

Инструкция из Лаборатории

РЕФРАКТОМЕТР  
ИРФ-22

ОПИСАНИЕ И РУКОВОДСТВО  
К ПОЛЬЗОВАНИЮ

## ВНИМАНИЕ!

Быстрее всего в приборе выходят из строя призмы, поэтому необходимