умножать не на 3, а на 5, то тогда 8 повторится слагаемымъ не 3 раза, а 5 разъ; значитъ, произведеніе будетъ больше прежняго на $8 + 8$, т.-е. на 8.2.

Такъ же можно разъяснять, что если одинъ изъ сомножителей уменьшится на какое-нибудь число, то произведеніе уменьшится на то же число, умноженное на другого сомножителя.

82а. Основываясь на этомъ свойствѣ произведенія, мы можемъ иногда **упростить умноженіе**. Пусть, напр., требуется умножить 523 на 999. Дополнимъ множителя до 1000, т.-е. увеличимъ его на 1. Тогда получимъ произведеніе 523 . 1000, которое находится сразу: 523000. Это число болѣе искомаго на 523; значитъ, искомое произведеніе получится, если изъ 523000 вычтемъ 523 (получимъ 522477).

Измѣненіе частнаго.

83. Когда дѣленіе совершается безъ остатка, то при измѣненіи дѣлимаго и дѣлителя частное измѣняется слѣдующимъ образомъ:

Если увеличимъ дѣлимое въ нѣсколько разъ, то частное увеличится во столько же разъ, потому что, увеличивая дѣлимое и оставляя дѣлителя безъ перемѣны, мы, значитъ, увеличиваемъ произведеніе и оставляемъ одного сомножителя безъ перемѣны; а это возможно только тогда, когда другой сомножитель (т.-е. частное) увеличится во столько же разъ. Напр.;

10 : 2=5; 20 : 2=10; 30 : 2=15 и т. п.

Если увеличимъ дѣлителя въ нѣсколько разъ, то частное уменьшится во столько же разъ, потому что, когда увеличенъ одинъ сомножитель (дѣлитель), произведеніе (дѣлимое) останется безъ перемѣны только тогда, когда другой сомножитель (частное) уменьшится во столько же разъ. Напр.:

48 : 2=24; 48 : 4=12; 48 : 6=8 и т. п.

Обратно: **если уменьшимъ дѣлимое въ нѣсколько разъ, то частное уменьшится во столько же разъ;**

если уменьшимъ дѣлителя въ нѣсколько разъ, то частное увеличится во столько же разъ.

Замѣтимъ, что когда при дѣленіи получается остатокъ, то эти выводы не всегда бываютъ вѣрны. Напр.:

29 : 6=4 (ост. 5)   29 : 3=9 (ост. 2).

84. Когда дѣлимое и дѣлитель измѣняются одновременно, то частное иногда увеличится, иногда уменьшится, или же останется безъ измѣненія. Чтобы узнать заранѣе, какъ измѣнится частное, надо предположить, что сначала измѣнено только дѣлимое, а потомъ и дѣлитель.

Слѣдуетъ обратить особенное вниманіе на тѣ случаи, когда частное остается безъ измѣненія.

1) **Если дѣлимое и дѣлителя увеличимъ въ одинаковое число разъ, то частное не измѣнится,** потому что отъ увеличенія дѣлимаго частное увеличится, а отъ увеличенія дѣлителя оно уменьшится въ одинаковое число разъ.

Такъ, если въ примѣрѣ 60 : 15 = 4 увеличимъ дѣлимое и дѣлителя въ 5 разъ, то получимъ 300 : 75 = 4.

2) **Если дѣлимое и дѣлителя уменьшимъ въ одинаковое число разъ, то частное не измѣнится,** потому что отъ уменьшенія дѣлимаго частное уменьшится, а отъ уменьшенія дѣлителя оно увеличится въ одинаковое число разъ.

Такъ, если въ томъ же примѣрѣ уменьшимъ дѣлимое и дѣлителя въ 5 разъ, то получимъ 12 : 3 = 4.

ОТДѢЛЪ ВТОРОЙ

Именованныя цѣлыя числа.

I. Измѣреніе величинъ.

85. Понятіе о величинѣ. Все то въ предметахъ или явленіяхъ, что можетъ быть равно, больше или меньше, наз. **величиною**. Такъ, вѣсъ предметовъ есть величина, потому что вѣсъ одного предмета можетъ быть равенъ вѣсу другого предмета и можетъ быть больше или меньше вѣса другого предмета.

Вотъ величины, наиболѣе знакомыя каждому изъ насъ:

Длина (называемая иногда шириною, иногда высотою, толщиною...);

Поверхность, т.-е. то, что ограничиваетъ предметъ съ разныхъ сторонъ;

Объемъ, т.-е. часть пространства, занимаемая предметомъ;

Вѣсъ, т.-е. давленіе, производимое предметомъ на горизонтальную подпору;

Время, въ теченіе котораго совершается какое-либо явленіе или дѣйствіе;

Цѣна и многія другія величины.

Замѣтимъ, что плоская поверхность предмета (напр., поверхность стола, пола и т. п.) называется **площадью**; внутренній объемъ какого-либо сосуда или ящика наз. **вмѣстимостью** или **емкостью**.

86. Значеніе величины. Каждая величина можетъ имѣть безчисленное множество **значеній**, отличающихся одно отъ другого только тѣмъ, что одно значеніе больше, другое меньше. Напр., величина, называемая длиной, въ разныхъ предметахъ вообще имѣетъ различныя значенія; такъ, у листа бумаги длина иная, чѣмъ у комнаты, у линейки и пр. Иногда можетъ случиться, что у двухъ предметовъ длина окажется совершенно одинаковой; тогда говорятъ, что у этихъ предметовъ длина имѣетъ одно и то же значеніе.

87. Измѣреніе значенія величины. Положимъ, что мы хотимъ составить себѣ ясное понятіе о длинѣ какой-нибудь комнаты; тогда мы измѣряемъ ее при помощи другой длины, которая намъ хорошо извѣстна, напр., при помощи аршина. Для этого откладываемъ аршинъ по длинѣ нашей комнаты сколько разъ, сколько можно. Если аршинъ уложится по длинѣ комнаты ровно 10 разъ, то говоримъ, что длина ея равна 10 аршинамъ. Подобно этому, чтобы измѣрить вѣсъ какого-либо предмета, мы беремъ другой вѣсъ, который намъ хорошо извѣстенъ, напр., фунтъ, и узнаемъ (помощью вѣсовъ), сколько разъ фунтъ содержится въ измѣряемомъ значеніи вѣса. Пусть онъ содержится ровно 5 разъ; тогда говоримъ, что вѣсъ предмета равенъ 5 фунтамъ.

Извѣстное намъ значеніе величины, употребляемое для измѣренія другихъ значеній той же величины, наз. **единицею** этой величины. Такъ, аршинъ есть единица длины, фунтъ—единица вѣса и т. п.

Для каждой величины выбираютъ нѣсколько единицъ, однѣ болѣе крупныя, другія болѣе мелкія. Такъ, для измѣренія различныхъ значеній длины, кромѣ аршина, употребляютъ еще: сажень, версту, вершокъ, футъ и другія. Если, напр., въ длинѣ комнаты аршинъ содержится не ровно 10 разъ, а съ нѣкоторымъ остаткомъ, который меньше аршина, то этотъ остатокъ измѣряютъ при помощи болѣе мелкой единицы, напр., вершкомъ. Если случится, что въ остаткѣ вершокъ уложится 7 разъ, то говорятъ, что длина комнаты равна 10 аршинамъ 7 вершкамъ.

Измѣрить какое-либо значеніе величины значитъ выразить его при помощи одной или нѣсколькихъ единицъ этой величины.

Мѣры, употребляемыя въ Россіи.

88. Въ каждомъ государствѣ правительство установило опредѣленныя единицы для главнѣйшихъ величинъ. Сдѣланы разъ навсегда образцовыя единицы: образцовый аршинъ, образцовый фунтъ и т. п., по которымъ приготовляютъ единицы для обиходнаго употребленія. Единицы, вошедшія въ употребленіе, называются **мѣрами**.

Разсмотримъ главнѣйшія мѣры, употребляемыя у насъ въ Россіи.

89. Мѣры разстояній:

миля = 7 верстамъ	сажень = 7 футамъ
верста = 500 саженямъ	футъ = 12 дюймамъ
сажень = 3 аршинамъ	дюймъ = 10 линіямъ
аршинъ = 16 вершкамъ	

Такъ какъ аршинъ втрое меньше сажени, а сажень содержитъ 84 дюйма (12×7), то 1 арш.=28 дюймамъ. Прилагаемъ здѣсь для нагляднаго сравненія двѣ мѣры:

вершокъ

дюймъ

Замѣчанія. 1) Мѣры разстояній называются **линейными**, потому что онѣ служатъ для измѣренія длины различныхъ линій.

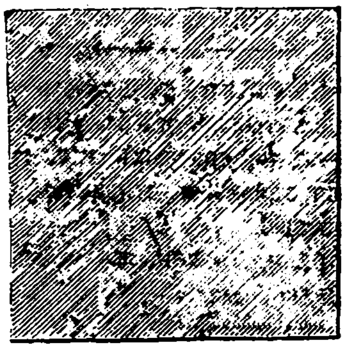
2) По сравненію одна съ другой **однородныя мѣры**, т. е. мѣры одной и той же величины, бываютъ **высшаго**

и низшаго разряда. Такъ, саженъ есть мѣра высшаго разряда по сравненію съ аршиномъ и низшаго разряда по сравненію съ верстой.

3) **Единичнымъ отношеніемъ** двухъ однородныхъ мѣръ называется число, показывающее, сколько разъ меньшая мѣра содержится въ большей. Такъ, единичное отношеніе между саженью и аршиномъ есть 3.

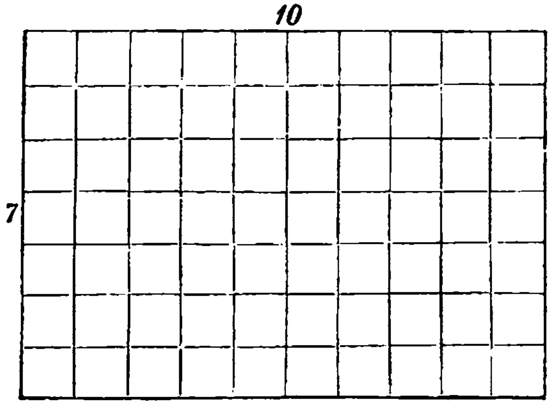
90. Мѣры поверхностей. Для измѣренія поверхностей употребляются мѣры, называемыя **квадратными**, такъ какъ онѣ имѣютъ форму квадрата. Квадратомъ называется такой четыреугольникъ, у котораго всѣ 4 стороны равны и всѣ 4 угла одинаковы. Квадратный дюймъ есть квадратъ, у котораго каждая сторона равна линейному дюйму; квадратный вершокъ есть квадратъ, у котораго каждая сторона равна линейному вершку и т. д.

Квадр. дюймъ



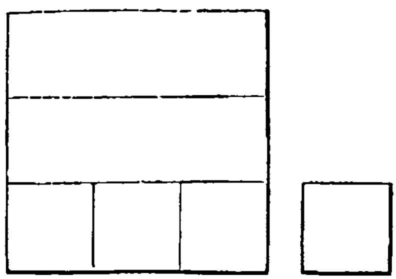
Квадр. вершокъ

91. Измѣреніе нѣкоторыхъ площадей. Если площадь имѣетъ форму четыреугольника съ одинаковыми углами (форму прямоугольника), то ее легко измѣрить. Пусть, напр., требуется узнать, сколько квадратныхъ аршинъ заключается въ площади пола комнаты. Для этого достаточно смѣрить линейнымъ аршиномъ длину и ширину комнаты и полученныя числа перемножить. Пусть, напр., длина комнаты равна 10 аршинамъ, а ширина 7 аршинамъ. Раздѣлимъ длину пола на 10, а ширину на 7 равныхъ частей, а затѣмъ проведемъ линіи, какъ указано на чертежѣ; тогда площадь пола раздѣлится на кв. аршины, которыхъ будетъ 7 рядовъ по 10, т. е. $10 \times 7 = 70$.



92. Какъ найти единичное отношеніе двухъ квадратныхъ мѣръ. Чтобы найти единичное отношеніе двухъ квадратныхъ мѣръ достаточно помножить само на себя единичное отношеніе двухъ линейныхъ мѣръ тѣхъ же названій.

Напр., ед. отношеніе между квадр. саженью и квадр. аршиномъ равно $3 \times 3 = 9$. Для объясненія этого вообразимъ два квадрата такихъ, чтобы у одного сторона была въ аршинъ, а у другого въ сажень; тогда меньшій квадратъ будетъ квадратный аршинъ, а большій — квадратная сажень. Если раздѣлимъ большій квадратъ на 3 равныя полосы, то каждая полоса, имѣя ширину въ



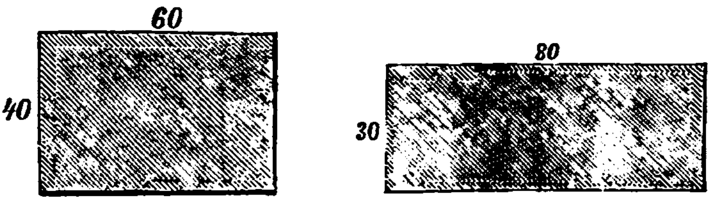
1 арш., а длину въ 3 аршина, будетъ содержать, очевидно, 3 малыхъ квадрата; значитъ, большій квадратъ будетъ содержать ихъ 3 раза по 3 или 9.

Такимъ образомъ составляется слѣдующая

Таблица квадратныхъ мѣръ:

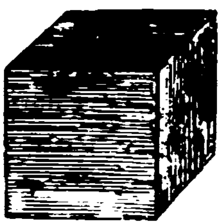
квадр. миля=49 кв. верст. ($7\times7=49$)
„ верста=250000 кв. саж. ($500\times500=250000$)
„ сажень=9 кв. арш. ($3\times3=9$)
„ „ =49 кв. фут. ($7\times7=49$)
„ аршинъ=256 кв. верш. ($16\times16=256$)
„ футъ=144 кв. дюйма ($12\times12=144$)
„ дюймъ=100 кв. линій ($10\times10=100$)

92a. Десятина. Для измѣренія поверхности полей употребляется десятина, содержащая въ себѣ 2400 кв.



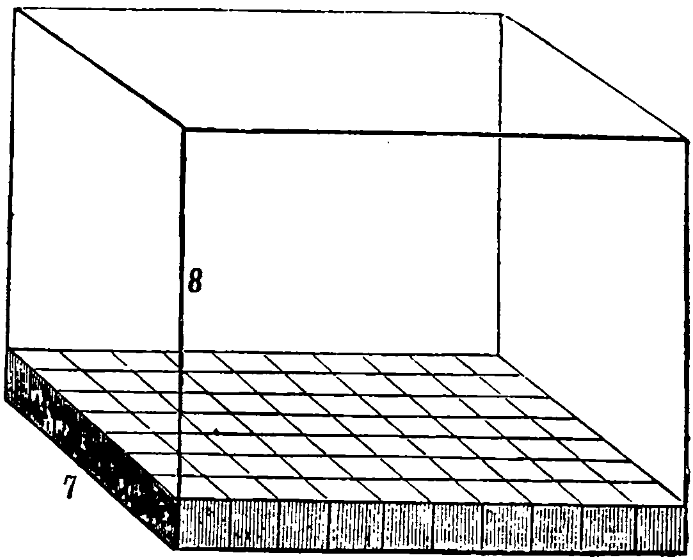
сажень и равная, слѣд., площади прямоугольника, имѣющаго въ длину 60 саженъ, а въ ширину 40 саженъ, или же прямоугольника, имѣющаго въ длину 80 саженъ, а въ ширину 30 саженъ (умноживъ 60 на 40 или 80 на 30, получимъ одно и то же число 2400).

93. Мѣры объемовъ. Для измѣренія объемовъ употребляются мѣры, называемыя **кубическими**, такъ



какъ онѣ имѣютъ форму куба. Кубомъ наз. объемъ, ограниченный со всѣхъ сторонъ 6-ью одинаковыми квадратами. Каждый квадратъ называется стороною куба; линіи, по которымъ пересѣкаются двѣ смежныя стороны, называются ребрами куба. Всѣ ребра куба имѣютъ одинаковую длину. Кубъ, у котораго каждое ребро въ дюймъ, называется кубическимъ дюймомъ; кубическимъ футомъ назыв. такой кубъ, у котораго каждое ребро равно линейному футу, и т. п.

94. Измѣреніе нѣкоторыхъ объемовъ. Если объемъ представляетъ собою форму, ограниченную 6-ю прямоугольниками, то его легко измѣрить. Пусть, напр., требуется узнать, сколько куб. аршинъ заключается въ объемѣ комнаты. Для этого достаточно измѣрить линейнымъ аршиномъ длину, ширину и высоту



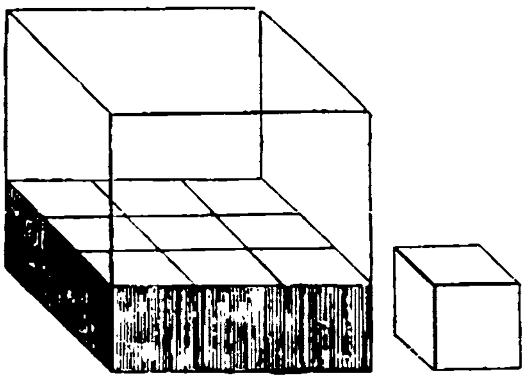
комнаты и полученныя числа перемножить. Пусть, напр., длина комнаты будетъ 10 аршинъ, ширина — 7 арш., а высота — 8 арш. Умноживъ 10 на 7, мы узнаемъ, что на полу комнаты помѣстится 70 квадр. аршинъ. Очевидно, что на каждомъ изъ этихъ 70 квадр. арш. можно поставить *одинъ* куб. аршинъ, а на всемъ полу ихъ установится 70. Тогда получится слой кубовъ въ одинъ аршинъ высоты (какъ изображено у насъ на рисункѣ);

но комната имѣетъ въ высоту 8 арш., слѣд., можно въ ней помѣстить одинъ на другой 8 слоевъ. Тогда всѣхъ куб. арш. окажется 70×8, т.-е. 560, или произведеніе трехъ чиселъ: $10 \times 7 \times 8$.

Такъ же можно узнать объемъ ящика, стѣны, ямы съ отвѣсными стѣнками и съ прямоугольнымъ основаніемъ и т. п.

95. Какъ найти единичное отношеніе двухъ кубическихъ мѣръ. Чтобы узнать единичное отношеніе двухъ кубическихъ мѣръ, достаточно повторить сомножителемъ 3 раза единичное отношеніе линейныхъ мѣръ тѣхъ же названій.

Такъ, единичное отношеніе между куб. саженью и куб. аршиномъ равно $3 \times 3 \times 3$, т.-е. 27. Для объясненія этого представимъ себѣ такіе 2 куба, чтобы у одного ребро было въ аршинъ, а у другого — въ сажень; тогда



меньшій кубъ будетъ куб. аршинъ, а большій — куб. сажень. Очевидно, что на днѣ большаго куба установится 9 меньшихъ кубовъ (потому что дно большаго куба содержитъ въ себѣ 9 квадр. аршинъ). Но высота большаго куба равна сажени, а высота меньшаго куба равна аршину; поэтому на первый слой малыхъ кубовъ можно будетъ еще положить 2 слоя, и тогда выйдетъ 3 слоя по 9 кубовъ, т.-е. всего 27 куб.

Такимъ образомъ составляется слѣдующая

Таблица кубическихъ мѣръ.

куб. миля=343 куб. верст. (7×7×7)
„ верста=125000000 куб. саж. (500×500×500)
„ сажень=27 куб. арш. (3×3×3)
„ „ =343 куб. футамъ (7×7×7)
„ аршинъ=4096 куб. вершк. (16×16×16)
„ футъ=1728 куб. дюйм. (12×12×12)
„ дюймъ=1000 куб. линіямъ (10×10×10)

96. Мѣры объемовъ жидкихъ тѣлъ. Основная мѣра—**ведро**, имѣющее объемъ, равный приблизительно 750 куб. дюймамъ; въ этомъ объемѣ помѣшается 30 фунтовъ чистой воды*).

Бочка=40 вед., ведро=10 штофамъ, штофъ=2 полуштофамъ, полуштофъ=5 чаркамъ.

Мѣры сыпучихъ тѣлъ (т.-е. ржи, пшеницы, овса и т. п.). Четверть=2 осминамъ=8 четверикамъ (или мѣрамъ), четверикъ=8 гарнцамъ (гарнецъ вмѣщаетъ въ себѣ 8 фунтовъ чистой воды*).

Четверикъ есть сосудъ, котораго вмѣстимость немного менѣе куб. фута (1601 куб. дюймъ).

Замѣчаніе. Слова „четверикъ" и „четверть" пишутъ сокращенно такъ: „чк." и „чт.".

Мѣры торговаго вѣса:

Пудъ=40 фунтамъ.	Лотъ=3 золотникамъ.
Фунтъ=32 лотамъ=96 золот.	Золотникъ=96 долямъ.

Мѣры аптекарскаго вѣса. Аптекарскій фунтъ меньше торговаго фунта на одну *восьмую* часть; онъ равенъ 28 лотамъ или 84 золотн. торговаго вѣса.

*) при температурѣ $16^2/_3{}^0$ Цельзія.

Ап фунтъ=12 унціямъ.	Драхма=3 скрупуламъ
Унція=8 драхмамъ.	Скрупулъ-20гранамъ*).

Мѣры цѣны (деньги). Какъ мѣры цѣны употребляются или металлическія монеты, или кредитные билеты.

1) Монеты употребительны золотыя, серебряныя и мѣдныя.

Золотая монета чеканится изъ сплава, содержащаго 9 вѣсовыхъ частей золота и 1 вѣсовую часть мѣди. Въ настоящее время обращаются слѣдующія золотыя монеты: въ 15 рублей (имперіалъ), въ 10 руб., въ 7 руб. 50 коп. (полуимперіалъ) и въ 5 руб.

Серебряная монета въ 1 рубль, въ 50 коп. и въ 25 коп., чеканится изъ сплава, содержащаго на 9 вѣсовыхъ частей серебра 1 вѣсовую часть мѣди, а серебряная монета въ 20 коп., 15 коп., 10 коп. и 5 коп., чеканится изъ сплава, содержащаго на 5 вѣсовыхъ частей серебра 5 частей мѣди.

Мѣдная монета чеканится въ 5 коп., 3 коп., 2 коп., 1 коп., въ полкопейки и въ четверть копейки.

2) Кредитные билеты употребляются: въ 500 р., 100 руб., 50 руб., 25 руб., 10 руб., 5 руб., 3 руб. и 1 руб.

Мѣры бумаги. Стопа = 20 дестямъ, десть = 24 листамъ.

97. Мѣры времени. Есть двѣ основныя мѣры времени: сутки и годъ. **Сутки** представляютъ приблизительно то время, въ теченіе котораго земля совершаетъ полный оборотъ около оси; онѣ раздѣляются на 24 часа, считаемые отъ 1 до 12 и затѣмъ опять отъ 1 до 12. За начало сутокъ принимаютъ полночь, т.-е. 12 часовъ ночи.

Недѣля = 7 суткамъ.	Часъ = 60 минутамъ.
Сутки = 24 часамъ.	Минута = 60 секундамъ.

*) Въ настоящее время въ аптекахъ примѣняется также и метрическая система вѣса; см. объ этомъ выноску въ концѣ § 209.

Годъ представляетъ собою приблизительно то время, въ теченіе котораго земля совершаетъ полный оборотъ кругомъ солнца. У насъ принято считать каждые 3 года въ 365 дней, а четвертый въ 366 дней. Годъ, содержащій въ себѣ 366 дней, называется **високоснымъ**, а года, содержащіе по 365 дней, — **простыми**. Къ четвертому году добавляютъ одинъ лишній день по слѣдующей причинѣ. Время обращенія земли кругомъ солнца содержитъ въ себѣ не ровно 365 сутокъ, а 365 сутокъ и 6 часовъ (приблизительно). Такимъ образомъ простой годъ короче истиннаго года на 6 часовъ, а 4 простыхъ года короче 4-хъ истинныхъ годовъ на 24 часа, т.-е. на однѣ сутки. Поэтому, къ каждому четвертому году добавляютъ однѣ сутки (29-е февраля). Случилось такъ, что годъ, отъ котораго мы ведемъ наше лѣтосчисленіе (т.-е. годъ Рождества Христова), былъ високосный; поэтому слѣдующіе затѣмъ високосные годы были: 4-й, 8-й, 16-й, 20-й... вообще такіе годы, которыхъ числа дѣлятся на 4 безъ остатка; такъ, 1908-й годъ былъ високосный (1908 дѣлится на 4 безъ остатка), года же 1907, 1906, 1905 были простые.

Годъ раздѣляется на 12 неравныхъ частей, называемыхъ мѣсяцами. Вотъ названія мѣсяцевъ по порядку: январь (31 день), февраль (28 или 29), мартъ (31), апрѣль (30), май (31), іюнь (30), іюль (31), августъ (31), сентябрь (30), октябрь (31), ноябрь (30) и декабрь (31).

Лѣтосчисленіе, по которому три года считаются въ 365 дней, а четвертый въ 366, было установлено Юліемъ Цезаремъ (въ 46 году до Р. Хр.) и потому наз. **юліанскимъ**. Оно принято у насъ въ Россіи. Въ западной Европѣ считаютъ нѣсколько иначе, а именно тамъ счетъ идетъ на 13 дней впереди нашего; такъ, когда мы считаемъ 1-е января, тамъ считаютъ 14-е января.

98. Григоріанское лѣтосчисленіе. Время, протекающее отъ одного весенняго равноденствія до слѣдующаго весенняго равноденствія, называется *солнечнымъ* или *тропическимъ годомъ*; время, считаемое за годъ по гражданскому лѣтосчисленію, называется гражданскимъ годомъ.

Такъ какъ перемѣны временъ года зависятъ отъ положенія земли относительно солнца, то солнечный годъ представляетъ такой промежутокъ времени, въ теченіе котораго вполнѣ завершаются перемѣны временъ года. Поэтому желательно, чтобы годъ гражданскій по возможности совпадалъ съ годомъ солнечнымъ; только при этомъ условіи времена года будутъ приходиться въ одни и тѣ же мѣсяцы. Лѣтосчисленіе, введенное Юліемъ Цезаремъ, достигаетъ этого не вполнѣ. По этому счисленію гражданскій годъ считается въ 365 дней и 6 часовъ, тогда какъ солнечный годъ содержитъ (приблизительно) 365 дней 5 часовъ 48 минутъ 48 сек., такъ что годъ юліанскаго счисленія длиннѣе солнечнаго (приблизительно) на 11 мин. 12 сек., что въ 400 лѣтъ составляетъ почти 3 дня. Юліанское лѣтосчисленіе исправлено было впервые папою Григоріемъ XIII-мъ въ 1582 году. Къ этому году разница между гражданскимъ счисленіемъ времени и солнечнымъ составляла 10 сутокъ, такъ что считали, напр., 1-е сентября, когда слѣдовало бы по солнечному времени считать 11-е сентября. Чтобы уравнять гражданское время съ солнечнымъ, Григорій XIII повелѣлъ вмѣсто 5 октября въ 1582 г. считать 15-е октября. Но такъ какъ подобное запаздываніе должно было повториться и впослѣдствіи, то Григорій XIII установилъ, чтобы на будущее время каждыя 400 лѣтъ гражданскаго счисленія были сокращены на 3-е сутокъ. Это сокращеніе должно было производиться такимъ образомъ. По юліанскому счисленію тѣ годы, которыхъ числа представляютъ полныя сотни, считаются високосными, напр. годы 1600-й, 1700-й и т. п. должны считаться по юліанскому счисленію въ 366 дней. Но Григорій XIII повелѣлъ, чтобы такіе годы считались простыми, кромѣ тѣхъ, у которыхъ число сотенъ дѣлится на 4. Вслѣдствіе этого, по счисленію папы Григорія, годъ 1600-й долженъ былъ считаться високоснымъ (16 дѣлится на 4), а годы: 1700, 1800, 1900—простыми, тогда какъ по юліанскому счисленію всѣ эти 4 года считались високосными. Такимъ образомъ каждыя 400 лѣтъ сокращаются на 3-е сутокъ. Счисленіе, установленое Григоріемъ XIII, извѣстно подъ именемъ григоріанскаго. Оно въ настоящее время принято по всей Европѣ, кромѣ Россіи и Греціи. Григоріанское счисленіе называется иначе новымъ стилемъ, а юліанское—старымъ стилемъ. Такъ какъ въ 1582 году новый стиль подвинулся впередъ отъ стараго стиля на 10 дней, а послѣ того еще на 3 дня (въ 1700, 1800 и 1900 годахъ), то въ настоящее время старый стиль отстаетъ отъ новаго на 13 дней.

99. Именованное число. То, что̀ получается послѣ измѣренія величины (результатъ измѣренія), называютъ **числомъ.** Число наз. **именованнымъ,** если при немъ оставлено названіе единицы измѣренія, напр. 7 саженъ. Число наз. **отвлеченнымъ,** если при немъ не поставлено названія единицы, которою производилось измѣреніе; таково, напр., число 7.

Именованное число наз. **простымъ,** если оно составлено изъ единицъ только одного названія, напр., 13 фунтовъ. Именованное число называется **составнымъ,** если оно составлено изъ единицъ разныхъ названій, напр.: 13 фунтовъ 5 лотовъ 2 золотника.

Если составное именованное число правильно образовано, то всякое отдѣльное число въ немъ не должно составлять ни одной единицы слѣдующаго высшаго разряда; напр., такое число:

2 пуда 85 фунтовъ

неправильно составлено, потому что 85 фунтовъ больше 40 фунтовъ и, значитъ, 85 фунтовъ содержатъ въ себѣ нѣсколько пудовъ (именно 2 пуда 5 фунт.). Правильно составленное число будетъ 4 пуда 5 фунт.

100. Двойное опредѣленіе числа. Въ началѣ этого учебника число было опредѣлено, какъ **собраніе единицъ** (§ 1). Теперь числу дано другое опредѣленіе, а именно: число есть **результатъ измѣренія**. Замѣтимъ, что первое опредѣленіе представляетъ собою частный случай второго; напр., собраніе, называемое числомъ 3, можно разсматривать, какъ результатъ измѣренія такого значенія величины, въ которомъ другое значеніе, принятое за единицу, повторяется разъ, да еще разъ, да еще разъ. Значитъ, первое опредѣленіе заключается во второмъ. Но нельзя сказать того же о второмъ опредѣленіи: не всякій результатъ измѣренія есть число въ смыслѣ собранія, потому что часто случается, что въ результатѣ измѣренія получается не одно число, а совокупность многихъ чиселъ. Значитъ, второе опредѣленіе даетъ числу болѣе широкое значеніе, чѣмъ первое; оно обнимаетъ собою и числа цѣлыя, и числа дробныя.

II. Преобразованіе именованнаго числа.

101. Когда именованныя числа считаются равными. Если два именованныя числа выражаютъ собою одно и то же значеніе величины, то говорятъ, что такія именованныя числа равны между собою; напр., составное имен. число 2 саж. 1 арш. равно простому имен. числу 7 арш., потому что оба эти числа выражаютъ одну и ту же длину.

Есть два преобразованія одного именованнаго числа въ другое, равное ему: раздробленіе и превращеніе.

102. Раздробленіе. Раздробленіемъ наз. преобразованіе именованнаго числа въ единицы одного какого-нибудь низшаго разряда.

Примѣръ: 5 пуд. 4 фунта 15 лотовъ выразить только въ золотникахъ.

Чтобы рѣшить этотъ вопросъ, узнаемъ сначала, сколько въ 5 пуд. заключается фунтовъ; къ полученному числу приложимъ 4 фунта; затѣмъ узнаемъ, сколько во всѣхъ фунтахъ заключается лотовъ; къ полученному числу приложимъ 15 лотовъ; наконецъ узнаемъ, сколько во всѣхъ лотахъ заключается золотниковъ. Дѣйствія располагаютъ такъ:

5 пуд. 4 фун. 15 лот.
×40
200 ...... фунтовъ въ 5 пудахъ.
+4
204 ...... фунта въ 5 пуд. 4 фун.

```
  204
× 32
  408
 612
 6528 ...... лотовъ въ 5 пуд. 4 фун.
+  15
 6543 .... лота въ 5 пуд. 4 фунт. 15 лот.
×   3
19629 .... золотниковъ въ 5 пуд. 4 фунт. 15 лот.
```

103. Превращеніе. Превращеніемъ называется преобразованіе именованнаго числа въ единицы высшихъ разрядовъ.

Примѣръ: 19629 золотниковъ выразить въ мѣрахъ высшихъ разрядовъ.

Чтобы рѣшить этотъ вопросъ, узнаемъ сначала, сколько въ 19629 золотникахъ заключается лотовъ; потомъ, сколько въ полученномъ числѣ лотовъ заключается фунтовъ; потомъ—въ этихъ фунтахъ сколько пудовъ.

Дѣйствія располагаютъ такъ:

```
19629 |3
18    |6543  |32
 16    64    |204 |40
 15     143   200  5 пуд.
  12    128     4 фун.
  12     15 лот.
   9
   9
   0 зол.
```

19629 зол. = 5 пуд. 4 фун. 15 лот.

III. Дѣйствія надъ именованными числами.

104. Смыслъ дѣйствій надъ именованными числами. Суммою нѣсколькихъ данныхъ значеній одной и той же величины наз. новое значеніе той же величины, составленное изъ частей, соотвѣтственно равныхъ даннымъ значеніямъ. Такимъ образомъ, напр., можетъ быть сумма нѣсколькихъ данныхъ длинъ, сумма нѣсколькихъ данныхъ вѣсовъ и т. п.

Понятіе о суммѣ служитъ основаніемъ для опредѣленія дѣйствій надъ значеніями величины. Эти опредѣленія слѣдующія:

Дѣйствіе, посредствомъ котораго отыскивается сумма, называется сложеніемъ.

Дѣйствіе, посредствомъ котораго по данной суммѣ и одному слагаемому отыскивается другое слагаемое, наз. вычитаніемъ.

Дѣйствіе, посредствомъ котораго данное значеніе величины повторяется слагаемымъ столько разъ, сколько въ данномъ числѣ есть единицъ, наз. умноженіемъ.

Дѣйствіе, посредствомъ котораго по данному произведенію и одному изъ сомножителей отыскивается другой сомножитель, наз. дѣленіемъ.

Когда значенія величины измѣрены, то они выражаются именованными числами; тогда дѣйствія надъ значеніями величины становятся дѣйствіями надъ именованными числами; но смыслъ дѣйствій отъ этого не измѣняется.

Если бы именованныя числа всегда выражались при помощи одной и той же единицы, то дѣйствія надъ ними ничѣмъ не отличались бы отъ дѣйствій надъ числами отвлеченными; такъ, складывать 215 пуд. и 560 пуд. надо совершенно такъ же, какъ складываются 215 какихъ угодно единицъ съ 560 такими же единицами. Но именованныя числа часто выражаются при помощи единицъ различныхъ названій; тогда дѣйствія надъ ними производятся по инымъ правиламъ, чѣмъ дѣйствія надъ числами отвлеченными. Разсмотримъ эти правила.

Сложеніе именованныхъ чиселъ.

105. Для удобства подписываютъ слагаемыя одно подъ другимъ такъ, чтобы единицы одного названія стояли въ одномъ вертикальномъ столбѣ. Начинаютъ сложеніе съ единицъ низшаго разряда; затѣмъ переходятъ послѣдовательно къ сложенію единицъ слѣдующихъ высшихъ разрядовъ. Напр.:

+	5 вер...	490 саж...	6 фут.	11 дюйм.
	10 „	432 „	5 „	10 „
	8 „	460 „	4 „	9 „
	2 „	379 „	3 „	11 „
	3 „	446 „	2 „	10 „
	28 вер.	2207 саж.	20 фут.	51 дюйм.
	32 вер.	210 саж.	3 фут.	3 дюйм.

Послѣ сложенія получилось (подъ первою чертою) неправильно составленное именованное число; подъ нимъ проводятъ вторую черту и превращаютъ 51 дюймъ въ 4 ф. и 3 д.; 3 д. подписываютъ подъ второю чертою на мѣстѣ дюймовъ, а 4 ф. прикладываютъ къ 20 ф.; 24 ф. превращаютъ въ 3 саж. и 3 ф.; 3 ф. подписываютъ подъ второю чертою, а 3 саж. прикладываютъ къ 2207 саж. и т. д.

Можетъ случиться, что въ одномъ или нѣсколькихъ слагаемыхъ нѣтъ единицъ такихъ названій, какія есть въ остальныхъ слагаемыхъ; тогда на мѣстахъ недостающихъ единицъ пишутъ *нули*. Напр.:

		1	1	
+	300 вер...	0 саж...	0 арш...	8 вершк.
	250 „ ...	80 „	2 „ ...	12 „
		30 „	1 „ ...	0 „
	550 вер...	111 саж...	1 арш...	4 вершк.

(Здѣсь превращенія сдѣланы въ умѣ).

Вычитанiе именованныхъ чиселъ.

106. Пусть требуется вычесть 2 версты 80 саж. 2 арш. 5 вершк. изъ 9 вер. 50 саж. 2 арш. Подписываемъ въ извѣстномъ порядкѣ вычитаемое подъ уменьшаемымъ и проводимъ черту:

		549	4	16
−	9 вер...	50 саж...	2 арш...	0 вершк.
	2 „ ..	80 „ ..	2 „ ..	5 „
	6 вер...	469 саж...	2 арш...	11 вершк.

Чтобы вычесть 5 вершковъ, беремъ отъ 2-хъ аршинъ 1 аршинъ (въ знакъ чего ставимъ точку надъ 2 арш.); взятый аршинъ раздробляемъ въ вершки; получаемъ 16 вершк.; пишемъ 16 надъ 0 вершк. и вычитаемъ 5 вершк. изъ 16 вершк.; оставшiеся 11 вершк. пишемъ подъ чертою. 2 арш. изъ 1 арш. вычесть нельзя, беремъ отъ 50 саж. одну сажень (въ знакъ чего ставимъ точку вадъ числомъ саженъ); раздробляемъ взятую сажень въ аршины и прикладываемъ къ 1 арш. уменьшаемаго; получаемъ 4 аршина; пишемъ 4 надъ числомъ аршинъ. Теперь вычитаемъ 2 арш. изъ 4-хъ арш.; остатокъ 2 пишемъ подъ чертою. Продолжаемъ такъ дѣйствiе до конца.

Вотъ еще примѣръ вычитанiя:

		40	32	3
−	5 пуд...	0 фунт.	0 лот.	0 зол.
		16 „	24 „	2 „
	4 пуд...	23 фунт.	7 лот.	1 зол.

Умноженіе именованныхъ чиселъ.

107. Такъ какъ множитель означаетъ, сколько разъ множимое должно быть повторено слагаемымъ, то онъ всегда есть число отвлеченное. Поэтому надо только разсмотрѣть умноженіе именованнаго числа на отвлеченное.

Примѣръ 1. Пусть требуется умножить 5 ласт. 4 чт. 7 чк. 3 гарн. на 6. Расположимъ дѣйствіе такъ:

5 ласт.	4 чт....	7 чк....	3 гарн.
			×6
30 ласт.	24 чт....	42 чк....	18 гарн.
32 л....	5 чт....	4 чк....	2 гарн.

Умноживъ на 6 отдѣльно гарнцы, четверики, четверти, ласты, получимъ (подъ первою чертою) неправильно составленное именованное число: 30 ласт. 24 чт. 42 чк. 18 гарн. Чтобы преобразовать его въ правильно составленное именованное число, превращаемъ (въ умѣ или на сторонѣ) 18 гарн. въ 2 чк. и въ 2 гарн.; 2 гарнца подписываемъ подъ второю чертою, а 2 чк. прикладываемъ къ 42 чк., отчего получаемъ 44 чк.; превращаемъ эти 44 чк. въ 5 чт. и 4 чк.; 4 чк. подписываемъ подъ второю чертою, а 5 чт. прикладываемъ къ 24 чт.; продолжаемъ такъ до конца.

Примѣръ 2. Когда множитель состоитъ изъ двухъ и болѣе цыфръ, то лучше производить на сторонѣ какъ умноженіе отдѣльныхъ чиселъ множимаго, такъ и превращеніе. Дѣйствіе въ этомъ случаѣ полезно располагать такъ, какъ это сдѣлано на слѣдующемъ примѣрѣ:

26 пуд.... 38 фун.... 84 зол.
$\times 78$

2103 пуд.... 32 фун.... 24 зол.

84	38	26
$\times 78$	$\times 78$	$\times 78$
672	304	208
588	266	182
6552 | 96	2964	2028
576 68	+68	+75
792	3032 | 40	**2103** пуд.
768	280 | 75	
24 зол.	232	
	200	
	32 фун.	

Дѣленіе именованныхъ чиселъ.

108. Дѣленіе именованныхъ чиселъ, какъ и отвлеченныхъ, имѣетъ двоякое значеніе: 1) узнать, сколько разъ одно число содержится въ другомъ (т. е. найти множителя по данному произведенію и множимому), или 2) разложить число на равныя части (т. е. найти множимое по данному произведенію и множителю). Въ первомъ случаѣ именованное число дѣлится на именованное, во второмъ—именованное дѣлится на отвлеченное.

1) Дѣленіе именованнаго числа на именованное.

Пусть требуется узнать, сколько разъ 8 ф. 2 л. содержатся въ 3 п. 18 фунт. Для этого раздробимъ дѣлимое и дѣлителя въ мѣры одного названія, и притомъ въ самыя мелкія, какія есть въ дѣлимомъ и въ дѣлителѣ, т.-е. въ нашемъ примѣрѣ въ лоты:

```
   3 п.... 18 фун.              8 ф.... 2 л.
  ×40                          ×32
  ───                          ───
  120                          256
  +18                           +2
  ───                          ───
  138                          258 лотовъ.
  ×32
  ───
  276
 414
 ────
 4416 лотовъ.
```

Теперь узнаемъ, сколько разъ 258 лот. содержатся въ 4416 лотахъ:

```
4416 | 258
258  |────
─────   17
1836
1806
─────
  30
```

Мы узнали такимъ образомъ, что 258 лот. (т.-е. 8 ф. 2 л.) содержатся въ 4416 лот. (т.-е. въ 3 п. 18 ф.) 17 разъ, причемъ 30 лот. остается въ остаткѣ.

При дѣленіи имен. числа на именованное частное есть число отвлеченное, потому что оно означаетъ, сколько разъ дѣлитель содержится въ дѣлимомъ.

2) Дѣленіе именованнаго числа на отвлеченное.

Пусть требуется 18 верстъ 137 саж. 2 арш. раздѣлить на 14 (равныхъ частей). Для этого раздѣлимъ 18 верстъ на 14 (равныхъ частей); оставшіяся отъ дѣленія версты раздробимъ въ сажени; приложимъ 137 саженъ; раздѣлимъ получившееся число саженъ на 14 (равныхъ частей); оставшіяся сажени раздробимъ въ аршины; приложимъ 2 арш.; наконецъ, раздѣлимъ получившееся число аршинъ на 14 (равныхъ частей).

Дѣйствія располагаются такъ:

18 в... 137 саж... 2 ар. | 14
14 | 1 в. 152 с. 2 ар. 1 вер.
4... версты въ остаткѣ.
×500
2000
+ 137
2137... саженъ.
73
37
9... саж. въ остаткѣ.
×3
27
+2
29... аршинъ.
1... арш. въ остаткѣ.
×16
16... вершковъ.
2... верш. въ остаткѣ.

При дѣленіи именованнаго числа на отвлеченное частное должно быть числомъ именованнымъ, такъ какъ оно представляетъ собою одну изъ равныхъ частей дѣлимаго.

Задачи на вычисленіе времени.

109. Задача 1. Пароходъ вышелъ изъ гавани 27-го апрѣля, въ 7 часовъ утра. Когда пароходъ возвратился въ эту гавань, если онъ пробылъ въ плаваніи 6 мѣс. 8 дней 21 часъ 40 мин.?

Первое рѣшеніе. Когда говорятъ, что отъ такого-то числа такого-то мѣсяца прошелъ 1 мѣсяцъ, то это значитъ, что наступило *такое же* число слѣдующаго мѣсяца. Если, напр., отъ 27-го апрѣля (7 часовъ утра) прошелъ 1 мѣсяцъ, то это значитъ, что наступило 27-е мая (7 часовъ утра). Замѣтивъ это, будемъ рѣшать нашу задачу такъ:

Возвращеніе парохода произошло *позже* его отбытія на 6 мѣс. 8 дней 21 ч. 40 м. Это значитъ, что послѣ его отбытія прошло сначала 6 мѣс., потомъ 8 дней, затѣмъ 21 часъ 40 м. и тогда пароходъ возвратился *). Когда отъ 27-го апрѣля (7-ми часовъ утра) прошелъ 1 мѣсяцъ, то наступило 27-е мая (7 час. утра); когда прошелъ другой мѣсяцъ, наступило 27-е іюня (7 час. утра); продолжая такъ прикладывать по 1 мѣсяцу 6 разъ, получимъ 27-е октября (7 час. утра). Послѣ этого прошло еще 8 дней. Такъ какъ въ октябрѣ 31 день, то изъ этихъ 8 дней 4 дня приходились на октябрь, а остальные 4 дня на ноябрь. Значитъ, наступило 4-е ноября (7 часовъ утра). Потомъ прошло еще 21 часъ. Если бы протекло 24 часа, то было бы 5-е ноября 7 час. утра. Но 21 часъ менѣе 24-хъ на 3 часа; значитъ, было 5-е ноября 4 часа утра; наконецъ, прошло еще 40 мин. и тогда пароходъ возвратился. Итакъ, возвращеніе парохода было 5-го ноября въ 4 часа 40 мин. утра того же года.

---

*) Въ такомъ порядкѣ считаютъ обыкновенно. И во всякомъ случаѣ должно предварительно условиться относительно порядка слѣдованія годовъ, мѣсяцевъ и дней, такъ какъ величина промежутка времени, выраженнаго въ такихъ, не вполнѣ постоянныхъ единицахъ, зависитъ отъ порядка ихъ. Напр., промежутокъ времени, слѣдующій за 27-мъ апрѣля и равный 6 мѣс. + 8 дней, не равенъ промежутку времени, слѣдующему тоже за 27-мъ апрѣля, но равному 8 дн. + 6 мѣс. Это видно изъ слѣдующей таблицы:

27-е апрѣля.

Прошло 6 мѣс. .... 27-е окт.	Прошло 8 дней .... 5-е мая
Прошло 8 дней . .... 4-е ноябр.	Прошло 6 мѣс. .... 5-е ноябр.

Такимъ образомъ оказывается, что промежутокъ, слѣдующій за 27 апрѣля и равный 6 м. + 8 дн., короче промежутка 8 дн. + 6 мѣс. Причина будетъ ясна изъ слѣдующаго расчета:

6 мѣс. послѣ 27-го апр.		6 мѣс. послѣ 5-го мая.	
1) 27 апр.—27 мая	30 дн.	1) 5 мая—5 іюня	31 д.
2) 27 мая—27 іюня	31 д.	2) 5 іюня—5 іюля	30 дн.
3) 27 іюня—27 іюля......	30 дн.	3) 5 іюля—5 авг.........	31 д.
4) 27 іюля—27 авг.......	31 д.	4) 5 авг.—5 сент........	31 д.
5) 27 авг.—27 сент.......	31 д.	5) 5 сент.—5 окт........	30 дн.
6) 27 сент.—27 окт.	30 дн.	6) 5 окт.—5 ноябр.	31 д.
	183		184

Такъ обыкновенно и рѣшаются подобныя задачи, если промежутокъ времени, протекшій отъ одного событія до другого (напр., отъ отбытія парохода до его возвращенія), не великъ. Въ противномъ случаѣ удобнѣе будетъ слѣдующій пріемъ.

Второе рѣшеніе. Предварительно узнаемъ, сколько времени прошло съ начала года, т.-е. съ 1-го января до 27-го апрѣля 7-ми часовъ утра. Прошло 3 мѣсяца: январь, февраль и мартъ, и 26 дней апрѣля; такъ какъ отбытіе произошло въ 7 часовъ утра, то, значитъ, прошло еще 7 часовъ слѣдующаго дня (27 апрѣля). Всего съ начала года до отбытія парохода прошло 3 мѣс. 26 дней 7 час. Теперь приложимъ къ этому числу 6 мѣс. 8 дней 21 час. 40 мин.:

	3 мѣс....	26 дн....	7 час.	
+	6 „ ...	8 „ ...	21 „ ...	40 мин.
	9 мѣс....	34 дн....	28 час...	40 мин.
	10 мѣс....	4 дн....	4 час...	40 мин.

Превращая 35 дней въ мѣсяцы, мы должны задаться вопросомъ, во сколько дней считать мѣсяцъ. Для этого обратимъ вниманіе, что отъ начала года прошло 9 мѣсяцевъ; значитъ, изъ 35 дней долженъ составиться 10-й мѣсяцъ, а 10 мѣсяцъ (октябрь) содержитъ 31 день; поэтому изъ 35 дней осталось 4 дня, а 31 день составили 1 мѣсяцъ (который мы приложили къ 9 мѣсяцамъ) *).

Мы узнали, что отъ начала года до возвращенія парохода прошло 10 мѣс. 4 дня 4 часа 40 мин. Но это не окончательный отвѣтъ на вопросъ, потому что тре-

---

*) Разсмотрѣвъ внимательно сложеніе, которое намъ пришлось выполнить въ этой задачѣ, мы легко замѣтимъ, что въ немъ сохраненъ тотъ порядокъ слѣдованія (дни за мѣсяцами), о которомъ мы говорили въ предыдущей выноскѣ. Въ самомъ дѣлѣ, 35 дней мы прибавляемъ *послѣ того,* какъ прибавлены 6 мѣсяцевъ, а не раньше.

бовалось узнать, когда пароходъ возвратился, а не сколько времени прошло отъ начала года до возвращенія парохода. Поэтому передѣлаемъ отвѣтъ такъ, чтобы онъ отвѣчалъ на вопросъ „когда?" Если прошло 10 мѣсяцевъ, то, значитъ, начался 11-й мѣсяцъ: ноябрь. Если прошло 4 дня этого мѣсяца, то, значитъ, началось уже 5-е число ноября. Итакъ, пароходъ, возвратился 5-го ноября въ 4 часа 40 мин. утра.

Задача 2. Путешественникъ возвратился домой 5-го ноября въ 2 часа 10 мин. пополудни. Когда онъ отправился въ путешествіе, если его отсутствіе изъ дома продолжалось 4 мѣс. 25 дн. 19 час.?

Первое рѣшеніе. Какъ понимать, что отсутствіе путешественника продолжалось 4 мѣс. 25 дней 19 часовъ? Это надо понимать такъ: послѣ отправленія въ путешествіе прошло сначала 4 мѣс., потомъ прошло еще 25 дней, затѣмъ еще 19 часовъ, и тогда путешественникъ возвратился, т.-е. тогда наступило 5-е ноября 2 часа 10 мин. пополудни. Поэтому, чтобы опредѣлить время отбытія путешественника, отсчитаемъ отъ „5-го ноября 2 часа 10 мин. пополудни" сначала 19 часовъ, потомъ 25 дней и, наконецъ, 4 мѣсяца. Если бы отсчитать не 19 часовъ, а 24 часа, то получилось бы 4-е ноября 2 часа 10 мин. пополудни. Но 19 часовъ менѣе 24-хъ часовъ на 5 час.; слѣд. получимъ 4-ое ноября 7 час. 10 мин. пополудни. Теперь отсчитаемъ 25 дней. Отсчитавъ 4 дня, получимъ 31 октября; отсчитавъ еще 21 день, получимъ 10-е октября 7 час. 10 мин. пополудни. Теперь отсчитаемъ 4 мѣсяца. Получимъ 10-е іюня 7 час. 10 мин. пополудни *).

---

*) И въ этой задачѣ получился бы другой отвѣтъ (9 іюня), если бы мы отсчитывали сначала 4 мѣсяца, потомъ 25 дней, потомъ 19 часовъ, т.-е. если бы мы понимали продолжительность путешествія не какъ сумму 4 мѣс.+25 дней+19 час., а какъ сумму 19 час.+25 дней+4 мѣсяца

Когда промежутокъ времени, который надо отнять, выражается большими числами, то удобнѣе рѣшать задачу слѣдующимъ пріемомъ.

Второе рѣшеніе. Узнаемъ, сколько времени прошло отъ начала года до 5 ноября 2 час. 10 мин. пополудни. Прошло 10 мѣсяцевъ (январь, февраль... октябрь), 4 дня (ноября) и нѣсколько часовъ и минутъ. Чтобы узнать, сколько часовъ и минутъ, приемемъ во вниманіе, что за начало дня считается полночь. Отъ полуночи до полудня прошло 12 часовъ; но возвращеніе совершилось въ 2 часа 10 мин. пополудни; значитъ, отъ полуночи до возвращенія прошло 14 час. 10 мин. Всего отъ начала года до возвращенія путешественника прошло 10 мѣс. 4 дня 14 час. 10 мин.

Теперь вычтемъ изъ этого числа то время, которое путешественникъ пробылъ въ путешествіи:

	34	38	
10 мѣс...	4 дня...	14 час...	10 мин.
− 4 „ ...	25 „ ...	19 „ ...	0 „
5 мѣс...	9 дн	19 час...	10 мин.

При вычитаніи дней намъ пришлось занять одинъ мѣсяцъ и раздробить его въ дни. Въ такихъ случаяхъ надо сообразить, какой мѣсяцъ раздробляемъ въ дни, потому что не всѣ мѣсяцы содержатъ одинаковое число дней. Въ нашей задачѣ 3 дня уменьшаемаго принадлежатъ ноябрю (потому что 10 мѣс., начиная съ начала года, уже прошли); такъ какъ 25 дней вычитаемаго нельзя отнять отъ этихъ 3-хъ дней ноября, то приходится часть ихъ отнимать отъ 10-го мѣсяца, т.-е. отъ октября; октябрь имѣетъ 31 день; прибавивъ 31 день къ 3 днямъ ноября, получимъ 34 дня.

Сдѣлавъ вычитаніе, мы узнали, что отъ начала года до отправленія путешественника въ путь прошло 5 мѣс. 9 дней 19 часовъ 10 мин. Но это не окончательный отвѣтъ, потому что требовалось узнать, когда произошло отправленіе. Передѣлаемъ отвѣтъ такъ, чтобы онъ отвѣчалъ на вопросъ: „когда?“ Если прошло 5 мѣс., то, значитъ, наступилъ 6-й мѣсяцъ, іюнь; если 9 дней этого мѣсяца прошли, то, значитъ, наступило 10-е іюня; притомъ 10-го іюня прошло уже 19 час. 10 мин.; значитъ, часы будутъ показывать 7 час. 10 мин. пополудни. Итакъ, путешественникъ отправился въ путь 10-го іюня въ 7 час. 10 мин. пополудни того же года.

Задача 3. Императоръ Александръ I вступилъ на престолъ 12-го марта 1801-го года и скончался 19-го ноября 1825-го года. Сколько времени царствовалъ Императоръ Александръ I?

Первое рѣшеніе. Отъ 12-го марта 1801 года до 12-го марта 1825 года прошло ровно 24 года. Отъ 12-го марта 1825 года до 12-го ноября того же года прошло 8 мѣсяцевъ; наконецъ, отъ 12 ноября до 19 ноября прошло 7 дней; значитъ, Александръ I царствовалъ 24 года 8 мѣс. и 7 дней.

Второе рѣшеніе. До 12 марта 1801 года отъ Р. Хр. прошло 1800 лѣтъ 2 мѣсяца и 11 дней, а до 19-го ноября 1825-го года прошло 1824 года 10 мѣс. 18 дней. Для рѣшенія задачи надо, очевидно, вычесть изъ послѣдняго числа первое:

1824 года....	10 мѣс....	18 дней
− 1800 „	2 „	11 „
24 года....	8 мѣс....	7 дней.

Это будетъ окончательный отвѣтъ, потому что въ задачѣ требовалось узнать, сколько времени царствовалъ Императоръ Александръ I.

109, а. Точный счетъ времени. Въ описанныхъ примѣрахъ рѣчь идетъ о такъ называемомъ календарномъ счетѣ времени, по которому промежутокъ времени выражается въ единицахъ, не вполнѣ постоянныхъ, т.-е. въ годахъ и мѣсяцахъ. По точному счету промежутокъ времени долженъ быть выраженъ въ постоянныхъ единицахъ, т.-е. въ недѣляхъ, дняхъ и подраздѣленіяхъ дня. Календарный счетъ употребляется во многихъ вопросахъ практической жизни, когда не важно знать точный размѣръ какого-нибудь промежутка времени, а только число календарныхъ годовъ и мѣсяцевъ, заключавшееся въ немъ (напр., при уплатѣ жалованья, разсчитываемаго обыкновенно по мѣсяцамъ).

Покажемъ здѣсь на двухъ примѣрахъ, какъ слѣдуетъ поступать въ тѣхъ случаяхъ, когда рѣчь идетъ о точномъ счетѣ времени.

Предварительно замѣтимъ, что по календарному счету промежутокъ времени отъ какого-нибудь момента даннаго года до такого же момента слѣдующаго года (напр., отъ полудня 15-го марта 1896 г. до полудня 15-го марта 1897 г.) принимается равнымъ году; подобно этому, промежутокъ отъ какого-нибудь момента одного мѣсяца до такого же момента слѣдующаго мѣсяца (напр., отъ 2 часовъ дня 13-го мая до 2 часовъ дня 13-го іюня того же года) принимается за мѣсяцъ. Годовой промежутокъ содержитъ въ себѣ 366 дней или 365, смотря по тому, было ли въ этомъ промежуткѣ 29-е число февраля, или не было. Напр., годъ отъ 15-го іюня 1895 года до 15-го іюня 1896 года содержалъ въ себѣ 366 дней, такъ какъ въ этомъ промежуткѣ было 29-е февраля (1896 годъ високосный); промежутокъ же отъ 15-го іюня 1896 года до 15-го іюня 1897 года имѣлъ 365 дней, такъ какъ февраль въ 1897 году содержалъ только 28 дней. Мѣсячный промежутокъ можетъ содержать въ себѣ 28, 29, 30 и 31 день, смотря по тому, будетъ ли въ этомъ промежуткѣ послѣднее число мѣсяца 28-е, или 29-е, или 30-е, или 31-е. Напр.:

Мѣсячный промежутокъ времени: отъ	до		Содержитъ въ себѣ:
20 февр. 1896 г.	20 март. 1896 г.	Посл. число	(въ февр. 29) 29 дн.
20 февр. 1897 г.	20 март. 1897 г.		(въ февр. 28) 28 дн.
20 март.	20 апрѣля		(въ март. 31) 31 дн.
20 апрѣля	20 мая		(въ апр. 30) 30 дн.

Замѣтивъ это, рѣшимъ слѣдующіе примѣры.

Примѣръ 1. Начало событія..... 13-го сентября 1890 г.
Конецъ событія..... 2-го іюня 1897 г.

Опредѣлить точную величину продолжительности его.

			32
Отъ Р. Хр. до конца событія прошло	1896 л.	5 м.	1 д.
„ „ „ „ начала „ „	1889 л.	8 м.	12 д.
Продолжительность событія по кал. счету	6 л.	8 м.	20 д.

Выразимъ теперь найденный промежутокъ времени въ дняхъ. Предположимъ сначала, что каждый годъ имѣетъ 365 дней, а каждый мѣсяцъ 30 дней. Тогда число дней будетъ:

$$365.6+30.8+20=2190+240+20=2450.$$

Теперь исправимъ этотъ счетъ. Во-первыхъ, разсчитаемъ, сколько изъ 6-ти годовъ нашего промежутка было високосныхъ. 29-е февраля приходилось въ 1892 г. и въ 1896 г. Значитъ, число дней должно было увеличено на 2. Во-вторыхъ, опредѣлимъ поправку на мѣсяцы. Когда отъ 13 сентября 1890 года прошло 6 лѣтъ, то наступило 13 сентября 1896 года; затѣмъ еще прошли 8 мѣсяцевъ. Значитъ, эти 8 мѣсяцевъ обнимаютъ собою промежутокъ времени отъ 13 сентября 1896 года до 13 мая 1897 г. За этотъ промежутокъ 31-ое число приходилось 4 раза: въ октябрѣ, декабрѣ, январѣ и мартѣ; кромѣ того, въ этомъ промежуткѣ былъ февраль. Такъ какъ это февраль 1897 года (годъ простой), то онъ содержалъ въ себѣ 28 дней. Значитъ, число дней въ нашихъ 8 мѣсяцахъ должно быть увеличено на 4—2, а число дней во всемъ нашемъ промежуткѣ должно быть увеличено на 2+4—2, т.-е. на 4, и потому оно должно быть 2454.

Примѣръ 2. Нѣкоторое событіе продолжалось 800 дней 20 час. 13 мин. Начало этого событія было въ 7 час. 40 м. вечера 18 февраля 1893 года. Опредѣлить моментъ, въ который событіе окончилось.

Считая годъ въ 365 дней и мѣсяцъ въ 30 дней, найдемъ, что 800 дней составляютъ 2 года 2 мѣс. 10 дней; значитъ: 800 д. 20 ч. 13 м. = 2 г. 2 м. 10 д. 20 ч. 13 м. (приблизительно).

Отъ Рожд. Хр. до начала событія прошло 1892 г. 1 мѣс. 17 дней 19 час. 40 мин. Прибавимъ къ этому времени приблизительную величину даннаго промежутка:

	1892 г.	1 м.	17 д.	19 час.	40 мин.
+	2 г.	2 м.	10 д.	20 час.	13 мин.
	1894 г.	3 м.	28 д.	15 час.	53 мин.

Теперь сдѣлаемъ поправки, т.-е. опредѣлимъ, насколько мы ошиблись, допустивъ, что 800 д. = 2 года 2 мѣс. 10 дн.

Эти 2 года слѣдовали за 18 февр. 1893 года по 18 февр. 1895 года. Въ этомъ промежуткѣ високосныхъ годовъ не было; значитъ, въ нашемъ предположеніи, что годъ=365 дн., не было ошибки. 2 мѣсяца слѣдовали за 18 февр. 1895 г.; значитъ, это были мѣсяцы:

1) Отъ 18 февраля 1895 г.	до 18 марта 1895 г.	28 дней.
2) Отъ 18 марта 1895 г.	до 18 апрѣля 1895 г.	31 день.
		59 дней.

Мы предполагали, что эти 2 мѣсяца содержатъ 60 дней, а на самомъ дѣлѣ они имѣли на 1 день меньше; значитъ, 800 дней составляютъ не 2 года 2 мѣс. 10 дн., а 2 года 2 мѣс. 11 дн.; поэтому въ найденной суммѣ мы должны увеличить число дней на 1. Сдѣлавъ это, найдемъ, что отъ Рожд. Христ. до конца событія прошло

1894 года 3 мѣс. 29 дн. 15 час. 53 мин.

и, значитъ, конецъ событія произошелъ въ 1895 году апрѣля 30-го въ 3 часа 53 мин. пополудни.

ОТДѢЛЪ ТРЕТІЙ.

О дѣлимости чиселъ.

Замѣчаніе. Послѣ именованныхъ чиселъ естественно было бы перейти къ разсмотрѣнію дробныхъ чиселъ, такъ какъ эти числа, подобно первымъ, представляютъ собою результатъ измѣренія, но въ болѣе общемъ видѣ. Однако обстоятельное разсмотрѣніе свойствъ дробныхъ чиселъ можетъ быть выполнено только тогда, когда предварительно уяснены нѣкоторыя свойства цѣлаго числа. Эти свойства главнымъ образомъ относятся до условій, при которыхъ одно число дѣлится на другое безъ остатка. Поэтому отдѣлъ этотъ озаглавливается „О дѣлимости чиселъ".

I. Признаки дѣлимости.

110. Основныя истины. Когда одно число дѣлится на другое безъ остатка, то для краткости рѣчи говорятъ просто, что первое число **дѣлится** на второе. Такъ, говорятъ: 15 дѣлится на 3, но не дѣлится на 4

Существуютъ признаки, по которымъ легко узнать, не производя дѣленія на самомъ дѣлѣ, дѣлится или не дѣлится данное число на нѣкоторыя другія числа. Нахожденіе этихъ признаковъ дѣлимости основано на слѣдующихъ истинахъ:

1) **Если каждое слагаемое дѣлится на одно и то же число, то и сумма раздѣлится на это число.**

Возьмемъ, напр., сумму: 15+20+40, въ которой каждое слагаемое дѣлится на 5. Это значитъ, что каждое изъ этихъ чиселъ можетъ быть составлено сложенiемъ пятерокъ; такъ, сложивъ 3 пятерки, получимъ 15; приложивъ еще 4 пятерки, получимъ 15+20; наконецъ, добавивъ еще 8 пятерокъ, получимъ 15+20+40; значитъ, сумма эта можетъ быть составлена сложенiемъ пятерокъ; поэтому она дѣлится на 5.

Замѣтимъ, что если слагаемыя не дѣлятся на какое-нибудь число, то изъ этого нельзя еще заключить, чтобы сумма не дѣлилась на это число; напр., 17 и 8 не дѣлятся на 5, но сумма 17+8, т.-е. 25, дѣлится на 5.

2) **Если одно изъ двухъ слагаемыхъ дѣлится, а другое не дѣлится на какое-нибудь число, то сумма не раздѣлится на это число.**

Возьмемъ, напр., числа: 20 и 17; изъ нихъ первое дѣлится, а второе не дѣлится на 5. Это значитъ, что 20 можно составить сложенiемъ пятерокъ, а 17 нельзя. Въ такомъ случаѣ очевидно, что сумма 20+17 не можетъ быть составлена сложенiемъ пятерокъ; значитъ, эта сумма не дѣлится на 5.

111. Признакъ дѣлимости на 2. Замѣтимъ, что всѣ числа, которыя дѣлятся на 2, наз. **четными**, а тѣ, которыя не дѣлятся на 2, наз. **нечетными**.

Десятокъ дѣлится на 2; поэтому сумма какого угодно числа десятковъ дѣлится на 2. Всякое число, оканчивающееся нулемъ, есть сумма десятковъ; напр., 430 есть сумма 43 десятковъ. Значитъ, всякое число, оканчивающееся нулемъ, дѣлится на 2.

Возьмемъ теперь два числа, изъ которыхъ одно оканчивается нечетною, а другое четною цыфрою, напр., 337 и 328. Ихъ можно представить въ видѣ суммъ такъ:

$$327=320+\mathbf{7}; \qquad 328=320+\mathbf{8}.$$

Число 320 оканчивается нулемъ и потому дѣлится на 2; 7 не дѣлится на 2; потому 327 не раздѣлится на 2 (если одно изъ двухъ слагаемыхъ дѣлится, а другое не дѣлится на какое-нибудь число, то сумма не раздѣлится на это число). Слагаемое 8 дѣлится на 2; поэтому 328 раздѣлится на 2 (если каждое слагаемое дѣлится на одно и то же число, то и сумма раздѣлится на это число). Изъ этого слѣдуетъ:

на 2 дѣлится только такое число, которое оканчивается нулемъ или четною цыфрою.

112. Признакъ дѣлимости на 4. Сотня дѣлится на 4; поэтому сумма какого угодно числа сотенъ дѣлится на 4. Всякое число, оканчивающееся двумя нулями, есть сумма сотенъ; значитъ, всякое число, оканчивающееся двумя нулями, дѣлится на 4.

Возьмемъ теперь два числа такихъ, чтобы у одного сумма десятковъ съ единицами не дѣлилась на 4, а у другого дѣлилась, напр., 2350 и 2348. Ихъ можно представить въ видѣ суммъ такъ:

$$2350=2300+\mathbf{50}; \qquad 2348=2300+\mathbf{48}.$$

Число 2300 оканчивается двумя нулями и потому дѣлится на 4; 50 не дѣлится на 4; поэтому 2350 не раздѣлится на 4 (если одно слагаемое дѣлится, а другое не дѣлится, то...); 48 дѣлится на 4, поэтому 2348 раздѣлится на 4 (если каждое слагаемое дѣлится, то...). Изъ этого слѣдуетъ:

на 4 дѣлится только такое число, которое оканчивается двумя нулями или у котораго двѣ послѣднія цыфры выражаютъ число, дѣлящееся на 4 *).

113. Признакъ дѣлимости на 8. Тысяча дѣлится на 8; поэтому сумма какого угодно числа тысячъ дѣлится на 8. Значитъ, всякое число, оканчивающееся тремя нулями, дѣлится на 8.

---

*) Подобнымъ же образомъ можно вывести аналогичный признакъ дѣлимости на 25.

Возьмемъ теперь два числа такихъ, чтобы у одного сумма сотенъ, десятковъ и единицъ не дѣлилась на 8, а у другого дѣлилась, напр., 73150 и 73152. Ихъ можно представить въ видѣ суммъ такъ:

$$73150=73000+\mathbf{150};\qquad 73152=73000+\mathbf{152}.$$

150 не дѣлится, а 152 дѣлится на 8. Изъ этого заключаемъ, что 73150 не дѣлится, а 73152 дѣлится на 8. Слѣд.:

на 8 дѣлится только такое число, которое оканчивается тремя нулями или у котораго три послѣднія цыфры выражають число, дѣлящееся на 8 *).

114. Признаки дѣлимости на 5 и на 10. Десятокъ дѣлится на 5 и на 10; поэтому число, составленное изъ десятковъ, т.-е. оканчивающееся нулемъ, дѣлится на 5 и на 10. Если число не оканчивается нулемъ, то оно не дѣлится на 10, а на 5 оно раздѣлится только тогда, когда послѣдняя его цыфра будетъ 5, потому что изъ всѣхъ однозначныхъ чиселъ 5 есть единственное число, дѣлящееся на 5. Итакъ:

на 5 дѣлится только такое число, которое оканчивается нулемъ или цыфрою 5;

на 10 дѣлится только такое число, которое оканчивается нулемъ.

115. Признаки дѣлимости на 3 и на 9. Предварительно замѣтимъ, что и на 3, и на 9 дѣлится всякое число, написанное посредствомъ цыфры 9, т.-е. 9, 99, 999 и т. п. Дѣйствительно:

$$999 : 3=333;\ 9999 : 3=3333;$$
$$999 : 9=111;\ 9999 : 9=1111;\ \text{и т. д.}$$

Замѣтивъ это, возьмемъ какое-нибудь число, напр. 2457, и разложимъ его на единицы различныхъ разрядовъ:

$$\begin{aligned}2457=&1000+1000\\ &+100+100+100+100\\ &+10+10+10+10+10\\ &+7\end{aligned}$$

*) Подобнымъ же образомъ можно вывести аналогичный признакъ дѣлимости на 125.

Разложимъ каждую тысячу на 999 и 1, каждую сотню на 99 и 1, каждый десятокъ на 9 и 1. Тогда вмѣсто 2 тысячъ получимъ 2 раза по 999 и 2 единицы; вмѣсто 4 сотенъ получимъ 4 раза по 99 и 4 единицы; вмѣсто 5 десятковъ—5 разъ по 9 и еще 5 ед. Слѣд.:

$$\begin{array}{rr} 2457=999+999 & +\mathbf{2} \\ 99+99+99+99 & +\mathbf{4} \\ 9+9+9+9+9 & +\mathbf{5} \\ & +\mathbf{7} \end{array}$$

Слагаемыя 999, 99 и 9 дѣлятся на 3 и на 9; значитъ, дѣлимость даннаго числа на 3, или на 9, зависитъ только отъ суммы $2+4+5+7$; если эта сумма дѣлится или не дѣлится на 3, или на 9, то и данное число дѣлится или не дѣлится на эти числа. Сумма $2+4+5+7$ есть сумма чиселъ, выражаемыхъ цыфрами даннаго числа, написанными отдѣльно; для краткости говорятъ, что это есть **сумма цыфръ** даннаго числа. Поэтому можемъ сказать:

на 3 дѣлится только такое число, у котораго сумма цыфръ дѣлится на 3;

на 9 дѣлится только такое число, у котораго сумма цыфръ дѣлится на 9.

Въ нашемъ примѣрѣ сумма цыфръ равна 18; 18 дѣлится на 3 и на 9; значитъ, 2457 тоже дѣлится и на 3, и на 9.

116. Признакъ дѣлимости на 6. Предварительно замѣтимъ, что если число дѣлится на 6, то оно должно раздѣлиться и на 2, и на 3, т.-е. на тѣ числа, на которыя дѣлится 6. Дѣйствительно, если число дѣлится на 6, то, значитъ, его можно разложить на шестерки, т.-е. представить его въ видѣ суммы:

$$6+6+6+6+\ldots..$$

Но каждую шестерку можно разложить и на двойки, и на тройки; значитъ, и данное число можно разложить и на двойки, и на тройки; слѣд., данное число должно дѣлиться и на 2, и на 3.

Изъ этого слѣдуетъ, что если какое-нибудь число не дѣлится на 2, или не дѣлится на 3 (напр., число 45, которое не дѣлится на 2, или число 50, которое не дѣлится на 3), то такое число не можетъ раздѣлиться на 6, такъ какъ если бы оно дѣлилось на 6, то раздѣлилось бы и на 2, и на 3.

Возьмемъ теперь какое-нибудь число, напр., 534, которое дѣлится на 2 и на 3; разъяснимъ, что оно раздѣлится и на 6.

Если 534 дѣлится на 3, то его можно разложить на 3 равныя части. Предположимъ, что оно разложено на эти части и что 2 части соединены въ одну группу; тогда 534 представится въ видѣ суммы двухъ слагаемыхъ такъ:

$$\overbrace{\square\;\square+\square}^{534}$$

Первое слагаемое, состоящее изъ двухъ равныхъ частей, конечно, дѣлится на 2. Если бы второе слагаемое не дѣлилось на 2, то тогда и сумма 534 не дѣлилась бы на 2 (если одно слагаемое дѣлится, а другое не дѣлится на какое-нибудь число, то сумма не раздѣлится на это число). Но 534 дѣлится на 2; значитъ, и второе слагаемое должно дѣлиться на 2; а второе слагаемое есть третья часть числа 534; если же третья часть дѣлится на 2 равныя части, то все число можетъ раздѣлиться на 6 равныхъ частей *).

---

*) Если учащіеся имѣютъ уже представленіе о простѣйшихъ дробяхъ, то достаточность признака дѣлимости на 6 можно разъяснить такъ: если данное число дѣлится на 2 и въ то же время на 3, то это значитъ, что половина его есть цѣлое число и третья часть также цѣлое число; но въ такомъ случаѣ и разность между половиною числа и его третью частью тоже должна быть числомъ цѣлымъ; а эта разность составляетъ $\frac{1}{6}$ числа (такъ какъ $\frac{1}{2}=\frac{3}{6}$, а $\frac{1}{3}=\frac{2}{6}$). Если же $\frac{1}{6}$ даннаго числа есть число цѣлое, то, значитъ, данное число дѣлится на 6 безъ остатка.

Теперь можемъ утверждать: **на 6 дѣлится только такое число, которое дѣлится на 2 и на 3**, которое, слѣд., оканчивается нулемъ или четною цыфрою и у котораго, кромѣ того, сумма цыфръ дѣлится на 3.

117. Подобнымъ же образомъ можно вывести слѣдующіе признаки дѣлимости на 12, на 18 и на 15 *):

на 12 дѣлится только такое число, которое дѣлится на 3 и на 4;

на 18 дѣлится только такое число, которое дѣлится на 2 и на 9;

на 15 дѣлится только такое число, которое дѣлится на 3 и на 5.

118. Выводъ признаковъ дѣлимости на какія угодно составныя числа основывается на слѣдующихъ теоремахъ.

Теорема 1. Если произведеніе a_1a_2 дѣлится на p, и a_1 не имѣетъ съ p общихъ дѣлителей, кромѣ 1, то a_2 дѣлится на p.

Предположимъ сначала, что $a_1>p$. Раздѣлимъ a_1 на p и назовемъ частное и остатокъ отъ этого дѣленія соотвѣтственно q и r. Тогда

$$a_1=pq+r \qquad (1).$$

Убѣдимся относительно остатка r, что онъ во 1) не равенъ 0 и во 2) не имѣетъ общихъ дѣлителей съ p, кромѣ 1

*) Съ небольшимъ, впрочемъ, измѣненіемъ для числа 15, для котораго достаточность признака дѣлимости можно вывести такъ: пусть какое-нибудь число, напр. 75, дѣлится на 3 и на 5; требуется доказать, что оно дѣлится на 15. Если 75 дѣлится на 5, то, значитъ, число это можно разложить на 5 равныхъ частей. Сгруппируемъ эти 5 частей въ 2 группы такъ: одна группа въ 3 части, другая группа въ 2 части. Такъ какъ сумма ихъ (75) дѣлится, по условію, на 3, и группа въ 3 части, очевидно, дѣлится на 3, то другая группа (въ 2 части) должна дѣлиться на 3. Замѣтивъ это, соединимъ теперь всѣ 5 частей въ 3 группы: 2 части, 2 части и 1 часть. Группы, состоящія изъ 2-хъ частей, какъ сейчасъ разъяснено, дѣлятся на 3; значитъ, и третья группа, въ 1 часть, должна дѣлиться на 3; но если пятая часть числа дѣлится на 3 равныя части, то все число должно раздѣлиться на 15 равныхъ частей.

Дѣйствительно, если бы $r=0$, то $a_1=pq$ и тогда a_1 дѣлилось бы на p, а это противорѣчитъ допущенію, что a_1 и p не имѣютъ общихъ дѣлителей, кромѣ 1. Предположимъ далѣе, что p и r имѣютъ какого-нибудь общаго дѣлителя $t>1$. Тогда a_1 дѣлилось бы на t и, слѣд., a_1 и p имѣли бы общаго дѣлителя $t>1$, что противорѣчитъ допущенію.

Если r не равенъ 1, то раздѣлимъ p на r и назовемъ частное и остатокъ отъ этого дѣленія q_1 и r_1. Тогда

$$p=rq_1+r_1 \qquad (2)$$

Такъ какъ p и r суть числа, не имѣющія общихъ дѣлителей, кромѣ 1, то изъ равенства (2) убѣждаемся, подобно предыдущему, что во 1) r_1 не равно 0 и во 2) r и r_1 не имѣютъ общихъ дѣлителей, кромѣ 1. Если r_1 не равно 1, то раздѣлимъ r на r_1, отчего получимъ остатокъ r_2, не равный нулю и не имѣющій общихъ дѣлителей съ r_1 кромѣ 1. Если r_2 не равенъ 1, то раздѣлимъ r_1 на r_2, и т. д.; тогда получимъ рядъ равенствъ:

$$\begin{aligned} a_1 &= pq + r \\ p &= rq_1 + r_1 \\ r &= r_1q_2 + r_2 \\ r_1 &= r_2q_3 + r_3 \\ &\ldots\ldots\ldots \end{aligned}$$

изъ которыхъ убѣждаемся, что остатки r, r_1, r_2 и т. д. не равны нулю. Такъ какъ при всякомъ дѣленіи остатокъ долженъ быть меньше дѣлителя, то $r<p$, $r_1<r$, $r_2<r_1$ и т. д. Поэтому, произведя достаточное число дѣленій, мы, наконецъ, дойдемъ до такого остатка, который равенъ 1. Пусть $r_n=1$. Тогда

$$r_{n-2}=r_{n-1}q_n+1.$$

Умножимъ почленно каждое изъ полученныхъ равенствъ на a_2:

$$\begin{aligned} a_1a_2 &= pqa_2 + ra_2 \\ pa_2 &= rq_1a_2 + r_1a_2 \\ ra_2 &= r_1q_2a_2 + r_2a_2 \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ r_{n-2}a_2 &= r_{n-1}q_n a_2 + a_2 \end{aligned}$$

Обращая вниманіе на первое изъ этихъ равенствъ, разсуждаемъ такъ: такъ какъ a_1a_2, по условію, дѣлится на p, то и сумма $pqa_2+r\,a_2$ дѣлится на p; первое слагаемое этой суммы дѣлится на p; слѣд., и второе слагаемое, т.-е. ra_2, дѣлится на p. Перейдя затѣмъ къ равенству второму, находимъ, что сумма pa_2 и одно изъ слагаемыхъ $(ra_2)q_1$ дѣлятся на p, откуда заключаемъ, что и второе слагаемое, r_1a_2, дѣлится на p. Перейдя затѣмъ къ равенству (3), отъ (3) къ (4), отъ (4) къ (5) и т. д., дойдемъ, наконецъ, до послѣдняго равенства, изъ котораго заключимъ, что a_2 дѣлится на p.

Если $a_1 < p$, то мы раздѣлимъ p на a_1, затѣмъ a_1 на остатокъ; послѣ первый остатокъ на второй и т. д.; тогда получимъ такія равенства:

$p = a_1q + r$
$a_1 = rq_1 + r_1$
$r = r_1q_2 + r_2$ и т. д.

Къ этимъ равенствамъ, очевидно, можно примѣнить тѣ же разсужденія, какія были изложены выше; значитъ, и въ этомъ случаѣ дойдемъ до заключенія, что a_2 дѣлится на p.

Теорема 2. Если a дѣлится порознь на числа p и q, причемъ p и q не имѣютъ общихъ дѣлителей, кромѣ 1, то a дѣлится на произведеніе pq.

Для доказательства назовемъ частное отъ дѣленія a на p черезъ Q; тогда $a = pQ$... (1). Такъ какъ, по условію, a дѣлится на q, то изъ равенства (1) заключаемъ, что pQ дѣлится на q. Но p не имѣетъ съ q общихъ дѣлителей, кромѣ 1; значитъ, согласно теоремѣ 1-ой, Q должно дѣлиться на q. Пусть частное отъ этого дѣленія будетъ Q_1; тогда $Q = qQ_1$... (2). Вставивъ въ равенство (1) на мѣсто Q равное ему произведеніе, получимъ:

$$a = p(qQ_1) = (pq)Q_1$$

откуда видно, что a есть произведеніе двухъ множителей: (pq) и Q_1; значитъ, a дѣлится на pq.

Изъ этой теоремы выводимъ: если число дѣлится на 2 и на 3, то оно дѣлится на 6; если число дѣлится на 3 и на 4, то оно дѣлится на 12; и т. п.

119. Общій признакъ дѣлимости на 7, 11 и 13. Чтобы узнать, дѣлится ли данное число на 7, или на 11, или на 13, достаточно, зачеркнувъ въ числѣ три послѣднія цыфры, вычесть изъ оставшагося числа зачеркнутое (или на оборотъ); если остатокъ равенъ 0, или дѣлится на 7, или 11, или 13, то и данное число раздѣлится на 7, или 11, или 13.

Для доказательства замѣтимъ, что 1000+1 дѣлится и на 7, и на 11, и на 13, въ чемъ можно убѣдиться непосредственно дѣленіемъ. Послѣ этого положимъ, что въ данномъ числѣ всѣхъ тысячъ a, а b будетъ часть его, состоящая изъ сотенъ, десятковъ и единицъ; тогда данное число можно представить: $a.1000+b$, что равно $a.1001+b-a$. Если $a>b$, то послѣднее выраженіе можно представить такъ:

$$a.\ 1001-(a-b)$$

а когда $b>a$, то оно равносильно выраженію:

$$a.\ 1001+(b-a)$$

И въ первомъ, и во второмъ случаѣ для дѣлимости числа на 7, или 11, или на 13 необходимо и достаточно, чтобы $a-b$, или $b-a$ дѣлилось на 7, или на 11, или на 13, или же равнялось 0, такъ какъ $a.\ 1001$ дѣлится всегда и на 7, и на 11, и на 13.

Пусть, напр., требуется узнать, дѣлится ли на 7 число 11673207. Зачеркиваемъ три послѣднія цыфры и изъ оставшагося числа вычитаемъ зачеркнутое:

$$\begin{array}{r} 11673\ \cancel{207} \\ -207 \\ \hline 11466 \end{array}$$

Чтобы узнать, дѣлится ли это число на 7, поступаемъ съ нимъ точно такъ же:

$$\begin{array}{r} 11\ \cancel{466} \\ -\ 11 \\ \hline 455 \end{array}$$

455 дѣлится на 7; значитъ, и данное число дѣлится на 7.

120. Признакъ дѣлимости на 37. Чтобы узнать, дѣлится ли данное число на 37, достаточно, зачеркнувъ въ числѣ три послѣднія цыфры, сложить оставшееся число съ зачеркнутымъ; если полученная отъ этого сумма дѣлится на 37, то и данное число раздѣлится на 37.

Для доказательства замѣтимъ, что 1000—1, т.-е. 999, дѣлится на 37, въ чемъ можно убѣдиться непосредственно. Пусть данное число будетъ $a.\ 1000+b$, гдѣ b есть часть, состоящая изъ сотенъ, десятковъ и единицъ. Тогда данное число можно представить такъ: $a.\ 999+(b+a)$; такъ какъ $a.\ 999$ всегда дѣлится на 37, то дѣлимость даннаго числа на 37 зависитъ лишь отъ $b+a$, что и требуется доказать.

II. Числа простыя и составныя.

121. Опредѣленія. 1) Число, которое дѣлится только на единицу и на само себя, наз. простымъ *); таково, напр., число 7, которое дѣлится только на 1 и на 7.

2) Число, которое дѣлится не только на единицу и на само себя, но еще и на другія числа, наз. составнымъ; таково, напр., число 12, которое дѣлится не только на 1 и на 12, но и на 2, на 3, на 4 и на 6.

Есть 26 простыхъ чиселъ, меньшихъ 100, а именно:

1, 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97.

Въ концѣ этой книги приложена таблица, въ которой выписаны всѣ простыя числа, не превосходящія 6000.

122. Теорема. Всякое составное число дѣлится на нѣкоторое простое число, большее 1

Пусть N есть составное число. По опредѣленію, N дѣлится на нѣкоторое число t, большее 1 и меньшее N. Если t есть число простое, то теорема доказана; если же t число составное, то оно, въ свою очередь, дѣлится на нѣкоторое число t_1, большее 1 и меньшее t. Въ такомъ случаѣ и N дѣлится на t_1. Если t_1 есть число простое, то теорема доказана; если же t_1 число составное, то оно дѣлится на t_2, которое больше 1 и меньше t_2. Такимъ образомъ убѣдимся, что N дѣлится на нѣкоторое простое число большее 1

123. Теорема. Существуетъ безчисленное множество простыхъ чиселъ.

Допустимъ обратное, т. е., что простыхъ чиселъ ограниченное число. Въ такомъ случаѣ должно существовать наибольшее простое число. Пусть такое число будетъ a. Тогда всѣ простыя числа должны заключаться въ ряду: 1, 2, 3, 5, 7, 11..... a. Чтобы опровергнуть это допущеніе, составимъ новое число N такимъ образомъ:

$$N=(1.2.3.5.7.....a)+1,$$

*) Употребительны также названія: „абсолютно—простое", „первоначальное" число.

т.-е. перемножимъ всѣ простыя числа отъ 1 до a и къ произведенію приложимъ еще 1.

Такъ какъ N, очевидно, больше a, и a, согласно предположенію, есть наибольшее изъ простыхъ чиселъ, то N должно быть числомъ составнымъ. Но составное число, по доказанному выше, дѣлится на нѣкоторое простое число, большее 1. Слѣд., N дѣлится на нѣкоторое число изъ ряда: 2, 3, 5, 7, 11..... a. Но этого быть не можетъ, такъ какъ N есть сумма двухъ слагаемыхъ, изъ которыхъ первое (1. 2. 3. 5.. a) дѣлится на всякое число изъ ряда: 2, 3, 5.... a, а второе (1) не дѣлится ни на одно изъ этихъ чиселъ. Итакъ, нельзя допустить, чтобы существовало наибольшее простое число; а если нѣтъ наибольшаго простого числа, то рядъ простыхъ чиселъ безконеченъ.

124. Составленіе ряда послѣдовательныхъ простыхъ чиселъ. Самый простой способъ составленія ряда послѣдовательныхъ простыхъ чиселъ состоитъ въ томъ, что изъ ряда натуральныхъ чиселъ отъ 1 до a (число, которымъ желаютъ ограничить рядъ) выключаютъ сначала всѣ числа, дѣлящіяся на 2, потомъ всѣ числа, дѣлящіяся на 3, затѣмъ числа, дѣлящіяся на 5, на 7, на 11 и т. д. Это дѣлается очень просто: выписавъ рядъ нечетныхъ чиселъ отъ 1 до a, зачеркиваютъ въ немъ каждое 3-е число послѣ 3-хъ, каждое 5-е число послѣ 5, каждое 7-е послѣ 7-ми и т. д. Для объясненія этого пріема предположимъ, что желаютъ зачеркнуть всѣ составныя числа, дѣлящіяся на 7. Наименьшее число, дѣлящееся на 7, есть само 7. Но 7 простое число и потому не должно быть зачеркнуто. Такъ какъ нечетныя числа отличаются одно отъ другого на 2, то слѣдующія за 7-ю числа будетъ: $7+2$, $7+(2 . 2)$, $7+(2 . 3)$, $7+(2 . 4)$ и т. д. Изъ нихъ первое число, дѣлящееся на 7, есть, очевидно, $7+(2 . 7)$; это будетъ 7-е число послѣ 7. Также только 7-е число, слѣдующее за $7+(2 . 7)$, будетъ дѣлиться на 7; однимъ словомъ, кратнымъ 7-ми будетъ каждое 7-е число послѣ 7-ми и никакое иное.

Описанный пріемъ извѣстенъ подъ именемъ **рѣшета Эратосѳена** (cribrum Eratosthenis). Александрійскій математикъ Эратосѳенъ, жившій въ 3-мъ вѣкѣ до Р. Хр., писалъ числа на дощечкѣ, покрытой воскомъ, и прокалывалъ дырочки надъ тѣми числами, которыя дѣлятся на 2, на 3, на 5 и т. д.; отъ этого дощечка уподоблялась рѣшету, сквозь которое какъ бы просѣивались составныя числа.

Въ настоящее время имѣются таблицы всѣхъ послѣдовательныхъ простыхъ чиселъ, меньшихъ 9 000 000*).

III. О дѣлителяхъ составного числа.

I. Разложеніе составного числа на простыхъ множителей.

125. Опредѣленіе. Разложить составное число на простыхъ множителей значитъ представить его въ видѣ произведенія нѣсколькихъ простыхъ чиселъ.

Напр., разложить 12 на простыхъ множителей значитъ представить 12 такъ: 12=2.2.3.

126. Объясненіе разложенія. Пусть требуется разложить на простыхъ множителей какое-нибудь составное число, напр., 420. Для этого находимъ, по признакамъ дѣлимости, наименьшее простое число (кромѣ 1), на которое дѣлится 420. Такое число есть 2; раздѣлимъ 420 на 2:

$$420 : 2 = 210; \text{ откуда } 420 = 210 \cdot 2 \qquad (1).$$

Теперь находимъ наименьшее простое число (кромѣ 1), на которое дѣлится составное число 210. Такое число есть 2; раздѣлимъ 210 на 2:

$$210 : 2 = 105; \text{ откуда } 210 = 105 \cdot 2$$

Замѣнимъ въ равенствѣ (1) число 210 равнымъ ему произведеніемъ:

$$420 = 105 \cdot 2 \cdot 2 \qquad (2).$$

Наименьшее простое число, на которое дѣлится составное число 105, есть 3; раздѣлимъ 105 на 3:

$$105 : 3 = 35; \text{ откуда } 105 = 35 \cdot 3$$

Замѣнимъ въ равенствѣ (2) число 105 равнымъ ему произведеніемъ:

$$420 = 35 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2$$

---

*) Наибольшее простое число, извѣстное до сего времени, есть $2^{61}-1=2\ 305\ 843\ 009\ 213\ 693\ 951$; это число было найдено священникомъ *о. Іоанномъ Первушинымъ* въ 1883 г.

Наконецъ, въ послѣднее равенство подставимъ на мѣсто 35 равное ему произведеніе простыхъ чиселъ 5 . 7; тогда получимъ требуемое разложеніе:

$$420 = 5 \cdot 7 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2$$

Такъ какъ произведеніе не измѣняется отъ перемѣны мѣстъ множителей, то можно писать ихъ въ какомъ угодно порядкѣ; обыкновенно пишутъ ихъ отъ меньшихъ къ большимъ, т.-е. такъ: $420 = 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7$.

127. Какъ располагаютъ нахожденіе простыхъ множителей. Разложеніе на простыхъ множителей располагаютъ обыкновенно такъ:

420	2
210	2
105	3
35	5
7	7
1	

т.-е. пишутъ данное составное число и проводятъ справа отъ него вертикальную черту. Справа отъ черты помѣщаютъ наименьшее простое число, на которое дѣлится данное составное, и дѣлятъ на него это данное число. Цыфры частнаго подписываютъ подъ дѣлимымъ. Съ этимъ частнымъ поступаютъ также же, какъ съ даннымъ числомъ. Дѣйствія продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока въ частномъ не получится 1. Тогда всѣ числа, стоящія направо отъ черты, будутъ простыми множителями даннаго числа.

Вотъ еще примѣръ:

8874	2
4437	3
1479	3
493	17
29	29
1	

Дойдя до частнаго 493, мы затрудняемся рѣшить, на какое число оно дѣлится. Въ такихъ случаяхъ обращаемся къ таблицѣ простыхъ чиселъ (въ концѣ этой книги). Если въ ней встрѣтится число, поставившее насъ въ затрудненіе, то оно дѣлится только на само себя. 493 не находится въ таблицѣ простыхъ чиселъ; значитъ, это число—составное и потому должно дѣлиться на какое-нибудь простое число, большее 1. Пробуемъ дѣлить его на 7, на 11, на 13.. и т. д. до тѣхъ поръ, пока не дойдемъ до дѣленія безъ остатка. Оказывается, что 493 дѣлится на 17, при чемъ въ частномъ получается 29. Теперь можемъ окончить разложеніе.

128. Сокращенные пріемы разложенія. 1) Если данное составное число не велико, то его простыхъ множителей прямо выписываютъ въ строку. Напр.:

$$72 = 2 \,.\, 2 \,.\, 2 \,.\, 3 \,.\, 3$$

При этомъ говорятъ такъ: 72 равно 2, умноженнымъ на 36 (2 пишемъ, а 36 запоминаемъ); 36 равно 2, умноженнымъ на 18 (2 пишемъ, а 18 запоминаемъ); 18 равно 2, умноженнымъ на 9; и т. д.

Если данное число легко разлагается на какихъ-нибудь составныхъ множителей, то полезно разложить его сначала на этихъ множителей, а потомъ каждаго изъ нихъ разложить на простыхъ. Напримѣръ:

$$14000 = 1000 \,.\, 14 = 10 \,.\, 10 \,.\, 10 \,.\, 14 = 2 \,.\, 5 \,.\, 2 \,.\, 5 \,.\, 2 \,.\, 5 \,.\, 2 \,.\, 7$$

Замѣчаніе. Когда въ разложеніи одинъ и тотъ же множитель повторяется нѣсколько разъ, то можно писать сокращенно, употребляя то обозначеніе степени, которое мы указали прежде (§ 62). Такъ, вмѣсто строки: $14000 = 2 \,.\, 2 \,.\, 2 \,.\, 2 \,.\, 5 \,.\, 5 \,.\, 5 \,.\, 7$ пишутъ короче:

$$14000 = 2^4 \,.\, 5^3 \,.\, 7$$

Здѣсь показатели степени 4 и 3, поставленные надъ числами 2 и 5, означаютъ, сколько разъ эти числа должны быть повторены множителями.

129. Важное свойство разложенія. Всякое составное число разлагается только въ одинъ рядъ простыхъ множителей.

Напр., число 14000, какимъ бы способомъ мы его не разлагали на простыхъ множителей, всегда даетъ такой рядъ, въ которомъ множитель 2 повторяется 4 раза, множитель 5 повторяется 3 раза, а множитель 7 входитъ только одинъ разъ (конечно, множители эти могутъ стоять въ какомъ угодно порядкѣ).

Для доказательства этого предложенія, допустимъ, что какое-нибудь число N дало два ряда простыхъ множителей:

$N = abc....$ и $N = a_1b_1c_1....$; откуда: $abc.... = a_1b_1c_1....$ Лѣвая часть послѣдняго равенства дѣлится на a; значитъ, и правая часть должна дѣлиться на a Но a. число простое, поэтому произведеніе $a_1b_1c_1....$ только тогда раздѣлится на a, когда одинъ изъ его множителей дѣлится на a; для этого нужно, чтобы одно изъ чиселъ: a_1, b_1, $c_1....$ равнялось a. Пусть $a_1 = a$. Раздѣливъ обѣ части равенства на a, получимъ:

$$bc.... = b_1c_1....$$

Подобно предыдущему убѣдимся, что одинъ изъ множителей: b_1, c_1,.... равенъ b. Пусть $b_1 = b$; тогда $cd... = c_1d_1...$ Продолжая эти разсужденія далѣе, увидимъ, что всѣ множители перваго ряда входятъ также и во второй рядъ. Раздѣливъ обѣ части равенства на a_1, убѣдимся, что въ первомъ ряду есть множитель a_1. Такимъ образомъ, подобно предыдущему, найдемъ, что всѣ множители второго ряда входятъ и въ первый рядъ. Отсюда слѣдуетъ, что оба эти ряда могутъ отличаться только порядкомъ множителей, а не самими множителями,, — другими словами, что два эти ряда представляютъ на самомъ дѣлѣ только одинъ рядъ.

2. Нахожденіе дѣлителей составного числа.

130. Опредѣленіе. Если одно число дѣлится на другое безъ остатка, то это другое число наз. дѣлителемъ перваго числа. Такъ, замѣтивъ, что 40 дѣлится на 8 безъ остатка, мы можемъ число 8 назвать дѣлителемъ 40-а.

Всякое простое число, напр. число 11, имѣетъ только двухъ дѣлителей: 1 и само себя.

Всякое составное число имѣетъ болѣе двухъ дѣлителей; напр., число 6 имѣетъ 4-хъ дѣлителей: 1, 2, 3 и 6; изъ нихъ первые три простые, а послѣдній составной.

Дѣлители даннаго составного числа могутъ быть найдены по слѣдующему правилу.

Правило. Чтобы найти всѣхъ дѣлителей даннаго составного числа, предварительно разлагаютъ его на простыхъ множителей; каждый изъ этихъ множителей будетъ простымъ дѣлителемъ даннаго числа, составные же дѣлители получаются перемноженіемъ простыхъ множителей по два, по три, по четыре и т. д.

Пусть, напр., требуется найти дѣлителей числа 420. Для этого разложимъ это число на простыхъ множителей:

$$420=2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \,.$$

Легко понять, что 420 дѣлится на каждаго изъ своихъ простыхъ множителей; напр., это число дѣлится на 5, потому что его можно представить въ видѣ произведенія: $(2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 7) \cdot 5=84 \cdot 5$. Значитъ, простые множители составного числа служатъ также и его простыми дѣлителями.

Чтобы найти составныхъ дѣлителей, примемъ во вниманіе, что множителей произведенія можно соединять въ различныя группы. Соединимъ ихъ, положимъ, такъ:

$$420=(2 \cdot 3) \cdot (2 \cdot 5 \cdot 7)=6 \cdot 70.$$

Теперь 420 представляетъ собою произведеніе двухъ множителей: 6 и 70; слѣд., 420 дѣлится и на 6, и на 70. Соединяя множителей въ иныя группы, увидимъ такимъ же образомъ, что 420 дѣлится на произведеніе какихъ угодно своихъ простыхъ множителей.

Замѣчаніе. Чтобы найти частное отъ дѣленія даннаго составного числа на какого-нибудь его дѣлителя, достаточно изъ разложенія составного числа выключить тѣхъ множителей, которые входятъ въ дѣлителя, и оставшихся множителей, перемножить. Напр., чтобы найти частное отъ дѣленія 420 на 70, выбросимъ изъ разложенія $420=2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7$ множителей 2, 5 и 7, произведеніе которыхъ составляетъ 70, и оставшіеся множители 2 и 3 перемножимъ (получимъ 6).

131. Теорема. Составное число не имѣетъ иныхъ дѣлителей, кромѣ тѣхъ, которые получаются по указанному выше правилу.

Пусть P есть дѣлитель числа N. Назвавъ частное отъ дѣленія N на P черезъ Q, получимъ: $N=PQ$. Разложимъ числа P и Q на простыхъ множителей и вставимъ въ равенство $N=PQ$ на мѣсто P и Q ихъ разложенія; тогда мы получимъ разложеніе числа N. Такъ какъ другого разложенія число N не имѣетъ, то заключаемъ, что всѣ простые множители P входятъ въ разложеніе числа N.

IV. Общій наибольшій дѣлитель.

132. Опредѣленіе. Общимъ наибольшимъ дѣлителемъ нѣсколькихъ данныхъ чиселъ называется самое большее число, на которое дѣлятся всѣ эти данныя числа.

Напр., общій наибольшій дѣлитель трехъ чиселъ: 18, 30 и 24 есть 6, потому что 6 есть самое большее число, на которое дѣлятся всѣ эти числа.

Два числа, для которыхъ общій наибольшій дѣлитель есть 1, наз. взаимно простыми *). Таковы, напр., числа 14 и 15.

Укажемъ два способа для нахожденія общаго наиб. дѣлителя нѣсколькихъ чиселъ.

1. Нахожденіе общаго наибольшаго дѣлителя посредствомъ разложенія на простыхъ множителей.

133. Правило. Чтобы найти общаго наибольшаго дѣлителя нѣсколькихъ данныхъ чиселъ, разлагаютъ эти числа на простыхъ множителей и перемножаютъ между собою тѣхъ изъ этихъ множителей, которые общи всѣмъ числамъ **).

---

*) Или **первыми между собою.**

) Если учащіеся освоились съ употребленіемъ показателя степени, то это правило лучше выразить болѣе точно такъ: **чтобы найти общаго наиб. дѣлителя нѣсколькихъ данныхъ чиселъ, разлагаютъ эти числа на простыхъ множителей и затѣмъ составляютъ произведеніе изъ всѣхъ различныхъ множителей, общихъ даннымъ числамъ, беря каждаго множителя съ наименьшимъ показателемъ, съ какимъ онъ входитъ въ составъ данныхъ чиселъ.

Пусть, напр., требуется найти общаго наиб. дѣлителя двухъ чиселъ 180-и и 126-и. Для этого предварительно разложимъ эти числа на простыхъ множителей:

$$180 = \mathbf{2} \,.\, 2 \,.\, \mathbf{3} \quad \mathbf{3} \,.\, 5 \qquad 126 = \mathbf{2} \,.\, \mathbf{3} \,.\, \mathbf{3} \,.\, 7.$$

Сравнивая между собою множителей этихъ чиселъ, замѣчаемъ, что между ними есть общіе, а именно: 2, 3, 3. Каждый изъ этихъ общихъ множителей будетъ и общимъ дѣлителемъ 180-ти и 126-ти. Чтобы получить составныхъ общихъ дѣлителей, надо перемножить общихъ множителей по два и по три. Наибольшій общій дѣлитель, очевидно, получится, если перемножимъ всѣхъ общихъ множителей:

$$2 \,.\, 3 \,.\, 3 = 18.$$

Пусть еще требуется найти общаго наиб. дѣлителя трехъ чиселъ: 210, 1260 и 245. Разложимъ эти числа на простыхъ множителей:

210	2	1260	2	245	**5**
105	3	630	2	49	**7**
35	**5**	315	3	7	7
7	**7**	105	3		
		35	**5**		
		7	**7**		

Теперь видимъ, что общій наиб. дѣлитель этихъ чиселъ равенъ произведенію общихъ множителей 5 и 7, т.-е. равенъ 35.

2. Нахожденіе общаго наибольшаго дѣлителя посредствомъ послѣдовательнаго дѣленія.

134. Этотъ способъ, въ примѣненіи къ двумъ даннымъ числамъ, основанъ на слѣдующихъ двухъ истинахъ:

1) **Если большее изъ двухъ данныхъ чиселъ дѣлится на меньшее, то меньшее изъ нихъ есть общій наибольшій дѣлитель.**

Напр., возьмемъ два числа: 54 и 18, изъ которыхъ большее дѣлится на меньшее. Такъ какъ 54 дѣлится на 18 и 18 дѣлится на 18, то значитъ 18 есть общій дѣлитель чиселъ 54 и 18. Этотъ дѣлитель есть въ то же время и наибольшій, потому что 18 не можетъ дѣлиться на число, большее 18.

2) **Если большее изъ двухъ данныхъ чиселъ не дѣлится на меньшее, то ихъ общій наибольшій дѣлитель равенъ общему наибольшему дѣлителю другихъ двухъ чиселъ, а именно: меньшаго изъ данныхъ чиселъ и остатка отъ дѣленія большаго изъ нихъ на меньшее.**

Пусть, напр., даны два числа: 85 и 30, изъ которыхъ большее не дѣлится на меньшее. Раздѣливъ первое на второе, получимъ: $85:30=2$ (ост. 25). Разъяснимъ, что общій наибольшій дѣлитель чиселъ 85 и 30 долженъ быть также общимъ наибольшимъ дѣлителемъ другихъ двухъ чиселъ, а именно 30 и 25.

Такъ какъ дѣлимое равно дѣлителю, умноженному на частное, плюсъ остатокъ, то:

$$85=(30.2)+25$$

Такимъ образомъ, число 85 представляется намъ, какъ сумма двухъ слагаемыхъ: одно слагаемое равно 30.2, а другое 25. Замѣтивъ теперь, что если число 30 дѣлится на какія-нибудь числа, то и произведеніе 30.2 дѣлится на эти числа, мы можемъ изъ написаннаго выше равенства вывести такія два заключенія:

1) всѣ общіе дѣлители чиселъ 85 и 30, дѣля сумму (85) и одно слагаемое (30.2), должны дѣлить и другое слагаемое (25) *);

2) всѣ общіе дѣлители чиселъ 30 и 25, дѣля каждое слагаемое (30.2 и 25), должны дѣлить и сумму (85).

Значитъ, двѣ пары чиселъ: (85 и 30) и (30 и 25) имѣютъ однихъ и тѣхъ же общихъ дѣлителей; слѣд., у нихъ долженъ быть одинъ и тотъ же общій наибольшій дѣлитель.

---

*) Если бы другое слагаемое не раздѣлилось, то не раздѣлилась бы и сумма.

Посмотримъ теперь, какъ можно пользоваться этими двумя истинами для нахожденія общаго наиб. дѣлителя двухъ чиселъ. Пусть требуется найти общаго наибольшаго дѣлителя чиселъ 391 и 299. Раздѣлимъ 391 на 299, чтобы узнать, не будетъ ли 299 общимъ наиб. дѣлителемъ (на основаніи истины 1-ой). Видимъ, что 399 не дѣлится на 299, поэтому 299 не есть общій наиб. дѣлитель. На основаніи истины 2-й утверждаемъ, что общій наиб. дѣлитель чиселъ 391 и 299 есть также общій наиб. дѣлитель 299 и 92. Станемъ искать общаго наиб. дѣлителя этихъ чиселъ. Для этого дѣлимъ 299 на 92, чтобы узнать, не будетъ ли 92 общимъ наиб. дѣлителемъ (истина 1-я). Видимъ, что 92 не есть общій наиб. дѣлитель. Теперь опять, на основаніи истины 2-ой, говоримъ, что общій наиб. дѣлитель чиселъ 299 и 92 есть также общій наиб. дѣлитель чиселъ 92 и 23. Станемъ искать этого дѣлителя. Для этого дѣлимъ 92 на 23. Видимъ, что 23 есть общій наиб. дѣлитель пары чиселъ 92 и 23, слѣд. и пары чиселъ 299 и 92, слѣд. и пары 391 и 299.

```
        391 | 299
        299   1
    299 | 92
    276   3
 92 | 23
 92   4
  0
```

Правило. Чтобы найти общаго наибольшаго дѣлителя двухъ чиселъ по способу послѣдовательнаго дѣленія, надо дѣлить большее изъ нихъ на меньшее, потомъ меньшее на первый остатокъ, затѣмъ первый остатокъ на второй, второй на третій и т. д. до тѣхъ поръ, пока не получится въ остаткѣ 0; послѣдній дѣлитель будетъ общимъ наибольшимъ дѣлителемъ.

Способъ этотъ полезно примѣнять тогда, когда данныя числа не легко разлагаются на простыхъ множителей.

135. Примѣненіе этого способа къ тремъ и болѣе даннымъ числамъ. Примѣнимъ этотъ способъ къ нахожденію общаго наиб. дѣлителя трехъ чиселъ, напр., 78, 130 и 195. Для этого найдемъ сначала общаго наиб. дѣлителя только двухъ изъ нихъ, напр., 78-ми и 130:

```
      130 | 78
       78  ‾1
  78 | 52
  52  ‾1
52 | 26
52  ‾2
‾‾
 0
```

Общій наиб. дѣлитель этихъ чиселъ оказывается 26.

Теперь отыщемъ общаго наибольшаго дѣлителя 26-и и третьяго даннаго числа 195-и:

```
    195 | 26
    182  ‾7
26 | 13
26  ‾2
‾‾
 0
```

Полученное такимъ образомъ число 13 и есть общій наиб. дѣлитель трехъ данныхъ чиселъ. Дѣйствительно, 26, будучи общимъ наиб. дѣлителемъ 130 и 78, содержитъ всѣхъ простыхъ множителей, общихъ этихъ числамъ; 13, будучи общимъ наиб. дѣлителемъ 26 и 195, содержитъ всѣхъ простыхъ множителей, общихъ этимъ числамъ. Слѣд., 13 содержитъ всѣхъ простыхъ множителей, общихъ тремъ числамъ: 130, 78 и 195; значитъ, 13 есть общій наиб. дѣлитель этихъ чиселъ.

Подобнымъ же образомъ, если требуется найти общаго наиб. дѣлителя 4-хъ или болѣе чиселъ, то сначала находятъ общаго наиб. дѣлителя двухъ первыхъ чиселъ, затѣмъ—общаго наиб. дѣлителя между найденнымъ дѣлителемъ и третьимъ числомъ, далѣе общаго наиб. дѣлителя между послѣднимъ дѣлителемъ и четвертымъ числомъ и т. д.

V. Наименьшее кратное число.

136. Опредѣленія. 1) Кратнымъ числомъ даннаго числа наз. всякое число, которое дѣлится на данное безъ остатка.

Для каждаго даннаго числа можно найти безчисленное множество кратныхъ чиселъ; стоитъ только данное число умножить на 1, на 2, на 3, на 4 и т. д. Такъ, для числа 9 кратными будутъ: $9 \times 1 = 9$, $9 \times 2 = 18$, $9 \times 3 = 27$, $9 \times 4 = 36$ и т. д.

2) Наименьшимъ кратнымъ числомъ нѣсколькихъ данныхъ чиселъ называется самое меньшее число, которое дѣлится на каждое изъ этихъ чиселъ.

Такъ, для трехъ чиселъ: 6, 15 и 20 наименьшее кратное есть 60, такъ какъ меньше 60-и никакое число не дѣлится на 6, на 15 и на 20, а 60 дѣлится на эти числа.

Наименьшее кратное данныхъ чиселъ находится по слѣдующему правилу:

Правило. Чтобы найти наименьшее кратное нѣсколькихъ чиселъ, сначала разлагаютъ всѣ эти числа на простыхъ множителей; затѣмъ, взявъ одно изъ нихъ, приписываютъ къ нему недостающихъ множителей изъ другого числа; къ этому произведенію приписываютъ недостающихъ множителей изъ третьяго числа и т. д. *).

Пусть, напр., требуется найти наименьшее кратное чиселъ 100, 40 и 35. Сначала разложимъ каждое изъ этихъ чиселъ на простыхъ множителей:

$$100 = 2 \,.\, 2 \,.\, 5 \,.\, 5; \quad 40 = 2 \,.\, 2 \,.\, 2 \,.\, 5; \quad 35 = 5 \,.\, 7.$$

Чтобы какое-нибудь число дѣлилось на 100, на 40 и на 35, необходимо, чтобы въ него входили всѣ простые множители этихъ дѣлителей. Выпишемъ всѣхъ множителей числа 100 и добавимъ къ нимъ тѣхъ множителей числа 40, которыхъ недостаетъ въ разложеніи 100. Тогда

---

*) Если учащіеся освоились съ употребленіемъ показателя степени, то правило это можно выразить такъ:

Чтобы найти наименьшее кратное нѣсколькихъ чиселъ, разлагаютъ ихъ на простыхъ множителей и затѣмъ составляютъ произведеніе изъ всѣхъ различныхъ множителей, входящихъ въ разложенія данныхъ чиселъ, беря каждаго множителя съ наибольшимъ показателемъ, съ какимъ онъ входитъ въ составъ данныхъ чиселъ.

получимъ произведеніе 2 . 2 . 5 . 5 . 2, дѣлящееся и на 100, и на 40. Добавимъ теперь къ этому произведенію тѣхъ множителей числа 35, которыхъ въ произведеніи недостаетъ. Тогда получимъ число:

$$2 \;.\; 2 \;.\; 5 \;.\; 5 \;.\; 2 \;.\; 7 = 1400,$$

дѣлящееся и на 100, и на 40 и на 35. Это и есть наименьшее кратное число, потому что, выключивъ изъ него хотя бы одного сомножителя, мы получимъ число, которое не раздѣлится на какое-нибудь изъ данныхъ чиселъ.

Замѣчаніе. Найдя наименьшее кратное и помноживъ его на какое угодно число, мы получимъ тоже кратное число, но не наименьшее. Напр., для 100, 40 и 35 общими кратными, помимо 1400, будутъ:

1400.**2** 1400.**3** 1400.**4** 1400.**5** и т. д.

137. Нѣкоторые частные случаи. Разсмотримъ два случая, въ которыхъ наименьшее кратное можетъ быть найдено весьма просто.

Случай 1-й, когда никакая пара данныхъ чиселъ не имѣетъ общихъ множителей.

Пусть, напр., даны три числа: 20, 49, 33, изъ которыхъ, какъ видно изъ разложеній:

$$20 = 2 \,.\, 2 \,.\, 5; \quad 49 = 7 \,.\, 7; \quad 33 = 3 \,.\, 11$$

никакая пара не имѣетъ общихъ множителей.

Примѣняя къ этому случаю общее правило, придемъ къ заключенію, что всѣ данныя числа надо перемножить:

$$20 \;.\; 49 \;.\; 33 = 32340.$$

Такъ же надо поступить, когда отыскивается наим. кратное **простыхъ** чиселъ; напр., наим. кратное чиселъ 3, 7 и 11 равно: 3 . 7 . 11 = 231.

Случай 2-й, когда большее изъ данныхъ чиселъ дѣлится на всѣ остальныя. Тогда наибольшее число и есть наим. кратное. Пусть, напр., даны четыре числа: 5, 12, 15 и 60, изъ которыхъ большее 60 дѣлится на 5, на 12, на 15; такъ какъ оно при этомъ, конечно, дѣлится и на само себя, то оно и есть наименьшее кратное.

138. Другой способъ нахожденія наименьшаго кратнаго. Можно находить наим. кратное, не разлагая данныхъ чиселъ на простыхъ множителей (что иногда бываетъ затруднительно). Для этого, въ примѣненіи къ двумъ даннымъ числамъ, поступаютъ по слѣдующему правилу:

Чтобы найти наименьшее кратное двухъ чиселъ, предварительно находятъ ихъ общаго наибольшаго дѣлителя, затѣмъ дѣлятъ на него одно изъ чиселъ и полученное частное умножаютъ на другое число.

Пусть, напр., требуется найти наим. кратное чиселъ 391 и 85. Находимъ (способомъ послѣдовательнаго дѣленія) ихъ общаго наиб. дѣлителя; онъ равенъ 17. Теперь раздѣлимъ одно изъ данныхъ чиселъ, напр., 85, на 17; получимъ 5. Умноживъ 5 на другое данное число, т.-е. на 391, найдемъ 1955; это и есть наим. кратное 391 и 85. Дѣйствительно, частное 85 : 17 должно содержать въ себѣ тѣхъ простыхъ множителей числа 85-ти, которые не входятъ въ 391; поэтому произведеніе 391 . (85 : 17) должно содержать въ себѣ всѣхъ простыхъ множителей числа 391 и еще тѣхъ множителей числа 85, которые не входятъ въ 391, а это, какъ мы видѣли, и составляетъ наим. кратное чиселъ 391 и 85.

Чтобы найти этимъ способомъ наим. кратное трехъ, четырехъ и болѣе данныхъ чиселъ, достаточно найти сначала наим. кратное двухъ изъ нихъ, потомъ найти наим. кратное этого наим. кратнаго и третьяго числа и т. д.

ОТДѢЛЪ ЧЕТВЕРТЫЙ.

Обыкновенныя дроби.

I. Основныя понятія.

139. Доли единицы. Если какую-нибудь единицу, напр., аршинъ, раздѣлимъ на нѣсколько равныхъ частей, то каждая часть получаетъ названіе, указывающее, сколько такихъ частей содержится въ цѣлой единицѣ. Такъ, когда единица раздѣлена на 12 равныхъ частей, то каждая часть называется двѣнадцатою частью; раздѣливъ единицу на 40 равныхъ частей, получимъ сороковыя части и т. п. Вторая часть называется иначе половиной, третья часть—третью, четвертая часть—четвертью.

Части единицы, получаемыя отъ дѣленія ея на нѣсколько равныхъ частей, называются долями единицы.

140. Дробное число. Одна доля или собраніе нѣсколькихъ одинаковыхъ долей единицы называется дробью.

Напр., 1 десятая, 3 пятыхъ, 12 седьмыхъ суть дроби.

Цѣлое число вмѣстѣ съ дробью составляетъ смѣшанное число; напр., 3 цѣлыхъ 7 восьмыхъ.

Дроби и смѣшанныя числа называются **дробными числами** въ отличіе отъ **цѣлыхъ** чиселъ, составленныхъ изъ цѣлыхъ единицъ.

141. Изображеніе дроби. Принято изображать дробь такъ: пишутъ число, показывающее, сколько долей содержится въ дроби; подъ нимъ проводятъ черту, горизонтальную или наклонную; подъ чертою ставятъ другое число, показывающее, на сколько равныхъ частей раздѣлена единица, отъ которой взята дробь. Напр., дробь 3 пятыхъ изображаютъ такъ:

$$\frac{3}{5} \text{ или } {}^{3}/_{5}$$

Число, стоящее надъ чертою, называется **числителемъ**; оно показываетъ число долей, изъ которыхъ составлена дробь. Число, стоящее подъ чертою, называется **знаменателемъ**; оно означаетъ, на сколько равныхъ частей была раздѣлена единица. Оба эти числа вмѣстѣ называются **членами дроби**.

Смѣшанное число изображаютъ такъ: пишутъ цѣлое число и къ нему, съ правой стороны, приписываютъ дробь; напр., число три и двѣ седьмыхъ изображается такъ: $3\frac{2}{7}$ или $3^{2}/_{7}$.

142. Происхожденіе дробныхъ чиселъ отъ измѣренія. Положимъ, мы желаемъ измѣрить какую-нибудь длину помощью вершка; допустимъ, что вершокъ въ этой длинѣ укладывается 7 разъ, причемъ получается остатокъ, меньшій вершка. Чтобы измѣрить этотъ остатокъ, подыскиваемъ такую долю вершка, которая, если возможно, уложилась бы въ остаткѣ безъ новаго остатка. Пусть окажется, что восьмая доля вершка укладывается въ остаткѣ ровно 5 разъ. Тогда говоримъ, что измѣряемая длина равна $7^{5}/_{8}$ вершка.

Подобно этому дробныя числа могутъ получаться при измѣреніи вѣса (напр., $2^{1}/_{4}$ зол.), при измѣреніи времени (напр., $^{7}/_{10}$ часа) и вообще при измѣреніи значенія какой бы то ни было величины.

Такимъ образомъ, всякое дробное число (равно какъ и всякое цѣлое) можно разсматривать, какъ результатъ измѣренія.

Число (цѣлое или дробное) наз. **именованнымъ**, если оно сопровождается названіемъ той единицы, которая употреблялась при измѣреніи, или доли которой употреблялись при измѣреніи, напр., $^3/_4$ вершка; въ противномъ случаѣ число наз. **отвлеченнымъ**, напр. $^3/_4$.

143. Происхожденіе дробныхъ чиселъ отъ дѣленія цѣлаго числа на равныя части. Пусть требуется раздѣлить 5 яблокъ между 8 учениками поровну. Мы можемъ выполнить это дѣленіе такъ: разрѣжемъ одно яблоко на 8 равныхъ частей и дадимъ каждому ученику по одной части; затѣмъ сдѣлаемъ то же самое со вторымъ яблокомъ, третьимъ и т. д. Тогда каждый ученикъ получитъ по 5 восьмыхъ яблока. Значитъ, восьмая часть 5-и яблокъ (и вообще 5-и какихъ-нибудь единицъ) равна $^5/_8$ яблока (и вообще $^5/_8$ одной единицы).

Возьмемъ другой примѣръ: пусть требуется уменьшить въ 5 разъ число 28, т.-е. требуется вмѣсто 28-и взять пятую часть 28. Найти пятую часть 28-и мы можемъ такъ: пятая часть одной единицы есть $^1/_5$; пятая часть другой единицы есть также $^1/_5$; если такимъ образомъ возьмемъ по пятой части отъ каждой изъ 28 единицъ, то получимъ $^{28}/_5$.

Изъ этихъ примѣровъ мы можемъ вывести слѣдующее правило, которое полезно запомнить:

Чтобы уменьшить цѣлое число въ нѣсколько разъ, достаточно взять это число числителемъ дроби, а знаменателемъ написать другое число, показывающее, во сколько разъ уменьшается цѣлое число.

144. Равенство и неравенство чиселъ. Два числа считаются равными или неравными, смотря по тому, равны или неравны значенія величины, выражаемыя этими числами, при одной и той же единицѣ. Такъ, мы говоримъ, что $^3/_4 = {}^6/_8$; этимъ мы хотимъ сказать, что два значенія величины (напр., двѣ длины), изъ которыхъ одно состоитъ изъ 3 четвертей единицы, а другое—изъ 6 восьмыхъ той же единицы, равны между собою.

Изъ двухъ неравныхъ чиселъ большимъ считается то, которое выражаетъ большее значеніе величины при одной и той же единицѣ. Такъ, если мы говоримъ, что $^1/_5 > ^1/_8$, мы желаемъ этимъ выразить, что значеніе величины, равное $^1/_5$ какой-нибудь единицы, больше значенія величины, равнаго $^1/_8$ той же единицы (напр., $^1/_5$ фунта больше $^1/_8$ фунта).

145. Дробь правильная и неправильная. Дробь, у которой числитель меньше знаменателя, наз **правильною**; дробь, у которой числитель равенъ или больше знаменателя, наз. **неправильною**. Очевидно, правильная дробь меньше 1, а неправильная равна ей или больше ея; напр., $^7/_8 < 1$, $^8/_8 = 1$, $^9/_8 > 1$.

146. Обращеніе цѣлаго числа въ неправильную дробь. **Цѣлое число можно выразить въ какихъ угодно доляхъ единицы.** Пусть, напр., требуется выразить 8 въ двадцатыхъ доляхъ. Въ одной единицѣ заключается 20 двадцатыхъ; слѣд., въ 8 единицахъ ихъ будетъ 20×8, т.-е. 160. Значитъ:

$$8 = \frac{20.8}{20} = \frac{160}{20}.$$

Примѣры: $25 = \frac{100}{4}$; $\qquad 100 = \frac{1700}{17}$.

Цѣлое число иногда бываетъ полезно изобразить въ видѣ такой дроби, у которой числитель равенъ этому цѣлому числу, а знаменатель есть 1. Такъ, вмѣсто 5 пишутъ иногда $^5/_1$. Чтобы придать смыслъ такимъ выраженіямъ, условливаются, что раздѣлить единицу на одну равную часть значитъ оставить единицу безъ измѣненія.

147. Обращеніе смѣшаннаго числа въ неправильную дробь. Пусть требуется обратить $8^3/_5$ въ неправильную дробь. Это значитъ: узнать, сколько пятыхъ долей заключается въ 8 цѣлыхъ единицахъ и 3-хъ пятыхъ доляхъ той же единицы. Въ 8 единицахъ пятыхъ долей содержится 5×8, т.-е. 40; значитъ, въ 8 ед. и 3-хъ пятыхъ ихъ будетъ $40+3$, т.-е. 43. Итакъ, $8^3/_5={}^{43}/_5$.

Примѣры: $3\frac{7}{8}=\frac{31}{8}$; $10\frac{1}{4}=\frac{41}{4}$; $25\frac{2}{7}=\frac{177}{7}$.

Правило. Чтобы обратить смѣшанное число въ неправильную дробь, умножаютъ цѣлое число на знаменателя и къ произведенію прибавляютъ числителя; полученное отъ этого число берутъ числителемъ искомой дроби, а знаменателя оставляютъ прежняго.

148. Обращеніе неправильной дроби въ смѣшанное или цѣлое число. Пусть требуется обратить неправильную дробь ${}^{100}/_8$ въ смѣшанное число, т.-е. узнать, сколько въ этой дроби заключается цѣлыхъ единицъ и сколько еще восьмыхъ долей, не составляющихъ единицы. Такъ какъ единица заключаетъ въ себѣ 8 восьмыхъ, то въ 100 восьмыхъ содержится столько единицъ, сколько разъ 8 восьмыхъ содержатся въ 100 восьмыхъ. 8 восьмыхъ въ 100 восьмыхъ содержатся 12 разъ, причемъ 4 восьмыхъ остаются. Значитъ, 100 восьмыхъ содержатъ 12 цѣлыхъ единицъ и еще 4 восьмыхъ доли.

Итакъ, ${}^{100}/_8=12^4/_8$.

Примѣры: $\frac{59}{8}=7\frac{3}{8}$; $\frac{314}{25}=12\frac{14}{25}$; $\frac{85}{17}=5$; $\frac{25}{25}=1$.

Правило. Чтобы обратить неправильную дробь въ смѣшанное или цѣлое число, дѣлятъ числителя на знаменателя; цѣлое частное отъ этого дѣленія означаетъ, сколько единицъ въ дроби, а остатокъ—сколько долей единицы.

Обращеніе неправильной дроби въ смѣшанное или цѣлое число называютъ иначе **исключеніемъ цѣлаго числа изъ неправильной дроби.**

II. Измѣненіе величины дроби съ измѣненіемъ ея членовъ.

149. Съ увеличеніемъ числителя дробь увеличивается; напр., $^5/_9 > ^4/_9$, потому что обѣ дроби составлены изъ одинаковыхъ долей, но число ихъ въ первой дроби больше, чѣмъ во второй.

Съ увеличеніемъ знаменателя дробь уменьшается; напр., $^5/_{10} < ^5/_9$, потому что обѣ дроби имѣютъ одинаковое число долей, но доли въ первой дроби мельче, чѣмъ во второй.

Отсюда слѣдуетъ, что

съ уменьшеніемъ числителя дробь уменьшается;

съ уменьшеніемъ знаменателя дробь увеличивается.

150. Если числителя дроби увеличимъ въ нѣсколько разъ, то дробь увеличится во столько же разъ.

Напр., увеличимъ числителя дроби $^4/_{10}$ въ три раза; получимъ $^{12}/_{10}$. Эта дробь больше прежней въ 3 раза, потому что число долей въ ней больше прежняго въ 3 раза, а доли остались тѣ же.

Если знаменателя дроби увеличимъ въ нѣсколько разъ то дробь уменьшится во столько же разъ.

Напр., увеличимъ знаменателя дроби $^4/_{10}$ въ 5 разъ, получимъ $^4/_{50}$. Эта дробь меньше прежней въ 5 разъ, потому что въ ней число долей осталось прежнее, но доли сдѣлались мельче прежнихъ въ 5 разъ.

Отсюда слѣдуетъ, что

если числителя дроби уменьшимъ въ нѣсколько разъ то дробь уменьшится во столько же разъ;

если знаменателя дроби уменьшимъ въ нѣсколько разъ, то дробь увеличится во столько же разъ.

151. Если оба члена дроби увеличимъ или уменьшимъ въ одинаковое число разъ, то величина дроби не измѣнится.

Напр., уменьшивъ оба члена дроби $^4/_{10}$ въ 2 раза, мы получимъ новую дробь $^2/_5$. Эта дробь равна прежней, потому что если мы уменьшимъ только одного числителя въ два раза, то дробь уменьшится въ 2 раза; если же затѣмъ уменьшимъ еще и знаменателя въ 2 раза, то эта уменьшенная въ 2 раза дробь увеличится вдвое и, слѣд., сдѣлается равной прежней дроби.

Вообще измѣненіе дроби вполнѣ сходно съ измѣненіемъ частнаго, при чемъ числитель замѣняетъ собою дѣлимое, а знаменатель—дѣлителя.

152. Какъ увеличить или уменьшить дробь въ нѣсколько разъ. Зная, какъ измѣняется дробь съ измѣненіемъ ея числителя и знаменателя, мы можемъ вывести слѣдующія **правила**:

1) Чтобы увеличить дробь въ нѣсколько разъ, достаточно увеличить во столько же разъ ея числителя или уменьшить во столько же разъ ея знаменателя.

2) Чтобы уменьшить дробь въ нѣсколько разъ, достаточно уменьшить во столько же разъ ея числителя или увеличить во столько же разъ ея знаменателя.

Примѣры.

Увеличить $^7/_{12}$ въ 5 разъ; получимъ $^{35}/_{12}$.
Увеличить $^7/_{12}$ въ 6 разъ; „ $^{42}/_{12}$ или $^7/_2$
Уменьшить $^8/_9$ въ 7 разъ; „ $^8/_{63}$
Уменьшить $^8/_9$ въ 4 раза; „ $^8/_{36}$ или $^2/_9$

Замѣчаніе. Эти правила можно примѣнять и къ цѣлому числу, если только цѣлое число будемъ разсматривать, какъ дробь, у которой знаменатель равенъ 1, а числителемъ служитъ это цѣлое число. Пусть, напр., требуется уменьшить 5 въ 8 разъ. Представимъ число 5 подъ видомъ дроби $^5/_1$ и примѣнимъ правило объ уменьшенія дроби; тогда получимъ $^5/_8$, что, какъ мы видѣли раньше (§ 143), дѣйствительно меньше 5-и въ 8 разъ.

153. Отъ прибавленія къ членамъ дроби одного и того же числа правильная дробь увеличивается, а неправильная уменьшается, при чемъ та и другая приближаются къ 1.

Напр., прибавимъ къ членамъ правильной дроби $^5/_7$ по 3; получимъ $^8/_{10}$. Первая дробь меньше 1 на двѣ седьмыхъ, а вторая меньше 1 тоже на двѣ, но не седьмыхъ, а десятыхъ. Но $^2/_{10}<{}^2/_7$; значитъ, вторая дробь ближе къ 1, чѣмъ первая, и потому $^8/_{10}>{}^5/_7$. Возьмемъ теперь неправильную дробь, напр., $^8/_5$, и прибавимъ къ ея членамъ по какому-нибудь числу, напр., по 4; тогда получимъ $^{12}/_9$. Первая дробь больше 1 на 3 пятыхъ, а вторая больше 1 тоже на 3, но не пятыхъ, а девятыхъ; но $^3/_9<{}^3/_5$, значитъ, вторая дробь ближе къ 1, чѣмъ первая, и потому $^{12}/_9<{}^8/_5$.

III. Сокращеніе дробей.

154. Опредѣленіе. Сокращеніемъ дроби называется приведеніе ея къ болѣе простому виду посредствомъ раздѣленія числителя и знаменателя на одно и то же число (отъ чего, какъ мы видѣли, величина дроби не измѣняется).

Конечно, сокращать можно только такую дробь, у которой члены имѣютъ какого-нибудь общаго дѣлителя, большаго 1; напр., дробь $^8/_{12}$ можно сократить на 4, отъ чего получимъ дробь $^2/_3$ съ меньшимъ числителемъ и знаменателемъ.

Дробь, которая не можетъ быть сокращена, наз. **несократимою**. Такова, напр., дробь $^9/_{20}$.

155. Сокращать дробь можно двумя способами.

Первый способъ (послѣдовательное сокращеніе) состоитъ въ томъ, что отыскиваютъ по признакамъ дѣлимости какого-нибудь общаго дѣлителя членовъ дроби и сокращаютъ на него; полученную дробь, если можно, сокращаютъ снова; продолжаютъ такое послѣдовательное сокращеніе до тѣхъ поръ, пока не получится дробь несократимая. Напр.:

$$\frac{\overset{4}{\smile}\atop 84}{360}=\frac{\overset{3}{\smile}\atop 21}{90}=\frac{7}{30}$$

Для памяти надписываютъ надъ дробью то число, на которое сокращаютъ.

В т о р о й с п о с о б ъ (п о л н о е с о к р а щ е н і е) употребляется тогда, когда по признакамъ дѣлимости нельзя опредѣлить, сократима ли дробь, или нѣтъ. Тогда отыскиваютъ (способомъ послѣдовательнаго дѣленія) общаго наибольшаго дѣлителя для числителя и знаменателя дроби, а затѣмъ дѣлятъ оба члена дроби на этого дѣлителя. Напр., пусть требуется сократить $^{391}/_{527}$. Для этого находимъ общаго наибольшаго дѣлителя чиселъ 391 и 527 (онъ равенъ 17) и потомъ на него сокращаемъ:

$$\frac{391}{527}=\frac{391:17}{527:17}=\frac{23}{31}$$

Въ этомъ случаѣ послѣ сокращенія получается дробь несократимая. Дѣйствительно, общій наиб. дѣлитель числителя и знаменателя долженъ содержать въ себѣ всѣхъ общихъ простыхъ множителей, входящихъ въ составъ числителя и знаменателя; поэтому, когда на него раздѣлимъ числителя и знаменателя, то полученныя частныя уже не могутъ содержать въ себѣ никакихъ общихъ множителей и, слѣд., не будутъ имѣть никакихъ общихъ дѣлителей.

156. Теорема. Е с л и д в ѣ д р о б и р а в н ы и о д н а и з ъ н и х ъ н е с о к р а т и м а, т о ч л е н ы д р у г о й д р о б и в ъ о д и н а к о в о е ч и с л о р а з ъ к р а т н ы с о о т в ѣ т с т в у ю щ и х ъ ч л е н о в ъ н е с о к р а т и м о й д р о б и.

Для доказательства положимъ, что дробь $\frac{a}{b}$ несократима, т. е. числа a и b не имѣютъ общихъ дѣлителей, кромѣ 1. Пусть другая дробь $\frac{a_1}{b_1}$ равна первой дроби. Умножимъ оба члена второй дроби на b, а первой—на b_1; такъ какъ значенія дробей отъ этого не измѣнятся, то получимъ равенство:

$$\frac{a_1 b}{b_1 b} = \frac{ab_1}{bb_1}; \text{ откуда: } a_1 b = ab_1 \ (1).$$

Правая часть этого равенства дѣлится на a; значитъ, его лѣвая часть тоже дѣлится на a; но b, по условію, есть число взаимно простое съ a; значитъ, надо, чтобы a_1 дѣлилось на a (§ 118). Обозначивъ частное отъ дѣленія a_1 на a буквой m, можемъ положить: $a_1 = am$, послѣ чего равенство (1) даетъ:

$$amb = ab_1$$

откуда, раздѣливъ обѣ части равенства на a, получимъ $mb = b_1$. Итакъ: $a_1 = am$ и $b_1 = bm$; а это значитъ, что a_1 и b_1 въ одинаковое число разъ кратны соотвѣтственно a и b.

Слѣдствія. 1) Двѣ несократимыя дроби могутъ быть равны другъ другу только тогда, когда у нихъ равны числители и равны знаменатели.

2) Умноженіе членовъ дроби на одно и то же число есть единственный способъ преобразованія несократимой дроби.

IV. Приведеніе дробей къ общему наименьшему знаменателю.

157. Основываясь на томъ, что дробь не измѣнитъ своей величины, если оба ея члена умножимъ на одно и то же число, мы всегда можемъ выразить данныя дроби въ одинаковыхъ доляхъ единицы или, какъ говорятъ, привести ихъ къ общему знаменателю. Укажемъ способъ, посредствомъ котораго можно приводить дроби не только къ общему, но притомъ и къ наименьшему знаменателю.

Пусть требуется привести дроби $^5/_{12}$ и $^7/_{15}$ къ наименьшему общему знаменателю. Разсуждаемъ такъ: $^5/_{12}$ есть дробь несократимая, поэтому, кромѣ 12-хъ долей, ее можно выразить только въ доляхъ 24-хъ, 36-хъ, 48-хъ и т. д., т.-е. знаменатели всѣхъ дробей, которымъ можетъ равняться дробь $^5/_{12}$, должны быть числами кратными 12-ти *); подобно этому, знаменатели всѣхъ дробей, которымъ можетъ равняться дробь $^7/_{15}$, должны быть числами кратными 15-ти; слѣд., общій знаменатель этихъ двухъ дробей долженъ быть общимъ кратнымъ числомъ 12-ти и 15-ти, а наименьшій общій знаменатель долженъ быть наименьшимъ кратнымъ числомъ 12-ти и 15-ти. Найдемъ наименьшее кратное этихъ чиселъ:

$$\begin{array}{r} 12 = 2\,.\,2\,.\,3 \\ 15 = 3\,.\,5 \\ \hline \text{н. кр.} = 2\,.\,2\,.\,3\,.\,5 = 60. \end{array}$$

Это и будетъ наим. общій знаменатель дробей $^5/_{12}$ и $^7/_{15}$.

Чтобы выразить каждую изъ этихъ дробей въ 60-хъ доляхъ, надо найти для ихъ знаменателей такъ называемыхъ дополнительныхъ множителей, т.-е. для каждаго знаменателя найти то число, на которое его надо умножить, чтобы получить наим. кратное. Сравнивая между собою разложенія 12-ти, 15-ти и 60-ти, находимъ, что для полученія 60-ти надо умножить 12 на 5, а 15 на 2 . 2, т.-е. на 4. Чтобы не измѣнились величины дробей, надо умножить числителя каждой дроби на то же число, на которое умножаемъ ея знаменателя:

$$\frac{5}{12} = \frac{5\,.\,5}{12\,.\,5} = \frac{25}{60} \qquad \frac{7}{15} = \frac{7\,.\,4}{15\,.\,4} = \frac{28}{60}.$$

Пусть еще требуется привести къ наименьшему общему знаменателю три дроби: $^4/_{90}$, $^7/_{20}$ и $^8/_{75}$. Первая изъ

---

*) Строгое доказательство этого утвержденія представляетъ теорема § 156-го.

нихъ послѣ сокращенія даетъ $^2/_{45}$, остальныя дроби несократимыя. Отыщемъ наименьшее кратное 45, 20 и 75.

$45 = 3.3.5$	доп. мн. для $45 = 2.2.5 = 20$
$20 = 2.2.5$	„ „ „ $20 = 3.3.5 = 45$
$75 = 3.5.5$	„ „ „ $75 = 2.2.3 = 12$

н. кр. $= 3.3.5.2.2.5 = 900$.

Теперь умножимъ оба члена каждой дроби на дополнительнаго множителя для ея знаменателя:

$$\frac{2}{45}=\frac{2\,.\,20}{45\,.\,20}=\frac{40}{900};\ \frac{7}{20}=\frac{7\,.\,45}{20\,.\,45}=\frac{315}{900};\ \frac{8}{75}=\frac{8\,.\,12}{75\,.\,12}=\frac{96}{900}.$$

Правило. Чтобы привести данныя дроби къ наименьшему общему знаменателю, предварительно, если можно, ихъ сокращаютъ, затѣмъ находятъ наименьшее кратное всѣхъ знаменателей и умножаютъ оба члена каждой дроби на дополнительнаго множителя для ея знаменателя.

Нѣкоторые частные случаи.

158. Случай 1-й, когда никакая пара знаменателей не содержитъ общихъ множителей. Напр. $^3/_7$, $^4/_{15}$, $^5/_8$. Въ этомъ случаѣ наим. кратное знаменателей равно произведенію ихъ: 7.15.8. Слѣд., оба члена первой дроби придется умножить на $15.8 = 120$, второй—на $7.8 = 56$ и третьей—на $7.15 = 105$:

$$\frac{3}{7}=\frac{3\,.\,120}{7\,.\,120}=\frac{360}{840};\ \frac{4}{15}=\frac{4\,.\,56}{15\,.\,56}=\frac{224}{840};\ \frac{5}{8}=\frac{5\,.\,105}{8\,.\,105}=\frac{525}{840}.$$

Правило. Чтобы привести къ наименьшему общему знаменателю такія несократимыя дроби, у которыхъ никакая пара знаменателей не содержитъ общихъ множителей, достаточно оба члена каждой дроби умножить на произведеніе знаменателей всѣхъ остальныхъ дробей.

Такъ же поступаютъ, когда знаменатели—числа простыя.

Замѣчаніе. Это правило можно прилагать во всѣхъ случаяхъ, но тогда общій знаменатель не всегда будетъ наименьшiй. Если, напр., знаменатели данныхъ дробей будутъ числа: 6, 8 и 9, то, взявъ произведенiе ихъ, получимъ число 432; между тѣмъ наименьшее кратное этихъ чиселъ есть 72.

Случай 2-й, когда наибольшiй изъ знаменателей дѣлится на каждаго изъ остальныхъ, напр., $^3/_7$, $^7/_{15}$ $^8/_{315}$. Знаменатель 315 дѣлится на 7, на 15 и на самого себя. Въ этомъ случаѣ наибольшiй знаменатель есть наименьшее кратное всѣхъ знаменателей; значитъ, онъ долженъ быть общимъ знаменателемъ:

Доп. мн. для 7=45; Доп. мн. для 15=21

$$\frac{3}{7}=\frac{3\ .\ 45}{7\ .\ 45}=\frac{135}{315};\quad \frac{7}{15}=\frac{7\ .\ 21}{15\ .\ 21}=\frac{147}{315};\quad \frac{8}{315}=\frac{8}{315}.$$

158,a. Сравненiе дробей. Приведенiе дробей къ общему знаменателю облегчаетъ сравненiе ихъ по величинѣ. Пусть, напр., требуется узнать, равны или не равны дроби $^5/_7$ и $^9/_{13}$, и если не равны, то которая изъ нихъ больше. Для этого приведемъ ихъ къ общему знаменателю:

$$\frac{5}{7}=\frac{5\ .\ 13}{7\ .\ 13}=\frac{65}{91}\qquad \frac{9}{13}=\frac{9\ .\ 7}{13\ .\ 7}=\frac{63}{91}$$

Теперь видимъ, что данныя дроби не равны, и первая больше второй, такъ какъ у нея числитель больше.

V. Нахожденiе дроби даннаго числа и обратный вопросъ.

1. Нахожденiе дроби даннаго числа.

159. Замѣчанiе. Выраженiе „найти *дробь* числа“ часто можно замѣнить другимъ выраженiемъ: „найти *часть* числа“, именно тогда, когда данная дробь меньше 1; напр., если требуется найти $^7/_8$ какого-нибудь числа, то, понятно, мы найдемъ часть этого числа, такъ какъ $^7/_8$ меньше цѣлаго; но если требуется найти $^8/_7$ какого-нибудь числа, то это не значитъ, что отыскивается часть этого числа, такъ какъ $^8/_7$ превосходятъ цѣлое.

Находить дробь даннаго числа приходится при рѣшеніи очень многихъ задачъ. Примѣромъ могутъ служить задачи, въ родѣ слѣдующихъ:

Поѣздъ въ часъ проходитъ 40 верстъ; сколько верстъ онъ проходитъ въ $^7/_8$ часа?

Аршинъ матеріи стоитъ 8 руб.; сколько рублей стоятъ $^7/_4$ аршина? и т. п.

160. Умѣя увеличивать и уменьшать число въ нѣсколько разъ, мы легко можемъ находить данную дробь всякаго числа.

Примѣръ 1-й. Найти $^3/_4$ числа 26-и.

Для этого сначала найдемъ $^1/_4$ числа 26-ти, т.-е. уменьшимъ 26 въ 4 раза, а потомъ полученную четверть увеличимъ въ 3 раза:

$$\frac{1}{4} \text{ числа 26-ти составляетъ } \frac{26}{4} \qquad (\S\ 143).$$

$$\text{слѣд., } \frac{3}{4} \text{ числа 26-ти составляютъ } \frac{26\ .\ 3}{4} = \frac{78}{4} = 19\frac{1}{2}$$

Примѣръ 2-й. Найти $^8/_3$ числа $^5/_6$.

Для этого найдемъ сначала $^1/_3$ числа $^5/_6$, т.-е. уменьшимъ $^5/_6$ въ 3 раза, а затѣмъ результатъ увеличимъ въ 8 разъ:

$$\frac{1}{3} \text{ числа } \frac{5}{6} \text{ составляетъ } \frac{5}{6\ .\ 3}$$

$$\text{слѣд., } \frac{8}{3} \text{ числа } \frac{5}{6} \text{ составляютъ } \frac{5\ .\ 8}{6\ .\ 3} = \frac{40}{18} = 2\frac{2}{9}.$$

2. Нахожденіе неизвѣстнаго числа по данной его дроби.

161. Замѣчаніе. Находить неизвѣстное число по данной его дроби приходится при рѣшеніи очень многихъ задачъ; примѣромъ могутъ служить задачи, подобныя слѣдующимъ:

Въ $^3/_4$ часа поѣздъ проходитъ 30 верстъ; сколько верстъ онъ проходитъ въ часъ?

За $1^3/_4$ арш. (т.-е. за $^7/_4$ арш.) матеріи заплатили 14 руб.; сколько стоитъ аршинъ этой матеріи? и т. п.

Примѣръ 1-й. Найти число, котораго $^3/_8$ составляютъ 5.

Такъ какъ въ 5 заключаются 3 восьмыхъ искомаго числа, то, уменьшивъ 5 въ 3 раза, мы найдемъ $^1/_8$ искомаго числа, а увеличивъ результатъ въ 8 разъ, получимъ $^8/_8$ искомаго числа, т.-е. цѣлое искомое число.

Выразимъ это строчками:

$\frac{3}{8}$ неизв. числа составляютъ 5;

слѣд., $\frac{1}{8}$ неизв. числа составляетъ $\frac{5}{3}$,

а $\frac{8}{8}$ неизв. числа составляютъ $\frac{5}{3} \cdot 8 = \frac{40}{3} = 13\frac{1}{3}$.

Примѣръ 2-й. Найти число, котораго $^8/_3$ составляютъ $2^2/_9$, т.-е. $^{20}/_9$.

Выразимъ ходъ разсужденія строчками:

$\frac{8}{3}$ неизв. числа составляютъ $\frac{20}{9}$;

слѣд., $\frac{1}{3}$ неизв. числа составляетъ $\frac{20}{9.8}$,

а $\frac{3}{3}$ неизв. числа составляютъ $\frac{20 \cdot 3}{9 \cdot 8} = \frac{60}{72} = \frac{5}{6}$

VI. Дѣйствія надъ отвлеченными дробями.

162. Смыслъ дѣйствій надъ дробными числами. Такъ какъ дробныя числа выражаютъ нѣкоторыя значенія величины, то дѣйствія надъ ними имѣютъ тотъ же смыслъ, какъ и дѣйствія надъ именованными числами (см. § 104). Такъ, сложить три дроби: $^3/_4+^7/_{10}+^9/_{16}$ значитъ найти число, выражающее сумму трехъ значеній величины, изъ которыхъ одно состоитъ изъ 3-хъ четвертей, другое изъ 7 десятыхъ и третье изъ 9 шестнадцатыхъ долей одной и той же единицы (напр., найти число, выражающее сумму трехъ длинъ: $^3/_4$ аршина, $^7/_{10}$ аршина и $^9/_{16}$ аршина). Кромѣ того, для обобщенія нѣкоторыхъ вопросовъ, въ курсѣ дробей допускаютъ еще два особыя дѣйствія: умноженіе на отвлеченную дробь и дѣленіе на отвлеченную дробь.

Сложеніе.

163. Замѣтимъ, что названія чиселъ, какъ данныхъ, такъ и искомаго, при каждомъ ариѳметическомъ дѣйствіи, а также и знаки этихъ дѣйствій, остаются для дробныхъ чиселъ тѣ же самыя, что и для цѣлыхъ.

Опредѣленіе. Сложеніе есть ариѳметическое дѣйствіе, посредствомъ котораго нѣсколько данныхъ чиселъ соединяются въ одно число, называемое ихъ суммой *).

Пусть требуется сложить дроби съ одинаковыми знаменателями, напр. такія:

$$\frac{7}{11}+\frac{3}{11}+\frac{5}{11}$$

Очевидно, что 7 одиннадцатыхъ, да 3 одиннадцатыхъ, да 5 одиннадцатыхъ какой-нибудь единицы составляютъ

*) **Общее опредѣленіе суммы чиселъ.** Суммою нѣсколькихъ данныхъ чиселъ наз. новое число, выражающее сумму *величинъ*, измѣряемыхъ данными числами, при одной и той же единицѣ измѣренія.

$7+3+5$ одиннадцатыхъ той же единицы. Значитъ, чтобы найти искомую сумму, надо сложить числителей и подъ ихъ суммой подписать общаго знаменателя:

$$\frac{7}{11}+\frac{3}{11}+\frac{5}{11}=\frac{7+3+5}{11}=\frac{15}{11}=1\frac{4}{11}$$

Пусть теперь требуется сложить дроби съ разными знаменателями, напр. такія:

$$\frac{3}{4}+\frac{7}{10}+\frac{9}{16}$$

Приведемъ всѣ эти дроби къ общему знаменателю и сдѣлаемъ сложеніе, какъ въ первомъ случаѣ:

$$\overset{20}{\frac{3}{4}}+\overset{8}{\frac{7}{10}}+\overset{5}{\frac{9}{16}}=\frac{60+56+45}{80}=\frac{161}{80}=2\frac{1}{80}.$$

Число, поставленное надъ каждою данною дробью, есть доп. множитель, на который должно умножить члены дроби, чтобы привести ее къ общему знаменателю.

Правило. Чтобы сложить дроби, достаточно привести ихъ къ общему знаменателю, затѣмъ сложить числителей и подъ суммою ихъ подписать общаго знаменателя.

Пусть, наконецъ, требуется сложить смѣшанныя числа:

$$4\frac{2}{15},\quad 8\frac{9}{10}\ \text{и}\ 3\frac{5}{6}.$$

Сначала сложимъ дроби:

$$\overset{2}{\frac{2}{15}}+\overset{3}{\frac{9}{10}}+\overset{5}{\frac{5}{6}}=\frac{4+27+25}{30}=\frac{56}{30}=1\frac{26}{30}=1\frac{13}{15}$$

Теперь сложимъ цѣлыя числа и къ суммѣ ихъ добавимъ 1, получившуюся отъ сложенія дробей:

$$4+8+3+1=16$$

Значитъ, полная сумма равна $16\frac{13}{15}$.

Замѣчаніе. Основное свойство суммы, указанное нами раньше для цѣлыхъ чиселъ (§ 29), принадлежитъ также и дробнымъ числамъ, т.-е. **сумма не зависитъ отъ того порядка, въ какомъ мы соединяемъ единицы и доли единицъ слагаемыхъ.**

Вычитаніе.

164. Опредѣленіе. Вычитаніе есть ариѳметическое дѣйствіе, посредствомъ котораго по данной суммѣ и одному слагаемому отыскивается другое слагаемое.

Другими словами, вычитаніе есть дѣйствіе, посредствомъ котораго узнается, какое число останется отъ уменьшаемаго, если отъ него отдѣлимъ часть, равную вычитаемому.

Пусть даны для вычитанія дроби съ одинаковыми знаменателями, напр. такія:

$$\frac{7}{8}-\frac{3}{8}.$$

Если отъ уменьшаемаго $\frac{7}{8}$ отдѣлимъ часть въ $\frac{3}{8}$, то останется, очевидно, 7—3 восьмыхъ. Поэтому, чтобы найти искомый остатокъ (или разность), надо изъ числителя уменьшаемаго вычесть числителя вычитаемаго и подъ остаткомъ подписать того же знаменателя:

$$\frac{7}{8}-\frac{3}{8}=\frac{7-3}{8}=\frac{4}{8}=\frac{1}{2}.$$

Пусть теперь данныя дроби имѣютъ разныхъ знаменателей:

$$\frac{11}{15}-\frac{3}{8}.$$

Приведя эти дроби къ общему знаменателю, сдѣлаемъ вычитаніе, какъ было объяснено раньше:

$$\frac{\overset{8}{\smile}\!\!\!\!11}{15}-\frac{\overset{15}{\smile}\!\!\!\!3}{8}=\frac{88-45}{120}=\frac{43}{120}.$$

Правило. Чтобы вычесть дробь изъ дроби, достаточно привести ихъ нъ общему знаменателю, затѣмъ изъ числителя уменьшаемаго вычесть числителя вычитаемаго и подъ ихъ разностью подписать общаго знаменателя.

Если нужно вычесть смѣшанное число изъ другого смѣшаннаго числа, то, если можно, вычитають дробь изъ дроби, а цѣлое изъ цѣлаго. Напр.:

$$8\frac{9}{11}-5\frac{3}{4}=8\frac{36}{44}-5\frac{33}{44}=3\frac{3}{44}$$

Если же дробь вычитаемаго больше дроби уменьшаемаго, то берутъ одну единицу изъ цѣлаго числа уменьшаемаго, раздробляютъ ее въ надлежащія доли и прибавляютъ къ дроби уменьшаемаго. Напр.:

$$10\frac{3}{11}-5\frac{5}{6}=10\frac{18}{66}-5\frac{55}{66}=9\frac{84}{66}-5\frac{55}{66}=4\frac{29}{66}$$

Такъ же производится вычитаніе дроби изъ цѣлаго числа; напр.:

$$7-2\frac{3}{5}=6\frac{5}{5}-2\frac{3}{5}=4\frac{2}{5}$$

$$10-\frac{3}{17}=9\frac{17}{17}-\frac{3}{17}=9\frac{14}{17}$$

Замѣчаніе. При вычитаніи дробныхъ чиселъ, такъ же какъ и цѣлыхъ чиселъ (§ 29), вычитаемое не можетъ быть больше уменьшаемаго, а должно быть меньше его, или равно (въ послѣднемъ случаѣ остатокъ принимается равнымъ 0).

165. Измѣненіе суммы и разности. Сумма и разность дробныхъ чиселъ измѣняются при измѣненіи данныхъ чиселъ совершенно такъ же, какъ сумма и разность цѣлыхъ чиселъ, т.-е.:

1) Если увеличивается (или уменьшается) слагаемое, то и сумма увеличивается (или уменьшается) на столько же.

2) Если увеличивается (или уменьшается) уменьшаемое, то и разность увеличивается (или уменьшается) на столько же.

3) Если увеличивается (или уменьшается) вычитаемое, то разность уменьшается (или увеличивается) на столько же.

Умноженіе.

Задача. Аршинъ сукна стоитъ 5 руб. Сколько стоятъ *нѣсколько* аршинъ этого сукна?

Для рѣшенія вопроса мы должны умножить 5 руб. на число аршинъ, когда это число *цѣлое* (напр. 10 арш.), и мы должны найти дробь 5-ти руб., когда число аршинъ *дробное* (напр., $^{13}/_{2}$ арш.).

Чтобы въ подобныхъ вопросахъ можно было давать одинъ отвѣтъ, условились расширить понятіе объ умноженіи, называя этимъ словомъ также и нахожденіе дроби числа.

166. Опредѣленіе. Умножить какое-нибудь число (множимое) **на цѣлое число** (множитель) **значитъ повторить множимое слагаемымъ столько разъ, сколько во множителѣ единицъ.**

Умножить какое-нибудь число (множимое) **на дробь** (множитель) **значитъ найти эту дробь множимаго.**

Такъ, умножить $^{7}/_{8}$ на 5 значитъ повторить $^{7}/_{8}$ слагаемымъ 5 разъ, другими словами, найти сумму: $^{7}/_{8}+$ $+^{7}/_{8}/+^{7}/_{8}+^{7}/_{8}+^{7}/_{8}$; умножить 5 на $^{7}/_{8}$ значитъ найти семь восьмыхъ 5-ти единицъ. Такимъ образомъ нахожденіе дроби даннаго числа, разсмотрѣнное нами раньше (§ 160), мы будемъ теперь называть умноженіемъ на дробь.

Указанное опредѣленіе умноженія на дробь можно примѣнять и къ умноженію на цѣлое число, если только это цѣлое число предварительно обратить въ какую-нибудь неправильную дробь (§ 146). Но въ такомъ случаѣ возникаетъ вопросъ, не будетъ ли опредѣленіе умноженія на дробь противорѣчить опредѣленію умноженія на цѣлое число. Положимъ, напр., требуется умножить 5 на 3. По опредѣленію умноженія на цѣлое число это значитъ повторить 5 слагаемымъ 3 раза. Если же мы вмѣсто цѣлаго множителя 3 возьмемъ какую-нибудь неправильную дробь, равную 3, напр. $^{30}/_{10}$, и станемъ 5 умножать не на 3, а на $^{30}/_{10}$, то, согласно опредѣленію умноженія на дробь, мы должны будемъ найти $^{30}/_{10}$ числа 5. Такъ какъ $^{10}/_{10}$ числа 5 составляютъ равно 5, то $^{30}/_{10}$ числа 5 составляютъ 5, повторенное слагаемымъ 3 раза; слѣд., будемъ ли мы 5 умножать на 3, или на $^{30}/_{10}$, результатъ умноженія окажется одинъ и тотъ же. Такимъ образомъ, умноженіе на дробь не противорѣчитъ умноженію на цѣлое число.

Замѣчанія. 1) Отъ умноженія на правильную дробь число уменьшается, а отъ умноженія на неправильную дробь число увеличивается, если эта неправильная дробь больше 1, и остается безъ измѣненія, если она равна 1.

Напр., произведеніе $5 . ^{7}/_{8}$ должно быть меньше 5-и, такъ какъ оно означаетъ только $^{7}/_{8}$ пяти; произведеніе $5 . ^{9}/_{8}$ должно быть больше 5-и, потому что оно означаетъ $^{9}/_{8}$ пяти; и, наконецъ, произведеніе $5 . ^{8}/_{8}$, т. е. $^{8}/_{8}$ пяти, равно 5.

2) При умноженіи дробныхъ чиселъ, такъ же какъ и цѣлыхъ (§ 45), **произведеніе принимается равнымъ** 0, **если какой-нибудь изъ сомножителей равенъ** 0; такъ, $0 . ^{7}/_{8} = 0$ и $^{7}/_{8} . 0 = 0$.

167. При умноженіи чиселъ могутъ представиться слѣдующіе 5 случаевъ:

1) Умноженіе цѣлаго числа на цѣлое. Этотъ случай былъ разсмотрѣнъ въ ариѳметикѣ цѣлыхъ чиселъ.

2) Умноженіе дроби на цѣлое число. Пусть требуется $^{3}/_{10}$ умножить на 5. Это значитъ: повторить $^{3}/_{10}$ слагаемымъ 5 разъ, иначе сказать, увеличить $^{3}/_{10}$ въ 5 разъ. Чтобы увеличить какую-нибудь дробь въ 5 разъ, достаточно увеличить ея числителя или уменьшить ея знаменателя въ 5 разъ (§ 152). Поэтому:

$$\frac{3}{10} \times 5 = \frac{3.5}{10} = \frac{15}{10} \text{ или } \frac{3}{10} \times 5 = \frac{3}{10:5} = \frac{3}{2}$$

Правило. Чтобы умножить дробь на цѣлое число, достаточно умножить на это цѣлое число числителя или раздѣлить на него знаменателя дроби.

3) Умноженіе цѣлаго числа на дробь. Пусть дано умножить 7 на $^4/_9$. Это значитъ: найти $^4/_9$ семи единицъ. Для этого найдемъ сначала $^1/_9$ семи единицъ, а потомъ $^4/_9$.

Такъ какъ $\frac{1}{9}$ числа 7 составляетъ $\frac{7}{9}$;

а $\frac{4}{9}$ больше $\frac{1}{9}$ въ 4 раза,

то $\frac{4}{9}$ числа 7 составляютъ $\frac{7.4}{9}$

Значитъ: $$7\times\frac{4}{9}=\frac{7.4}{9}=\frac{28}{9}.$$

Правило. Чтобы умножить цѣлое число на дробь, достаточно цѣлое число умножить на числителя дроби и это произведеніе сдѣлать числителемъ, а знаменателемъ подписать знаменателя дроби.

4) Умноженіе дроби на дробь. Пусть надо умножить $^3/_5$ на $^7/_8$. Это значитъ: найти $^7/_8$ числа $^3/_5$. Для этого сначала найдемъ $^1/_8$, а затѣмъ $^7/_8$ числа $^3/_5$.

Такъ какъ $\frac{1}{8}$ числа $\frac{3}{5}$ составляетъ $\frac{3}{5.8}$,

а $\frac{7}{8}$ больше $\frac{1}{8}$ въ 7 разъ,

то $\frac{7}{8}$ числа $\frac{3}{5}$ составляютъ $\frac{3.7}{5.8}$

Значитъ: $$\frac{3}{5}\times\frac{7}{8}=\frac{3.7}{5.8}=\frac{21}{40}$$

Правило. Чтобы умножить дробь на дробь, достаточно умножить числителя на числителя и знаменателя на знаменателя и первое произведеніе сдѣлать числителемъ, а второе знаменателемъ.

Замѣчаніе. Это правило можно примѣнять и къ случаямъ умноженія дроби на цѣлое число и цѣлаго числа на дробь, если только цѣлое число будемъ разсматривать, какъ дробь съ знаменателемъ 1. Такъ:

$$\frac{3}{10}\times 5=\frac{3}{10}\times\frac{5}{1}=\frac{3.5}{10.1}=\frac{15}{10}=\frac{3}{2}$$

$$7\times\frac{4}{9}=\frac{7}{1}\times\frac{4}{9}=\frac{7.4}{1.9}=\frac{28}{9}.$$

5) **Умноженіе смѣшанныхъ чиселъ** Чтобы умножить смѣшанныя числа, достаточно обратить ихъ въ неправильныя дроби и умножить по правиламъ умноженія дробей. Напр.:

$$7\times 5\frac{3}{4}=7\times\frac{23}{4}=\frac{7.23}{4}=\frac{161}{4}=40\frac{1}{4}$$

$$2\frac{3}{5}\times 4\frac{2}{3}=\frac{13}{5}\times\frac{14}{3}=\frac{13.14}{5.3}=\frac{182}{15}=12\frac{2}{15}$$

Впрочемъ, обращеніе смѣшанныхъ чиселъ въ неправильныя дроби не составляетъ необходимости. Напр., чтобы умножить 7 на $5^3/_4$, можно 7 повторить слагаемымъ 5 разъ и къ полученной суммѣ приложить $^3/_4$ 7-и:

$$7.5\frac{3}{4}=(7\times 5)+(7\times\frac{3}{4})=35+\frac{21}{4}=40\frac{1}{4}$$

168. **Сокращеніе при умноженіи.** При умноженіи дробныхъ чиселъ иногда можно дѣлать сокращеніе. Напр.:

$$1)\ 12\times\frac{7}{8}=\frac{12.7}{8}\underset{4}{=}\frac{3.7}{2}=\frac{21}{2}$$

$$2)\ \frac{16}{21}\times\frac{5}{28}=\frac{16\times 5}{21\times 28}\underset{4}{=}\frac{4\times 5}{21.7}=\frac{20}{147}$$

Такое сокращеніе возможно дѣлать потому, что величина дроби не измѣняется, если числителя и знаменателя ея уменьшаемъ въ одинаковое число разъ.

Изъ приведенныхъ примѣровъ видно, что при умноженіи цѣлаго числа на дробь или дроби на цѣлое число можно сокращать цѣлое число съ знаменателемъ дроби, а при умноженіи дроби на дробь можно сокращать числителя одной дроби съ знаменателемъ другой.

169. Произведеніе нѣсколькихъ дробей. Пусть дано перемножить три дроби: $\frac{2}{3} \times \frac{7}{8} \times \frac{5}{6}$. Умноживъ двѣ первыя, получимъ: $\frac{2.7}{3.8}$; умноживъ это число на третью дробь, найдемъ: $\frac{2.7.5}{3.8.6} = \frac{70}{144}$. Значитъ:

Чтобы перемножить нѣсколько дробей, достаточно перемножить ихъ числителей между собой и знаменателей между собою и первое произведеніе сдѣлать числителемъ, а второе знаменателемъ.

Если въ числѣ множителей есть смѣшанныя числа, то ихъ обращаютъ въ неправильныя дроби.

Замѣчаніе. Это правило можно примѣнять и къ такимъ произведеніямъ, въ которыхъ нѣкоторые множители числа цѣлыя, потому что цѣлое число можно разсматривать, какъ дробь, у которой знаменатель 1. Напр.:

$$\frac{3}{4} \times 5 \times \frac{5}{6} = \frac{3}{4} \times \frac{5}{1} \times \frac{5}{6} = \frac{3.5.5}{4.1.6} = \frac{5.5}{4.2} = \frac{25}{8} = 3\frac{1}{8}.$$

170. Свойства произведенія. Тѣ свойства произведенія, которыя были нами указаны для цѣлыхъ чиселъ (§§ 59, 60 и 61), примѣняются и къ произведенію дробныхъ сомножителей:

1) **Произведеніе не измѣняется отъ перемѣны мѣстъ сомножителей.**

Напр.: $$\frac{2}{3} \times \frac{5}{6} \times \frac{3}{4} = \frac{5}{6} \times \frac{3}{4} \times \frac{2}{3}$$

Дѣйствительно, первое произведеніе равно дроби $\frac{2.5.3}{3.6.4}$, а второе равно дроби $\frac{5.3.2}{6.4.3}$. Но эти дроби равны, потому что ихъ члены отличаются только порядкомъ цѣлыхъ сомножителей, а произведеніе цѣлыхъ чиселъ не измѣняется при перемѣнѣ мѣстъ сомножителей.

2) **Чтобы умножить какое-нибудь число на произведеніе, достаточно умножить это число на перваго сомножителя, полученное число на второго и т. д.**

Пусть, напр., надо умножить число 10 на произведеніе $\frac{3}{4}\cdot\frac{5}{7}$ $\left(\text{т. е. на } \frac{15}{28}\right)$; разъяснимъ, что для этого достаточно умножить 10 на $\frac{3}{4}$, а потомъ полученное число умножить еще на $\frac{5}{7}$. Когда мы умножимъ 10 на $\frac{3}{4}$, то найдемъ $\frac{3}{4}$ десяти; если затѣмъ эти $\frac{3}{4}$ десяти умножимъ еще на $\frac{5}{7}$, то получимъ $\frac{5}{7}$ трехъ четвертей 10-и. Но $\frac{5}{7}$ трехъ четвертей (чего либо) составляютъ $\frac{3}{4}\cdot\frac{5}{7}$, т. е. $\frac{15}{28}$ (этого чего либо); значитъ, послѣ двухъ умноженій 10-ти на $\frac{3}{4}$ и полученнаго числа на $\frac{5}{7}$, мы найдемъ тотъ же самый результатъ, какъ и отъ одного умноженія 10-ти на $\frac{15}{28}$. Подобнымъ же образомъ можно разъяснить, что для умноженія какого-либо числа на произведеніе $\frac{3}{4}\cdot\frac{2}{7}\cdot\frac{1}{5}$. достаточно умножить это число на $\frac{3}{4}$, полученное число умножить на $\frac{2}{7}$ и результатъ умножить еще на $\frac{1}{5}$.

3) **Чтобы вычислить произведеніе нѣсколькихъ сомножителей, можно разбить ихъ на группы, сдѣлать умноженіе въ каждой группѣ отдѣльно и полученныя числа перемножить.**

Напр.: $\frac{5}{6}\cdot\frac{3}{4}\cdot\frac{2}{7}\cdot\frac{1}{5}=\left(\frac{5}{6}\cdot\frac{3}{4}\right)\cdot\left(\frac{2}{7}\cdot\frac{1}{5}\right)=\frac{5}{8}\cdot\frac{2}{35}=\frac{1}{28}.$

Дѣленіе.

171. Опредѣленіе. Дѣленіе есть ариѳметическое дѣйствіе, посредствомъ котораго по данному произведенію и одному изъ сомножителей отыскивается другой сомножитель.

Напр., раздѣлить $^7/_8$ на $^3/_5$ значитъ: найти такое число, которое надо умножить на $^3/_5$, чтобы получить $^7/_8$; или: найти такое число, на которое надо умножить $^3/_5$, чтобы получить $^7/_8$.

Въ первомъ случаѣ частное представляетъ собою искомое множимое, во второмъ случаѣ—искомаго множителя. Такъ какъ множимое и множитель могутъ мѣняться мѣстами, то при данныхъ дѣлимомъ и дѣлителѣ величина частнаго не зависитъ отъ того, означаетъ ли оно множимое или множителя.

Изъ опредѣленія дѣйствія дѣленія слѣдуетъ:

1) **Нахожденіе неизвѣстнаго числа по данной его дроби,** разсмотрѣнное нами прежде (§ 161), **можетъ быть выполняемо посредствомъ дѣленія.**

Такъ, если требуется найти такое число, котораго $^7/_8$ составляютъ 5, то это, другими словами, значитъ: найти такое число, которое составитъ 5, если его умножимъ на $^7/_8$; значитъ, 5 есть произведеніе, $^7/_8$ множитель, а отыскивается множимое; а это дѣлается посредствомъ дѣленія 5 на $^7/_8$.

2) **Отъ дѣленія на правильную дробь число увеличивается, а отъ дѣленія на неправильную дробь число уменьшается, если эта неправильная дробь больше 1, и остается безъ измѣненія, если она равна 1.**

Напр., частное 5: $^7/_8$ должно быть больше 5-ти, потому что 5 составляетъ только $^7/_8$ этого частнаго; частное 5 : $^9/_8$ должно быть меньше 5-ти, потому что 5 составляетъ $^9/_8$ его, и, наконецъ, частное 5 : $^8/_8$ должно быть равно 5.

172. При дѣленіи могутъ представиться слѣдующіе 5 случаевъ:

1) Дѣленіе цѣлыхъ чиселъ. Этотъ случай былъ

разсмотрѣнъ въ ариѳметикѣ цѣлыхъ чиселъ. Но тамъ точное дѣленіе не всегда было возможно, такъ какъ дѣлимое не всегда есть произведеніе дѣлителя на цѣлое число; поэтому приходилось разсматривать дѣленіе съ остаткомъ. Теперь же, допустивъ умноженіе на дробь, мы всякій случай дѣленія цѣлыхъ чиселъ можемъ считать возможнымъ. Пусть, напр., требуется раздѣлить 5 на 7, т.-е. найти число, котораго произведеніе на 7 даетъ 5. Такое число есть дробь $^5/_7$, потому что $^5/_7 . 7 = 5$. Точно такъ же $20 : 7 = {^{20}/_7}$, потому что $^{20}/_7 . 7 = 20$. Такимъ образомъ:

Частное отъ дѣленія двухъ цѣлыхъ чиселъ всегда можно выразить дробью, у которой числитель равенъ дѣлимому, а знаменатель—дѣлителю.

2) Дѣленіе дроби на цѣлое число. Пусть требуется раздѣлить $^8/_9$ на 4. Это значитъ: найти число, которое надо умножить на 4, чтобы получить $^8/_9$. Но отъ умноженія на 4 всякое число увеличивается въ 4 раза; значитъ, искомое число, увеличенное въ 4 раза, должно составить $^8/_9$ и потому, чтобы найти его, надо $^8/_9$ уменьшить въ 4 раза. Чтобы уменьшить дробь въ 4 раза, достаточно уменьшить въ 4 раза ея числителя или увеличить въ 4 раза ея знаменателя; поэтому:

$$\frac{8}{9} : 4 = \frac{8 : 4}{9} = \frac{2}{9}$$

или

$$\frac{8}{9} : 4 = \frac{8}{9 . 4} = \frac{8}{36} = \frac{2}{9}$$

Правило. Чтобы раздѣлить дробь на цѣлое число, достаточно раздѣлить на это цѣлое число числителя дроби или умножить на него знаменателя дроби.

3) Дѣленіе цѣлаго числа на дробь. Пусть надо раздѣлить 3 на $^2/_5$. Это значитъ: найти такое число, которое надо умножить на $^2/_5$, чтобы получить 3. Но умножить какое-нибудь число на $^2/_5$ значитъ найти $^2/_5$ этого числа; поэтому:

$$\frac{2}{5} \text{ неизв. частнаго} = 3,$$

слѣд. $\frac{1}{5}$ неизв. частнаго $= \frac{3}{2}$

а $\frac{5}{5}$ неизв. частнаго $= \frac{3}{2} . 5 = \frac{3 . 5}{2}$

Значитъ: $$3 : \frac{2}{5} = \frac{3 . 5}{2}$$

Правило. Чтобы раздѣлить цѣлое число на дробь, достаточно умножить это цѣлое число на знаменателя дроби и произведеніе раздѣлить на числителя дроби.

4) Дѣленіе дроби на дробь. Пусть дано $^5/_6 : {}^7/_{11}$. Это значитъ: найти число, которое, умноженное на $^7/_{11}$, составитъ $^5/_6$. Но умножить какое-нибудь число на $^7/_{11}$ значитъ найти $^7/_{11}$ этого числа; поэтому:

$\frac{7}{11}$ неизв. частнаго $= \frac{5}{6}$

слѣд. $\frac{1}{11}$ неизв. частнаго $= \frac{5}{6 . 7}$

а $\frac{11}{11}$ неизв. частнаго $= \frac{5 . 11}{6 . 7}$

Значитъ: $$\frac{5}{6} : \frac{7}{11} = \frac{5 . 11}{6 . 7} = \frac{55}{42} = 1 \frac{13}{42}$$

Правило. Чтобы раздѣлить дробь на дробь, достаточно умножить числителя первой дроби на знаменателя второй, а знаменателя первой дроби на числителя второй и первое произведеніе раздѣлить на второе.

Замѣчаніе. Подъ это правило можно подвести и случаи 2-й и 3-й, т. е. дѣленіе дроби на цѣлое число и дѣленіе цѣлаго числа на дробь, если только цѣлое число будемъ разсматривать, какъ дробь съ знаменателемъ 1. Такъ:

$$\frac{8}{9} : 4 = \frac{8}{9} : \frac{4}{1} = \frac{8 . 1}{9 . 4} = \frac{8}{36} = \frac{2}{9}$$

$$3 : \frac{2}{5} = \frac{3}{1} : \frac{2}{5} = \frac{3 . 5}{1 . 2} = \frac{15}{2}$$

5) Дѣленіе смѣшанныхъ чиселъ. Обративъ смѣшанныя числа въ неправильныя дроби, дѣлятъ ихъ по правиламъ дѣленія дробей. Напр.:

$$8 : 3\frac{5}{6} = 8 : \frac{23}{6} = \frac{8.6}{23} = \frac{48}{23} = 2\frac{2}{23}$$

$$7\frac{3}{4} : 5\frac{1}{2} = \frac{31}{4} : \frac{11}{2} = \frac{31.2}{4.11} = \frac{31}{22} = 1\frac{9}{22}.$$

173. Общее правило дѣленія. Если переставимъ въ данной дроби числителя на мѣсто знаменателя, и наоборотъ, то дробь, получившаяся послѣ этой перестановки, называется **обратною** по отношенію къ данной. Такъ, для $^7/_8$ обратная дробь будетъ $^8/_7$. Цѣлое число также имѣетъ обратную дробь; напр., для 5 или для $^5/_1$ обратная дробь будетъ $^1/_5$. Условившись въ этомъ, можемъ высказать такое общее правило дѣленія:

Чтобы раздѣлить одно число на другое, достаточно дѣлимое умножить на дробь, обратную дѣлителю.

Въ вѣрности этого правила легко убѣдиться изъ слѣдующаго примѣрнаго сравненія:

$$\frac{7}{8} : 5 = \frac{7}{40} \quad \text{и} \quad \frac{7}{8} \times \frac{1}{5} = \frac{7}{40}$$

$$5 : \frac{7}{8} = \frac{40}{7} \quad \text{и} \quad 5 \times \frac{8}{7} = \frac{40}{7}$$

$$\frac{2}{3} : \frac{4}{5} = \frac{10}{12} \quad \text{и} \quad \frac{2}{3} \times \frac{5}{4} = \frac{10}{12}$$

174. Сокращеніе при дѣленіи. При дѣленіи дробныхъ чиселъ иногда можно дѣлать сокращеніе. Напр.:

1) $$12 : \frac{8}{11} = \frac{12.11}{8} = \frac{\overset{4}{3}.11}{2} = \frac{33}{2} = 16\frac{1}{2}$$

2 $$\frac{8}{9} : \frac{6}{7} = \frac{8.7}{9.6} = \frac{\overset{2}{4}.7}{9.3} = \frac{28}{27} = 1\frac{1}{27}$$

3) $$\frac{5}{12} : \frac{7}{18} = \frac{5.18}{12.7} = \frac{5.\overset{6}{3}}{2.7} = \frac{15}{14} = 1\frac{1}{14}$$

Такое сокращенiе возможно дѣлать потому, что величина дроби не измѣняется, если числителя и знаменателя ея уменьшаемъ въ одинаковое число разъ.

Изъ приведенныхъ примѣровъ видно, что при дѣленiи цѣлаго числа на дробь и дроби на цѣлое можно сокращать цѣлое число съ числителемъ, а при дѣленiи дроби на дробь можно сокращать числителя съ числителемъ, знаменателя съ знаменателемъ.

175. Примѣры задачъ, рѣшаемыхъ дѣленiемъ. Дѣленiе употребляется во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда одно изъ данныхъ чиселъ возможно разсматривать какъ произведенiе, а другое, какъ множимое или множителя. Приведемъ примѣры:

Задача 1. Во сколько часовъ путешественникъ пройдетъ путь въ $34^7/_8$ версты, если каждый часъ онъ проходитъ по $4^1/_2$ версты?

Для рѣшенiя задачи надо узнать, сколько разъ $4^1/_2$ версты слѣдуетъ повторить слагаемымъ, чтобы получить $34^7/_8$ версты; т.-е. надо отыскать, на какое число слѣдуетъ умножить $4^1/_2$, чтобы получить въ произведенiи $34^7/_8$. Здѣсь $34^7/_8$ есть произведенiе, $4^1/_2$ — множимое, а требуется найти множителя; это выполняется дѣленiемъ:

$$34\frac{7}{8} : 4\frac{1}{2} = \frac{279}{8} : \frac{9}{2} = \frac{31}{4} = 7\frac{3}{4}$$

Частное показываетъ, что если $4^1/_2$ версты повторить слагаемымъ 7 разъ и къ результату добавить еще $^3/_4$ отъ $4^1/_2$ верстъ, то получится $34^7/_8$ версты; значитъ, $34^7/_8$ версты будутъ пройдены въ $7^3/_4$ часа.

Задача 2. Сколько аршинъ сукна можно купить на 6 руб., если каждый аршинъ стоитъ $7^1/_2$ рублей?

Очевидно, на 6 руб. нельзя купить ни одного аршина сукна, стоимостью въ $7^1/_2$ руб.; но можно купить нѣкоторую часть аршина. Чтобы узнать, какую именно, достаточно опредѣлить, на какую дробь слѣдуетъ умножить $7^1/_2$, чтобы получить 6. Здѣсь 6 произведенiе, $7^1/_2$ множимое, а отыскивается множитель; поэтому вопросъ рѣшается дѣленiемъ:

$$6 : 7\frac{1}{2} = 6 : \frac{15}{2} = \frac{12}{15} = \frac{4}{5}$$

Частное показываетъ, что $^4/_5$ числа $7^1/_2$ составляютъ 6: значитъ, на 6 руб. можно купить $^4/_5$ арш., стоимостью въ $7^1/_2$ руб. за аршинъ.

Задача 3. За $7^3/_4$ фунта чаю заплачено $18^3/_5$ рубля. Сколько стоитъ фунтъ чаю?

Для рѣшенія задачи надо найти такое число, которое, повторенное слагаемымъ $7^3/_4$ раза*), составитъ $18^3/_5$. Здѣсь $18^3/_5$ произведеніе, $7^3/_4$ множитель, а отыскивается множимое; значитъ, задача рѣшается дѣленіемъ:

$$18\frac{3}{5} : 7\frac{3}{4} = \frac{93}{5} : \frac{31}{4} = \frac{93 \cdot 4}{5 \cdot 31} = \frac{12}{5} = 2\frac{2}{5}$$

Фунтъ чаю стоитъ $2^2/_5$ руб., т.-е. 2 руб. 40 коп.

Задача 4. За $^7/_8$ аршина матеріи заплачено 14 руб. Сколько стоитъ аршинъ этой матеріи?

Очевидно, за аршинъ матеріи заплачено такое число, котораго $^7/_8$ составляютъ 14 руб., т.-е. такое число, которое слѣдуетъ умножить на $^7/_8$, чтобы получить 14 руб. Здѣсь 14 произведеніе, $^7/_8$ множитель, а отыскивается множимое:

$$14 : \frac{7}{8} = \frac{14 \cdot 8}{7} = 16$$

Аршинъ матеріи стоитъ 16 рублей.

Измѣненіе произведенія и частнаго.

176. Произведеніе и частное дробныхъ чиселъ измѣняется такъ же, какъ произведеніе и частное цѣлыхъ чиселъ.

Эти измѣненія полезно выразить теперь въ болѣе общемъ видѣ, чѣмъ мы выражали прежде, и именно такъ:

Если умножимъ одного изъ сомножителей на какое-либо число, то произведеніе умножится на то же число.

---

*) Сокращенное выраженіе: „повторить какое-нибудь число слагаемымъ $7^3/_4$ раза“ (и тому подобныя) означаетъ „повторить какое-нибудь число слагаемымъ 7 разъ и къ суммѣ добавить еще $^3/_4$ этого числа“.

Такъ, если въ примѣрѣ:

$$5 \cdot \frac{2}{3} = \frac{10}{3}$$

умножимъ множимое на $\frac{7}{4}$, то произведенiе будетъ $\left(5 \cdot \frac{7}{4}\right) \cdot \frac{2}{3}$,

что выражаетъ то же самое, что и призведенiе $5 \cdot \frac{7}{4} \cdot \frac{2}{3}$.

Переставивъ въ этомъ произведенiи сомножителей $\frac{7}{4}$ и $\frac{2}{3}$, отчего произведенiе не измѣнится, мы получимъ:

$$5 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{7}{4} = \frac{10}{3} \cdot \frac{7}{4}.$$

Такимъ образомъ, произведенiе умножилось тоже на $\frac{7}{4}$.

Такъ какъ множимое и множителя можно помѣнять мѣстами, то сказанное относится и ко множителю.

Если раздѣлимъ одного изъ сомножителей на какое-либо число, то произведенiе раздѣлится на то же число, потому что раздѣлить на какое-либо число все равно, что умножить на обратную дробь.

177. Если умножимъ дѣлимое на какое-нибудь число, то и частное умножится на то же число.

Дѣйствительно, дѣлимое есть произведенiе, а дѣлитель и частное—сомножители; значитъ, умножая дѣлимое и оставляя дѣлителя безъ перемѣны, мы умножаемъ произведенiе и оставляемъ безъ измѣненiя одного сомножителя; а это возможно только тогда, когда другой сомножитель, т.-е. частное, умножится на то же число.

Если умножимъ дѣлителя на какое-либо число, то частное раздѣлится на то же число.

Дѣйствительно, умножая дѣлителя и оставляя дѣлимое безъ перемѣны, мы умножаемъ одного сомножителя и оставляемъ безъ измѣненiя произведенiе; а это можетъ быть только тогда, когда другой сомножитель, т.-е. частное, раздѣлится на то же число.

Подобныя же заключенiя можно вывести относительно дѣленiя дѣлимаго и дѣлителя на какое-либо число.

VII. Дѣйствія надъ именованными дробями.

178. Раздробленіе. Пусть требуется $^7/_9$ пуда раздробить въ золотники. Для этого раздробляемъ $^7/_9$ пуда сначала въ фунты, а потомъ въ золотники:

$^7/_9$ пуда раздробляемъ въ фунты. 1 пудъ имѣетъ 40 фунтовъ; слѣд., $^7/_9$ пуда содержатъ $^7/_9$ сорока фунтовъ; чтобы найти $^7/_9$ сорока, надо умножить 40 на $^7/_9$ (или $^7/_9$ на 40):

$$\frac{7}{9}\times 40=\frac{280}{9}\text{ (фунта)}$$

$\frac{280}{9}$ фунта раздробляемъ въ зол. 1 фунтъ имѣетъ 96 золотн., слѣд. $\frac{280}{9}$ фунта содержатъ $\frac{280}{9}$ числа 96 зол.; чтобы найти $\frac{280}{9}$ числа 96-ти, надо 96 умножить на $\frac{280}{9}$ $\left(\text{или } \frac{280}{9} \text{ на } 96\right)$:

$$\frac{280}{9}\times 96=\frac{8960}{3}=2986\frac{2}{3}\text{ (золотн.).}$$

Изъ этого примѣра видимъ, что **раздробленіе дробнаго именованнаго числа производится такъ же, какъ и цѣлаго числа, т.-е. посредствомъ умноженія на единичное отношеніе.**

179. Превращеніе. Пусть требуется $^3/_4$ арш. превратить въ версты, т.-е. узнать, какую часть версты составляютъ $^3/_4$ арш. Для этого превратимъ ихъ сначала въ сажени, а потомъ—въ версты:

$^3/_4$ арш. превращаемъ въ сажени. Это значитъ узнать, какую часть сажени или 3-хъ аршинъ составляютъ $^3/_4$ аршина; другими словами: на какую дробь надо умножить 3, чтобы получить $^3/_4$. Это узнается дѣленіемъ:

$$\frac{3}{4}:3=\frac{1}{4}$$

Значитъ, $^3/_4$ арш. составляютъ $^1/_4$ сажени.

$^1/_4$ сажени превращаемъ въ версты, т.-е. узнаемъ, какую часть версты, или 500 саженъ, составляетъ $^1/_4$ сажени. Для этого надо раздѣлить $^1/_4$ на 500:

$$\frac{1}{4} : 500 = \frac{}{2000}$$

слѣд., $^1/_4$ саж. составляетъ $\frac{1}{2000}$ версты.

Изъ этого примѣра мы видимъ, что **превращеніе дробнаго именованнаго числа производится такъ же, какъ и цѣлаго числа, т.-е. посредствомъ дѣленія на единичное отношеніе**

180. Задача 1. Обратить въ составное именованное число $\frac{7}{800}$ версты.

Это значитъ узнать сколько въ $\frac{7}{800}$ вер. заключается саженъ, аршинъ и т. д. Это дѣлается посредствомъ раздробленія:

$\frac{7}{800}$ версты въ сажени: $\frac{7}{800} \times 500 = \frac{35}{8} = 4^3/_8$ (саж.).

Оставляя въ сторонѣ 4 сажени, раздробимъ:
$^3/_8$ саж. въ аршины: $^3/_8 \times 3 = {}^9/_8 = 1^1/_8$ (арш.).
Оставляя въ сторонѣ 1 арш., раздробимъ:
$^1/_8$ арш. въ вершки: $^1/_8 \times 16 = 2$ (вершка).

Слѣдовательно, $\frac{7}{800}$ версты $=4$ саж. 1 арш. 2 верш.

Задача 2. Какую часть сутокъ составляютъ 3 часа $7^5/_8$ мин.?

Эта задача рѣшается посредствомъ превращенія:

$7^5/_8$ мин. превращаемъ въ часы: $\frac{61}{8} : 60 = \frac{61}{480}$ часа.

Прибавляемъ 3 часа: $\frac{61}{480}+3=\frac{1501}{480}$ (часовъ).

$\frac{1501}{480}$ часа превращаемъ въ сутки: $\frac{1501}{480}:24=\frac{1501}{11520}$ (сутокъ).

181. Сложеніе, вычитаніе, умноженіе и дѣленіе дробныхъ именов. чиселъ можно производить двоякимъ путемъ: 1) или, выразивъ всѣ данныя имен. числа въ мѣрахъ одного и того же названія, поступаютъ съ ними, какъ съ дробями отвлеченными; 2) или, обративъ всѣ данныя въ составныя имен. числа, поступаютъ съ ними, какъ съ цѣлыми именов. числами. Напр.:

1) Сложить: $^3/_7$ версты $+$ 2 в. $15^3/_4$ саж. $+$ 101 саж. 1 арш. $2^1/_2$ вершка.

$^3/_7$ версты превращаемъ въ составное именованное число:

$$^3/_7\times 500=\frac{1500}{7}=214^2/_7 \text{ (саж).}; \quad ^2/_7\times 3=\,^6/_7 \text{ (арш.).}$$

$$^6/_7\times 16=\frac{96}{7}=13^5/_7 \text{ (вершк.).}$$

Слѣд., $^3/_7$ в. $=214$ саж. $13^5/_7$ вершк.

$^3/_4$ саж. превращаемъ въ составное именованное число:

$^3/_4\times 3=\,^9/_4=2^1/_4$ (арш.), $^1/_4\times 16=4$ (вершк.).

Слѣд., $15^3/_4$ саж. $=15$ саж. 2 арш. 4 верш.

Теперь сложимъ, какъ складываются цѣлыя составныя именованныя числа:

		214 саж.	. . . .	$13^5/_7$	вершка.
$+$	2 версты	15 „	2 арш.	4	„
		101 „	1 „	$2^1/_2$	„
	2 версты	330 саж.	3 арш.	$20^3/_{14}$	вершка.
	2 версты	331 саж.	1 арш.	$4^3/_{14}$	вершка.

11 Заказ № 5456

Можно было бы выразить всѣ данныя въ вершкахъ или иныхъ мѣрахъ одного и того же названія и потомъ складывать, какъ дроби отвлеченныя. Полученное отъ сложенія простое именованное число можно было бы, въ случаѣ надобности, обратить въ составное.

2) Умножить 4 пуда $6^2/_3$ фунта на $^4/_7$.

Чтобы умножить на $^4/_7$, надо умножить на 4 и раздѣлить на 7;

$$\begin{array}{l}
4 \text{ п. } 6^2/_3 \text{ ф.} \\
\quad \times 4 \\
\hline
16 \text{ п. } 26^2/_3 \text{ ф.} \;\big|\; 7 \\
\underline{14} \qquad\qquad\qquad 2 \text{ п. } \frac{320}{21} \text{ ф.} = 2 \text{ пуда } 15^5/_{21} \text{ ф.} \\
\;\; 2 \\
\times 40 \\
\hline
\;\; 80 \\
+26^2/_3 \\
\hline
106^2/_3 = \frac{320}{3}
\end{array}$$

3) Раздѣлить 2 стопы $12^1/_2$ дест. на $2\,^5/_8$ дести.

Обращаемъ оба данныя числа въ дести:

$2 \times 20 = 40$ (дест.); $\qquad 40 + 12^1/_2 = 52^1/_2$ (дести).

Теперь производимъ дѣленіе:

$$52^1/_2 : 2^5/_8 = \frac{105}{2} : \frac{21}{8} = \frac{105 \,.\, 8}{21 \,.\, 2} = 20 \text{ (разъ).}$$

4) Раздѣлить 5 боч. $7^3/_4$ ведра на $^2/_3$.

Чтобы раздѣлить на $^2/_3$, надо умножить на 3 и раздѣлить на 2:

$$\begin{array}{l}
5 \text{ боч. } 7^3/_4 \text{ ведра} \\
\qquad \times 3 \\
\hline
15 \text{ боч. } 23^1/_4 \text{ ведра} \;\big|\; 2 \\
\overline{\;1\;} \qquad\qquad\qquad 7 \text{ боч. } \frac{253}{8} \text{ в.} = 7 \text{ боч. } 31^5/_8 \text{ в.} \\
\times 40 \\
\hline
\;\; 40 \\
+23^1/_4 \\
\hline
\;\; 63^1/_4 = \frac{253}{4}
\end{array}$$

ОТДѢЛЪ ПЯТЫЙ

Десятичныя дроби.

I. Главнѣйшія свойства десятичныхъ дробей.

182. Десятичныя доли. Доли, получаемыя отъ дѣленія единицы на 10, на 100, на 1000 и вообще на такое число равныхъ частей, которое выражается 1 съ однимъ или нѣсколькими нулями, называются **десятичными** долями.

Такимъ образомъ, десятичныя доли, послѣдовательно уменьшающіяся, будутъ слѣдующія:

$$\frac{1}{10},\ \frac{1}{100},\ \frac{1}{1000},\ \frac{1}{10000},\ \frac{1}{100000},\ \frac{1}{1000000} \text{ и т. д.}$$

Изъ двухъ неодинаковыхъ десятичныхъ долей бо́льшая называется десятичною долею высшаго разряда, а меньшая — десятичною долею низшаго разряда. Каждая десятичная доля содержитъ въ себѣ 10 десятичныхъ долей слѣдующаго низшаго разряда. Такъ:

$$\frac{1}{10}=\frac{10}{100};\ \frac{1}{100}=\frac{10}{1000};\ \frac{1}{1000}=\frac{10}{100000} \text{ и т. д.}$$

183. Десятичная дробь. Всякая дробь, у которой знаменатель есть 1 съ однимъ или нѣсколькими нулями. (и которая состоитъ, слѣд., изъ десятичныхъ долей) наз **десятичной** (или **десятичнымъ числомъ**); таковы, напр., дроби: $\frac{3}{10}$, $\frac{27}{100}$, $\frac{27401}{1000}$, $3\frac{1}{1000}$ и т. п.

Въ отличіе отъ десятичныхъ тѣ дроби, которыя мы разсматривали до сего времени, т.-е. дроби, имѣющія какихъ-угодно знаменателей, наз. **обыкновенными**.

Десятичныя дроби представляютъ много удобствъ сравнительно съ обыкновенными. Поэтому свойства ихъ и дѣйствія надъ ними полезно разсмотрѣть особо отъ дробей обыкновенныхъ.

184. Изображеніе десятичной дроби безъ знаменателя. Въ изображеніи цѣлаго числа изъ двухъ рядомъ стоящихъ цыфръ правая всегда означаетъ единицы въ 10 разъ меньшія, нежели лѣвая. Условимся распространить это значеніе мѣстъ и на тѣ цыфры, которыя могутъ быть написаны вправо отъ простыхъ единицъ. Положимъ, напр., что въ такомъ изображеніи:

6 **3**, 4 8 2 5 9...

цыфра 3 означаетъ простыя единицы. Тогда цыфра 4 означаетъ единицы, въ 10 разъ меньшія, нежели простыя единицы, т.-е. десятыя доли; 8 означаетъ сотыя доли, 2 — тысячныя, 5 — десятитысячныя, 9—стотысячныя и т. д. Чтобы не ошибиться въ значеніи мѣстъ, условимся отдѣлять запятою цѣлое число отъ десятичныхъ долей. На мѣста недостающихъ долей, а также и на мѣсто цѣлаго числа, когда его нѣтъ, будемъ ставить нули. Напр., при такихъ условіяхъ выраженіе 0,0203 означаетъ: 2 сотыхъ 3 десятитысячныхъ.

Цыфры, стоящія направо отъ запятой, называютъ **десятичными знаками**.

Замѣтивъ это, мы легко можемъ изобразить всякую десятичную дробь безъ знаменателя. Пусть, напр., дана десятичная дробь $\frac{32736}{1000}$. Сначала исключимъ изъ нея цѣлое число; получимъ $32\frac{736}{1000}$. Теперь представимъ ее такъ:

$$\frac{32736}{1000}=32+\frac{700}{1000}+\frac{30}{1000}+\frac{6}{1000}=32+\frac{7}{10}+\frac{3}{100}+\frac{6}{1000}$$

Значитъ, дробь эту можно изобразить такимъ образомъ:

$$\frac{32736}{1000}=32,736$$

Это легко провѣрить, раздробивъ въ числѣ 32,736 цѣлое число и всѣ десятичныя доли въ доли самыя мелкія (въ тысячныя), что можно сдѣлать такъ: 32 цѣлыхъ составляютъ 320 десятыхъ; приложивъ къ нимъ 7 десятыхъ, получимъ 327 десятыхъ. Такъ какъ каждая десятая содержитъ въ себѣ 10 сотыхъ, то 327 десятыхъ составляютъ 3270 сотыхъ; приложивъ къ нимъ 3 сотыхъ, получимъ 3273 сотыхъ. Такъ какъ 1 сотая $=$ 10 тысячнымъ, то 3273 сотыхъ $=$ 32730 тысячныхъ; приложивъ къ этому числу еще 6 тысячныхъ, получимъ данную дробь 32736 тысячныхъ.

Пусть еще дана дробь $\frac{578}{100000}$. Представимъ ее такъ:

$$\frac{578}{100000}=\frac{500}{100000}+\frac{70}{100000}+\frac{8}{100000}=$$
$$\frac{5}{1000}+\frac{7}{10000}+\frac{8}{100000}$$

Слѣд., дробь эта изобразится такимъ образомъ:

$$\frac{578}{100000}=0{,}00578$$

Теперь мы можемъ вывести слѣдующее правило:

Правило. Чтобы данную десятичную дробь написать безъ знаменателя, пишутъ ея числителя и отдѣляютъ въ немъ запятою съ правой стороны столько десятичныхъ знаковъ, сколько есть нулей въ знаменателѣ (для чего иногда съ лѣвой стороны числителя приходится написать нѣсколько нулей).

185. Какъ читается десятичная дробь, написанная безъ знаменателя. Сначала прочитываютъ цѣлое число (а когда его нѣтъ, то говорятъ: „нуль цѣлыхъ“); затѣмъ читаютъ число, написанное послѣ запятой, какъ бы оно было цѣлое, и прибавляютъ названіе тѣхъ долей, которыми дробь оканчивается; напр., 0,00378 читается: 0 цѣлыхъ 378 стотысячныхъ. Значитъ, дробь, написанная безъ знаменателя, прочитывается такъ, какъ если бы она была изображена при помощи числителя и знаменателя.

Впрочемъ, дробь, у которой очень много десятичныхъ знаковъ, предпочитаютъ читать такъ: разбиваютъ всѣ десятичные знаки, начиная отъ запятой, на грани, по 3 знака въ каждой грани (кромѣ послѣдней, въ которой можетъ быть одинъ и два знака); затѣмъ читаютъ каждую грань, какъ цѣлое число, добавляя къ названію числа первой грани слово „тысячныхъ", второй грани — „милліонныхъ", третьей — „билліонныхъ" и т. д.; къ названію числа послѣдней грани добавляютъ названіе долей, выражаемыхъ послѣднею цыфрою дроби. Такимъ образомъ, дробь: 0,028 306 000 07 читается такъ: 0 цѣлыхъ, 28 тысячныхъ, 306 милліонныхъ, 0 билліонныхъ, 7 стобилліонныхъ.

186. Замѣтимъ, что приписываніе нулей справа или слѣва десятичной дроби, изображенной безъ знаменателя, не измѣняетъ ея величины. Напр., каждое изъ чиселъ:

7,05 7.05**00** **00**7,05

выражаетъ одну и ту же дробь: 7 цѣлыхъ, 5 сотыхъ, такъ какъ 500 десятитысячныхъ равно 5 сотымъ, а 007 выражаетъ просто 7.

187. Сравненіе десятичныхъ дробей. Пусть желаемъ узнать, какая изъ слѣдующихъ дробей больше:

0,735 и **0,73**49987

Для этого къ дроби, у которой десятичныхъ знаковъ меньше, припишемъ (хотя бы только мысленно) съ правой стороны столько нулей, чтобы число десятичныхъ знаковъ въ обѣихъ дробяхъ оказалось одно и то же:

0,7350000 0,7349987

Такимъ образомъ мы привели обѣ дроби къ общему знаменателю и видимъ, что первая дробь содержитъ 7350000 десятимилліонныхъ, а вторая 7349987 десятимилліонныхъ; такъ какъ 7350000 больше 7349987, то первая дробь больше второй.

Подобнымъ образомъ легко убѣдиться, что вообще изъ двухъ десятичныхъ дробей та больше, у которой число цѣлыхъ больше; при равенствѣ цѣлыхъ — у которой число десятыхъ больше; при равенствѣ цѣлыхъ и десятыхъ—у которой число сотыхъ больше, и т. д.

188. Измѣненіе десятичной дроби отъ перенесенія запятой. Перенесемъ въ дроби 3,274 запятую на одинъ знакъ вправо; тогда получимъ новую дробь 32,74. Въ первой дроби цыфра 3 означаетъ простыя единицы, а во второй—десятки; слѣд., значеніе ея увеличилось въ 10 разъ. Цыфра 2 означаетъ въ первой дроби десятыя доли, а во второй—простыя единицы; слѣд., ея значеніе тоже увеличилось въ 10 разъ. Такъ же увидимъ, что значеніе и прочихъ цыфръ увеличилось въ 10 разъ. Такимъ образомъ: **отъ перенесенія запятой вправо на одинъ знакъ десятичная дробь увеличивается въ 10 разъ.**

Отсюда слѣдуетъ, что отъ перенесенія запятой вправо на 2 знака десятичная дробь увеличивается въ 100 разъ, на 3 знака—въ 1000 разъ и т. д.

Обратно: **отъ перенесенія запятой влѣво на одинъ знакъ десятичная дробь уменьшается въ 10 разъ**, и, слѣд., на 2 знака—въ 100 разъ, на 3 знака—въ 1000 разъ и т. д.

189. Пусть требуется увеличить дробь 0,02 въ 10000 разъ. Для этого достаточно перенести въ ней запятую на 4 знака вправо. Но въ данной дроби имѣется всего два десятичныхъ знака. Чтобы было 4 знака, припишемъ съ правой стороны 2 нуля, отчего величина дроби не измѣнится. Перенеся потомъ запятую на конецъ числа, получимъ цѣлое число 0200 или просто 200.

Пусть требуется уменьшить ту же дробь въ 100 разъ. Для этого достаточно перенести въ ней запятую на 2 знака влѣво. Но въ данной дроби влѣво отъ запятой имѣется только одинъ знакъ. Чтобы было два знака, припишемъ съ лѣвой стороны 2 нуля (одинъ для цѣлаго числа), отъ чего величина дроби не измѣнится. Перенеся потомъ запятую на два знака влѣво, получимъ 0,0002.

Всякое цѣлое число можно разсматривать, какъ десятичную дробь, у которой вправо отъ запятой стоитъ сколько угодно нулей; поэтому увеличеніе и уменьшеніе цѣлаго числа въ 10 разъ, въ 100 разъ, въ 1000 разъ и т. д. совершается такъ же, какъ и десятичной дроби. Напр., если уменьшимъ цѣлое число 567,000... въ 100 разъ, получимъ 5,67.

II. Дѣйствія надъ десятичными дробями.

Сложеніе десятичныхъ дробей.

190. Сложеніе десятичныхъ дробей производится такъ же, какъ и сложеніе цѣлыхъ чиселъ. Пусть, напр., требуется сложить: 2,078 + 0,75 + 13,5602. Подпишемъ эти дроби другъ подъ другомъ такъ, чтобы цѣлыя стояли подъ цѣлыми, десятыя подъ десятыми, сотыя подъ сотыми и т. д.:

$$\begin{array}{r} 2{,}078 \\ +\,0{,}75 \\ 13{,}5602 \\ \hline 16{,}3882 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 2{,}078\mathbf{0} \\ +\,0{,}75\mathbf{00} \\ 13{,}5602 \\ \hline 16{,}3882 \end{array}$$

Начинаемъ сложеніе съ наименьшихъ долей. Отъ сложенія десятитысячныхъ получимъ 2; пишемъ эту цыфру подъ чертою. Отъ сложенія тысячныхъ получимъ 8; пишемъ 8 подъ чертою. Отъ сложенія сотыхъ получимъ 18; но 18 сотыхъ = 10 сотыхъ + 8 сотыхъ; десять сотыхъ составляютъ одну десятую; запомнимъ ее, чтобы приложить къ десятымъ долямъ слагаемыхъ, а 8 сотыхъ напишемъ подъ чертой. Продолжаемъ такъ дѣйствіе до конца.

Чтобы не ошибиться при подписываніи, полезно уравнять нулями числа десятичныхъ знаковъ во всѣхъ слагаемыхъ (какъ это сдѣлано у насъ при вторичномъ сложеніи).

Вычитаніе десятичныхъ дробей.

191. Вычитаніе десятичныхъ дробей производится такъ же, какъ и вычитаніе цѣлыхъ чиселъ. Пусть, напр., требуется изъ 5,709 вычесть 0,30785. Подпишемъ вычитаемое подъ уменьшаемымъ такъ, чтобы разряды одного названія стояли другъ подъ другомъ:

$$\begin{array}{r} 5,709 \\ -\,0,30785 \\ \hline 5,40115 \end{array}$$

Чтобы вычесть послѣднія двѣ цыфры вычитаемаго, возьмемъ изъ 9 тысячныхъ 1 тысячную и раздробимъ ее въ десятитысячныя; получимъ 10 десятитысячныхъ. Изъ нихъ возьмемъ одну и раздробимъ ее въ стотысячныя; тогда вмѣсто 10 десятитысячныхъ получимъ 9 десятитысячныхъ и 10 стотысячныхъ. Значитъ, цыфру 5 вычитаемаго надо вычесть изъ 10, цыфру 8 — изъ 9, а цыфру 7 — изъ 8.

Такъ же производится вычитаніе десятичной дроби изъ цѣлаго числа; напр.:

$$\begin{array}{r} 3 \\ -\,1,873 \\ \hline 1,127 \end{array}$$

Отъ 3 беремъ 1 и раздробляемъ ее въ десятыя; отъ нихъ беремъ 1 десятую и раздробляемъ ее въ сотыя; отъ сотыхъ беремъ 1 сотую и раздробляемъ ее въ тысячныя. Отъ этого вмѣсто 3 цѣлыхъ получимъ: 2 цѣлыхъ, 9 десятыхъ, 9 сотыхъ и 10 тысячныхъ. Значитъ, цыфру 3 вычитаемаго придется вычесть изъ 10, цыфры 7 и 8 — изъ 9, а цыфру 1 — изъ 2.

Можно также предварительно уравнять нулями числа десятичныхъ знаковъ въ уменьшаемомъ и вычитаемомъ и затѣмъ производить вычитаніе:

$$\begin{array}{r} 5,70900 \\ -\,0,30785 \\ \hline 5,40215 \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{r} 3,000 \\ -\,1,873 \\ \hline 1,127 \end{array}$$

Умноженіе десятичныхъ дробей.

192. Разсмотримъ два случая: первый, когда **одинъ изъ сомножителей цѣлое число**, второй—когда **оба сомножителя дроби**.

Примѣръ 1. $3{,}085 \times 23$

Примѣръ 2. $8{,}375 \times 2{,}56$

Если бы въ этихъ примѣрахъ мы изобразили десятичныя дроби при помощи числителя и знаменателя и произвели дѣйствіе по правилу умноженія обыкновенныхъ дробей, то получили бы:

$$1)\ \frac{3085}{1000} \times 23 = \frac{3085 \times 23}{1000} = \frac{70955}{1000} = 70{,}955$$

$$2)\ \frac{8375}{1000} \times \frac{256}{100} = \frac{8375 \times 256}{1000 \times 100} = \frac{2144000}{100000} = 21{,}44000 = 21{,}44$$

Слѣд., для обоихъ случаевъ мы можемъ вывести слѣдующее общее правило:

193. Правило. Чтобы умножить десятичныя дроби, достаточно, отбросивъ запятыя, перемножить полученныя цѣлыя числа и въ произведеніи отдѣлить запятою съ правой стороны столько десятичныхъ знаковъ, сколько ихъ есть во множимомъ и во множителѣ вмѣстѣ.

Дѣйствіе всего лучше располагать такъ:

$$\begin{array}{r} 3{,}085 \\ \times 23 \\ \hline 9255 \\ 6170 \\ \hline 70{,}955 \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{r} 8{,}375 \\ \times 2{,}56 \\ \hline 50250 \\ 41875 \\ 16750 \\ \hline 21{,}44 \end{array}$$

При этомъ запятыя не отбрасываются, а на нихъ только не обращаютъ вниманія при умноженіи цѣлыхъ чиселъ.

Дѣленіе десятичныхъ дробей.

194. Разсмотримъ два случая: первый, когда **дѣлитель цѣлое число**, второй—когда **дѣлитель десятичная дробь.**

1 случай, когда дѣлитель цѣлое число.

Приближенное частное.

Пусть требуется раздѣлить 39,47 на 8. Расположимъ дѣйствіе такъ, какъ оно располагается при дѣленіи цѣлыхъ чиселъ:

```
39,47| 8
74    4,93
 27
  3
```

Дѣлимъ 39 цѣлыхъ на 8; получимъ въ частномъ 4 цѣлыхъ, и въ остаткѣ 7 цѣлыхъ. Раздробляемъ остатокъ въ десятыя доли и сносимъ 4 десятыхъ дѣлимаго; получаемъ 74 десятыхъ. Дѣлимъ 74 десятыхъ на 8; получимъ въ частномъ 9 десятыхъ и въ остаткѣ 2 десятыхъ. Раздробляемъ остатокъ въ сотыя доли и сносимъ 7 сотыхъ дѣлимаго; получаемъ 27 сотыхъ. Раздѣливъ ихъ на 8, получимъ въ частномъ 3 сотыхъ и въ остаткѣ 3 сотыхъ.

Положимъ, что мы на этомъ прекратили дѣйствіе. Тогда получимъ **приближенное частное** 4,93. Чтобы узнать, на сколько оно разнится отъ точнаго частнаго, сравнимъ его съ этимъ частнымъ. Чтобы получить точное частное, достаточно къ числу 4,93 приложить дробь, которая получится отъ дѣленія остатка (3 сотыхъ) на 8. Отъ дѣленія 3 единицъ на 8 получимъ $^3/_8$ единицы; отъ дѣленія 3 сотыхъ на 8 получимъ $^3/_8$ сотой. Значитъ, точное частное равно суммѣ $4{,}93+{}^3/_8$ сотой. Отбросивъ $^3/_8$ сотой, мы сдѣлаемъ ошибку, которая меньше одной сотой ($^3/_8$ сотой меньше цѣлой сотой). Поэтому говорятъ, что 4,93 есть приближенное частное **съ точностью до** $^1/_{100}$. Если вмѣсто того, чтобы отбрасывать $^3/_8$ сотой, мы дополнимъ эту дробь до цѣлой сотой (увеличивъ ее на $^5/_8$ сотой), то сдѣлаемъ ошибку, тоже меньшую $^1/_{100}$; тогда получимъ другое приближенное частное: $4{,}93+0{,}01$, т.-е. 4,94, тоже съ точностью до $^1/_{100}$. Число 4,93 меньше, а 4,94 больше точнаго частнаго; поэтому говорятъ, что первое число есть приближенное частное **съ недостаткомъ**, а второе—**съ избыткомъ**.

Если станемъ продолжать дѣйствіе дальше, обращая остатки въ десятичныя доли, все болѣе и болѣе мелкія, то будемъ получать приближенныя частныя съ большею точностью. Такъ если обратимъ остатокъ 3 сотыхъ въ тысячныя доли и раздѣлимъ 30 тысячныхъ на 8, то получимъ прибл. частное 4,933 (съ недостаткомъ) или 4,934 (съ избыткомъ), причемъ ошибка менѣе $^1/_{1000}$.

```
39,47 | 8
 74     4,93375
  27
   30
    60
     40
      0
```

Продолжая дѣленіе далѣе, мы можемъ иногда дойти до остатка 0 (какъ въ нашемъ примѣрѣ); тогда получимъ точное частное. Въ противномъ случаѣ приходится довольствоваться приближеннымъ частнымъ, причемъ ошибку можно сдѣлать какъ угодно малою. Если, напр., мы желаемъ найти приближенное частное съ точностью до одной милліонной, то прекращаемъ дѣленіе тогда, когда въ частномъ получилась цыфра милліонныхъ долей.

Такимъ образомъ *дѣленіе десятичной дроби на цѣлое число производится такъ же, какъ и дѣленіе цѣлыхъ чиселъ, причемъ остатки обращаютъ въ десятичныя доли, все болѣе и болѣе мелкія, и дѣйствіе продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока или не получится точное частное, или въ приближенномъ частномъ не получится цыфра тѣхъ десятичныхъ долей, которыми хотятъ ограничиться.*

Такъ же поступаютъ *при дѣленіи цѣлаго числа на цѣлое*, если желаютъ получить частное въ видѣ десятичной дроби.

```
30 | 7
 20   4,2857...
  60
   40
    50
     1
```

Напр., дѣля 30 на 7 и прекративъ дѣленіе на цыфрѣ десятитысячныхъ, получимъ приближенное частное 4,2857 (съ нед.) или 4,2858 (съ изб.) съ точностью до $^1/_{10000}$.

195. *Какъ получить приближенное частное съ точностью до $^1/_2$ десятичной доли даннаго* разряда. Полезно замѣтить, что изъ двухъ приближенныхъ частныхъ, одно съ недостаткомъ, а другое съ избыткомъ, какое-нибудь одно оказывается точнымъ до $^1/_2$ десятичной доли послѣдняго разряда, а именно такимъ частнымъ будетъ частное съ недостаткомъ, если остатокъ меньше $^1/_2$ дѣлителя, и частное съ избыткомъ, если остатокъ больше $^1/_2$ дѣлителя. Для объясненія разсмотримъ дѣленіе 39,47 : 8. Положимъ, мы беремъ приближенное частное 4,93, при которомъ остатокъ 3 меньше половины дѣлителя (т.-е. меньше 4). Тогда точное частное будетъ $4{,}93+{}^3/_8$ сотой; значитъ, оно отличается: отъ числа 4,93 на $^3/_8$ сотой (меньше $^1/_2$ сотой), а отъ числа 4,94 на $^5/_8$ сотой (болѣе $^1/_2$ сотой); въ этомъ случаѣ, значитъ, выгоднѣе взять частное съ недостаткомъ.

```
39, 47| 8
 74    4,93375
  27
   30
    60
     40
      0
```

Возьмемъ теперь въ томъ же примѣрѣ приближенное частное 4,933, при которомъ остатокъ 6 больше половины дѣлителя. Точное частное будетъ $4{,}933+{}^6/_8$ тысячной; значитъ, оно отличается отъ числа 4,933 на $^6/_8$ тысячной (болѣе $^1/_2$ тысячной), а отъ числа 4,934 на $^2/_8$ тысячной (менѣе $^1/_2$ тысячной); въ этомъ случаѣ, значитъ, выгоднѣе взять частное съ избыткомъ.

Правило. Чтобы получить приближенное частное съ точностью до $^1/_2$ десятичной доли даннаго разряда, продолжаютъ дѣленіе до тѣхъ поръ, пока въ частномъ не получится цыфра этого разряда, причемъ эту цыфру увеличиваютъ на 1, если получившійся при этомъ остатокъ больше $^1/_2$ дѣлителя; въ противномъ случаѣ ее оставляютъ безъ измѣненія.

2 случай, когда дѣлитель десятичная дробь.

196. Этотъ случай сводятъ на первый слѣдующимъ образомъ. Пусть требуется раздѣлить 3,753 на 0,85. Чтобы раздѣлить какое-нибудь число на $^{85}/_{100}$, достаточно это число умножить на 100 и результатъ раздѣлять на 85. Умноживъ дѣлимое на 100, получимъ 375,3. Остается раздѣлить это число на 85. Такимъ образомъ мы приходимъ къ дѣленію десятичной дроби на цѣлое число:

$$375{,}3 : 85 = 4{,}415\ldots$$

Точно такъ же поступаютъ при дѣленіи цѣлаго числа на десятичную дробь; напр.,

$$7 : 0{,}325 = 7000 : 325 = 21{,}538\ldots$$

Правило. Чтобы раздѣлить какое-нибудь число на десятичную дробь, отбрасываютъ въ дѣлителѣ запятую и увеличиваютъ дѣлимое во столько разъ, во сколько увеличился дѣлитель; затѣмъ дѣлятъ по правилу дѣленія на цѣлое число.

III. Обращеніе обыкновенныхъ дробей въ десятичныя.

197. Такъ какъ дѣйствія надъ десятичными дробями производятся проще, чѣмъ надъ дробями обыкновенными, то часто бываетъ полезно обыкновенныя дроби обратить въ десятичныя*). Укажемъ два способа такого обращенія.

198. Первый способъ: посредствомъ разложенія знаменателя на простыхъ множителей. Пусть требуется обратить $^7/_{40}$ въ десятичную дробь. Для этого зададимся вопросомъ: нельзя ли привести дробь $^7/_{40}$ къ такому знаменателю, который выражался бы 1-ею съ нулями? Чтобы привести несократимую дробь къ другому знаменателю, надо оба ея члена умножить на одно и то же число. Чтобы узнать, на какое число надо умножить 40 для полученія 1 съ нулями, примемъ во вниманіе, что число, выражаемое единицею съ нулями, разлагается только

*) Замѣтимъ, что при совершеніи вычисленій надъ дробями десятичными и обыкновенными совмѣстно не всегда необходимо приводить эти дроби къ одному виду; если, напр., требуется 0,567 умножить на $^3/_7$, то нѣтъ надобности обращать $^3/_7$ въ десятичную дробь; можно 0,567 умножить на 3 и результатъ раздѣлить на 7.

на множителей 2 и 5, причемъ оба эти множителя входятъ въ разложеніе одинаковое число разъ, именно столько разъ, сколько стоитъ нулей при 1. Напр.:

$$1000 = 10.10.10 = 2.5.2.5.2.5$$

$$10000 = 10.10.10.10 = 2.5.2.5.2.5.2.5 \text{ и т. п.}$$

Замѣтивъ это, разложимъ 40 на простыхъ множителей:

$$40 = 2.2.2.5$$

Изъ этого разложенія видимъ, что если умножить 40 два раза на 5, то послѣ умноженія получится такое число, въ которое 2 и 5 будутъ входить множителями одинаковое число разъ (по 3 раза); значитъ, тогда получится 1 съ нулями (съ 3 нулями). Чтобы дробь не измѣнила своей величины, надо и числителя ея умножить 2 раза на 5:

$$\frac{7}{40} = \frac{7.5.5}{40.5.5} = \frac{175}{1000} = 0{,}175$$

Примѣры: 1) $\frac{7}{8} = \frac{7}{2.2.2} = \frac{7.5.5.5}{2.2.2.5.5.5} = \frac{875}{1000} = 0{,}875$

2) $\frac{4}{125} = \frac{4}{5.5.5} = \frac{4.2.2.2}{5.5.5.2.2.2} = \frac{32}{1000} = 0{,}032$

3) $\frac{11}{20} = \frac{11}{2.2.5} = \frac{11.5}{2.2.5.5} = \frac{55}{100} = 0{,}55$

Изъ разсмотрѣнія этого способа слѣдуетъ:

1. Если знаменатель обыкновенной дроби не содержитъ никакихъ иныхъ множителей, кромѣ 2 и 5, то такая дробь обращается въ десятичную.

2. Если знаменатель обыкновенной дроби содержитъ въ себѣ какихъ-либо множителей, отличающихся отъ 2 и 5, и эти множители не сокращаются съ числителемъ, то такая дробь не можетъ обратиться въ десятичную.

Возьмемъ, напр., дробь $^{35}/_{84}$, въ которой знаменатель содержитъ множителей 3 и 7. Посмотримъ прежде всего, не сокращаются ли эти множители съ числителемъ. Одинъ изъ нихъ, именно 7, сокращается; послѣ сокращенія получимъ $^{5}/_{12}$. Такъ какъ 12 содержитъ множителя 3, то эта дробь не обращается въ десятичную, потому что на какія бы цѣлыя числа мы ни умножали знаменателя ея, никогда не получимъ 1 съ нулями.

Такія дроби можно обращать лишь въ приближенныя десятичныя, какъ увидимъ послѣ.

3. Десятичная дробь, получающаяся изъ обыкновенной, имѣетъ столько десятичныхъ знаковъ, сколько разъ въ знаменателѣ обыкновенной дроби, послѣ сокращенія ея, повторяется тотъ изъ множителей 2 и 5, который входитъ въ него большее число разъ.

Пусть, напр., въ знаменателѣ обыкновенной дроби, послѣ ея сокращенія, больше повторяется множитель 2 и пусть этотъ множитель входитъ 4 раза. Тогда придется добавлять множителя 5 и столько разъ, чтобы послѣ добавленія оба множителя входили по 4 раза; значитъ, послѣ умноженія въ знаменателѣ получится 1 съ 4-мя нулями, а потому и десятичная дробь будетъ имѣть 4 десятичные знака. Напр.:

$$\frac{7}{80}=\frac{7}{2.2.2.2.5}=\frac{7.5.5.5}{80.5.5.5}=\frac{875}{10000}=0{,}0875$$

199. Второй способъ: посредствомъ дѣленія числителя на знаменателя. Этотъ способъ болѣе употребителенъ, чѣмъ первый, такъ какъ онъ примѣнимъ и къ такимъ обыкновеннымъ дробямъ, которыя обращаются только въ приближенныя десятичныя доли.

Пусть требуется обратить дробь $^{23}/_{8}$ въ десятичную.

$$\begin{array}{r|l} 23 & 8 \\ \hline 70 & 2{,}875 \\ 60 & \\ 40 & \\ 0 & \end{array}$$

Число $^{23}/_{8}$ можно разсматривать, какъ частное отъ дѣленія 23 на 8 (§ 172). Но мы видѣли, что частное отъ дѣленія цѣлыхъ чиселъ можно найти въ видѣ десятичной дроби, точно или приближенно. Для этого надо только обращать остатки отъ дѣленія въ десятичныя доли, все болѣе и болѣе мелкія, до тѣхъ поръ, пока не получится въ остаткѣ нуль, или пока не получатся въ частномъ доли того разряда, дальше котораго не желаютъ итти. Въ нашемъ примѣрѣ получилось точное частное; слѣд., $^{23}/_{8}=2{,}875$.

Пусть еще требуется обратить $^3/_{14}$ въ десятичную дробь. Такъ какъ эта дробь несократима и знаменатель ея содержитъ простого множителя 7, отличнаго отъ 2 и 5, то ее нельзя обратить въ десятичную; однако, можно найти такую десятичную дробь, которая приблизительно равняется $^3/_{14}$ и притомъ съ какою угодно точностью. Если, напр., мы желаемъ найти десятичную дробь, которая отличалась бы отъ $^3/_{14}$ менѣе, чѣмъ на $^1/_{1000}$, то достаточно найти 3 десятичные знака отъ дѣленія 3 на 14:

$$\begin{array}{r|l} 30 & 14 \\ \hline 20 & 0{,}214\ldots \\ 60 & \\ 4 & \end{array}$$

Приближенное частное 0,214 или 0,215 отличается отъ точнаго частнаго, т.-е. отъ $^3/_{14}$, менѣе, чѣмъ на $^1/_{1000}$. Если продолжать дѣленіе дальше, то степень приближенія становится все больше и больше. Однако дѣленіе никогда не можетъ окончиться, потому что въ противномъ случаѣ мы получили бы десятичную дробь, которая въ точности равнялась бы $^3/_{14}$, что невозможно; такимъ образомъ, продолжая дѣленіе, мы можемъ получить въ частномъ сколько угодно десятичныхъ знаковъ.

200. Конечныя и безконечныя десятичныя дроби. Десятичная дробь, у которой число десятичныхъ знаковъ можетъ быть какъ угодно велико, наз. безконечною, а та, у которой число десятичныхъ знаковъ опредѣленное, наз. конечною дробью.

Можно сказать, что обыкновенная дробь, которая не можетъ обратиться въ конечную десятичную, обращается въ безконечную десятичную.

201. Періодическія дроби. Безконечная десятичная дробь, у которой одна или нѣсколько цыфръ неизмѣнно повторяются въ одной и той же послѣдовательности, называется періодическою десятичною дробью, а совокупность повторяющихся цыфръ называется **періодомъ** этой дроби.

12 Заказ № 5456

Періодическія дроби бываютъ **чистыя** и **смѣшанныя**. Чистою періодическою дробью называется такая, у которой періодъ начинается тотчасъ послѣ запятой, напр.; 2,36 36 36.....; смѣшанною—такая, у которой между запятой и первымъ періодомъ есть одна или нѣсколько цыфръ, не повторяющихся, напр.: 0,5 23 23 23..... Періодическія дроби пишутъ сокращенно такъ:

вмѣсто 2, 36 36..... пишутъ: 2,(36)
„ . 0, 5 23 23.. „ 0,5(23)

и читаютъ ихъ такимъ образомъ: (первая) 2 цѣлыхъ, 36 въ періодѣ, (вторая) 0 цѣлыхъ, 5 до періода, 23 въ періодѣ.

202. Безконечная десятичная дробь, получаемая отъ обращенія обыкновенной дроби, всегда періодическая.

Убѣдимся въ этомъ на какомъ-нибудь примѣрѣ Пусть желаемъ обратить въ десятичную дробь $^{19}/_{7}$. Такъ какъ знаменатель 7 не составленъ изъ множителей 2 и 5 и эта дробь несократима, то она не можетъ обратиться въ конечную десятичную. Слѣд., она обратится въ безконечную десятичную. Чтобы получить нѣсколько ея знаковъ, станемъ дѣлить 19 на 7. Такъ какъ дѣленіе не можетъ окончиться, то *всевозможныхъ* остатковъ должно быть безконечно много. Но остатки всегда меньше дѣлителя; поэтому *различныхъ* остатковъ не можетъ быть больше 6 слѣдующихъ: 1, 2, 3, 4, 5, 6. Изъ этого слѣдуетъ, что при достаточномъ продолженіи дѣленія остатки непремѣнно начнутъ *повторяться*. Дѣйствительно: 7-й остатокъ оказался такой же какъ и первый. Но если повторился остатокъ, то, приписавъ къ нему 0, мы получимъ такое же дѣлимое, какое было раньше (50); значитъ, въ частномъ начнутъ получаться тѣ же цыфры, какія были раньше, т.-е. въ частномъ получится періодическая дробь.

```
19 | 7
 50  2,71428571
  10
   30
    20
     60
      40
       50
        10
         3
```

IV. Обращеніе періодическихъ дробей въ обыкновенныя.

203. Предварительное замѣчаніе. Сначала разсмотримъ, какія періодическія дроби получаются отъ обращенія такихъ обыкновенныхъ, у которыхъ числитель есть **1**, а знаменатель—цыфра **9**, написанная одинъ или нѣсколько разъ сряду:

$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{99}$	$\frac{1}{999}$
10 | 9 10 0,111... 10 1	100 | 99 100 0,0101... 1	1000 | 999 1000 0,001001... 1
$\frac{1}{9}=0{,}111\ldots$	$\frac{1}{99}=0{,}0101\ldots$	$\frac{1}{999}=0{,}(001).$

Изъ разсмотрѣнія процесса этихъ дѣленій легко вывести, что въ такихъ періодическихъ дробяхъ періодъ состоитъ или изъ 1, или изъ 1, предшествуемой нулями, причемъ въ періодѣ столько цыфръ, сколько разъ въ знаменателѣ дроби повторяется цыфра 9.

204. Обращеніе чистой періодической дроби въ обыкновенную. Пусть желаемъ найти обыкновенную дробь, отъ которой происходитъ чистая періодическая 0, 23 23... Для этого сравнимъ ее съ другою, болѣе простою, у которой періодъ имѣетъ столько же цыфръ, но состоитъ изъ 1, предшествуемой нулями:

0, 23 23 23.....

0, 01 01 01.....

Первая дробь содержитъ: 23 сотыхъ, 23 десятитыс., 23 милліонныхъ и т. д.; вторая дробь содержитъ: 1 сотую, 1 десятитыс., 1 милліонную и т. д. Значитъ, въ первой дроби содержится десятичныхъ долей этихъ разрядовъ въ 23 раза болѣе, чѣмъ во второй. Поэтому, если существуетъ обыкновенная дробь, отъ обращенія которой получается періодическая 0, (23), то она должна быть въ 23 раза болѣе обыкновенной дроби, отъ которой происходитъ 0, (01); но дробь 0, (01) происходитъ, какъ мы видѣли, отъ $\frac{1}{99}$; слѣд., дробь 0, (23) должна происходить отъ $\frac{23}{99}$. И дѣйствительно:

$$\begin{array}{r|l} 230 & 99 \\ \cline{2-2} 198 & 0{,}\mathbf{23}\ldots \\ \cline{1-1} 320 & \\ 297 & \\ \cline{1-1} \mathbf{23} & \end{array} \qquad \frac{23}{99} = 0,\ 23\ 23\ 23\ldots$$

Правило. Чтобы обратить чистую періодическую дробь въ обыкновенную, достаточно ея періодъ сдѣлать числителемъ, а знаменателемъ написать цыфру 9 столько разъ сколько цыфръ въ періодѣ *).

Примѣры: $0,\ (7) = \frac{7}{9}$; $2,\ (05) = 2\frac{5}{99}$; $0,\ (063) = \frac{63}{999} = \frac{7}{111}$

Замѣчанія. 1. Чистая періодическая дробь 0,999... не можетъ получиться отъ обращенія въ десятичную какой-либо обыкновенной дроби, такъ какъ, если бы такая обыкновенная дробь существовала, то она должна была бы равняться $^9/_9$; а число это, равное 1, не обращается въ безконечную десятичную дробь.

2. Знаменатель обыкновенной дроби, получаемой отъ обращенія чистой періодической, не содержитъ множителей 2 и 5.

Дѣйствительно, этотъ знаменатель до сокращенія оканчивается цыфрою 9 и потому не дѣлится ни на 2, ни

*) Данная періодическая дробь получается отъ обращенія не только такой обыкновенной дроби, которая указана въ этомъ правилѣ, но также и всякой другой обыкновенной дроби, равной указанной; напр., 0, (063) получается отъ обращенія не только $\frac{63}{999}$, но и $\frac{7}{111} = \frac{63}{999}$. Отъ какой-либо обыкновенной дроби, не равной указанной въ правилѣ, данная періодическая получиться не можетъ.

на 5; слѣд., онъ не дѣлится на эти числа и послѣ сокращенія дроби.

205. Обращеніе смѣшанной періодической дроби въ обыкновенную. Пусть требуется найти обыкновенную дробь, отъ которой происходитъ смѣшанная періодическая 0,3(52). Для этого перенесемъ въ ней запятую до перваго періода; тогда получимъ чистую періодическую дробь 3,(52), которая происходитъ отъ обыкновенной $3\frac{52}{99}$. Но, перенеся запятую на одинъ знакъ вправо, мы увеличили значеніе каждой цыфры въ 10 разъ; слѣд., дробь $3\frac{52}{99}$ должна быть въ 10 разъ болѣе той, отъ которой произошла 0,3(52). Поэтому, чтобы найти эту дробь, достаточно $3\frac{52}{99}$ раздѣлить на 10. Такимъ образомъ: $0,35252\ldots = 3,(52) : 10 = 3\frac{52}{99} : 10 = \frac{349}{99} : 10 = \frac{349}{990}$

И дѣйствительно:

$$\begin{array}{r|l}
3490 & 990 \\
\underline{2970} & \overline{0,352\ldots} \\
5200 & \\
\underline{4950} & \\
2500 & \\
\underline{1980} & \\
520 &
\end{array}
\qquad \frac{349}{990} = 0,3525252\ldots$$

Можно вывести очень удобное правило для обращенія смѣшанной періодической дроби въ обыкновенную; для этого обратимъ вниманіе на то, какъ можно выполнить дѣленіе смѣшаннаго числа $3\frac{52}{99}$ на 10. Сначала обратимъ смѣшанное число въ неправильную дробь. Для этого слѣдуетъ 3 умножить на 99 и приложить потомъ 52. Но вмѣсто того, чтобы умножить 3 на 99, мы можемъ умножить 3 на 100 и уменьшить результатъ на 3. Такимъ образомъ:

$$3\frac{52}{99}=\frac{3.99+52}{99}=\frac{3.100-3+52}{99}$$

Вмѣсто того, чтобы вычесть 3, а потомъ приложить 52, можно сначала приложить 52, а потомъ вычесть 3. Слѣд.:

$$3\frac{52}{99}=\frac{3.100+52-3}{99}=\frac{352-3}{99}$$

Остается уменьшить эту дробь въ 10 разъ, т.-е. приписать къ ея знаменателю 0; тогда мы получимъ ту обыкновенную дробь, отъ которой происходитъ періодическая 0,3(52). Такимъ образомъ:

$$0,35252...=\frac{\mathbf{352-3}}{\mathbf{990}}=\frac{349}{990}$$

Разсуждая подобно предыдущему, также найдемъ:

$$0,26444...=\frac{\mathbf{264-26}}{\mathbf{900}}=\frac{238}{900}=\frac{119}{450}$$

$$5,7888...=\mathbf{5}\,\frac{\mathbf{78-7}}{\mathbf{90}}=5\frac{71}{90}$$

или $$5,7888...=\frac{\mathbf{578-57}}{\mathbf{90}}=\frac{521}{99}=5\frac{71}{90}$$

Правило. Чтобы обратить смѣшанную періодическую дробь въ обыкновенную, достаточно изъ числа, стоящаго до второго періода, вычесть число, стоящее до перваго періода, и полученную разность взять числителемъ, а знаменателемъ написать цыфру 9 столько разъ, сколько цыфръ въ періодѣ, со столькими нулями, сколько цыфръ между запятой и періодомъ *).

Замѣчанія. 1. Смѣшанная періодическая дробь съ періодомъ 9 не можетъ получиться отъ обращенія въ десятичную какой-либо обыкновенной дроби. Возьмемъ, напр., дробь 0,36999... Если бы существовала обыкно-

---

*) Къ этому правилу можно сдѣлать то же дополненіе, которое мы высказали въ выноскѣ къ правилу § 204-го

венная дробь, отъ обращенія которой получается эта періодическая, то она должна была бы равняться дроби:

$$\frac{369-36}{900}=\frac{36.10+9-36}{900}=\frac{36.10-36+9}{900}=\frac{36.9+9}{900}=$$

$$=\frac{(36+1)\ 9}{900}=\frac{37}{100}$$

Но дробь $\frac{37}{100}$ обращается въ конечную десятичную 0,37, а не въ безконечную.

2. Знаменатель обыкновенной дроби, получаемой отъ обращенія смѣшанной періодической, содержитъ множителя 2 или 5, или того и другого.

Дѣйствительно, этотъ знаменатель до сокращенія оканчивается нулемъ и потому дѣлится и на 2 и на 5. Оба эти множителя могли бы сократиться съ числителемъ только тогда, если бы числитель оканчивался тоже нулемъ. Но числитель получается отъ вычитанія числа, стоящаго до перваго періода, изъ числа, стоящаго до второго періода; такъ какъ послѣдняя цыфра періода не можетъ оказаться одинаковою съ послѣднею цыфрою до періода (если періодъ взять вѣрно), то очевидно, что числитель не можетъ оканчиваться нулемъ; поэтому и послѣ сокращенія въ знаменателѣ останется множитель 2 или 5, или тотъ и другой вмѣстѣ.

Какія обыкновенныя дроби обращаются въ чистыя періодическія и какія — въ смѣшанныя.

206. 1. Обыкновенная дробь, знаменатель которой не содержитъ множителей 2 и 5, обращается въ чистую періодическую

Напр.: $\frac{3}{7}=0,\ (428571)$; $\frac{2}{3}=0,(6)$; $\frac{5}{11}=0,(45)$

Дѣйствительно: во 1) такая дробь должна обратиться въ какую-нибудь періодическую (§ 202); во 2) эта періодическая дробь не можетъ быть смѣшанною, потому что смѣшанная періодическая дробь, какъ мы видѣли, обращается въ такую обыкновенную дробь, знаменатель которой содержитъ множителей 2 и 5. Слѣд., она должна обратиться въ чистую періодическую.

2. Обыкновенная дробь, знаменатель которой, послѣ сокращенія, вмѣстѣ съ другими множителями, содержитъ множителей 2 или 5, обращается въ смѣшанную періодическую.

Напр.: $\frac{35}{42}=\frac{5}{6}=0{,}8\,(3)$; $\frac{8}{15}=0{,}5\,(3)$; $\frac{119}{450}=0{,}26\,(4)$ и т. д.

Дѣйствительно: во 1) такая дробь должна обратиться въ какую-нибудь періодическую; во 2) эта періодическая дробь не можетъ быть чистою, потому что чистая періодическая дробь, какъ мы видѣли, происходитъ отъ такой обыкновенной, знаменатель которой не содержитъ множителей 2 и 5. Слѣд., она должна обратиться въ смѣшанную періодическую.

Предѣлы десятичныхъ періодическихъ дробей.

207. Строгая теорія періодическихъ дробей основана на понятіи о предѣлѣ. Изложимъ вкратцѣ эту теорію.

Опредѣленія. Число наз. постояннымъ, если оно имѣетъ одно опредѣленное значеніе, и перемѣннымъ, если оно способно принимать безчисленное множество различныхъ значеній. Такъ, дробь 0,83 есть число постоянное, дробь же 0,83333..., у которой число десятичныхъ знаковъ предполагается неопредѣленно возрастающимъ, есть число перемѣнное, такъ какъ оно принимаетъ безчисленное множество различныхъ значеній, а именно:

0,8; 0,83; 0,833; 0,8333; 0,83333; и т. д.

Если перемѣнное число, измѣняясь по опредѣленному закону, приближается къ нѣкоторому постоянному числу такъ, что разность между этимъ постояннымъ числомъ и перемѣннымъ дѣлается и остается меньше какого угодно даннаго числа, какъ бы мало это число ни было, то это постоянное число наз. предѣломъ перемѣннаго.

Напр., перемѣнное число 0,999..., въ которомъ число десят. знаковъ предполагается неопредѣленно возрастающимъ, имѣетъ предѣломъ 1, такъ какъ разность 1—0,999.. при достаточномъ числѣ десятичныхъ знаковъ въ дроби 0,999... дѣлается, и, при дальнѣйшемъ увеличенiи числа десятичныхъ знаковъ, остается меньше какого угодно даннаго числа, какъ бы мало это число ни было (напр., меньше 0,000001).

Безконечная десятичная дробь, получающаяся отъ обращенiя обыкновенной дроби, при неограниченномъ увеличенiи числа ея десятичныхъ знаковъ стремится къ предѣлу, а именно къ той обыкновенной дроби, отъ обращенiя которой она происходитъ. Пусть, напр., мы нашли, что отъ обращенiя $^3/_{14}$ получилась такая безконечная дробь: 0,214285... Тогда, какъ мы видѣли (§ 199), отъ $^3/_{14}$ разнятся: 0,2 менѣе, чѣмъ на $^1/_{10}$, 0,21 менѣе, чѣмъ на $^1/_{100}$, 0,214 менѣе, чѣмъ на $^1/_{1000}$ и т. д.; значитъ, разность $^3/_{14}$—0,214285... при неограниченномъ увеличенiи числа десятичныхъ знаковъ въ вычитаемомъ дѣлается и остается меньше какого угодно малаго даннаго числа. Равенство $^3/_{14}$=0,214285... и должно понимать въ томъ смыслѣ, что $^3/_{14}$ есть предѣлъ перемѣннаго числа 0,214285..., такъ что правильнѣе это равенство писать такимъ образомъ:

$$^3/_{14}=\textit{пред.}\ 0{,}214285...$$

гдѣ *пред.* есть сокращенiе слова „предѣлъ".

Можно считать очевиднымъ, что одно и то же перемѣнное число не можетъ имѣть двухъ *различныхъ* предѣловъ.

208 Существуетъ нѣсколько прiемовъ нахожденiя предѣла перiодическихъ десятичныхъ дробей. Разсмотримъ одинъ изъ нихъ.

Теорема 1. Чистая перiодическая десятичная дробь, при неограниченномъ увеличенiи числа ея перiодовъ, имѣетъ предѣлъ, равный обыкновенной дроби, у которой числитель есть перiодъ, а знаменатель—цыфра 9, написанная столько разъ сряду, сколько цыфръ въ перiодѣ.

Для доказательства возьмемъ какую-нибудь чистую перiодическую десятичную дробь, напр., 0,2323... Обозначимъ черезъ x_n величину этой дроби въ томъ случаѣ, когда въ ней возьмемъ только n первыхъ періодовъ, отбросивъ всѣ остальные. Тогда будемъ имѣть равенство:

$$x_n = 0,\overbrace{23\ 23\ 23 \ldots 23}^{n} = \frac{23}{100} + \frac{23}{100^2} + \frac{23}{100^3} + \ldots + \frac{23}{100^n} \quad (1)$$

Умноживъ обѣ части этого равенства на 100, получимъ:

$$100x_n = 23,\ \overbrace{23\ 23 \ldots 23}^{n-1} = 23 + \frac{23}{100} + \frac{23}{100^2} + \ldots + \frac{23}{100^{n-1}} \quad (2)$$

Вычтя (1) изъ (2), найдемъ:

$$99x_n = 23 - \frac{23}{100^n}$$

откуда:

$$x_n = \frac{23}{99} - \frac{23}{99.100^n}$$

Изъ этого равенства видно, что по мѣрѣ увеличенія числа періодовъ, т.-е. n, перемѣнное число x_n приближается къ постоянному числу $\frac{23}{99}$ такъ, что разность между ними, равная $\frac{23}{99.100^n}$, дѣлается и остается какъ угодно малой; значитъ, $\frac{23}{99}$ есть предѣлъ періодической дроби 0,(23).

Теорема 2. Смѣшанная періодическая десятичная дробь, при неограниченномъ увеличеніи числа ея періодовъ, имѣетъ предѣлъ, равный обыкновенной дроби, у которой числитель есть разность между числомъ, стоящимъ до второго періода, и числомъ, стоящимъ до перваго періода, а знаменатель — цыфра 9, написанная столько разъ сряду, сколько цыфръ въ періодѣ, со столькими нулями на концѣ, сколько цыфръ между запятой и первымъ періодомъ.

Возьмемъ какую-нибудь *смѣшанную* період. десят. дробь, напр., 0,52(375), и положимъ, что

$$x_n = 0,52\ \overbrace{375\ 375 \ldots 375}^{n} = \frac{52}{100} + \frac{375}{100.1000} +$$

$$+ \frac{375}{100.1000^2} + \ldots + \frac{375}{100.1000^n}. \quad (1)$$

Умноживъ обѣ части этого равенства сначала на 100, потомъ на 100.1000, получимъ:

$$100x_n = 52 + \frac{375}{1000} + \cdots + \frac{375}{1000^n}. \qquad (2)$$

$$100000x_n = 52375 + \frac{375}{1000} + \frac{375}{1000^2} + \cdots + \frac{375}{1000^{n-1}}. \qquad (3)$$

Вычтя (2) изъ (3), найдемъ:

$$99900x_n = (52375 - 52) - \frac{375}{1000^n};$$

откуда:
$$x_n = \frac{52375 - 52}{99900} - \frac{375}{99900.1000^n}.$$

Изъ этого равенства видно, что по мѣрѣ увеличенія числа періодовъ, т.-е. n, разность между постоянною дробью $\frac{52375-52}{99900}$ и перемѣнною величиною десятичной дроби дѣлается и остается какъ угодно малой; значитъ, эта постоянная дробь есть предѣлъ данной смѣшанной періодической дроби *).

V. Метрическая система мѣръ.

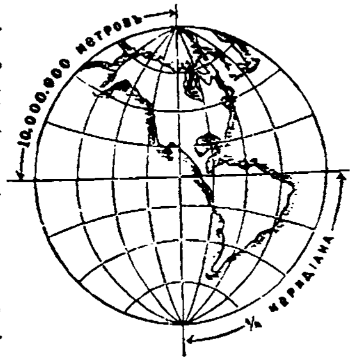
209. Изъ системъ именованныхъ мѣръ, употребляемыхъ въ другихъ государствахъ, особенно замѣчательна своею простотою французская или **метрическая** система мѣръ, принятая во многихъ странахъ.

За единицу длины въ этой системѣ принята одна десятимилліонная часть четверти земного меридіана; эта единица называется **метръ** (mètre означаетъ мѣра) **). Метръ раздѣляется на 10 равныхъ частей, $^1/_{10}$ часть

*) Изложенныя двѣ теоремы легко доказываются также при помощи указываемой въ алгебрѣ формулы, опредѣляющей сумму членовъ геометрической убывающей безконечной прогрессіи.

**) Вслѣдствіе нѣкоторыхъ погрѣшностей при измѣреніи дуги меридіана употребляемый въ практикѣ метръ не вполнѣ равенъ десятимилліонной долѣ четверти меридіана (парижскаго, какъ предполагалось).

метра—еще на 10 равныхъ частей, $^1/_{100}$ метра, въ свою очередь, на 10 равныхъ частей и т. д. Съ другой стороны употребляются мѣры въ 10 метровъ, 100 метровъ и т. д. Чтобы назвать десятичныя подраздѣленія метра, присоединяютъ къ слову „метръ“ латинскія слова: **деци** (для обозначенія $^1/_{10}$), **центи** ($^1/_{100}$), **милли** ($^1/_{1000}$); такъ, дециметръ означаетъ $^1/_{10}$ часть метра, центиметръ — $^1/_{100}$ часть метра, миллиметръ — $^1/_{1000}$ часть метра. Центиметръ наз. часто **сантиметръ**.



Мѣры, кратныя метра, называются при помощи греческихъ словъ: **дэка** (10), **гекто** (100), **кило** (1000); такъ, декаметръ означаетъ 10 метровъ, гектометръ — 100 метровъ, километръ — 1000 метровъ.

1 дециметръ, раздѣленный на 10 сантиметровъ, изъ которыхъ каждый подраздѣленъ на половины и миллиметры.

Таблица метрическихъ мѣръ длины:

1 метръ = 10 дециметрамъ = 100 сантиметрамъ = 1000 миллиметрамъ;

10 метровъ = 1 декаметру; 100 метровъ = 1 гектометру; 1000 метровъ = 1 километру.

Полезно замѣтить слѣдующія **приблизительныя** соотношенія метрическихъ мѣръ съ русскими:

1 метръ = $22^1/_2$ вершка = 1,4 аршина = $3^1/_4$ фута;
1 дюймъ = $2^1/_2$ сант.; 1 верш. немного короче $4^1/_2$ сант.
1 километръ на 94 аршина короче версты *).

---

*) Точнѣе: 1 метръ = 22,4976 вершка = 1,4061 арш. = 3,2809 фута; 1 аршинъ = 0,7112 метра.

Названія метрическихъ мѣръ принято сокращенно обозначать такъ:

метръ . . . . . м.
дециметръ . . дцм.
сантиметръ . . см.
миллиметръ. . мм.
километръ. . . км.

Для измѣренія поверхностей употребляются квадратныя мѣры: кв. метръ, кв. декаметръ и т. п. Каждая изъ такихъ мѣръ содержитъ въ себѣ 100 мѣръ слѣдующаго низшаго разряда; такъ, кв. дециметръ содержитъ 100 кв. сантиметровъ.

Для измѣренія площади полей употребляется **аръ** и **гектаръ**. Аръ есть **квадратный декаметръ**, гектаръ равенъ 100 арамъ. Гектаръ приблизительно равенъ 0,9 нашей десятины *).

Для измѣренія объемовъ служатъ кубическія мѣры: куб. метръ, куб. дециметръ и т. д. Каждая изъ этихъ мѣръ содержитъ въ себѣ 1000 мѣръ слѣдующаго низшаго разряда; такъ, кубическій метръ содержитъ 1000 куб. дециметровъ. Объемъ, равный куб. метру, называется **стеръ**, если онъ служитъ для измѣренія количества дровъ, угля и т. п.

Для измѣренія вмѣстимости сосудовъ (и объемовъ жидкихъ и сыпучихъ тѣлъ) употребляется **литръ**. Литръ есть объемъ, равный одному **кубическому дециметру**. На наши мѣры онъ приблизительно равенъ 0,3 гарнца **). Употребительны также децилитръ и центилитръ, декалитръ и гектолитръ.

Единицею вѣса служитъ **граммъ**. Это есть (почти точно) **вѣсъ одного кубическаго сантиметра** чистой перегнанной воды при температурѣ 4° Цельсія (или 3,2° Реомюра) въ безвоздушномъ пространствѣ. На наши мѣры **граммъ равенъ приблизительно 22½ долямъ** ***).

---

*) Гектаръ = 0,91533 десятины; десятина = 1,0925 гект.

**) Литръ = 0,3049 гарнца = 61,0237 куб. дюйма.

***) Граммъ = 22,505 долей = 0,2344 золотн. золотн. = 4,2657 грам.

т.-е. около $^1/_4$ золотника. Граммъ подраздѣляется на дециграммы, сантиграммы и миллиграммы; вѣса, кратные грамма, суть: декаграммъ, гектограммъ и килограммъ. На наши мѣры **килограммъ приблизительно равенъ $2^1/_2$ фунтамъ** *). Употребительна еще мѣра **тонна**, равная 1000 килограммовъ (приблизительно 61 пудъ).

Монетною единицею служитъ **франкъ**. Это есть серебряная монета, вѣсящая ровно 5 граммовъ и содержащая приблизительно на 9 частей чистаго серебра 1 часть мѣди**). Десятая часть франка называется децимъ, а сотая — сантимъ. 5 сантимовъ составляютъ 1 су. На наши деньги **1 франкъ приблизительно равенъ $37^1/_2$ коп.**

210. Вслѣдствіе того, что единичное отношеніе мѣръ метрической системы равно основанію нашей системы счисленія, всѣ дѣйствія надъ именованными числами, выраженными по этой системѣ, выполняются проще, чѣмъ по какой-либо другой системѣ.

Пусть, напр., требуется **раздробить** въ метры 2 килом. 5 гектом. 7 декам. 3 метра 8 децим. 4 сантим. и 6 миллим. Такъ какъ километры — это тысячи метровъ, гектометры — сотни метровъ и т. д., то очевидно, данное составное именов. число выразится въ метрахъ такъ: 2573,846 метровъ. Перенося въ этой десятичной дроби

---

*) Килограммъ = 2,4419 фунта; фунтъ=0, 40951241 килогр.

Въ настоящее время метрическая система примѣняется также и въ аптекахъ. Нашимъ Торговымъ Уставомъ установлено слѣдующее соотношеніе между мѣрами аптекарскаго вѣса и метрическими:

1 аптек. фунтъ=358,32336 граммамъ;
1 „ гранъ= 62,208916 миллиграммовъ;
1 килограммъ = 2,7907754 аптек. фунта;
1 граммъ = 16,074866 аптек. грана.

**) Въ настоящее время серебряныя монеты, стоимостью меньше 5 фр., приготовляются изъ сплава, содержащаго на 835 тысячныхъ чистаго серебра 165 тысячныхъ мѣди; монета въ 5 франковъ дѣлается изъ сплава, въ которомъ на 9 частей чистаго серебра приходится 1 часть мѣди.

запятую вправо или влѣво, найдемъ, что: 2573,846 мет.= =257,3846 декам.=25,73846 гектом.=2,573846 килом.= =25738,46 децим.=257384,6 сантим.=2573846 миллим.

Такъ же легко совершается **превращеніе** простого именованнаго числа въ составное. Пусть, напр., требуется превратить 2380746 милиграммовъ въ мѣры высшихъ разрядовъ. Такъ какъ граммъ=1000 миллигр., то: 2380746 миллигр.=2380,746 грам.=2 килогр. 3 гектогр. 8 декагр. 7 децигр. 4 сантигр. 6 миллигр.

Дѣйствія надъ метрическими именованными числами совершаются такъ, какъ надъ десятичными дробями.

211. Удобства метрической системы. Изъ сказаннаго о метрической системѣ можно заключить, что она обладаетъ слѣдующими тремя важными удобствами: 1) мѣры различныхъ величинъ находятся въ простой зависимости отъ основной мѣры, метра; 2) единичное отношеніе мѣръ одно и то же для всѣхъ разрядовъ и всѣхъ величинъ (кромѣ, конечно, поверхностей и объемовъ); 3) это единичное отношеніе равно основанію нашей системы счисленія, вслѣдствіе чего дѣйствія надъ именованными числами значительно упрощаются.

ОТДѢЛЪ ШЕСТОЙ.

Отношеніе и пропорція.

I. Отношеніе.

212. Опредѣленіе. Отношеніемъ одного значенія величины къ другому значенію той же величины наз. отвлеченное число, на которое надо умножить второе значеніе, чтобы получить первое.

Такъ, отношеніе длины 15 арш къ длинѣ 3 арш. есть число 5, потому что 15 арш. $=$ 3 арш. $\times$ 5; отношеніе вѣса 3 фунт. къ вѣсу 15 фунт есть число $^1/_5$, такъ какъ 3 ф. $=$ 15 ф. $\times\,^1/_5$.

Можно разсматривать отношеніе и двухъ отвлеченныхъ чиселъ; такъ, отношеніе числа 25 къ числу 100 равно $^1/_4$, потому что $25=100\times\,^1/_4$.

Значенія величины, между которыми разсматривается отношеніе (или числа, которыми выражены эти значенія), наз. **членами** отношенія; первое значеніе есть **предыдущій** членъ, второе значеніе — **послѣдующій** членъ.

Когда отношеніе есть цѣлое число, то оно показываетъ, сколько разъ предыдущій членъ содержитъ въ себѣ послѣдующій; такъ, отношеніе 2 пудовъ къ 10 фунтамъ равно цѣлому числу 8 (т. е. 2 пуда$=$10 фунт.$\times$8); это значитъ, что 2 пуда содержатъ въ себѣ 10 фунт. 8 разъ.

Когда отношеніе есть дробь, то оно означаетъ, какую дробь послѣдующаго члена составляетъ предыдущій.

членъ; напр., отношеніе 10 фунт. къ 2 пудамъ равно дроби $^1/_8$ (т.-е. 10 фунт.=2 пуд.$\times ^1/_8$); это значитъ, что 10 фунт. составляютъ $^1/_8$ часть 2-хъ пудовъ.

Изъ того, что предыдущій членъ равенъ послѣдующему, умноженному на отношеніе, слѣдуетъ, что предыдущій членъ можно разсматривать, какъ дѣлимое, послѣдующій членъ, какъ дѣлителя (въ смыслѣ множимаго), а отношеніе — какъ частное (въ смыслѣ множителя). Поэтому нахожденіе отношенія принято обозначать знакомъ дѣленія; напр., отношеніе 2 пудовъ къ 10 фунтамъ обозначаютъ такъ:

$$2 \text{ пуда} : 10 \text{ фунт.} \qquad \text{или:} \qquad \frac{2 \text{ пуда}}{10 \text{ фунтовъ}}$$

Отношеніе именованныхъ чиселъ всегда можетъ быть замѣнено отношеніемъ отвлеченныхъ чиселъ. Для этого достаточно выразить именованныя числа въ одной и той же единицѣ и взять отношеніе получившихся отвлеченныхъ чиселъ. Напр., отношеніе 10 фун. 16 лот. къ 3 лот. равно отношенію 336 лот. къ 3 лот., а это отношеніе равно отношенію отвлеченныхъ чиселъ 336 къ 3.

Въ послѣдующемъ изложеніи мы будемъ большею частью говорить только объ отношеніи **отвлеченныхъ** чиселъ.

213. Зависимость между членами отношенія и самимъ отношеніемъ та же самая, какая существуетъ между дѣлимымъ, дѣлителемъ и частнымъ. Такъ:

1) Предыдущій членъ равенъ послѣдующему, умноженному на отношеніе (дѣлимое равно дѣлителю, умноженному на частное).

2) Послѣдующій членъ равенъ предыдущему, дѣленному на отношеніе (дѣлитель равенъ дѣлимому, дѣленному на частное).

3) Отношеніе увеличивается (или уменьшается) во столько разъ, во сколько увеличивается (или уменьшается) предыдущій членъ.

4) Отношеніе уменьшается (или увеличивается) во столько разъ, во сколько увеличивается (или уменьшается) послѣдующій членъ.

5) Отношеніе не измѣняется, если оба члена отношенія увеличены или уменьшены въ одинаковое число разъ.

214. Нахожденіе неизвѣстнаго члена. Если въ отношеніи неизвѣстенъ одинъ предыдущій членъ, то онъ находится умноженіемъ (зависимость 1); если же неизвѣстенъ одинъ послѣдующій, то онъ получается дѣленіемъ (завис. 2); напр.:

1) $x : 7^1/_2 = 2$; отсюда: $x = 7^1/_2 \times 2 = 15$.

2) $15 : x = 2$; „ $x = 15 : 2 = 7^1/_2$.

215. Сокращеніе отношенія. Если оба члена отношенія дѣлятся на одно и то же число, то мы можемъ сократить ихъ на это число, отчего отношеніе не измѣняется (завис. 5); напр.:

отношеніе 42 : 12 равно отношенію 7 : 2.

216. Уничтоженіе дробныхъ членовъ. Если умножимъ оба члена отношенія на одно и то же число, то отношеніе не измѣнится (завис. 4). Пользуясь этимъ свойствомъ, мы можемъ всякое отношеніе, у котораго одинъ или оба члена дробные, замѣнить отношеніемъ цѣлыхъ чиселъ. Пусть, напр., дано отношеніе $^7/_3 : 5$. Умножимъ оба члена этого отношенія на 3; тогда оно замѣнится отношеніемъ цѣлыхъ чиселъ 7 : 15.

Если оба члена отношенія — дроби, то достаточно привести ихъ къ общему знаменателю и затѣмъ его отбросить; напр., отношеніе $^5/_{14} : ^{10}/_{21}$, послѣ приведенія дробей къ общему знаменателю, обратится въ такое: $^{15}/_{42} : ^{20}/_{42}$. Откинувъ знаменателя, мы увеличимъ оба члена въ 42 раза, отчего отношеніе не измѣнится; тогда получимъ отношеніе цѣлыхъ чиселъ 15 : 20 или 3 : 4.

217. Обратныя отношенія. Два отношенія называются обратными, если предыдущій членъ одного изъ нихъ служитъ послѣдующимъ членомъ другого и обратно. Таковы, напр., отношенія: 10 : 5 и 5 : 10.

Такъ какъ отношеніе можетъ быть изображено въ видѣ дроби, то обратное отношеніе все равно, что обратная дробь.

II. Пропорція.

219. Опредѣленіе. Равенство, выражающее, что одно отношеніе равно другому отношенію, наз. пропорціей.

Замѣтивъ, напр., что каждое изъ двухъ отношеній 8 пуд. : 4 пуда и 20 арш. : 10 арш. равно одному и тому же числу 2, можемъ написать пропорцію:

8 пуд. : 4 пуда = 20 арш. : 10 арш.

Замѣнивъ въ ней оба отношенія именованныхъ чиселъ отношеніями отвлеченныхъ чиселъ, получимъ пропорцію отвлеченныхъ чиселъ:

$$8 : 4 = 20 : 10$$

(что пишется еще и такъ: $\frac{8}{4} = \frac{20}{10}$).

Пропорція читается различно; напр., написанную выше пропорцію можно читать такъ:

отношеніе 8 къ 4 равно отношенію 20 къ 10;

или 8 относится къ 4 такъ, какъ 20 относится къ 10.

4 числа, составляющія пропорцію, наз. **пропорціональными числами**; изъ нихъ первое и послѣднее называются **крайними**, второе и третье—**средними членами** пропорціи.

Мы будемъ предполагать далѣе, что всѣ члены пропорціи отвлеченныя числа.

220. Измѣненіе членовъ пропорціи безъ нарушенія ея. Если измѣнимъ члены пропорціи такъ, что первое отношеніе останется равнымъ второму, то говорятъ, что пропорція не нарушена. Легко убѣдиться, что

1) Если оба члена перваго или оба члена второго отношенія увеличимъ или уменьшимъ въ одинаковое число разъ, то пропорція не нарушится.

потому что отъ этого не измѣнится ни первое, ни второе отношеніе; напр.:

$$12 : 6 = 48 : 24$$
$$\mathbf{36} : \mathbf{18} = 48 : 24$$
$$12 : 6 = \mathbf{16} : \mathbf{8}$$

2) **Если оба предыдущіе или оба послѣдующіе члена увеличимъ или уменьшимъ въ одинаковое число разъ, то пропорція не нарушится,**

потому что отъ этого каждое отношеніе измѣнится одинаково; напр.:

$$12 : 6 = 48 : 24$$
$$\mathbf{36} : 6 = \mathbf{144} : 24$$
$$12 : \mathbf{2} = 48 : \mathbf{8}$$

3) **Если всѣ члены увеличимъ или уменьшимъ въ одинаковое число разъ, то пропорція не нарушится,**

потому что отъ этого не измѣнится ни первое, ни второе отношеніе; напр.:

$$12 : 6 = 48 : 24$$
$$\mathbf{6} : \mathbf{3} = \mathbf{24} : \mathbf{12}$$

Такимъ образомъ, не нарушая пропорціи, мы можемъ увеличивать или уменьшать въ одинаковое число разъ **каждый крайній съ каждымъ среднимъ.**

221. Сокращеніе пропорціи. Если какой-нибудь изъ крайнихъ членовъ имѣетъ общаго дѣлителя съ какимъ-нибудь изъ среднихъ членовъ, то эти члены можно сократить на ихъ общаго дѣлителя (каждый крайній съ каждымъ среднимъ можно уменьшать въ одинаковое число разъ). Напр.:

$$x : 20 = 35 : 25$$
$$x : \mathbf{4} = 35 : \mathbf{5}$$
$$x : 4 = \mathbf{7} : \mathbf{1}$$

222. Уничтоженіе дробныхъ членовъ. Покажемъ на трехъ примѣрахъ, какъ можно это сдѣлать:

$$1)\ 10 : 3 = 2 : {}^{3}/_{5}$$

Откинемъ въ 4-мъ членѣ знаменателя; отъ этого мы увеличимъ его въ 5 разъ; чтобы пропорція не нарушилась, надо увеличить въ 5 разъ какой-нибудь изъ среднихъ членовъ (каждый крайній съ каждымъ среднимъ можно увеличивать въ одинаковое число разъ). Умножимъ на 5 второй или третій члены; тогда получимъ двѣ пропорціи съ цѣлыми членами: $10 : \mathbf{15} = 2 : \mathbf{3}$ и $10 : 3 = \mathbf{10} : \mathbf{3}$.

$$2)\ 8 : {}^{7}/_{9} = 10 : {}^{35}/_{36}$$

Приведемъ обѣ дроби къ общему знаменателю и откинемъ его; этимъ мы увеличимъ въ одинаковое число разъ крайній и средній члены, отчего пропорція не нарушится: $8 : \mathbf{28} = 10 : \mathbf{35}$.

$$3)\ 3 : {}^{7}/_{8} = {}^{17}/_{6} : {}^{119}/_{144}.$$

Приведемъ всѣ члены къ общему знаменателю и отбросимъ его; этимъ мы увеличимъ всѣ члены въ одинаковое число разъ, отчего пропорція не нарушится:

$$\mathbf{432 : 126 = 408 : 119.}$$

223. Важное свойство пропорціи. Произведеніе крайнихъ членовъ пропорціи равно произведенію среднихъ ея членовъ.

Такъ, въ пропорціи $8 : 4 = 20 : 10$ произведеніе крайнихъ 8.10 равно произведенію среднихъ 4.20.

Чтобы доказать это свойство для всякой пропорціи, *) обозначимъ члены пропорціи такимъ образомъ:

$$1 \text{ чл.} : 2 \text{ чл.} = 3 \text{ чл.} : 4 \text{ чл.}$$

По свойству отношенія мы можемъ написать:

$$1 \text{ членъ} = 2 \text{ чл.} \times \text{отношеніе};$$
$$3 \text{ членъ} = 4 \text{ чл.} \times \text{отношеніе};$$

причемъ оба отношенія, входящія въ эти равенства, должны быть равны между собою (по опредѣленію пропорціи).

Умножимъ обѣ части перваго равенства на 4-й членъ а обѣ части второго равенства на 2-й членъ:

$$1 \text{ чл.} \times 4 \text{ чл.} = 2 \text{ чл.} \times \text{отн.} \times 4 \text{ чл.}$$
$$3 \text{ чл.} \times 2 \text{ чл.} = 4 \text{ чл.} \times \text{отн.} \times 2 \text{ чл.}$$

*) Предполагается при этомъ, что въ пропорціи всѣ 4 члена суть числа отвлеченныя, или, по крайней мѣрѣ, такими числами выражаются оба члена какого-нибудь одного изъ отношеній, составляющихъ пропорцію. Напр., къ пропорціи пудъ : фунтъ = 40 : 1 примѣнимо разсматриваемое свойство, но, конечно, такимъ свойствомъ не обладаетъ пропорція пудъ : фунтъ = 40 арш. : 1 арш., въ которой нѣтъ отвлеченныхъ членовъ.

Правыя части этихъ равенствъ состоятъ изъ одинаковыхъ множителей и потому равны другъ другу; значитъ, равны и лѣвыя части равенствъ, т.-е.:

$$1 \text{ чл.} \times 4 \text{ чл.} = 3 \text{ чл.} \times 2 \text{ чл.}$$

Но 1-й и 4-й члены суть крайніе, а 3-й и 2-й средніе; значитъ, произведеніе крайнихъ равно произведенію среднихъ.

224. Обратное предложеніе. Если произведеніе двухъ какихъ-нибудь чиселъ равно произведенію двухъ другихъ чиселъ, то изъ этихъ 4-хъ чиселъ можно составить пропорцію, беря сомножителей одного произведенія за крайніе, а сомножителей другого произведенія за средніе члены пропорціи.

Возьмемъ, напр., двѣ пары чиселъ: 4 и 21, 7 и 12 такія, что произведеніе первой пары равно произведенію второй пары, т.-е.

$$4 \times 21 = 7 \times 12.$$

Чтобы превратить это равенство въ пропорцію, раздѣлимъ обѣ части его на каждое изъ слѣдующихъ 4-хъ произведеній: 4×7, 4×12, 21×7, 21×12, т.-е. на каждое изъ такихъ произведеній, въ которыхъ одинъ сомножитель взятъ изъ перваго произведенія (4×21), а другой—изъ второго произведенія (7×12):

$$\frac{4 \times 21}{4 \times 7} = \frac{7 \times 12}{4 \times 7}; \quad \frac{4 \times 21}{4 \times 12} = \frac{7 \times 12}{4 \times 12}; \quad \frac{4 \times 21}{21 \times 7} = \frac{7 \times 12}{21 \times 7}$$

$$\frac{4 \times 21}{21 \times 12} = \frac{7 \times 12}{21 \times 12}$$

Сокративъ эти равенства, получимъ:

$$\frac{21}{7} = \frac{12}{4}; \quad \frac{21}{12} = \frac{7}{4}; \quad \frac{4}{7} = \frac{12}{21}; \quad \frac{4}{12} = \frac{7}{21}$$

Каждое изъ этихъ 4-хъ равенствъ есть пропорція, въ которой крайніе члены суть сомножители одного изъ данныхъ произведеній, а средніе члены—сомножители другого даннаго произведенія.

На этомъ основаніи, чтобы повѣрить пропорцію, достаточно убѣдиться, что произведеніе крайнихъ равно произведенію среднихъ членовъ ея; напр., пропорція $4 : 7 = 868 : 1519$ вѣрна, потому что $1519 . 4 = 6076$ и $868 . 7 = 6076$.

225. Нахожденіе неизвѣстнаго члена пропорціи. Возьмемъ пропорцію: $8 : 0,6 = x : {}^3/_4$, въ которой неизвѣстенъ одинъ изъ среднихъ членовъ, обозначенный буквою x. Въ ней произведеніе крайнихъ членовъ $= 8 \times {}^3/_4 = 6$; значитъ, произведеніе ея среднихъ членовъ тоже должно быть 6; но одинъ изъ среднихъ членовъ есть 0,6; значитъ, другой средній получится, если 6 раздѣлимъ на 0,6:

$$x = 6 : 0,6 = 60 : 6 = 10$$

Такимъ образомъ, **средній членъ равенъ произведенію крайнихъ, дѣленному на другой средній.**

Подобно этому **крайній членъ равенъ произведенію среднихъ, дѣленному на другой крайній.**

226. Перестановки членовъ пропорціи. Въ каждой пропорціи можно переставить: 1) средніе члены, 2) крайніе члены и 3) крайніе на мѣсто среднихъ и наоборотъ. Отъ такихъ перестановокъ пропорція не нарушится, потому что не нарушится равенство между произведеніями крайнихъ и среднихъ членовъ. Пусть, напр., имѣемъ пропорцію:

$$1)\ 4 : 7 = 12 : 21$$

Переставивъ въ ней средніе члены, получимъ:

$$2)\ 4 : 12 = 7 : 21$$

Переставимъ въ каждой изъ этихъ пропорцій крайніе члены; тогда получимъ еще двѣ пропорціи:

$$3)\ 21 : 7 = 12 : 4 \qquad 4)\ 21 : 12 = 7 : 4$$

Наконецъ, переставимъ въ каждой изъ полученныхъ 4-хъ пропорцій средніе на мѣсто крайнихъ и наоборотъ, тогда получимъ еще 4 пропорціи:

$$5)\ 7 : 4 = 21 : 12 \qquad 7)\ 7 : 21 = 4 : 12$$
$$6)\ 12 : 4 = 21 : 7 \qquad 8)\ 12 : 21 = 4 : 7$$

Можно было бы въ каждой изъ этихъ 8-ми пропорцій переставить отношенія, т.-е. поставить второе отношеніе первымъ, а первое вторымъ; но отъ такой перестановки не получится новой пропорціи, въ чемъ легко убѣдиться непосредственно. Если, напр., въ пропорціи 5-й переставимъ отношенія, то получимъ не новую пропорцію, а ту, которая была получена ранѣе, именно подъ № 4. Слѣд., путемъ всевозможныхъ перестановокъ можно получить вмѣсто одной пропорціи 8 пропорцій.

227. Непрерывная пропорція. Пропорція называется непрерывной, если обѣ среднія или обѣ крайнія ея члена равны другъ другу. Таковы, напр., пропорціи:

$$32 : 16 = 16 : 8 \qquad 20 : 5 = 80 : 20$$

Если въ послѣдней пропорціи переставимъ второе от ношеніе съ первымъ, то получимъ: $80 : 20 = 20 : 5$; отсюда видно, что непрерывную пропорцію всегда можно представить такъ, что одинаковы будутъ оба средніе ея члена.

Повторяющійся членъ непрерывной пропорціи называется **среднимъ геометрическимъ числомъ** двухъ другихъ членовъ пропорціи. Такъ, 16 есть среднее геометрическое 32 и 8.

Пусть требуется найти среднее геом. двухъ чиселъ a и b. Назвавъ его черезъ x, получимъ, по опредѣленію, такую пропорцію: $a : x = x : b$; откуда имѣемъ: $x^2 = ab$, $x = \sqrt{ab}$. Исходя изъ этой формулы, можемъ опредѣлить среднее геометрическое двухъ чиселъ, какъ корень квадратный изъ произведенія ихъ. Это опредѣленіе расширяютъ и на тотъ случай, когда данныхъ чиселъ болѣе двухъ. Среднимъ геометрическимъ n данныхъ чиселъ называется корень n-овой степени изъ произведенія этихъ чиселъ.

Разсматриваютъ иногда среднее ариѳметическое двухъ, трехъ и болѣе данныхъ чиселъ.

Среднимъ ариѳметическимъ нѣсколькихъ чиселъ называется частное отъ дѣленія суммы этихъ чиселъ на число ихъ.

Такъ, среднее ариеметическое 5-и чиселъ: 10, 2, 18, 4 и 6 равно:

$$\frac{10+2+18+4+6}{5}=8.$$

Сложныя пропорціи.

228. Изъ двухъ или болѣе пропорцій можно составить новыя пропорціи, называемыя **сложными**, основываясь на слѣдующихъ истинахъ:

1) **Если соотвѣтственные члены нѣсколькихъ пропорцій перемножимъ, то получимъ новую пропорцію.**

Пусть, напр., имѣемъ двѣ пропорціи:

$$40 : 10=100 : 25$$
$$4 : 2=10 : 5$$

Перемножимъ соотвѣтственные члены этихъ пропорцій; тогда получимъ такую новую пропорцію:

$$(40 \;.\; 4) : (10 \;.\; 2)=(100 \;.\; 10) : (25 \;.\; 5)$$

т.-е.

$$160 : 20=1000 : 125$$

У такой пропорціи каждое отношеніе равно произведенію отношеній данныхъ пропорцій.

2) **Если члены одной пропорціи раздѣлимъ на соотвѣтственные члены другой пропорціи, то получимъ новую пропорцію.**

Напр., если раздѣлимъ соотвѣтственные члены пропорцій:

$$40 : 10=100 : 25$$
$$8 : 4=10 : 5$$

то получимъ такую новую пропорцію:

$$\frac{40}{8}:\frac{10}{4}=\frac{100}{10}:\frac{25}{5}, \text{ т.-е. } 5 : 2^1/_2=10 : 5$$

У этой пропорціи каждое отношеніе равно частному отъ дѣленія отношеній данныхъ пропорцій.

Производныя пропорціи.

229. Изъ одной пропорціи можно получить нѣсколько другихъ пропорцій, называемыхъ **производными**, основываясь на слѣдующихъ соображеніяхъ.

Возьмемъ какое-нибудь отношеніе, напр., 21 : 7. Если къ предыдущему его члену приложимъ послѣдующій, то получимъ новое отношеніе: (21 + 7) : 7, которое, очевидно, больше прежняго на одну единицу. Если же изъ предыдущаго члена вычтемъ послѣдующій, то получимъ отношеніе: (21 — 7) : 7, которое меньше прежняго на одну единицу.

Замѣтивъ это, возьмемъ какую-нибудь пропорцію:

$$21 : 7 = 30 : 10$$

и составимъ изъ нея новую пропорцію такимъ образомъ:

$$(21+7) : 7 = (30+10) : 10 \qquad (1)$$

Эта пропорція вѣрна, потому что каждое отношеніе въ ней больше отношеній данной пропорціи на одно и то же число, именно на 1. Составленную нами пропорцію можно высказать такъ:

Сумма членовъ перваго отношенія относится къ его послѣдующему члену, какъ сумма членовъ второго отношенія относится къ его послѣдующему члену.

Составимъ теперь изъ данной пропорціи такую:

$$(21 - 7) : 7 = (30 - 10) : 10 \qquad (2)$$

Эта пропорція вѣрна, потому что каждое отношеніе въ ней меньше отношеній данной пропорціи на одно и то же число, именно на 1. Составленную нами пропорцію можно высказать такъ:

Разность членовъ перваго отношенія относится къ его послѣдующему члену, какъ разность членовъ второго отношенія относится къ его послѣдующему члену.

Переставимъ средніе члены въ первой производной пропорціи и въ данной:

$$(21 + 7) : (30 + 10) = 7 : 10$$
$$21 : 30 = 7 : 10$$

Въ этихъ двухъ пропорціяхъ вторыя отношенія одинаковы; значитъ, первыя отношенія должны быть равны:

$$(21 + 7) : (30 + 10) = 21 : 30$$

Переставивъ средніе члены, получимъ:

$$(21 + 7) : 21 = (30 + 10) : 30 \qquad (3)$$

т.-е. **сумма членовъ перваго отношенія относится къ его предыдущему члену, какъ сумма членовъ второго отношенія относится къ его предыдущему члену.**

Переставимъ средніе члены во второй производной пропорціи и въ данной:

$$(21 - 7) : (30 - 10) = 7 : 10$$
$$21 : 30 = 7 : 10$$

Откуда: $(21 - 7) : (30 - 10) = 21 : 30 \qquad (4)$

или: $(21 - 7) : 21 = (30 - 10) : 30$

т.-е. **разность членовъ перваго отношенія относится къ его предыдущему члену, какъ разность членовъ второго отношенія относится къ его предыдущему члену.**

Переставимъ средніе члены въ первой и второй производныхъ пропорціяхъ:

$$(21 + 7) : (30 + 10) = 7 : 10$$
$$(21 - 7) : (30 - 10) = 7 : 10$$

Откуда: $(21 + 7) : (30 + 10) = (21 - 7) : (30 - 10)$

или: $(21 + 7) : (21 - 7) = (30 + 10) : (30 - 10) \qquad (5)$

т.-е. **сумма членовъ перваго отношенія относится къ ихъ разности, какъ сумма членовъ второго отношенія относится къ ихъ разности.**

ОТДѢЛЪ СЕДЬМОЙ.

Нѣкоторыя задачи на пропорціональныя величины.

I. Простое тройное правило.

Величины прямо пропорціональныя.

231. Задача. 8 аршинъ сукна стоятъ 30 руб. Сколько стоятъ 15 арш. этого сукна?

Числа: 8 арш. и 15 арш. представляютъ собою два значенія одной и той же величины, именно количества аршинъ сукна; числа: 30 руб. и искомое число руб. суть тоже два значенія одной и той же величины, именно стоимости сукна. Значитъ, въ предложенной задачѣ говорится о двухъ величинахъ: о количествѣ аршинъ сукна и о стоимости ихъ. Эти величины зависятъ одна отъ другой, потому что съ измѣненіемъ одной изъ нихъ измѣняется и другая. Разсмотримъ эту зависимость подробнѣе.

Пусть количеству аршинъ сукна мы дали два произвольныя значенія, напр.: 10 арш. и 25 арш. Тогда стоимость ихъ получитъ тоже два значенія, но не произвольныя, а вполнѣ опредѣленныя, находящіяся въ соотвѣтствіи со взятыми значеніями количества аршинъ. Положимъ, мы не знаемъ, сколько стоятъ 10 аршинъ и сколько стоятъ 25 аршинъ сукна. Но, и не зная этого, мы можемъ, однако, утверждать, что 25 арш. сукна стоятъ болѣе, чѣмъ 10 арш. этого сукна, и притомъ во столько разъ болѣе, во сколько разъ 25 арш. болѣе 10 арш.; другими словами, мы можемъ утверждать, что отношеніе стоимости 25-ти арш. сукна къ стоимости 10-ти арш. этого сукна должно быть такое же, какъ и отношеніе 25-ти арш. къ 10-ти арш., т.-е.

$$\frac{\text{Стоимость 25-ти арш.}}{\text{Стоимость 10-ти арш.}}=\frac{25\text{ арш}}{10\text{ арш.}}$$

Дѣйствительно, отношеніе 25-ти арш. къ 10 арш. есть число $2^1/_2$; и отношеніе стоимости 25-ти арш. къ стоимости 10-ти арш. тоже равно числу $2^1/_2$.

Какія бы два значенія количества аршинъ мы ни взяли, всегда найдемъ, что имъ соотвѣтствуютъ два опредѣленныя значенія стоимости, и что отношеніе этихъ значеній количества аршинъ равно отношенію соотвѣтствующихъ значеній стоимости.

Если двѣ величины зависятъ одна отъ другой такъ, что каждому значенію одной изъ нихъ соотвѣтствуетъ одно опредѣленное значеніе другой, причемъ отношеніе каждыхъ двухъ значеній одной изъ нихъ равно отношенію двухъ соотвѣтствующихъ значеній другой, то такія величины называются прямо пропорціональными (или просто пропорціональными).

Такъ, количество аршинъ сукна пропорціонально стоимости ихъ (или стоимость сукна пропорціональна количеству аршинъ сукна).

Весьма простой **признакъ пропорціональности** двухъ величинъ состоитъ въ слѣдующемъ:

Если съ увеличеніемъ произвольнаго значенія одной величины въ 2 раза, 3 раза, 4 раза и т. д. соотвѣтствующее значеніе другой величины увеличивается тоже въ 2 раза, 3 раза, 4 раза и т. д., то такія величины пропорціональны*).

*) Въ ариѳметикѣ можно этотъ признакъ принять безъ доказательства.

Такъ, если произвольное число аршинъ сукна увеличимъ въ 2, 3, 4 и т. д. раза, то стоимость ихъ увеличится тоже въ 2, 3, 4 и т. д. раза; это величины пропорціональныя.

232. Рѣшеніе способомъ приведенія къ единицѣ. Уяснивъ зависимость двухъ величинъ нашей задачи, выразимъ ходъ рѣшенія ея слѣдующими строчками.

Такъ какъ 8 арш. стоятъ 30 руб

и стоимость сукна пропорціональна числу аршинъ его,

то 1 аршинъ стоитъ $\frac{30}{8}$ руб.

слѣд., 15 аршинъ стоятъ $\frac{30}{8} \cdot 15 = 56^1/_4$ руб.

Способъ, которымъ мы рѣшили эту задачу, наз. **приведеніемъ къ единицѣ**, такъ какъ по этому способу одно изъ условій задачи приводится къ 1 (такъ, въ приведенной задачѣ мы узнали стоимость 1 аршина).

Величины обратно пропорціональныя.

233. Задача. 6 человѣкъ рабочихъ оканчиваютъ нѣкоторую работу въ 18 дней; во сколько дней окончатъ ту же работу 9 человѣкъ, работая такъ же успѣшно, какъ и первые?

Въ этой задачѣ тоже говорится о двухъ величинахъ: о количествѣ рабочихъ и о продолжительности работы ихъ. Эти величины зависятъ одна отъ другой, потому что съ измѣненіемъ одной измѣняется и другая. Но эта зависимость иная, чѣмъ въ задачѣ 1-ой. Тамъ отношеніе двухъ произвольныхъ значеній одной величины было равно отношенію двухъ соотвѣтствующихъ значеній другой величины; здѣсь же, какъ сейчасъ увидимъ, отношеніе двухъ произвольныхъ значеній одной величины равно обратному отношенію соотвѣтствующихъ значеній другой величины. Возьмемъ, напр., два такія произвольныя значенія количества рабочихъ: 6 чел. и 12 чел. Имъ соотвѣтствуютъ два значенія продолжительности работы, но не произвольныя, а находящіяся въ соотвѣтствіи со взятыми значеніями количества рабочихъ; причемъ, очевидно, большему количеству рабочихъ соотвѣтствуетъ меньшее число дней работы, а именно число дней во столько разъ должно быть меньше, во сколько разъ число рабочихъ больше; такъ, если 6 чел. оканчиваютъ работу въ 18 дней, то 12 чел. окончатъ работу въ 9 дней.

Значитъ, отношеніе 6 чел. къ 12 чел. равно обратному отношенію 18 дней къ 9 днямъ, т.-е.

$$\frac{6 \text{ чел.}}{12 \text{ чел.}} = \frac{9 \text{ дней}}{18 \text{ дней}}$$

Если двѣ величины зависятъ одна отъ другой такъ, что каждому значенію одной изъ нихъ соотвѣтствуетъ одно опредѣленное значеніе другой, причемъ отношеніе каждыхъ двухъ значеній одной изъ нихъ равно обратному отношенію соотвѣтствующихъ значеній другой, то такія величины называются обратно пропорціональными.

Такъ, продолжительность работы обратно пропорціональна количеству рабочихъ (при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ, т.-е. при одинаковомъ размѣрѣ работы и одинаковой степени успѣшности работы каждаго рабочаго).

Весьма простой **признакъ обратной пропорціональности** двухъ величинъ состоитъ въ слѣдующемъ:

Если съ увеличеніемъ произвольнаго значенія одной величины въ 2 раза, 3 раза, 4 раза и т. д. соотвѣтствующее значеніе другой величины уменьшается тоже въ 2 раза, 3 раза, 4 раза и т. д., то такія величины обратно пропорціональны.

Такъ, съ увеличеніемъ количества рабочихъ въ нѣсколько разъ, продолжительность работы уменьшается во столько же разъ; это величины обратно пропорціональныя.

234. Рѣшеніе способомъ приведенія къ единицѣ. Уяснивъ зависимость между двумя величинами нашей задачи, рѣшимъ ее приведеніемъ къ единицѣ.

Такъ какъ 6 человѣкъ оканчиваютъ работу въ 18 дней, и число дней обратно пропорціонально числу рабочихъ, то

1 чел. окончитъ работу въ 18.6 дней;

слѣд., 9 чел. окончатъ работу въ $\frac{18 \ . \ 6}{9} = 12$ дней.

235. Простое тройное правило. Въ каждой изъ приведенныхъ задачъ рѣчь шла только о двухъ величинахъ, прямо пропорціональныхъ (какъ въ первой задачѣ), или обратно пропорціональныхъ (какъ во второй задачѣ); при этомъ въ каждой задачѣ дано было по одному соотвѣтствующему значенію обѣихъ величинъ:

1-я задача.		*2-я задача.*	
Колич. сукна . . .	8 арш.	Колич. рабочихъ.	6 чел.
Стоимость ихъ . .	30 руб.	Продолж. работы.	18 дней

а требовалось узнать, какое значеніе приметъ одна изъ величинъ, если другая получитъ новое данное значеніе:

1-я задача.		*2-я задача.*	
Колич. сукна . . .	15 арш.	Колич. рабочихъ .	8 чел.
Какова ихъ стоимость?		Какова продолж. работы?	

Способъ рѣшать такія задачи наз. **простымъ тройнымъ правиломъ.**

235, а. Рѣшеніе посредствомъ пропорціи. Мы указали наиболѣе простой способъ рѣшенія: приведеніе къ единицѣ. Но можно задачи на простое тройное правило рѣшать и посредствомъ пропорціи. Напр., при рѣшеніи задачи о стоимости сукна можно разсуждать такъ: стоимость сукна пропорціональна числу аршинъ его; поэтому 15 аршинъ стоятъ болѣе 8-ми аршинъ во столько разъ, во сколько 15 болѣе 8; значитъ, обозначивъ искомую стоимость черезъ x, получимъ пропорцію: $x : 30 = 15 : 8$, откуда: $x = (30 \times 15) : 8 = 56^1/_4$ руб.

Для рѣшенія задачи о рабочихъ можно разсуждать такъ: число дней работы обратно пропорціонально числу рабочихъ; поэтому 9 чел. окончатъ работу въ меньшее число дней, чѣмъ 6 чел., и во столько разъ меньшее, во сколько 6 меньше 9; значитъ, искомое число x дней должно удовлетворять пропорціи $x : 18 = 6 : 9$, откуда: $x = (18 \times 6) : 9 = 12$ дней.

II. Сложное тройное правило.

236. Задача. Для освѣщенія 18 комнатъ въ 48 дней издержано 120 фунт. керосину, причемъ въ каждой комнатѣ горѣло по 4 лампы. На сколько дней достанетъ 125 фунт. керосину, если освѣщать 20 комнатъ и въ каждой комнатѣ будетъ горѣть по 3 лампы?

Расположимъ данныя этой задачи въ двѣ такія строчки (неизвѣстное число поставимъ въ послѣднемъ столбцѣ):

18 ком.—120 фун.—4 лам.—48 дней
20 „ —125 „ —3 „ — x „

Для рѣшенія задачи разсуждаемъ такъ: искомое число дней было бы 48, если бы число комнатъ было 18, число фунтовъ керосину было 120 и число лампъ въ каждой комнатѣ было 4. Но всѣ эти числа замѣнены въ вопросѣ задачи новыми, отчего, вѣроятно, измѣнится и число дней изъ 48 въ какое-нибудь иное. Чтобы удобнѣе узнать, какъ именно измѣнится число дней, предположимъ, что сначала только одно число верхней строчки замѣнено новымъ числомъ, а потомъ и другое, и третье. Такъ, допустимъ, что сначала число комнатъ измѣнено изъ 18 въ 20, потомъ число фунтовъ измѣнено изъ 120 въ 125 и, наконецъ, число лампъ измѣнено изъ 4 въ 3.

Когда измѣнимъ число комнатъ изъ 18 въ 20, а прочія числа оставимъ тѣ же самыя, то мы получимъ упрощенную задачу, которую можно высказать такъ: для освѣщенія 18 комнатъ керосину достаетъ на 48 дней; на сколько дней достанетъ керосину для освѣщенія 20 комн. (при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ, т.-е. если керосину идетъ 120 фунт. и въ каждой комнатѣ будетъ горѣть по 4 лампы)?

Эта задача на простое тройное правило. Рѣшимъ ее приведеніемъ къ 1.

Число дней обратно пропорціонально числу комнатъ; поэтому, если при освѣщеніи 18 комнатъ керосину достаетъ на 48 дней, то при освѣщеніи только одной комнаты его достанетъ на 48.18 дней, а при освѣщеніи 20 комнатъ число дней окажется $\frac{48.18}{20}$ (что равно $43^1/_5$ дня, но вычислять эту формулу теперь безполезно).

Замѣнимъ теперь 120 фунт. керосину 125-ю фунт. Тогда получится такая задача на простое тройное правило: 120 фунт. керосину сгораетъ въ $\frac{48.18}{20}$ дней; во сколько дней сгоритъ 125 фунт. керосину (при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ)?

Число дней прямо пропорціонально числу фунтовъ; поэтому 1 фунтъ керосину сгоритъ въ $\frac{48.18}{20.120}$ дней, а 125 ф. сгорятъ въ $\frac{48.18.125}{20.120}$ дней.

Наконецъ, замѣнимъ 4 лампы 3-мя лампами. Тогда получится такая задача на простое тройное правило: если въ каждой комнатѣ горятъ 4 лампы, то керосину достанетъ на $\frac{48.18.125}{20.120}$ дней; на сколько дней достанетъ керосину, если въ комнатѣ будетъ горѣть по 3 лампы (при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ)?

Число дней обратно пропорціонально числу лампъ; поэтому если будетъ горѣть одна лампа, то дней окажется $\frac{48.18.125.4}{20.120}$, а при горѣніи 3-хъ лампъ ихъ должно быть: $x=\frac{48.18.125.4}{20.120.3}$

Теперь приняты во вниманіе всѣ условія вопроса; остается вычислить полученную формулу: $x=60$ дней.

Въ этой задачѣ говорилось о 4-хъ величинахъ: о количествѣ комнатъ, о продолжительности освѣщенія, о количествѣ керосину и о количествѣ лампъ, причемъ каждая пара этихъ величинъ находится между собою въ пропорціональной зависимости прямой или обратной (если всѣ прочія величины не измѣняются); при этомъ дано было по одному соотвѣтствующему значенію всѣхъ величинъ:

18 комн.—120 фунт.—4 лампы—48 дней

а требовалось найти, какое значеніе приметъ одна изъ величинъ, если всѣ прочія получатъ нѣкоторыя новыя данныя значенія:

20 ком.—125 фунт.—3 лампы—x дней

Способъ рѣшать такія задачи, когда данныхъ величинъ болѣе двухъ, наз. **сложнымъ тройнымъ правиломъ.**

III. Задачи на проценты.

238. Опредѣленіе. „Процентъ" какого-либо числа означаетъ сотую часть этого числа; слѣд., два, три... процента какого-нибудь числа означаютъ двѣ, три... сотыхъ этого числа *).

---

*) Слово „процентъ" происходитъ отъ латинскаго выраженія „pro-centum", что означаетъ „со ста", или „на сто".

Такъ, если говорятъ, что въ такомъ-то учебномъ заведенiи число успѣвающихъ учениковъ составляетъ 75 процентовъ всего числа учащихся, то это значитъ, что первое число составляетъ 75 *сотыхъ* второго числа (или, что все равно, на каждыхъ 100 учениковъ приходится 75 успѣвающихъ и 25 не успѣвающихъ).

Чаще всего слово „процентъ" употребляется въ коммерческихъ вопросахъ, когда рѣчь идетъ о прибыли или убыткѣ. Напр., говорятъ, что торговецъ получилъ 20 процентовъ прибыли на затраченный имъ капиталъ. Это надо понимать такъ, что онъ получилъ прибыли 20 сотыхъ затраченнаго капитала (иначе сказать, 20 рублей на каждые затраченные 100 рублей, или 20 коп. на каждыя затраченныя 100 коп.).

Процентъ обозначается знакомъ %; напр., 5% означаетъ 5 процентовъ.

Большинство задачъ на проценты бываютъ коммерческаго характера. О такихъ задачахъ мы и будемъ говорить по преимуществу. Предварительно условимся относительно смысла нѣкоторыхъ выраженiй.

Когда одно лицо занимаетъ у другого деньги, то при этомъ часто ставится условiемъ, чтобы **должникъ** уплачивалъ **заимодавцу** опредѣленные ежегодные проценты. Если, напр., говорятъ, что нѣкто занялъ 500 руб. по 7% (или изъ 7%) годовыхъ, то это значитъ, что должникъ обязался, во 1-хъ, уплатить по истеченiи условленнаго срока эти 500 руб., а, во 2-хъ, сверхъ этой суммы уплачивать заимодавцу ежегодно до конца срока по 7 сотыхъ этого капитала, т.-е. по 35 руб. Замѣтимъ, что заимодавецъ называется иначе **кредиторомъ**.

Случается, что лица, имѣющiя свободныя деньги, отдаютъ ихъ въ **банкъ**. Въ такомъ случаѣ банкъ уплачиваетъ этимъ лицамъ за пользованiе ихъ деньгами опредѣленные ежегодные проценты. Въ свою очередь, банкъ выдаетъ **ссуды** за извѣстные ежегодные проценты.

Капиталъ, отданный на проценты, называется **начальнымъ капиталомъ**; число процентовъ (иначе прибыль, получаемая въ теченіе одного года на 100 рублей, выраженная въ рубляхъ) называется **процентною таксою**; прибыль на весь капиталъ—**процентными деньгами**; начальный капиталъ, сложенный съ процентными деньгами, называется **наращеннымъ** капиталомъ. Если, напр., 200 рублей отданы **въ ростъ** *) на 1 годъ по 5%, то начальный капиталъ—это 200 руб., процентная такса—5, процентныя деньги за годъ—10 руб., наращенный капиталъ—210 руб.

239. Полезно замѣтить, что **процентныя деньги пропорціональны времени и капиталу**, при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ. Если, напр., капиталъ 100 руб. и процентная такса 5%, то процентныя деньги за 1 годъ будутъ 5 р., за 2 года—10 р., за 3 года—15 руб. и т. д., т.-е. при неизмѣнномъ капиталѣ онѣ возрастаютъ пропорціонально времени, а если время 1 годъ и такса 5%, то процентныя деньги со 100 руб. будутъ 5 руб., съ 200 руб.—10 руб., съ 300 руб.—15 руб. и т. д., т.-е. при неизмѣнномъ времени онѣ возрастаютъ пропорціонально капиталу.

Наращенный капиталъ не пропорціоналенъ времени.

Если, напр., капиталъ 100 руб. и процентная такса 5%, то черезъ 1 годъ наращенный капиталъ будетъ 105 руб., а черезъ 2 года 110 руб., а не 210 руб.

240. Различныя группы задачъ на проценты. Задачи на проценты можно разбить на 4 группы, соотвѣтственно тому, что неизвѣстно изъ слѣдующихъ 4-хъ величинъ: a) процентныя деньги (или наращенный капиталъ), b) начальный капиталъ, c) процентная такса и d) время, въ теченіе котораго капиталъ находится въ ростѣ; при этомъ задачи второй группы бываютъ двоя-

*) Т.-е. отданы въ банкъ или частному лицу на проценты.

каго рода; въ однѣхъ даются процентныя деньги, въ другихъ—наращенный капиталъ. Какъ рѣшаются задачи во всѣхъ этихъ случаяхъ, будетъ видно изъ слѣдующихъ 5 примѣровъ.

Задача 1. Найти процентныя деньги съ капитала 7285 р., отданнаго въ ростъ по 8% на $3\frac{1}{2}$ года.

Такъ какъ 8% какого-нибудь числа означаютъ 8 сотыхъ этого числа, то:

7285 руб. въ годъ приносятъ $7285 \cdot \frac{8}{100} = \frac{7285.8}{100}$ руб.

7285 руб. въ $\frac{7}{2}$ года " $\frac{7285.8.7}{100.2} = 2039$ р. 80 к.

Замѣчанія. 1) Если время содержитъ мѣсяцы или дни, то надо найти процентныя деньги за 1 мѣсяцъ или за 1 день, а потомъ и за данное число мѣсяцевъ или дней. При этомъ надо имѣть въ виду, что **въ коммерческихъ вопросахъ, для удобства вычисленій, принято считать годъ въ 360 дней, а мѣсяцъ въ 30 дней**.

2) Если бы въ задачѣ требовалось опредѣлить наращенный капиталъ, то надо сначала вычислить процентныя деньги, а потомъ приложить ихъ къ начальному капиталу.

Задача 2. Какой капиталъ, отданный въ ростъ по $6\frac{3}{4}\%$, принесетъ въ 6 лѣтъ 8 мѣсяцевъ 3330 руб. процентныхъ денегъ?

Процентныя деньги за 1 годъ составляютъ $6\frac{3}{4}$ (т.-е. $\frac{27}{4}$) сотыхъ капитала, а за 6 л. 8 мѣс. (=80 мѣс.) онѣ составятъ $\frac{27.80}{4.12}$ сотыхъ капитала, что по сокращеніи, равно 45 сотымъ капитала. Эти $\frac{45}{100}$ капитала, согласно условію задачи, должны равняться 3330 руб., значитъ, здѣсь дана дробь неизвѣстнаго числа (капитала), а требуется найти цѣлое неизвѣстное число; это находится дѣленіемъ (§ 171). Начал. капиталъ $=3330:\frac{45}{100}=$ $=7400$ р.

Задача 3. Какой капиталъ, отданный по 5%, обратится чрезъ 6 лѣтъ въ 455 руб.?

Въ 455 руб. заключаются начальный капиталъ и процентныя деньги съ него за 6 лѣтъ. За 1 годъ процентныя деньги составляютъ $^5/_{100}$ капитала, слѣд., за 6 лѣтъ онѣ составятъ $^5/_{100}\cdot 6={}^{30}/_{100}={}^3/_{10}$ капитала. Такимъ образомъ, въ 455 руб. заключаются начальный капиталъ и еще $^3/_{10}$ его, т.-е. $^{13}/_{10}$ начальнаго капитала; значитъ:

$$\text{нач. капиталъ}=455:\frac{13}{10}=\frac{4550}{13}=350\ (\text{руб.}).$$

Задача 4. По какой таксѣ процентовъ надо отдать капиталъ 15108 руб., чтобы въ 2 года 8 мѣсяцевъ получить 2417 руб. 28 коп. процентныхъ денегъ?

Чтобы узнать таксу процентовъ, достаточно опредѣлить, сколько копеекъ в ъ т е ч е н і е г о д а получается со 100 коп. или съ 1 рубля.

Такъ какъ 15108 руб. въ 32 мѣс. принос. 241728 коп., то 1 руб. въ 12 мѣс. принос. $\frac{241728\,.\,12}{15108\,.\,32}=6$ коп.

Если 1 рубль приноситъ въ годъ 6 коп., то, значитъ, капиталъ отданъ по 6%.

З а м ѣ ч а н і е. Если въ задачахъ подобнаго рода вмѣсто процентныхъ денегъ данъ наращенный капиталъ, то слѣдуетъ изъ него вычесть начальный капиталъ; тогда получимъ процентныя деньги.

Задача 5. На сколько времени надо отдать 2485 р. по 7%, чтобы получить 139 руб. 16 коп. процентныхъ денегъ?

Такъ какъ въ 1 годъ 2485 руб. приносятъ $(2485\,.\,^7/_{100})$ руб., то:

$$\text{неизв. время}=139{,}16:(2485\,.\,\frac{7}{100})=\frac{13916}{2485\,.\,7}=\frac{4}{5}\ (\text{года})=$$
$$=288\ \text{дней}.$$

241. Простые и сложные проценты. Проценты (или процентныя деньги) бываютъ простые и сложные. Чтобы понять разницу между тѣми и другими, возьмемъ примѣръ. Положимъ, что кто-нибудь отдалъ въ банкъ 100 руб. по $5^0/_0$. Если это лицо по прошествіи года не возьметъ своихъ 5 руб. процентныхъ денегъ, то его капиталъ обратится въ 105 руб. Можетъ быть поставлено условіе, чтобы въ теченіе второго года проценты нарастали не только на начальный капиталъ, т.-е. на 100 руб., но еще и на тѣ 5 руб., которые наросли въ теченіе перваго года; также и въ слѣдующіе года. Или же можетъ быть условлено, чтобы въ теченіе второго и слѣдующихъ годовъ проценты считались только на начальный капиталъ, т.-е. на 100 р., хотя бы лицо, положившее капиталъ, и не брало ежегодно процентныхъ денегъ.

Когда проценты считаются не только на начальный капиталъ, но и на проценты съ него, образовавшіеся отъ прошлыхъ лѣтъ и присоединяемые къ капиталу, то они называются сложными; если же проценты считаются только на начальный капиталъ, то они называются простыми.

Во всѣхъ задачахъ, которыя были приведены выше, предполагались простые проценты; это всего чаще бываетъ въ дѣйствительности *).

241a. Задачи на простые проценты могутъ быть рѣшаемы помощью слѣдующихъ общихъ формулъ. Назовемъ начальный капиталъ—a руб., процентную таксу—p, время—t лѣтъ, процентныя деньги—x руб., наращенный капиталъ—A руб. Чтобы найти зависимость между этими величинами, разсуждаемъ такъ: такъ какъ процентныя деньги за годъ составляютъ $\frac{p}{100}$ капи-

*) Сложные проценты съ капитала за данное число лѣтъ вычисляются или способомъ, указываемымъ въ алгебрѣ, или же такъ: сначала находятся простые проценты за первый годъ; эти проценты прикладываются къ капиталу и на полученную сумму вычисляются простые проценты за второй годъ; эти проценты прикладываются къ капиталу, бывшему за второй годъ, и съ полученной суммы вычисляются простые проценты за третій годъ и т. д.

тала, то a руб. въ годъ принесутъ $\frac{ap}{100}$ руб.; въ t лѣтъ эта величина возрастетъ въ t разъ; значитъ:

$$x = \frac{apt}{100} \text{ и } A = a + x = a + \frac{apt}{100}.$$

IV. Задачи на учетъ векселей.

242. Опредѣленія. Когда одно лицо занимаетъ у другого деньги подъ проценты, то обыкновенно должникъ выдаетъ своему кредитору письменное обязательство въ томъ, что онъ къ извѣстному сроку уплатитъ занятую сумму вмѣстѣ съ причитающимися на нее процентами. Такое обязательство, написанное на гербовой бумагѣ и по установленной формѣ, называется **векселемъ**. Положимъ, напр., что должникъ занялъ у кредитора 1000 руб. на 1 годъ по 10% и заемъ былъ сдѣланъ 1-го января 1908 года. Тогда, разсчитавъ, что черезъ годъ 1000 руб. должны обратиться въ 1100 р., должникъ выдаетъ кредитору, примѣрно, такой вексель:

Москва (названіе города), 1-го января 1908 года. Вексель на 1100 руб. Отъ сего 1-го января 1908 года, черезъ двѣнадцать мѣсяцевъ, по сему моему векселю повиненъ я заплатить (такому-то), или кому онъ прикажетъ, тысячу сто рублей, которые я отъ него получилъ наличными деньгами. (Слѣдуетъ подпись должника) *).

Въ векселѣ не пишется ни сумма, занятая въ дѣйствительности, ни процентъ, по которому сдѣланъ былъ

---

*) На практикѣ при выдачѣ векселя проценты обыкновенно удерживаются *впередъ;* если, напр., заняты 1000 руб. на годъ по 10%, то вексель пишется въ 1000 руб., а занимающій получаетъ только 900 р.; 100 руб. кредиторъ удерживаетъ впередъ, какъ процентныя деньги.

аемъ; но выставляется сумма денегъ, которую надо уплатить, и срокъ, въ который должна быть сдѣлана уплата. Сумма, записанная въ векселѣ, называется вексельною суммою или **валютою векселя**. Валюта есть заятый капиталъ вмѣстѣ съ причитающимися на него процентами за время, на которое былъ сдѣланъ заемъ.

Кредиторъ, имѣющій вексель, не можетъ требовать отъ должника уплаты ранѣе срока, назначеннаго въ векселѣ. Однако, можетъ случиться, что самъ должникъ пожелаетъ уплатить по векселю ранѣе срока. Положимъ, напр., что должникъ желаетъ заплатить за полгода до срока по своему векселю въ 1100 руб. Ему нѣтъ расчета платить теперь же 1100 руб., потому что онъ могъ бы пользоваться въ теченіе полугода процентными деньгами съ тѣхъ денегъ, которыя онъ теперь предлагаетъ къ уплатѣ. Между кредиторомъ и должникомъ въ такихъ случаяхъ происходитъ соглашеніе, по которому кредиторъ долженъ получить нѣсколько менѣе вексельной суммы. Это соглашеніе выражается въ формѣ нѣкотораго числа процентовъ вексельной суммы, которое кредиторъ предоставляетъ должнику удержать изъ нея; условленная такса процентовъ обыкновенно относится къ году. Если, напр., между кредиторомъ и должникомъ произошло соглашеніе, по которому должникъ, уплачивая по векселю ранѣе срока, имѣетъ право удержать 8%, то это значитъ, что если онъ платитъ за годъ до срока, то можетъ удержать въ свою пользу $^8/_{100}$ вексельной валюты (значитъ, 8 коп. съ каждаго рубля валюты); если же онъ платитъ за $^1/_2$ года до срока, то можетъ изъ каждаго рубля валюты удержать только 4 коп.; платя за 1 мѣсяцъ до срока, удерживаетъ изъ каждаго рубля только $^8/_{12}$ или $^2/_3$ коп. и т. п.

Сумма, вычитаемая изъ валюты, когда по векселю уплачивается ранѣе срока, называется **учетомъ** или **дисконтомъ** векселя; опредѣлить учетъ за данное время по данному проценту значитъ **учесть** или **дисконтировать**

Учитывать вексель приходится еще и тогда, когда кредиторъ продаетъ вексель своего должника постороннему лицу (или банку); въ этомъ случаѣ покупатель удерживаетъ въ свою пользу ту сумму, которая придется по условленному годовому $^0/_0$ за все время, остающееся до вексельнаго срока.

243. Различныя группы задачъ на учетъ векселей. Подобно задачамъ на проценты, задачи на учетъ векселей могутъ быть раздѣлены на 4 группы сообразно тому, что неизвѣстно изъ слѣдующихъ 4-хъ величинъ: a) учетъ (или сумма, уплачиваемая по векселю), b) валюта векселя, c) процентная такса, по которой сдѣланъ учетъ и d) время, остающееся до срока векселя; при этомъ задачи, въ которыхъ неизвѣстна валюта, могутъ быть двоякаго рода: въ однѣхъ данъ учетъ, въ другихъ — сумма, уплачиваемая по векселю.

Такъ какъ учетъ векселя есть ничто иное, какъ процентныя деньги съ валюты, причитающіяся по условленной годовой таксѣ за все время, недостающее до срока векселя, то задачи на учетъ векселей ничѣмъ не отличаются отъ соотвѣтственныхъ задачъ на проценты.

Приведемъ нѣкоторые примѣры.

244. Задача 1. Вексель въ 5600 руб. уплатили за 5 мѣсяцевъ до срока съ учетомъ по $6^0/_0$. Какой сдѣланъ былъ учетъ по этому векселю?

Искомый учетъ представляетъ собою процентныя деньги, причитающіяся съ 5600 р. за 5 мѣсяцевъ, считая по $6^0/_0$ годовыхъ. Поэтому

$$\text{учетъ} = \frac{5600 . 6 . 5}{100 . 12} = 140 \text{ (руб.)}$$

Замѣчанія. 1) Если приходится вычислять учетъ за нѣсколько дней, то принимаютъ годъ въ 360 дней, а мѣсяцъ въ 30 дней.

2) Если бы въ этой задачѣ требовалось отыскать не учетъ, а сумму, которую нужно заплатить по векселю, то можно сначала найти учетъ, а потомъ вычесть его изъ данной валюты.

Задача 2. За два года до срока проданъ вексель съ учетомъ въ 148 рублей. Опредѣлить валюту векселя, если учетъ былъ сдѣланъ по 8%.

Задача эта равносильна такой задачѣ на проценты: опредѣлить начальный капиталъ, съ котораго процентныя деньги за 2 года, считая по 8% годовыхъ, составляютъ 148 руб.

Рѣшается такъ, какъ задача 2-я стр. 201-й.

Задача 3. За два года до срока уплатили по векселю 777 руб. Найти валюту этого векселя, если извѣстно, что учетъ былъ сдѣланъ по 8%.

Эта задача равносильна такой задачѣ на проценты: какъ великъ начальный капиталъ, если, вычтя отъ него процентныя деньги, причитающіяся съ этого капитала за 2 года, считая по 8% годовыхъ, мы получимъ 777 р.

За 2 года процентныя деньги составляютъ $^{16}/_{100}$ начальнаго капитала; значитъ, если ихъ вычтемъ изъ него, останется $^{84}/_{100}$ капитала; эти $^{84}/_{100}$ капитала должны равняться 777 руб.; слѣд., искомый капиталъ $= 777 : {}^{84}/_{100} =$ $= 925$ руб.

245. Математическій учетъ. Учетъ, описанный въ предыдущихъ параграфахъ, называется **коммерческимъ**. Есть еще особаго рода учетъ, называемый **математическимъ**. Чтобы понять разницу между ними, возьмемъ примѣръ. Опредѣлить учетъ по 6% съ векселя въ 800 рубл., уплачиваемаго за 10 мѣс. до срока. Предварительно узнаемъ, сколько процентовъ за 10 мѣсяцевъ составитъ 6% годовыхъ. Окажется 5%. Итакъ, за недостающее время придется учесть, удержать 5%. До сего времени мы считали, что эти 5% означаютъ 5 сотыхъ валюты векселя, т. е., что съ каждаго рубля валюты удерживается 5 коп. Но можно понимать учетъ въ 5% иначе. Можно думать, что за вексель въ 800 руб. уплачена теперь такая сумма, которая, будучи отдана въ ростъ по 5%, обращается къ концу срока векселя въ 800 руб. Понимаемый въ такомъ смыслѣ учетъ называется математическимъ. Съ перваго раза можетъ показаться, что нѣтъ разницы между коммерческимъ и математическимъ учетами. Однако, если ближе всмотримся въ вопросъ, замѣтимъ разницу. Мы предположили, что сумма, уплачиваемая теперь за вексель, должна обратиться въ 800 р., считая по 5%; но каждый рубль, принося 5%, обращается въ 1 р. 5 коп.; поэтому въ 800 р. должны повторяться столько разъ 1 руб. 5 коп., сколько разъ въ суммѣ, уплачиваемой теперь, повторяется 1 рубль. Значитъ, при новомъ нашемъ предположенiи придется учитывать по 5 коп. изъ каждыхъ 105 коп. валюты, а не изъ каждыхъ 100 коп., какъ это дѣлается при коммерческомъ учетѣ. Такъ какъ въ валютѣ 105 коп. повторяются меньшее число разъ, чѣмъ 100 коп., то, значитъ, **математическiй учетъ меньше коммерческаго.** Дѣйствительно, коммерческiй учетъ за годъ съ 800 руб. по 5% равенъ 40 руб., а математическiй учетъ $= 5 \times \frac{80000}{105} =$

$$= 3809\frac{11}{21} \text{коп.} = 38 \text{ руб. } 9^{11}/_{21} \text{ к.}$$

Итакъ, математическiй учетъ отличается отъ коммерческаго тѣмъ, что проценты, причитающiеся за время, остающееся до вексельнаго срока, учитываются не изъ рубля валюты, какъ это дѣлается при коммерческомъ учетѣ, а изъ суммы рубля съ процентными деньгами, причитающимися на него за оставшееся время (т.-е. съ нараценнаго рубля).

На практикѣ производится учетъ коммерческiй, и такса процентовъ условливается въ предположенiи, что учетъ будетъ сдѣланъ съ рубля, а не съ наращеннаго рубля; если бы между заинтересованными лицами произошло соглашеніе—производить учетъ математическій, то, конечно, процентная такса была бы условлена иная, чѣмъ для учета коммерческаго.

245,а. Задачи на учетъ векселей могутъ быть рѣшаемы при помощи слѣдующихъ **общихъ формулъ**. Пусть A будетъ валюта векселя, p—процентная такса, по которой производится учетъ, t — время до срока, выраженное въ какихъ-нибудь одинаковыхъ единицахъ: годахъ, мѣсяцахъ или дняхъ, x—учетъ, и a—сумма, уплачиваемая за вексель (A, x и a выражены, положимъ, въ рубляхъ). Прежде всего мы находимъ число процентовъ, приходящееся за время t. Если t означаетъ годы, то число процентовъ, очевидно, будетъ pt; если t означаетъ мѣсяцы, то число процентовъ будетъ $\frac{pt}{12}$, потому что за 1 мѣсяцъ приходится $\frac{p}{12}$ %; если t означаетъ дни, то число процентовъ будетъ $\frac{pt}{360}$ %, потому что за 1 день приходится $\frac{p}{360}$ %. Назовемъ, для краткости, число процентовъ за время t черезъ q. Тогда получимъ слѣдующія формулы:

Учетъ коммерческій.

Учетъ равенъ q сотымъ валюты; слѣд.:

$$x=\frac{Aq}{100} \text{ и } a=A-\frac{Aq}{100}$$

Учетъ математическій.

Со $100+q$ рублей учитывается q рублей; въ валютѣ $100+q$ рублей повторяются $\frac{A}{100+q}$ разъ; слѣд.:

$$x=\frac{Aq}{100+q} \text{ и } a=A-\frac{Aq}{100+q}$$

Правило сроковъ.

246. Иногда предстоитъ надобность рѣшать слѣдующіе вопросы: 1) нѣсколько сроковъ уплаты долга замѣнить однимъ срокомъ; 2) одинъ срокъ уплаты замѣнить нѣсколькими; 3) нѣсколько сроковъ замѣнить нѣсколькими другими.

Такъ какъ при этомъ не должны пострадать ни интересы заимодавца, ни интересы должника, то подобные вопросы могутъ быть рѣшаемы на основаніи слѣдующихъ двухъ истинъ:

I. **Процентныя деньги не измѣняются, если капиталъ увеличимъ, а время уменьшимъ въ одинаковое число разъ, или наоборотъ.** Напр., проц. деньги съ 1000 руб. за 8 мѣс. тѣ же самыя, что и съ 2000 руб. за 4 мѣс., или съ 500 за 16 мѣс.

То же самое можно сказать о коммерческомъ учетѣ. Напр., коммерческій учетъ съ 250 руб. за 9 мѣс. тотъ же, что и съ 50 руб. за 45 мѣсяцевъ.

II. **Сумма процентныхъ денегъ съ нѣсколькихъ одинаковыхъ капиталовъ за разныя времена равна процентнымъ деньгамъ съ одного такого капитала за сумму всѣхъ отдѣльныхъ временъ.** Напр., процентныя деньги съ 50 руб. за 8 мѣс., сложенныя съ процентными деньгами съ 50 руб. за 10 мѣс., равны процентнымъ деньгамъ съ 50 руб. за 10+8 мѣсяцевъ.

То же самое можно сказать о коммерческомъ учетѣ съ одинаковыхъ валютъ за разныя времена.

247. На основаніи этихъ истинъ рѣшимъ для примѣра слѣдующія задачи:

Задача 1. Нѣкто долженъ по тремъ векселямъ: 4200 руб. черезъ 5 мѣс., 3500 р. черезъ 7 мѣс. и 2000 р. черезъ 9 мѣс. Онъ желаетъ замѣнить эти три векселя однимъ на сумму 4200+3500+2000, т.-е. на 9700 руб. На какой срокъ онъ долженъ написать вексель?

Очевидно, должникъ долженъ написать такой вексель, дѣйствительная стоимость котораго была бы равна суммѣ дѣйствительныхъ стоимостей трехъ векселей. Такъ какъ валюта одного векселя, срокъ котораго отыскивается, равна суммѣ валютъ трехъ данныхъ векселей, то для сказаннаго необходимо, чтобы учетъ (предполагается коммерческій) съ

9700 руб. за неизвѣстное время былъ равенъ суммѣ учетовъ съ трехъ данныхъ векселей. Для удобства вычисленія приведемъ три векселя къ какой-нибудь одной валютѣ, напр., къ 100 р., разсуждая такъ: учетъ съ 4200 руб. за 5 мѣс. равенъ учету съ 100 р. за 5×42, т.-е. 210 мѣс.; выразимъ это сокращенно такъ:

4200 руб. 5 мѣс. = 100 руб. 210 мѣс.

Подобно этому:

3500 р. 7 м. = 100 р. 245 м. и 2000 р. 9 мѣс. = 100 р. 180 мѣс. Но 100 р. 210 м. + 100 р. 245 м. + 100 р. 180 м. = = 100 р. 635 м. Съ другой стороны:

100 р. 635 м. = 9700 р. $\frac{635}{97}$ м. = 9700 р. 6 м. 16 дн. (приблизительно).

Слѣд., вексель на 9700 руб. долженъ былъ написанъ на 6 м. и 16 дней (или 17).

Задача 2. Нѣкто по условію долженъ былъ уплатить 3000 р. черезъ 9 мѣс.; но онъ уплачиваетъ 1500 руб. черезъ 2 мѣс. и 1000 рублей черезъ 5 мѣс. Спрашивается, черезъ сколько времени онъ долженъ уплатить остальные 500 рублей.

Для соблюденія интересовъ заимодавца необходимо, чтобы процентныя деньги съ 3000 руб. за 9 мѣс. были равны суммѣ процентныхъ денегъ съ 1500 руб. за 2 мѣс., съ 1000 руб. за 5 мѣс. и съ 500 р. за искомое время. Такъ какъ:

1500 р. 2 м. = 500 р. 6 м. и 1000 р. 5 м. = 500 р. 10 м.
то 1500 р. 2 м. + 1000 р. 5 м. = 500 р. 16 м.

Съ другой стороны: 3000 р. 9 м. = 500 р. 54 м.

Слѣд., остальные 500 руб. должны быть отданы черезъ 54—16=38 мѣс. отъ совершенія займа.

V. Цѣпное правило.

248. Задача. Сколько пудовъ составятъ 100 германскихъ фунтовъ, если извѣстно, что 18,36 герм. фунта равны $9^9/_{50}$ килограмма, а 18,75 килограмма равны $45^3/_4$ русскаго фунта?

Для удобства рѣшенія расположимъ данныя такъ:

Сколько пудовъ въ 100 герм. фунтахъ,
если 18,36 герм. ф. $= 9^9/_{50}$ килогр.
„ 18,75 килогр. $= 45^3/_4$ русск. ф.
„ 40 русск. ф. $= 1$ пуду.

(Первая строчка содержитъ вопросъ задачи, а каждая изъ остальныхъ начинается такими мѣрами, которыми оканчивается предшествующая; послѣдняя строка должна оканчиваться названіемъ мѣры, о которой говорится въ вопросѣ).

Рѣшить задачу можно различными способами. Наиболѣе удобный способъ слѣдующій.

Обращая вниманіе на послѣднюю строку, а затѣмъ переходя отъ нея постепенно къ слѣдующимъ верхнимъ строчкамъ, разсуждаемъ такъ:

Если 40 русск. ф. $= 1$ пуду,
то 1 русск. ф. $= ^1/_{40}$ пуда,
а $45^3/_4$ русск. ф. $= \frac{1 . 45^3/_4}{40}$ пуда.

Но $45^3/_4$ русск. ф. составляютъ 18,75 килограмма; значитъ:

$$1 \text{ килогр.} = \frac{1 . 45^3/_4}{40 . 18{,}75} \text{ пуда,}$$

$$\text{а } 9^9/_{50} \text{ килогр.} = \frac{1 . 45^3/_4 . 9^9/_{50}}{40 . 18{,}75} \text{ пудовъ}$$

Но $9^9/_{50}$ килогр. составляютъ 18,36 герман. фунта; значитъ:

$$1 \text{ герм. ф.} = \frac{1 . 45^3/_4 . 9^9/_{50}}{40 . 18{,}75 . 18{,}36} \text{ пудовъ.}$$

$$\text{а } 100 \text{ герм. ф.} = \frac{1 . 45^3/_4 . 9^9/_{50} . 100}{40 . 18{,}75 . 18{,}36} \text{ пудовъ,} \qquad [1]$$

$$= \frac{183 . 459 . 100 . 100\ 100}{4 . 50 . 40 . 1875 . 1836} = 3^1/_{50} \text{ пуда.}$$

Разсматривая формулу [1], легко замѣтимъ слѣдующее **правило:** расположивъ вопросъ и условія задачи такъ, какъ было указано выше, слѣдуетъ **произведеніе чиселъ, которыми оканчиваются строчки, раздѣлить на произведеніе чиселъ, которыми онѣ начинаются.**

Правило рѣшать подобныя задачи наз. **цѣпнымъ**, потому что, располагая данныя, какъ было указано выше, мы получаемъ изъ всѣхъ строчекъ подобіе цѣпи (причемъ строчки уподобляются отдѣльнымъ звеньямъ). Правило это лучше называть правиломъ **перевода**, потому что въ задачахъ на это правило мѣры одного государства требуется перевести на мѣры другого.

VI. Задачи на пропорціональное дѣленіе.

249. Задача 1. Раздѣлить 84 на три части пропорціонально числамъ 7, 5 и 2.

Это надо понимать такъ: раздѣлить 84 на такія три части, чтобы первая часть относилась ко второй, какъ 7 къ 5, а вторая къ третьей, какъ 5 къ 2. Назовемъ искомыя части буквами x_1, x_2 и x_3. Въ задачѣ требуется, чтобы эти части могли удовлетворить слѣдующимъ двумъ пропорціямъ:

$$x_1 : x_2 = 7 : 5 \,.. \, (1) \qquad x_2 : x_3 = 5 : 2 \,.. \, (2).$$

Изъ этихъ пропорцій можно вывести такое заключеніе: если число x_1 разобьемъ на 7 равныхъ долей, то такихъ долей въ x_2 должно быть 5, потому что только при этомъ условіи отношеніе x_1 къ x_2 равно отношенію 7 : 5; такихъ же долей въ x_3 должно быть 2, потому что только при этомъ условіи отношеніе x_2 къ x_3 равно отношенію 5 : 2. Отсюда слѣдуетъ, что седьмая доля x_1 въ суммѣ: $x_1 + x_2 + x_3$ содержится $7 + 5 + 2$ раза, т.-е. 14 разъ.

Но сумма: $x_1+x_2+x_3$ должна составлять 84; значить, седьмая доля x_1 равна $84 : 14=6$. Такихъ долей заключается 7 въ x_1, 5 въ x_2 и 2 въ x_3; слѣд.

$$x_1=6.7=42,\ x_2=6.5=30;\ x_3=6.2=12.$$

Замѣчаніе. Изъ пропорціи (1) и (2) можно вывести такую третью пропорцію:

$$x_1 : x_3=7 : 2\ldots\ (3)$$

Дѣйствительно, мы видѣли, что если x_1 разбить на 7 равныхъ долей, то такихъ долей въ x_3 должно быть 2; поэтому отношеніе x_1 къ x_3 равно отношенію $7 : 2$.

Три написанныя выше пропорціи можно написать сокращенно такъ:

$$x_1 : x_2 : x_3=7 : 5 : 2$$

Правило. Чтобы раздѣлить число на части пропорціонально нѣсколькимъ даннымъ числамъ, достаточно раздѣлить его на сумму этихъ чиселъ и частное умножить на каждое изъ этихъ чиселъ.

250. Задача 2. Раздѣлить 968 на 4 части пропорціонально числамъ:

$$1\frac{1}{2} : \frac{3}{4} : \frac{2}{5} : \frac{3}{8}$$

Прежде всего замѣнимъ данный рядъ дробныхъ чиселъ рядомъ цѣлыхъ чиселъ. Для этого приведемъ всѣ дроби къ общему знаменателю и обратимъ смѣшанную дробь въ неправильную:

$$1\frac{1}{2} : \frac{3}{4} : \frac{2}{5} : \frac{3}{8}=\frac{60}{40} : \frac{30}{40} : \frac{16}{40} : \frac{15}{40}$$

Если откинемъ общаго знаменателя, то увеличимъ каждую дробь въ одинаковое число разъ (именно въ 40 разъ); отъ этого отношенія между ними не измѣнятся; слѣд.:

$$1\frac{1}{2} : \frac{3}{4} : \frac{2}{5} : \frac{3}{8}=60 : 30 : 16 : 15$$

Теперь задачу можно выразить такъ: раздѣлить 968 на 4 части пропорціонально числамъ 60 : 30 : 16 : 15. Эта задача рѣшается такъ, какъ и 1-я.

251. Способъ, посредствомъ котораго можно раздѣлить число на части пропорціонально нѣсколькимъ даннымъ числамъ, называется **правиломъ пропорціональнаго дѣленія**. Есть очень много задачъ, къ которымъ примѣняется это правило. Напр.:

Задача 3. Три купца составили товарищество для веденія нѣкотораго торговаго дѣла. Первый купецъ внесъ для этой цѣли 15000 руб., второй — 10000 руб., третій—12500 руб. По окончаніи торговаго дѣла они получили общей прибыли 7500 р. Спрашивается, сколько изъ этой прибыли придется получить каждому купцу?

Такъ какъ прибыль на каждый внесенный рубль должна получиться одинаковая, то прибыль каждаго участника въ товариществѣ пропорціональна капиталу, внесенному имъ. Поэтому задача сводится на такую: раздѣлить 7500 на три части пропорціонально числамъ 15000, 10000 и 12500; а это есть задача на пропорціональное дѣленіе. Чтобы рѣшить ее, прежде всего замѣтимъ, что числа ряда 15000 : 10000 : 12500 можно раздѣлить на одно и то же число (на 2500); отъ этого не измѣнятся отношенія между ними. Сокративъ, получимъ 6 : 4 : 5. Теперь раздѣлимъ 7500 на три части пропорціонально 6 : 4 : 5. Разсуждая такъ, какъ было объяснено въ задачѣ 1, найдемъ:

$$x_1=\frac{7500}{15}\cdot 6=3000;\ x_2=\frac{7500}{15}\cdot 4=2000;\ x_3=\frac{7500}{15}\cdot 5=2500$$

Правило пропорціональнаго дѣленія называется иногда **правиломъ товарищества**, потому что помощью этого правила рѣшаются, между прочимъ, такія задачи, въ которыхъ, подобно сейчасъ рѣшенной, требуется раздѣлить общую прибыль между нѣсколькими лицами, составившими товарищество для общаго коммерческаго предпріятія.

252. Задача 4. На желѣзной дорогѣ работало 3 артели рабочихъ; въ первой артели было 27 рабочихъ, во второй—32, въ третьей—15; первая артель работала 20 дней, вторая—18, третья—16; всѣ три артели получили за работу 4068 руб. Сколько рублей придется получить каждой артели?

Если бы каждая артель работала одинаковое число дней, то плата каждой артели была бы пропорціональна числу рабочихъ въ ней; поэтому преобразуемъ условія нашей задачи такимъ образомъ, чтобы число дней работы для каждой артели было одинаково. Напр., предположимъ, что каждая артель работала бы по одному дню; тогда, конечно, уменьшилась бы плата каждой артели; для того, чтобы эта плата не измѣнилась, надо, чтобы число рабочихъ въ каждой артели увеличилось во столько разъ, во сколько число дней уменьшилось. Такъ, чтобы первой артели получить за 1 день ту же плату, какую она получаетъ за 20 дней, надо, чтобы въ этой артели рабочихъ было не 27, а 27×20; также во второй артели должно быть рабочихъ не 32, а 32×18, чтобы эта артель получила за 1 день такую же плату, какъ и за 18 дней; въ третьей артели должно быть рабочихъ 15×16, чтобы и эта артель получила ту же плату за 1 день, какъ и за 16 дней. Теперь получаемъ такіе два ряда чиселъ:

$$\begin{array}{lcccc} \text{числа рабочихъ} & (27 \times 20) & : (32 \times 18) & : (15 \times 16) \\ \quad\text{„}\quad \text{дней} & 1 & 1 & 1 \end{array}$$

Остается раздѣлить 4068 на части пропорціонально числамъ рабочихъ. Сокративъ предварительно эти числа (на 3 и на 4), найдемъ, что 4068 надо раздѣлить пропорціонально 45 : 48 : 20. Обозначивъ искомыя части буквами x_1, x_2 и x_3, получимъ, какъ было прежде объяснено:

$$x_1 = \frac{4068 \,.\, 45}{45+48+20} = \frac{4068 \,.\, 45}{113} = 36 \,.\, 45 = 1620 (\text{руб.}).$$

$$x_2 = \frac{4068 \ . \ 48}{113} = 36 \ . \ 48 = 1728 \text{ (руб.)},$$

$$x_3 = \frac{4068 \ . \ 20}{113} = 36 \ . \ 20 = 720 \text{ (руб.)}.$$

Вмѣсто того, чтобы приводить къ 1 числа дней, мы могли бы привести къ 1 числа рабочихъ; тогда мы должны были бы задаться вопросомъ: если бы вмѣсто каждой артели было только по одному рабочему, то сколько дней долженъ былъ бы работать этотъ рабочій, чтобы получить ту же самую плату? Очевидно, что рабочій, замѣняющій первую артель, долженъ былъ бы работать (20×27) дней, вторую—(18×32) дней, третью—(16×15) дней. Тогда пришлось бы 4068 дѣлить на части пропорціонально только числу дней.

Можетъ случиться, что въ задачѣ даны 3 и болѣе ряда чиселъ, пропорціонально которымъ требуется раздѣлить данное число. Если бы, напр., въ предыдущей задачѣ сказано было, что первая артель работала ежедневно столько-то часовъ, вторая столько-то и третья столько-то, то пришлось бы плату дѣлить пропорціонально: во-1) числамъ рабочихъ, во-2) числамъ дней и въ-3) числамъ часовъ. Тогда нужно было бы два ряда чиселъ привести къ 1, напр., предположить, что каждая артель работаетъ 1 день по 1 часу.

253. Задача 5. Раздѣлить число a на 3 части обратно пропорціонально числамъ m, n и p.

Это значитъ, что число a требуется раздѣлить на такія 3 части, чтобы первая часть относилась ко второй, не какъ m къ n, а какъ $n : m$, а вторая къ третьей не какъ $n : p$, а какъ $p : n$. Назвавъ искомыя части x_1, x_2 и x_3, можемъ выразить требованія задачи такими пропорціями:

$$x_1 : x_2 = n : m$$
$$x_2 : x_3 = p : n.$$

Но отношеніе $n : m$ можно замѣнить равнымъ ему отношеніемъ $\frac{1}{m} : \frac{1}{n}$; точно такъ же $p : n$ можно замѣнить $\frac{1}{n} : \frac{1}{p}$;

тогда получимъ:

$$x_1 : x_2 = \frac{1}{m} : \frac{1}{n}$$

$$x_2 : x_3 = \frac{1}{n} : \frac{1}{p}$$

откуда видно, что части x_1, x_2 и x_3 должны быть прямо пропорціональны числамъ $\frac{1}{m} : \frac{1}{n} : \frac{1}{p}$. Итакъ, **чтобы раздѣлить число на части обратно пропорціонально даннымъ числамъ, надо раздѣлить его прямо пропорціонально числамъ, обратнымъ даннымъ.**

Примѣромъ задачъ подобнаго рода можетъ служить такая:

Капиталъ въ 10150 руб. раздѣленъ на 3 части и каждая часть отдана въ ростъ: первая часть по 5%, вторая по 6%, а третья по $6\frac{1}{2}\%$. Какъ велики эти части, если извѣстно, что каждая часть приноситъ ежегодно одинаковый доходъ?

Такъ какъ проц. деньги за годъ одинаковы для всѣхъ частей, то очевидно, что искомыя части обратно пропорціональны процентнымъ таксамъ. Значитъ, 10150 руб. надо раздѣлить на 3 части обратно пропорціонально числамъ $5 : 6 : 6\frac{1}{2}$ или прямо пропорціонально числамъ $\frac{1}{5} : \frac{1}{6} : \frac{2}{13}$.

Приведя эти дроби къ общему знаменателю и откинувъ послѣдній, получимъ цѣлыя числа $78 : 65 : 60$, пропорціонально которымъ надо раздѣлить 10150 руб.

254. Задача 6. Раздѣлить 125 на такія 4 части, чтобы первая часть относилась ко второй, какъ $2 : 3$, вторая къ третьей, какъ $3 : 5$, а третья къ четвертой, какъ $5 : 6$.

Задача 7. Раздѣлить 125 на такія 4 части, чтобы первая часть относилась ко второй, какъ $2 : 3$, вторая къ третьей, какъ $4 : 5$, а третья къ четвертой, какъ $6 : 11$.

Въ каждой изъ этихъ задачъ даны отношенія между частями и сумма частей, а отыскиваются самыя части. Однако есть существенная разница между этими задачами. Въ первой задачѣ отношенія:

$$2 : 3, \qquad 3 : 5 \qquad \text{и} \qquad 5 : 6$$

таковы, что послѣдующій членъ перваго отношенія равенъ предыдущему члену второго, а послѣдующій членъ второго отношенія равенъ предыдущему члену третьяго. Вслѣдствіе этого можно сказать, что въ первой задачѣ требуется 125 раздѣлить на 4 части пропорціонально числамъ 2 : 3 : 5 : 6. Значитъ, эта задача ничѣмъ не отличается отъ задачи 1-й.

Во второй задачѣ отношенія между частями

$$2 : 3, \qquad 4 : 5 \qquad \text{и} \qquad 6 : 11$$

таковы, что послѣдующій членъ одного отношенія *не* равенъ предыдущему члену слѣдующаго отношенія.

Однако этотъ случай легко привести къ первому; укажемъ для этого два способа.

Способъ 1-й. Обозначивъ искомыя части буквами x_1, x_2, x_3 и x_4, можемъ написать слѣдующія три пропорціи:

$$\begin{aligned} x_1 : x_2 &= 2 : \ \ 3 \\ x_2 : x_3 &= 4 : \ \ 5 \\ x_3 : x_4 &= 6 : 11 \end{aligned}$$

Изъ первой пропорціи видимъ, что если x_1 разобьемъ на 2 равныя доли, то такихъ долей въ x_2 должно быть 3. Узнаемъ теперь, сколько такихъ же долей должно содержаться въ x_3 и въ x_4. Изъ второй пропорціи видимъ, что x_3 составляетъ $^5/_4\ x_2$; но въ x_2 заключаются 3 равныя доли; значитъ, въ x_3 такихъ долей будетъ $3 \times {}^5/_4$, т.-е. $^{15}/_4$. Изъ третьей пропорціи видимъ, что x_4 составляетъ $^{11}/_6\ x_3$; но въ x_3 заключается равныхъ долей $^{15}/_4$; значитъ, въ x_4 такихъ долей будетъ $^{15}/_4 \times {}^{11}/_6$, т.-е.

$^{55}/_8$. Итакъ, въ x_4 содержится $^{55}/_8$ такихъ равныхъ долей, какихъ въ x_3 содержится $^{15}/_4$, въ x_2 сод. 3, а въ x_1 сод. 2. Значитъ, для рѣшенія задачи достаточно число 125 раздѣлить на 4 части пропорціонально числамъ:

$$2 : 3 : \frac{15}{4} : \frac{55}{8}$$

или, умножая всѣхъ ихъ на 8:

$$16 : 24 : 30 : 55$$

Такимъ образомъ задача приводится къ задачѣ 1-й.

Способъ 2-й.
$$\begin{array}{rr|l|l}
x_1 : x_2 = 2 : & 3 & 4\ .\ 6 & = 48 : 72 \\
x_2 : x_3 = 4 : & 5 & 3\ .\ 6 & = 72 : 90 \\
x_3 : x_4 = 6 : & 11 & 5\ .\ 3 & = 90 : 165 \\
x_1 : x_2 : x_3 : x_4 : & \multicolumn{3}{l}{= 48 : 72 : 90 : 165}
\end{array}$$

Чтобы уравнять 2-й членъ 1-го отношенія съ 1-мъ членомъ 2-го отношенія, умножимъ оба члена 1-го отношенія на 4, а второго на 3 (эти числа выписаны направо отъ отношеній, за чертою). Чтобы уравнять 2-й членъ 2-го отношенія съ 1-мъ членомъ 3-го отношенія, умножимъ оба члена 2-го отношенія на 6, а третьяго на 5. Оба члена 1-го отношенія умножимъ также на 6, а 3-го на 3 (всѣ эти множители выписаны за чертой). После умноженія получимъ такія отношенія, которыя можно выписать въ одинъ рядъ, и, слѣдовательно, задача приводится къ 1-й.

Замѣчаніе. Если бы члены данныхъ отношеній были выражены дробными числами, то полезно эти отношенія предварительно замѣнить отношеніями цѣлыхъ чиселъ.

VII. Задачи на смѣшеніе и сплавы.

255. Смѣшеніе 1-го рода. Задача. Смѣшано три сорта муки: 15 фунт. по 8 коп., 20 фунт. по 7 коп. и 25 фунт. по 4 коп. за фунтъ. Что стоитъ фунтъ смѣси?

Узнаемъ сначала, что стоятъ всѣ фунты 1-го сорта, всѣ фунты 2-го сорта и всѣ фунты 3-го сорта; потомъ—

что стоитъ вся смѣсь; затѣмъ—сколько фунтовъ во всей смѣси, наконецъ—цѣну одного фунта смѣси:

15 ф. по 8 коп.	стоятъ	8.15 = 120	коп.
20 ф. по 7 коп.	„	7.20 = 140	„
25 ф. по 4 коп.	„	4.25 = 100	„
Вся смѣсь стоитъ.....		360	„

Всѣхъ фунтовъ въ смѣси: 15+20+25=60.

Цѣна одного фунта смѣси: 360: 60=6 коп.

Подобнымъ образомъ рѣшаются такія задачи, въ которыхъ даны цѣна и количество каждаго сорта смѣшиваемыхъ веществъ, а отыскивается цѣна единицы смѣси. Такія задачи называются задачами на смѣшеніе 1-го рода.

256. Смѣшеніе 2-го рода. Задача. Изъ двухъ сортовъ чаю составлено 32 фунта смѣси; фунтъ перваго сорта стоитъ 3 руб., фунтъ второго сорта—2 руб. 40 коп. Сколько фунтовъ взято отъ того и другого сорта, если фунтъ смѣшаннаго чаю стоитъ 2 р. 85 к. (безъ прибыли и убытка)?

Способъ 1-й. Продавая дорогой сортъ по 2 р. 85 к., продавецъ будетъ получать убытка на каждомъ фунтѣ 15 коп. (3 р.—2 р. 85 к.); продавая дешевый сортъ по 2 р. 85 к., продавецъ будетъ получать прибыли на каждомъ фунтѣ 45 к. (285—240). Если бы убытокъ отъ фунта дорогого сорта былъ равенъ прибыли отъ фунта дешеваго сорта, тогда, чтобы убытокъ покрылся прибылью, надо было бы взять дорогого сорта столько же, сколько и дешеваго. Но въ нашей задачѣ убытокъ отъ фунта дорогого сорта меньше прибыли отъ фунта дешеваго сорта; изъ этого надо заключить, что, для покрытія убытка прибылью, дорогого сорта должно взять болѣе, чѣмъ дешеваго, и во столько разъ, во сколько разъ 45 больше 15. Значитъ, 32 фунта надо раздѣлить на двѣ части пропорціонально 45 : 15 (или

3 : 1); первая часть покажетъ, сколько фунтовъ должно взять отъ дорогого сорта, а вторая—сколько фунтовъ должно взять отъ дешеваго сорта. Обозначивъ число фунтовъ дорогого сорта черезъ x_1, а число фунтовъ дешеваго сорта черезъ x_2, будемъ имѣть, по правилу пропорціональнаго дѣленія:

$$x_1 = \frac{32}{3+1} \cdot 3 = 8.3 = 24;\ x_2 = 8.1 = 8$$

Итакъ, для того, чтобы при смѣшеніи не имѣть ни прибыли, ни убытка, **количества двухъ смѣшиваемыхъ сортовъ должны быть обратно пропорціональны числамъ, показывающимъ прибыль или убытокъ на единицѣ каждаго сорта.**

Способъ 2-й. Предположимъ, что всѣ 32 фунта взяты отъ какого-нибудь одного сорта, напр., отъ 1-го. Тогда смѣсь будетъ стоить дороже, чѣмъ требуется, потому что составлена только изъ дорогого сорта. Узнаемъ, на сколько дороже. Одинъ фунтъ 1-го сорта дороже фунта требуемой смѣси на 15 коп. (потому что 3 руб. больше 2 р. 85 к. на 15 коп.); значитъ, 32 фунта 1-го сорта будутъ стоить дороже 32 фун. требуемой смѣси на 15×32, т.-е. на 480 коп. Чтобы понизить стоимость смѣси, надо нѣсколько фунтовъ дорогого сорта замѣнить столькими же фунтами болѣе дешеваго сорта. Если одинъ фунтъ 1-го сорта замѣнимъ фунтомъ 2-го сорта, то стоимость смѣси понизится на 60 коп. (3 р.—2 р. 40 к.=60 к.); значитъ, чтобы понизить стоимость смѣси на 480 к., надо замѣнить столько фунтовъ 1-го сорта вторымъ сортомъ, сколько разъ 60 к. содержится въ 480 к., т.-е. 8 фунтовъ (480 : 60=8). Если 8 фунтовъ 1-го сорта замѣнимъ вторымъ сортомъ, то перваго сорта останется 32—8, т.-е. 24 фунта. Итакъ, для составленія смѣси надо взять 24 ф. 1-го сорта и 8 ф. 2-го сорта.

Задачи, въ которыхъ дана цѣна единицы каждаго смѣшиваемаго вещества, цѣна единицы смѣси и количество смѣси, а отыскивается количество смѣшиваемыхъ веществъ, называются задачами на смѣшеніе 2-го рода.

Вмѣсто цѣны единицы смѣси можетъ быть дана стоимость всей смѣси; но это обстоятельство не можетъ измѣнить пріема рѣшенія, потому что, зная количество смѣси и ея стоимость, легко опредѣлимъ (дѣленіемъ) цѣну одной единицы смѣси.

Замѣтимъ, что задачи на смѣшеніе 2-го рода возможны только тогда, когда цѣна единицы смѣси заключается между цѣною единицы 1-го рода и цѣною единицы 2-го рода. Напр., было бы невозможно составить смѣсь чаю, безъ прибыли и убытка, цѣною по 3 руб. 20 к. за фунтъ изъ двухъ сортовъ чаю, цѣною по 3 руб. и по 2 руб. 40 к. за фунтъ.

257. Неопредѣленныя задачи на смѣшеніе. Если въ задачахъ на смѣшеніе 2-го рода дано для смѣшенія **болѣе двухъ сортовъ** веществъ, то задача становится неопредѣленною, т.-е. такая задача допускаетъ безчисленное множество рѣшеній. Это станетъ понятнымъ изъ слѣдующаго примѣра: составить смѣсь вина въ 40 ведеръ, цѣною по 5 руб. 50 коп. за ведро, изъ трехъ сортовъ вина: по 6 руб., по 5 руб. и по 4 р. 80 к. за ведро. Цѣна одного ведра смѣси заключается, какъ видно, между цѣною ведра 1-го сорта и цѣною ведра 2-го сорта; съ другой стороны она заключается между цѣною ведра 1-го сорта и цѣною ведра 3-го сорта. Поэтому мы можемъ составить требуемую смѣсь, смѣшивая вино 1-го сорта со вторымъ или вино 1-го сорта съ третьимъ. Допустимъ, что мы какую-нибудь часть 40 ведеръ составили смѣшеніемъ первыхъ двухъ сортовъ, а оставшуюся часть 40 ведеръ составили смѣшеніемъ 1-го и 3-го сортовъ; смѣшавъ обѣ эти смѣси, получимъ требуемую смѣсь. Итакъ, вотъ пріемъ для рѣшенія предложенной задачи: надо разбить 40 ведеръ на какія-нибудь двѣ части, и одну изъ этихъ частей составить смѣщеніе 1-го сорта со 2-мъ, а другую—смѣшеніемъ 1-го сорта съ 3-мъ. Такъ какъ дѣлить на двѣ части 40 ведеръ мы можемъ безчисленнымъ множествомъ способовъ, то очевидно, что предложенная задача неопредѣленная.

258. Задачи на смѣщеніе жидкостей. Если говорятъ: „вино въ 48 градусовъ“, то это надо понимать такъ, что въ каждыхъ 100 объемныхъ частяхъ этого вина содержится 48 частей чистаго спирта, а остальныя 52 части составляетъ вода; значитъ, **число граду-**

совъ означаетъ процентное объемное содержаніе чистаго спирта; иначе сказать, оно означаетъ, сколько **сотыхъ долей объема** смѣси приходится на чистый спиртъ. Задачи на смѣшеніе такихъ жидкостей, которыхъ качество выражается числомъ градусовъ, можно подраздѣлить тоже на 2 рода, подобно задачамъ, разсмотрѣннымъ выше. Приведемъ примѣры.

Задача 1. 30 ведеръ вина въ 48 градусовъ смѣшано съ 24 ведрами вина въ 36 градусовъ. Сколько градусовъ въ смѣси?

Въ каждомъ ведрѣ 1-го сорта заключается 48 сотыхъ ведра чистаго спирта. Значитъ, въ 30 ведрахъ 1-го сорта чистаго спирта содержится 48×30, т.-е. 1440 сотыхъ ведра. Въ 24 ведрахъ 2-го сорта чистаго спирта заключается 36×24, т.-е. 864 сотыхъ ведра. Во всей смѣси чистаго спирта будетъ $1440 + 864$, т.-е. 2304 сотыхъ ведра. Такъ какъ всѣхъ ведеръ вина въ смѣси $30 + 24$, т.-е. 54 ведра, то въ каждомъ ведрѣ смѣси чистаго спирта будетъ $2304 : 54$, т.-е. $42^2/_3$ сотыхъ ведра. Значитъ, смѣсь окажется въ $42^2/_3$ градуса.

Задача 2. Желаютъ составить смѣсь изъ вина двухъ сортовъ: въ 48 град. и 36 град. Сколько надо взять того и другого, чтобы составить 10 ведеръ вина въ 45 град.?

Такъ какъ ведро 1-го сорта содержитъ спирта на 3 сотыхъ ведра болѣе, а ведро 2-го сорта на 9 сотыхъ менѣе, чѣмъ требуется, то 1-го сорта должно взять болѣе, чѣмъ 2-го, во столько разъ, во сколько 9 болѣе 3. Значитъ, 10 ведеръ надо раздѣлить на 2 части пропорціонально числамъ $9:3$ или $3:1$. 1-го сорта надо взять: $\frac{10}{3+1} \cdot 3 = 7\frac{1}{2}$; 2-го сорта: $\frac{10}{3+1} \cdot 1 = 2\frac{1}{2}$.

259. Задачи на сплавы металловъ. Золото и серебро, по причинѣ своей мягкости, не употребляются на издѣлія въ чистомъ видѣ, но сплавляются съ какими-либо другими болѣе твердыми металлами (чаще всего съ мѣдью). Сплавленные съ золотомъ или серебромъ посторонніе металлы называются **лигатурой**. Количество чистаго золота или чистаго серебра выражается **пробой**. У насъ чаще всего принято, что **проба означаетъ, сколько вѣсовыхъ частей чистаго металла содержится въ 96 вѣсовыхъ частяхъ сплава.**

Напр., золото 56-й пробы есть такой сплавъ, въ которомъ на 96 вѣсовыхъ частей приходится 56 частей чистаго золота, а остальныя части—лигатура. Такъ какъ въ фунтѣ 96 золотниковъ, а въ золотникѣ 96 долей, то можно сказать, что проба означаетъ, сколько золотниковъ чистаго металла содержится въ фунтѣ сплава, или сколько долей — въ одномъ золотникѣ.

Задачи на сплавы металловъ, которыхъ качество выражается пробой, можно подраздѣлить на 2 рода, подобно задачамъ на смѣшеніе, разсмотрѣннымъ выше. Приведемъ примѣры.

Задача 1. 25 фун. серебра 84-й пробы сплавлены въ $12^1/_2$ фун. серебра 72-й пробы. Какой пробы сплавъ?

Въ каждомъ фунтѣ 1-го сорта заключается 84 золот. чистаго серебра. Въ 25 фунтахъ того же сорта содержится 84×25, т.-е. 2100 зол чистаго серебра. Въ $12^1/_2$ фунтахъ 2-го сорта чистаго серебра заключается $72 \times 12^1/_2$, т.-е. 900 зол. Значитъ, во всемъ сплавѣ чистаго серебра будетъ $2100 + 900$, т.-е. 3000 зол. Такъ какъ всѣхъ фунтовъ въ сплавѣ $25 + 12^1/_2$, т.-е. $37^1/_2$, то въ каждомъ фунтѣ сплава чистаго серебра будетъ $3000 : 37^1/_2$, т.-е. 80 золотниковъ. Слѣд., сплавъ окажется 80 й пробы.

Задача 2. Сколько нужно взять золота 91-й и $87^1/_2$ пробы, чтобы составить слитокъ въ 2 фунта 8 золотниковъ 88,9 пробы?

Такъ какъ 1 золотникъ 1-го сорта содержитъ чистаго золота болѣе, чѣмъ требуется, на 2,1 доли, а 1 золотникъ 2-го сорта содержитъ менѣе на 1,4 доли, то 1-го сорта надо взять меньше 2-го въ отношеніи 1,4 : 2,1. Значитъ, 200 золотниковъ надо раздѣлить на 2 части пропорціонально 1,4 : 2,1, или 14 : 21, или 2 : 3.

ПРИЛОЖЕНІЕ.

Приближенныя вычисленія.

1. Иногда случается, что, производя какое-либо дѣйствіе надъ десятичными числами, мы не интересуемся точнымъ результатомъ этого дѣйствія, а желаемъ получить только нѣсколько первыхъ его десятичныхъ знаковъ; въ такомъ случаѣ вмѣсто данныхъ чиселъ можемъ брать другія, выраженныя меньшимъ числомъ цыфръ, и производить дѣйствія сокращеннымъ способомъ. Цѣль этой главы — указать сокращенные способы сложенія, вычитанія, умноженія и дѣленія десятичныхъ чиселъ.

2. Опредѣленіе. Если, желая получить приближенный результатъ дѣйствія, мы вмѣсто числа A беремъ другое a, то послѣднее наз. приближеніемъ числа A съ недостаткомъ если $a < A$, и съ избыткомъ, если $a > A$. Число A, по отношенію къ своему приближенію, наз. тогда точнымъ числомъ.

Погрѣшностью приближенія наз. разность между этимъ приближеніемъ и точнымъ числомъ *). Такъ, погрѣшность чиселъ 52 и 56, разсматриваемыхъ, какъ приближенія числа 54, есть 2.

Часто случается, что точная величина погрѣшности остается неизвѣстной, а извѣстно только, что она меньше дроби $^1/_n$; тогда говорятъ, что это приближеніе точно *до* $^1/_n$.

3. Когда имѣютъ дѣло съ десятичными числами, то приближенія ихъ обыкновенно берутъ съ точностью до десятичной единицы какого-либо разряда: до $^1/_{10}$, до $^1/_{100}$, и т. д.

---

*) Такая погрѣшность наз. **абсолютной** въ отличіе отъ **относительной** погрѣшности, подъ которою разумѣютъ отношеніе абсолютной погрѣшности къ точному числу.

и даже съ точностью до $^1/_2$ десят. единицы. Такія приближенія легко находятся по слѣдующимъ правиламъ:

1) Чтобы получить приближеніе съ недостаткомъ даннаго десятичнаго числа (съ конечнымъ или безконечнымъ числомъ десятичныхъ знаковъ) съ точностью до одной десятичной единицы какого-либо разряда, достаточно отбросить въ числѣ всѣ цыфры, стоящія вправо отъ той, которая выражаетъ единицы этого разряда.

Такъ, приближеніе съ недостаткомъ числа 3,14159265... съ точностью до $^1/_{100}$ есть 3,14, потому что во-1) послѣднее число меньше даннаго, и во-2) погрѣшность, равная 0,159265... сотой, меньше 0,99999... сотой, т.-е. меньше 1 сотой.

Если желаемъ получить приближеніе съ точностью до одной цѣлой единицы какого-либо разряда (до 1, до 10, до 100 и т. п.), то, отбросивъ всѣ цыфры, стоящія вправо отъ той, которая выражаетъ единицы этого разряда, мы должны замѣнить нулями тѣ изъ отброшенныхъ цыфръ, которыя выражаютъ цѣлыя единицы, десятки, сотни и т. п. Такъ, приближеніе числа 5835,2173... съ точностью до одной сотни есть 5800.

2) Чтобы получить приближеніе съ избыткомъ даннаго десятичнаго числа съ точностью до одной десятичной единицы какого-либо разряда, достаточно, отбросивъ въ числѣ всѣ цыфры, стоящія вправо отъ той, которая выражаетъ единицы этого разряда, увеличить на 1 послѣднюю изъ удержанныхъ цыфръ.

Такъ, приближеніе съ избыткомъ числа 3,14159265.. съ точностью до 0,001 есть 3,142, потому что во-1) послѣднее число больше даннаго и во-2) погрѣшность его меньше 0,001.

3) Чтобы получить приближенiе даннаго десятичнаго числа съ точностью до $^1/_2$ десятичной единицы какого-либо разряда, достаточно, поступивъ такъ, какъ было выше сказано въ правилѣ 1-мъ, увеличить на 1 послѣднюю изъ удержанныхъ цыфръ, если первая изъ отброшенныхъ цыфръ есть 5 или больше 5-ти, а въ противномъ случаѣ оставить ее безъ измѣненiя.

Такъ, приближенiе (съ нед.) числа 3,141592... съ точностью до $^1/_2$ сотой есть 3,14, такъ какъ погрѣшность менѣе 0,5 сотой; приближенiе того же числа (съ изб.) съ точностью до $^1/_2$ тысячной есть 3,142, такъ какъ погрѣшность, равная 1—0, 592... тысячной, очевидно, меньше 0,5 тысячной.

4. Нѣкоторыя теоремы о погрѣшностяхъ. Замѣтимъ, что если a есть приближенiе числа A, причемъ погрѣшность равна α, то $A=a+\alpha$, если приближенiе взято съ недостаткомъ, и $A=a-\alpha$, если оно взято съ избыткомъ.

I. Если всѣ слагаемыя взяты съ недостаткомъ или всѣ съ избыткомъ, то погрѣшность суммы равна суммѣ погрѣшностей слагаемыхъ.

Такъ, если A, B и C суть точныя числа, а a, b и c ихъ приближенiя, всѣ съ недостаткомъ или всѣ съ избыткомъ, причемъ соотвѣтствующiя погрѣшности будутъ α, β и γ, то,

$$A=a\pm\alpha, \qquad B=b\pm\beta, \qquad C=c\pm\gamma.$$

С. д., $$A+B+C=(a+b+c)\pm(\alpha+\beta+\gamma).$$

Отсюда видно, что суммы $A+B+C$ и $a+b+c$ разнятся между собою на $\alpha+\beta+\gamma$.

Если нѣкоторыя слагаемыя взяты съ недостаткомъ, а другiя съ избыткомъ, то погрѣшность суммы, очевидно, менѣе суммы погрѣшностей слагаемыхъ.

II. **Если уменьшаемое и вычитаемое взяты оба съ недостаткомъ или оба съ избыткомъ, то погрѣшность разности равна разности погрѣшностей уменьшаемаго и вычитаемаго.**

Такъ, если $A=a\pm\alpha$ и $B=b\pm\beta$, то

$$A-B=a\pm\alpha-b\mp\beta=(a-b)\pm\alpha\mp\beta.$$

Отсюда видно, что разности $A-B$ и $a-b$ разнятся между собою на $\alpha-\beta$ или на $\beta-\alpha$ (если $\beta<\alpha$).

Замѣтимъ, что въ этомъ случаѣ остается неизвѣстнымъ, будетъ ли приближенная разность съ недостаткомъ, или съ избыткомъ.

Когда одно изъ приближеній взято съ недостаткомъ, а другое съ избыткомъ, то погрѣшность разности равна суммѣ погрѣшностей данныхъ чиселъ; значитъ, въ случаѣ, **когда характеръ приближеній неизвѣстенъ, можно только утверждать, что погрѣшность разности не болѣе суммы погрѣшностей данныхъ чиселъ.**

III. **Если одинъ изъ двухъ сомножителей есть число точное, а другой приближенное, то погрѣшность произведенія равна произведенію погрѣшности приближеннаго сомножителя на точнаго сомножителя.**

Такъ, если $A=a\pm\alpha$, то $Am=am\pm\alpha m$; откуда видно, что Am и am разнятся между собою на αm.

Произведеніе окажется съ недостаткомъ, если приближенный сомножитель взять съ недостаткомъ, и съ избыткомъ въ противномъ случаѣ.

IV. **Если дѣлитель есть число точное, а дѣлимое приближенное, то погрѣшность частнаго равна частному отъ дѣленія погрѣшности дѣлимаго на дѣлителя.**

Такъ, если $A = a \pm \alpha$, то $\frac{A}{m} = \frac{a}{m} \pm \frac{\alpha}{m}$; откуда видно, что частныя $\frac{A}{m}$ и $\frac{a}{m}$ разнятся между собою на $\frac{\alpha}{m}$.

Частное окажется съ недостаткомъ, если дѣлимое взято съ недостаткомъ, и съ избыткомъ въ противномъ случаѣ.

Приближенное сложеніе.

5. Правило. Чтобы получить сумму нѣсколькихъ десятичныхъ чиселъ съ точностью до одной единицы даннаго разряда, достаточно, когда слагаемыхъ не болѣе 11, въ каждомъ изъ нихъ отбросить всѣ цыфры, слѣдующія за тѣмъ разрядомъ, единицы котораго въ 10 разъ менѣе единицы даннаго разряда, сложить полученныя приближенія, отбросить послѣднюю цыфру результата и увеличить на 1 предпослѣднюю его цыфру.

$$\begin{array}{l}
\ \ 3{,}141\cancel{59}. \\
\ \ 9{,}869\cancel{6}.. \\
\ \ 3{,}183... \\
34{,}557\cancel{512} \\
13{,}011... \\
\underline{31{,}773\cancel{6}\quad\ } \\
95{,}53\cancel{4} \\
95{,}54.
\end{array}$$

Такъ, поступая по этому правилу въ данномъ примѣрѣ, получимъ приближенную сумму 95,54 съ точностью до 0,01.

Объясненіе. Отбрасывая десятичные знаки, начиная съ 4-го, мы дѣлаемъ въ каждомъ слагаемомъ погрѣшность меньшую 0,001, и беремъ приближенія всѣ съ недостаткомъ. Въ такомъ случаѣ погрѣшность приближенной суммы 95,534, равная суммѣ погрѣшностей слагаемыхъ, будетъ менѣе 11-ти тысячныхъ, если слагаемыхъ не болѣе 11-ти. Отбросивъ въ результатѣ послѣднюю цыфру, мы еще уменьшаемъ сумму, но не болѣе, какъ на 9 тысячныхъ; значитъ, наибольшая погрѣшность числа 95,53 менѣе 11 + 9 тысячныхъ, т.-е. менѣе 20 тыс. или 2 сотыхъ. Увеличивъ цыфру сотыхъ на 1, мы увеличиваемъ сумму на 1 сотую; значитъ, на столько же уменьшаемъ погрѣшность; вслѣдствіе этого, погрѣшность числа 95,54 менѣе 2 — 1 сотой, т.-е. менѣе 1 сотой.

Когда слагаемыхъ болѣе 11, но менѣе 102, то въ каждомъ изъ нихъ должно отбросить всѣ десятичные знаки, слѣдующіе за тѣмъ разрядомъ, единицы котораго въ 100 разъ меньше единицы даннаго разряда.

Приближенное вычитаніе.

6. Правило. Чтобы получить разность двухъ десятичныхъ чиселъ съ точностью до одной единицы даннаго разряда, достаточно отбросить въ данныхъ числахъ всѣ цыфры, слѣдующія за единицами этого разряда, и найти разность полученныхъ приближеній.

$$\begin{array}{r} 5{,}084\ldots \\ -\;2{,}773\ldots \\ \hline 2{,}311 \end{array}$$

Напр., поступая по этому правилу въ данномъ примѣрѣ, получимъ приближенную разность 2,311 съ точностью до 0,001.

Объясненіе. Отбрасывая всѣ десятичные знаки, начиная съ 4-го, мы дѣлаемъ въ каждомъ числѣ погрѣшность, меньшую 0,001, и беремъ приближенія оба съ недостаткомъ. Въ такомъ случаѣ погрѣшность разности, равная разности погрѣшностей уменьшаемаго и вычитаемаго, очевидно, меньше 0,001.

7. Правила приближеннаго сложенія и вычитанія позволяютъ рѣшить слѣдующій важный въ практическомъ отношеніи вопросъ:

Найти сумму или разность данныхъ приближенныхъ десятичныхъ чиселъ съ возможно большею точностью и опредѣлить предѣлъ погрѣшности.

Пусть, напр., даны числа: 7,358..., 0,0274., и 3,56.., изъ которыхъ первое точно до $^1/_{1000}$, второе до $^1/_{10000}$ и третье до $^1/_{100}$; требуется найти ихъ сумму съ наибольшею точностью. Примѣняя правило сокращеннаго сложенія, мы легко замѣтимъ, что сумма можетъ быть найдена только съ точностью до $^1/_{10}$ и потому, производя сложеніе, безполезно брать въ данныхъ числахъ (первомъ и второмъ) цыфры, стоящія направо отъ цыфры сотыхъ.

Пусть еще требуется найти съ возможно большею точностью разность чиселъ: 3,1415.. и 2,034.., изъ которыхъ первое точно до $^1/_{10000}$, а второе до $^1/_{1000}$, и оба числа взяты съ недостаткомъ. Примѣняя правило приближеннаго вычитанія, замѣтимъ, что разность можетъ быть найдена только до $^1/_{1000}$ (и потому въ первомъ числѣ безполезно брать цыфру 5).

Приближенное умноженіе.

8. Правило. Чтобы получить произведеніе двухъ десятичныхъ чиселъ съ точностью до одной единицы даннаго разряда, подписываютъ подъ множимымъ цыфры множителя въ обратномъ порядкѣ (справа налѣво) такъ, чтобы цыфра его простыхъ единицъ стояла подъ тою цыфрою множимаго, которая выражаетъ единицы, въ 100 разъ меньшія единицы даннаго разряда. Затѣмъ умножаютъ множимое на каждую значащую цыфру множителя, не обращая при этомъ вниманія на цыфры множимаго, стоящія вправо отъ той цыфры множителя, на которую умножаютъ. Всѣ эти частныя произведенія подписываютъ одно подъ другимъ такъ, чтобы первыя справа ихъ цыфры стояли въ одномъ вертикальномъ столбцѣ, послѣ чего ихъ складываютъ. Въ суммѣ отбрасываютъ двѣ цыфры справа и увеличиваютъ на 1 послѣднюю изъ оставшихся цыфръ. Наконецъ, въ получившемся такимъ образомъ числѣ ставятъ запятую такъ, чтобы послѣдняя его справа цыфра выражала единицы даннаго разряда.

Правило это требуетъ измѣненія въ случаяхъ, о которыхъ будетъ сказано ниже.

Прим. Найти произ. 314,159265358... $\times$ 74, 632543926 съ точностью до 0,001.

314,159265358...
62934 523647

2199 114855	погрѣшность	<7	стотыс.
125 663704	„	<4	„
18 849552	„	<6	„
942477	„	<3	„
62830	„	<2	„
15705	„	<5	„
1256	„	<4	„
93	„	<3	„
27	„	<9	„
23446,50499			
23446,505			

Поступая по данному правилу, найдемъ приближенное произведеніе 23446,505, точное до 0,001 съ (недостаткомъ или избыткомъ).

Объясненіе. Во-1) объяснимъ, что всѣ частныя произведенія выражаютъ единицы одного и того же разряда, именно во 100 разъ меньшія единицы даннаго разряда (въ нашемъ примѣрѣ—стотысячныя доли). Дѣйствительно, умножая на первую цыфру 7 число 314159265, мы умножаемъ милліонныя доли на десятки; значитъ, получаемъ въ произведеніи стотысячныя доли. Далѣе, умножая на 4 число 31415926, мы умножаемъ стотысячныя доли на простыя единицы; значитъ, получаемъ снова въ произведеніи стотысячныя доли, и т. д.

Изъ этого слѣдуетъ, что сумма 2344650499 выражаетъ стотысячныя доли, т.-е. она есть число 23446,50499.

Во 2) объяснимъ, что погрѣшность въ окончательномъ результатѣ менѣе 0,001.

Дѣйствительно, такъ какъ часть множимаго, написанная направо отъ цыфры 7 множителя, меньше 1 милліонной, то, пренебрегая произведеніемъ этой части на 70, мы уменьшаемъ результатъ на число, меньшее 7 стотысячныхъ. Далѣе, такъ какъ часть множимаго, написанная направо отъ цыфры 4 множителя, меньше 1 стотысячной, то, пренебрегая произведеніемъ этой части на 4 простыя единицы, мы уменьшаемъ результатъ на число, меньшее 4 стотысячныхъ. Разсуждая подобнымъ образомъ относительно всѣхъ прочихъ цыфръ множителя, на которыя приходится умножать, замѣтимъ, что мы уменьшимъ результатъ на число, меньшее $7+4+$ $+6+3+2+5+4+3+9$ стотысячныхъ. Наконецъ, такъ какъ множимое меньше 1 тысячи, а часть множителя, написанная влѣво отъ множимаго (на которую, слѣд., не приходится умножать вовсе) меньше $2+1$ стомилліонныхъ, то, пренебрегая произведеніемъ множимаго на эту часть множителя, мы еще уменьшаемъ результатъ на число, меньшее $2+1$ стотысячныхъ. Слѣдовательно, беря вмѣсто точнаго произведенія число 23446,50499, мы уменьшаемъ первое на число, меньшее $(7+4+6+3+2+5+4+3+9)+2+1$ стотысячныхъ, т.-е. вообще меньше 101 стотысячной, если только сумма цыфръ множителя, на которыя приходится умножать, увеличенная на первую изъ отбрасываемыхъ его цыфръ, не превосходитъ 100 (что въ большинствѣ случаевъ и бываетъ *). Кромѣ того, отбрасывая двѣ послѣднія цыфры результата, мы снова уменьшаемъ произведеніе на число, не превосходящее 99 стотысячныхъ. Поэтому все уменьшеніе будетъ менѣе 101+99 стотысячныхъ, т.-е. менѣе 2 тысячныхъ; если же последнюю цыфру увеличимъ на 1, т.-е. на 1 тысячную, то результатъ 23446,505 разнится отъ точнаго произведенія менѣе, чѣмъ на 2—1 тысячной, т.-е. менѣе 1-й тысячной (причемъ остается неизвѣстнымъ, будетъ ли онъ съ избыткомъ или съ недостаткомъ).

Изъ этого объясненія слѣдуетъ, что данное правило (извѣстное подъ названіемъ правила **Утрехта**) можетъ быть примѣняемо безъ всякаго измѣненія только тогда, когда сумма цыфръ множителя, на которыя приходится умножать, увеличенная на первую изъ его отбрасываемыхъ цыфръ, не превышаетъ 100. Когда эта сумма заключается между 100 и 1001, то въ правилѣ надо сдѣлать два измѣненія: 1) цыфру простыхъ единицъ подписывать подъ тою цыфрою множимаго, которая выражаетъ единицы, въ 1000 разъ меньшія единицы даннаго разряда, и 2) въ результатѣ, вмѣсто двухъ, отбросить три послѣднія справа цыфры.

Когда же эта сумма не превышаетъ 10, то достаточно написать цыфру простыхъ единицъ множителя подъ тою цыфрою множимаго, которая выражаетъ единицы, въ 10 разъ меньшія единицъ даннаго разряда, и въ результатѣ отбросить одну цыфру справа:

Замѣчаніе. Увеличивать на 1 послѣднюю изъ удержанныхъ цыфръ произведенія не всегда необходимо. Это нужно было сдѣлать въ разсмотрѣнномъ примѣрѣ, потому что тамъ погрѣшность произведенія (до увеличенія на 1 послѣдней цыфры его) менѣе суммы

$$(7+4+6+3+2+5+4+3+9)+2+1+99 \text{ стотыс.},$$

*) Это всегда имѣетъ мѣсто, если число частныхъ произведеній не превосходитъ 10.

которая заключается между 100 и 200 стотысячныхъ. Но если бы отбрасываемыя 2 цыфры были не 99, а, напр., 25, то погрѣшность произведенія оказалась бы меньше суммы

$$(7+4+6+3+2+5+4+3+9)+2+1+25 \text{ стотыс.},$$

т.-е. меньше 71 стотыс., что въ свою очередь меньше 100 стотыс., т.-е. меньше 1 тысячной. Значитъ, тогда не нужно было бы увеличивать послѣднюю цыфру на 1. Въ этомъ случаѣ произведеніе было бы съ недостаткомъ.

9. Сколько десятичныхъ знаковъ должно взять въ данныхъ сомножителяхъ, чтобы получить произведеніе съ требуемою точностью. Въ примѣненіи правила Утрехта мы не обращаемъ никакого вниманія на тѣ цыфры множимаго, которыя стоятъ вправо отъ множителя, и на тѣ цыфры множителя, которыя стоятъ влѣво отъ множимаго; и тѣ и другія мы можемъ совсѣмъ отбросить. Такимъ образомъ, во множимомъ и во множителѣ нужныхъ цыфръ должно быть одно и то же число; не трудно заранѣе опредѣлить, сколько ихъ должно быть, чтобы произведеніе было съ заданною точностью. Разъяснимъ это на примѣрѣ.

Пусть требуется вычислить до $^1/_{100}$ произведеніе

$$1000\,\pi\,(\sqrt{5}-1)$$

гдѣ π есть отношеніе окружности къ діаметру, равное 3, 1415926535... Обращая вниманіе на послѣднее умноженіе, разсуждаемъ такъ: искомое произведеніе должно быть вычислено до 1 сотой; значитъ, цыфра простыхъ единицъ множителя (т.-е. $\sqrt{5}-1$) должна стоять подъ 4-мъ десятичнымъ знакомъ множимаго; съ другой стороны, во множителѣ ($\sqrt{5}-1$) нѣтъ разрядовъ выше простыхъ единицъ; изъ этого заключаемъ, что больше 4-хъ десят. знаковъ во множимомъ, т.-е. въ 1000 π безполезно вычислять. Значитъ, 1000 π надо взять равнымъ 3141,5926; слѣд., и во множителѣ, т.-е. въ $\sqrt{5}-1$, надо вычислить 8 цыфръ. Извлеченіемъ находимъ, что $\sqrt{5}=2{,}2360679$ и слѣд. $\sqrt{5}-1=1{,}2360679$. Дѣйствіе выполняется такъ:

$$
\begin{array}{r}
1000\pi = 3141{,}592\ 6 \\
9760\ 632{,}1 = \sqrt{5}-1 \\
\hline
3141\ 592\ 6 \\
628\ 318\ 4 \\
94\ 247\ 7 \\
18\ 849\ 0 \\
188\ 4 \\
21\ 7 \\
2\ 7 \\
\hline
3883\ 220\ 5 \\
3883{,}22
\end{array}
$$

Пусть еще требуется вычислить π^3 съ точностью до 0,01. Такъ какъ $\pi^3=\pi^2\pi$, и въ цѣлой части числа π только одна цыфра, то π^2 должно вычислить до 4-го десят. знака. Такъ какъ $\pi^2=\pi.\ \pi$, то, для нахожденія этого произведенія до 4-го десят. знака, надо взять число π съ 6-ю десят. знаками. Дѣйствіе расположится такъ:

$$
\begin{array}{r}
\pi = 3{,}141592 \\
2\ 951413 \\
\hline
9\ 424776 \\
314159 \\
125660 \\
3141 \\
1570 \\
279 \\
6 \\
\hline
9\ 869591
\end{array}
\qquad
\begin{array}{r}
9{,}8696 \\
5\ 1413 \\
\hline
29\ 6088 \\
9869 \\
3944 \\
98 \\
45 \\
\hline
31\ 0044 \\
31{,}01 = \pi^3 \text{ (до } 1/_{100})
\end{array}
$$

$\pi^2 = 9{,}8696$

10. Правило Утрехта позволяетъ рѣшить слѣдующій вопросъ: найти произведеніе данныхъ приближенныхъ чиселъ съ возможно большею точностью и опредѣлить предѣлъ погрѣшности. Пусть, напр., даны два числа: 25,34627... и 8,3794..., изъ которыхъ первое точно до 1 стотысячной, а второе—до 1 десятитысячной, и требуется вычислить ихъ произведеніе съ возможно большею точностью. Напишемъ сначала то число, у котораго всѣхъ цыфръ менѣе, т.-е. 8,3794, а подъ нимъ подпишемъ въ обратномъ порядкѣ цыфры другого числа такъ, чтобы цыфра высшаго его разряда приходилась подъ послѣднею цыфрою множимаго:

$$\begin{array}{r} 8{,}37\,94 \\ 726\,43{,}52 \end{array}$$

Теперь видимъ, что цыфра простыхъ единицъ множителя приходится подъ тысячными долями множимаго; слѣд., по правилу Утрехта, произведеніе получится съ точностью до одной единицы, большей тысячной доли во 100 разъ, т.-е. до $^1/_{10}$ (оно будетъ 212,3 съ недостаткомъ).

Приближенное дѣленіе.

11. Лемма. Если дѣлителя, большаго единицы, замѣнимъ его цѣлою частью, то увеличимъ частное на число, меньшее этого частнаго, дѣленнаго на цѣлую часть дѣлителя.

Для доказательства положимъ, что дѣлимое есть M, дѣлитель A и дробная часть дѣлителя α. Тогда цѣлая часть дѣлителя есть $A-\alpha$ и

$$\text{точное частное} = \frac{M}{A}, \quad \text{прибл. частное} = \frac{M}{A-\alpha}$$

$$\text{увеличеніе частнаго} = \frac{M}{A-\alpha} - \frac{M}{A} = \frac{MA - MA + M\alpha}{(A-\alpha)\,A} =$$

$$= \frac{M\alpha}{(A-\alpha)\,A} = \frac{M\alpha}{A} : (A-\alpha)$$

Такъ какъ $\alpha < 1$, то $M\alpha < M$; поэтому

$$\text{увеличенiе частнаго} < \frac{M}{A} : (A - \alpha),$$

т.-е. меньше точнаго частнаго, дѣленнаго на цѣлую часть дѣлителя.

Напр., замѣнивъ дѣлителя 367,28 его цѣлою частью 367, мы сдѣлаемъ ошибку, меньшую $^1/_{367}$ точнаго частнаго.

12. Правило. Чтобы найти частное двухъ десятичныхъ чиселъ съ точностью до одной единицы даннаго разряда, находятъ прежде всего высшiй разрядъ частнаго и затѣмъ число его цыфръ n. Далѣе отдѣляютъ въ дѣлителѣ слѣва наименьшее число цыфръ, какое потребно для того, чтобы выражаемое ими число было не меньше числа n, сопровождаемаго n нулями. Остальныя цыфры дѣлителя отбрасываютъ. Въ дѣлимомъ отдѣляютъ слѣва столько цыфръ, чтобы выражаемое ими число содержало въ себѣ полученнаго дѣлителя менѣе 10 разъ. Остальныя цыфры дѣлимаго отбрасываютъ.

Раздѣливъ это дѣлимое на дѣлителя, находятъ первую цыфру частнаго и затѣмъ первый остатокъ.

Послѣ этого дѣлятъ первый остатокъ на дѣлителя, зачеркнувъ въ послѣднемъ одну цыфру справа; отъ этого получаютъ вторую цыфру частнаго и затѣмъ второй остатокъ.

Второй остатокъ дѣлятъ на дѣлителя, зачеркнувъ въ немъ еще одну цыфру справа; отъ этого находятъ третью цыфру частнаго и третiй остатокъ.

Продолжаютъ такъ дѣйствіе до тѣхъ поръ (зачеркивая въ дѣлителѣ при каждомъ частномъ дѣленіи одну цыфру справа), пока не получатъ всѣхъ n цыфръ частнаго.

Наконецъ, въ полученномъ частномъ ставятъ запятую такъ, чтобы послѣдняя справа цыфра выражала единицы даннаго разряда.

Пусть, напр., требуется найти съ точностью до 0,01 частное:

31415,92653589.....432,6394825...

Такъ какъ дѣлимое больше дѣлителя, умноженнаго на 10, но меньше дѣлителя, умноженнаго на 100, то высшій разрядъ частнаго—десятки. Съ другой стороны, послѣдняя цыфра въ частномъ должна выражать сотыя доли, согласно требованію; изъ этого заключаемъ, что число цыфръ въ частномъ должно быть 4.

Первыя слѣва цыфры дѣлителя, выражающія число, не меньше 40000, будутъ 43263. Остальныя цыфры дѣлителя отбрасываемъ. Дѣлимое, согласно правилу, будетъ 314159. Остальныя цыфры дѣлимаго отбрасываемъ. Тогда дѣйствіе выполнится такъ:

$$\begin{array}{r|l}
314159 & 43263 \\ \cline{2-2}
302841 & 72,61 \\ \cline{1-1}
11318 & \\
8652 & \\ \cline{1-1}
2666 & \\
2592 & \\ \cline{1-1}
74 & \\
43 & \\ \cline{1-1}
31 &
\end{array}$$

Объясненіе. Прежде всего приведемъ вопросъ къ отысканію частнаго съ точностью до цѣлой единицы, причемъ дѣлитель былъ бы число, не меньшее 40000.

Для этого достаточно:

во-1) увеличить дѣлимое во сто разъ, отчего увеличится во столько же разъ частное, а слѣдов. и погрѣшность его;

во-2) перенести въ дѣлимомъ и дѣлителѣ запятую вправо на одно и то же число цыфръ (отчего частное не измѣнится), именно на столько, чтобы дѣлитель сдѣлался не меньшимъ 40000.

Тогда вопросъ приводится къ нахожденію частнаго:

$$314159265,3\ldots : 43263,9\ldots$$

съ точностью до цѣлой единицы.

Замѣнимъ теперь дѣлителя цѣлою его частью; отъ этого, по доказанному, мы увеличимъ частное на число, меньшее этого частнаго, дѣленнаго на цѣлую часть дѣлителя. Но частное, содержа въ цѣлой части 4 цыфры, менѣе 10^4, а цѣлая часть дѣлителя не меньше 40000, вслѣдствіе этого мы увеличимъ частное на число, меньшее $10^4 : 40000$, т.-е. меньшее $^1/_4$. Запомнивъ это, будемъ находить частное

$$314159265,3\ldots : 43263$$

Чтобы найти число единицъ высшаго разряда частнаго, т.-е тысячи, достаточно раздѣлить число тысячъ дѣлимаго на дѣлителя. Это мы и сдѣлали, получивъ въ частномъ цыфру 7. Остатокъ отъ точнаго дѣлимаго будетъ 11318265,3... Этотъ остатокъ должно раздѣлить на 43263, чтобы пополнить приближенное частное, опредѣляемое теперь съ точностью до $^1/_4$. Раздѣливъ оба эти числа на 10, приведемъ вопросъ къ дѣленію 1131826,53... на 4326,3.

Это частное имѣетъ въ цѣлой части только 3 цыфры; значитъ, оно меньше 10^3. Замѣнивъ дѣлителя цѣлою его частью, которая болѣе 4000, мы увеличимъ частное на число, меньшее $10^3 : 4000$, т.-е. меньшее $^1/_4$. Запомнивъ это, будемъ находить частное $1131826,53\ldots : 4326$.

Чтобы найти первую цыфру этого частнаго, т.-е. сотни, достаточно число сотенъ дѣлимаго раздѣлить на дѣлителя. Это мы и сдѣлали, получивъ въ частномъ цыфру 2.

Продолжая эти разсужденія далѣе, увидимъ, что при полученіи каждой цыфры частнаго мы его увеличиваемъ на число, меньшее $^1/_4$. Такъ какъ всѣхъ цыфръ въ частномъ 4, то въ результатѣ мы увеличимъ частное на число, меньшее 1.

Съ другой стороны, не дѣля остатка 31.. на послѣдняго дѣлителя 43, мы уменьшаемъ частное на число, меньшее 1. Значитъ, мы увеличили его на число, меньшее 1, и уменьшили на число, меньшее 1; слѣд., полученный результатъ, во всякомъ случаѣ, точенъ до 1.

Перенеся теперь запятую въ дѣлимомъ на прежнее мѣсто, т.-е. раздѣливъ его на сто, мы будемъ имѣть частное 72,61, съ точностью до $^1/_{100}$.

Замѣчаніе. Приведенное правило и его объясненіе не требуетъ никакого измѣненія въ томъ частномъ случаѣ, когда какое-нибудь дѣлимое содержитъ соотвѣтствующаго дѣлителя 10 разъ. Тогда ставимъ въ частномъ число 10 (въ скобкахъ). Продолжая дѣленіе, увидимъ, что всѣ слѣдующія цыфры частнаго должны быть нули. Пусть, напр., требуется найти частное 485172,923...: 78,254342... съ точностью до 1. Примѣняя правило, найдемъ:

```
485172 | 78254
469524   61(10)0
 15648   6200
  7825
  7823
  7820
     3
```

Третье дѣлимое (7823) содержитъ соотвѣтствующаго дѣлителя (782) десять разъ; пишемъ въ частномъ число 10. Слѣдующая цыфра въ частномъ оказалась 0. Искомое частное есть число 61 (10)0, т.-е. 6200.

Въ этомъ случаѣ приближенное частное больше точнаго частнаго. Дѣйствительно, цыфры частнаго, найденныя раньше, чѣмъ представился этотъ случай, не могутъ быть меньше, чѣмъ бы слѣдовало, такъ какъ мы при каждомъ частномъ дѣленіи брали дѣлителей, которые меньше точнаго дѣлителя. Значитъ, первыя двѣ цыфры точнаго частнаго должны выражать число, не больше 61, поэтому оно меньше числа 6200.

13. Правило сокращеннаго дѣленія позволяетъ рѣшить слѣдующій вопросъ: найти частное отъ дѣленія данныхъ приближенныхъ десятичныхъ чиселъ съ возможно большею степенью точности и опредѣлить предѣлъ погрѣшности. Пусть, напр., даны два числа: 56, 42375... и 6,237..., изъ которыхъ первое точно до 1 стотысячной, а второе—до 1 тысячной, и требуется найти частное отъ дѣленія перваго на второе съ возможно большею точностью. Разсуждаемъ такъ: предположимъ, что, примѣняя правило сокращеннаго дѣленія, мы могли бы въ частномъ найти 4 цыфры. Тогда дѣлитель долженъ быть больше 40000. Но въ нашемъ дѣлителѣ не дано достаточнаго числа цыфръ, чтобы можно было образовать (по правилу дѣленія) число, большее 40000. Значитъ, 4-хъ цыфръ въ частномъ получить мы не можемъ. Посмотримъ, можемъ ли получить 3 цыфры. Тогда дѣлитель долженъ быть болѣе 3000. Изъ нашего дѣлителя мы можемъ образовать число, большее 3000; это будетъ 6237. Съ другой стороны, и изъ нашего дѣлимаго мы можемъ образовать число, большее 6237. Значитъ, мы можемъ найти въ частномъ 3 цыфры, не болѣе. Такъ какъ высшій разрядъ частнаго, очевидно, простыя единицы, и всѣхъ цыфръ въ немъ 3, то оно будетъ точно до $^1/_{100}$.

Если бы дѣлимое было только 56,42, а дѣлитель прежній 6,236, то тогда мы не могли бы получить въ частномъ и 3-хъ цыфръ, потому что въ дѣлимомъ не дано достаточнаго числа цыфръ, чтобы изъ нихъ образовать число, большее 6237. Въ этомъ случаѣ мы могли бы найти только 2 цыфры частнаго. Дѣйствительно, тогда дѣлитель долженъ быть болѣе 200, т.-е. 623, а дѣлимое болѣе 623, что возможно.

14. Примѣромъ примѣненія предыдущихъ правилъ можетъ служить слѣдующая задача.

Задача. Вычислить съ точностью до одной сотой выраженіе:

$$x = \frac{\sqrt{348} - \sqrt{127}}{\sqrt{2} + \sqrt{3} + \sqrt{5} - \sqrt{12}}$$

Это выраженіе есть частное; поэтому прежде всего опредѣлимъ, сколько должно быть цыфръ въ этомъ частномъ, а для этого надо знать высшій разрядъ его. Начавъ извлеченіе $\sqrt{348}$ и $\sqrt{127}$, мы увидимъ, что первый корень въ цѣлой своей части содержитъ 18, а второй 11; слѣд., числитель равенъ приблизительно 7; знаменатель равенъ приблизительно 2. Значитъ, высшій разрядъ въ частномъ—простыя единицы. Такъ какъ частное требуется вычислить до сотыхъ долей, то въ немъ должно быть 3 цыфры. Поэтому знаменатель мы должны вычислить настолько точно, чтобы изъ него можно было (по правилу сокращеннаго дѣленія) образовать число, большее 3000, для чего достаточно вычислить 5 его цыфръ, а для этого необходимо (по правилу сокращеннаго сложенія) найти отдѣльные корни знаменателя съ 6-ю цыфрами. Производя извлеченіе, найдемъ:

$\sqrt{2}=1,41421$; $\sqrt{3}=1,73205$; $\sqrt{5}=2,23606$; $\sqrt{12}=3,46410$ и затѣмъ: $\sqrt{2}+\sqrt{3}+\sqrt{5}-\sqrt{12}=1,9183$ (до $^1/_{10000}$).

Теперь надо вычислить числителя съ такою точностью, чтобы изъ первыхъ его цыфръ можно было образовать число, большее 19183. Такъ какъ числитель равенъ приблизительно 7, то сверхъ цѣлаго числа въ немъ потребуется вычислить еще 4 десятичные знака, а такъ какъ числитель есть разность, то уменьшаемое и вычитаемое надо вычислить также до 4-го десятичнаго знака. Извлеченіемъ находимъ:

$$\sqrt{348}=18,6547 \qquad \sqrt{127}=11,2694$$
$$\sqrt{348}-\sqrt{127}=7,3853$$

Остается раздѣлить по правилу сокращеннаго дѣленія 73853 на 19183, послѣ чего получимъ

$$x=3,85 \text{ (до } ^1/_{100}).$$

Задачи:

1. Вычислить до $^1/_{100}$ выраженіе $y=ax^2+bx$, если $a=2,71856..$, $b=1,605043..$ и $x=0,04271...$

2. При тѣхъ же заданіяхъ вычислить съ наибольшею точностью выраженіе:

$$y=\frac{ax+1}{b+x}$$

3. Вычислить до $^1/_{10000}$ выраженіе $^1/\pi$.

4. Вычислить $\frac{\pi}{64800}$ съ 13 десятичными знаками.

5. Вычислить до $^1/_{100}$ произведеніе

$$\pi.37,54832709.637,8324926.$$

6. Прямоугольникъ имѣетъ измѣреніями: $b=38,32...$ и $h=5,687...$ Вычислить его площадь съ возможно большею точностью и указать предѣлъ погрѣшности.

7. Вычислить съ точностью до 1 миллиметра окружность, описанную около квадрата, котораго сторона равна 1 метру.

8. Вычислить до 0,001 выраженіе:

$$2+\frac{1}{1.2}+\frac{1}{1.2.3.}+.....+\frac{1}{1.2.3.4.5.6.7.}$$

9. Вычислить съ 6-ю десятичными знаками сторону квадрата, равновеликаго кругу, котораго радіусъ равенъ 1.

10. Вычислить до 0,001 выраженіе $\sqrt{2,5-\sqrt{1,25}}$

Указаніе. По правиламъ алгебры, чтобы найти приближенное значеніе квадр. корня съ точностью до $^1/n$, надо умножить подкоренное число на n^2, изъ полученнаго произведенія извлечь корень съ точностью до 1 и результатъ раздѣлить на n. Слѣд., вопросъ приводится къ вычисленію выраженія:

$$\sqrt{2500000-1000000\sqrt{1,25}}$$

съ точностью до 1. Для этого достаточно извлечь корень съ точностью до 1 изъ *цѣлой части* подкоренного числа. Итакъ, разность $2500000-1000000\sqrt{1,25}$ надо вычислить до 1; значитъ, вычитаемое надо вычислить тоже до 1; поэтому $\sqrt{1,25}$ придется находить до 1 милліонной.

IX. Таблица простыхъ чиселъ,

НЕ ПРЕВОСХОДЯЩИХЪ 6000.

2	**179**	**419**	**661**	**947**	**1229**	**1523**	**1823**	**2131**
3	181	421	673	953	1231	1531	1831	2137
5	191	431	677	967	1237	1543	1847	2141
7	193	433	683	971	1249	1549	1861	2143
11	197	439	691	977	1259	1553	1867	2153
13	199	443	701	983	1277	1559	1871	2161
17	211	449	709	991	1279	1567	1873	2179
19	213	457	719	997	1283	1571	1877	2203
23	227	461	727	1009	1289	1579	1879	2207
29	229	463	733	1013	1291	1583	1889	2213
31	**233**	**467**	**739**	**1019**	**1297**	**1597**	**1901**	**2221**
37	239	479	743	1021	1301	1601	1907	2237
41	241	487	751	1031	1303	1607	1913	2239
43	251	491	757	1033	1307	1609	1931	2243
47	257	499	761	1039	1319	1613	1933	2251
53	263	503	769	1049	1321	1619	1949	2267
59	269	509	773	1051	1327	1621	1951	2269
61	271	521	787	1061	1361	1627	1973	2273
67	277	523	797	1063	1367	1637	1979	2281
71	281	541	809	1069	1373	1657	1987	2287
73	**283**	**547**	**811**	**1087**	**1381**	**1663**	**1993**	**2293**
79	293	557	821	1091	1399	1667	1997	2297
83	307	563	823	1093	1409	1669	1999	2309
89	311	569	827	1097	1423	1693	2003	2311
97	313	571	829	1103	1427	1697	2011	2333
101	317	577	739	1109	1429	1699	2017	2339
103	331	587	853	1117	1433	1709	2027	2341
107	337	593	857	1123	1439	1721	2029	2347
109	347	599	859	1129	1447	1723	2039	2351
113	349	601	863	1151	1451	1733	2053	2357
127	**353**	**607**	**877**	**1153**	**1453**	**1741**	**2063**	**2371**
131	359	613	881	1163	1459	1747	2069	2377
137	367	617	883	1171	1471	1753	2081	2381
139	373	619	887	1181	1481	1759	2083	2383
149	379	631	907	1187	1483	1777	2087	2389
151	383	641	911	1193	1487	1783	2089	2393
157	389	643	919	1201	1489	1787	2099	2399
163	397	647	929	1213	1493	1789	2111	2411
167	401	653	937	1217	1499	1801	2113	2417
173	409	659	941	1223	1511	1811	2129	2423

2437	**2833**	**3259**	**3659**	**4073**	**4507**	**4943**	**5393**	**5801**
2441	2837	3271	3671	4079	4513	4951	5399	5807
2447	2843	3299	3673	4091	4517	4957	5407	5813
2459	2851	3301	3677	4093	4519	4967	5413	5821
2467	2857	3307	3691	4099	4523	4969	5417	5827
2473	2861	3313	3697	4111	4547	4973	5419	5839
2477	2879	3319	3701	4127	4549	4987	5431	5843
2503	2887	3323	3709	4129	4561	4993	5437	5849
2521	2897	3329	3719	4133	4567	4999	5441	5851
2531	2903	3331	3727	4139	4583	5003	5443	5857
2539	**2909**	**3343**	**3733**	**4153**	**4591**	**5009**	**5449**	**5861**
2543	2917	3347	3739	4157	4597	5011	5471	5867
2549	2927	3359	3761	4159	4603	5021	5477	5869
2551	2939	3361	3767	4177	4621	5023	5479	5879
2557	2953	3371	3769	4201	4637	5039	5483	5881
2579	2957	3373	3779	4211	4639	5051	5501	5897
2591	2963	3389	3793	4217	4643	5059	5503	5903
2593	2969	3391	3797	4219	4649	5077	5507	5923
2609	2971	3407	3803	4229	4651	5081	5519	5927
2617	2999	3413	3821	4231	4657	5087	5521	5939
2621	**3001**	**3433**	**3823**	**4241**	**4663**	**5099**	**5527**	**5953**
2633	3011	3449	3833	4243	4673	5101	5531	5981
2647	3019	3457	3847	4253	4679	5107	5557	5987
2657	3023	3461	3851	4259	4691	5113	5563	
2659	3037	3463	3853	4261	4703	5119	5569	
2663	3041	3467	3863	4271	4721	5147	5573	
2671	3049	3469	3877	4273	4723	5153	5581	
2677	3061	3491	3881	4283	4729	5167	5591	
2683	3067	3499	3889	4289	4733	5171	5623	
2687	3079	3511	3907	4297	4751	5179	5639	
2689	**3083**	**3517**	**3911**	**4327**	**4759**	**5189**	**5641**	
2693	3089	3527	3917	4337	4783	5197	5647	
2699	3109	3529	3919	4339	4787	5209	5651	
2707	3119	3533	3923	4349	4789	5227	5653	
2711	3121	3539	3929	4357	4793	5231	5657	
2713	3137	3541	3931	4363	4799	5233	5659	
2719	3163	3547	3943	4373	4801	5237	5669	
2729	3167	3557	3947	4391	4813	5261	5683	
2731	3169	3559	3967	4397	4817	5273	5689	
2741	3181	3571	3989	4409	4831	5279	5693	
2749	**3187**	**3581**	**4001**	**4421**	**4861**	**5281**	**5701**	
2753	3191	3583	4003	4423	4871	5297	5711	
2767	3203	3593	4007	4441	4877	5303	5717	
2777	3209	3607	4013	4447	4889	5309	5737	
2789	3217	3613	4019	4451	4903	5323	5741	
2791	3221	3617	4021	4457	4909	5333	5743	
2797	3229	3623	4027	4463	4919	5347	5749	
2801	3251	3631	4049	4481	4931	5351	5779	
2803	3253	3637	4051	4483	4933	5381	5783	
2819	3257	3643	4057	4493	4937	5387	5791	

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Цыфры означаютъ нумера страницъ.

Передъ статьями, напечатанными мелкимъ шрифтомъ, постановлена звѣздочка.

ОТДѢЛЪ I.

Отвлеченныя цѣлыя числа.

ОТДѢЛЪ II.

Именованныя цѣлыя числа.

ОТДѢЛЪ III.

О дѣлимости чиселъ.

ОТДѢЛЪ IV.

Обыкновенныя дроби.

ОТДѢЛЪ V.

Десятичныя дроби.

ОТДѢЛЪ VI.

Отношеніе и пропорція.

ОТДѢЛЪ VII.

Нѣкоторыя задачи на пропорціональныя величины.

ПРИЛОЖЕНІЕ.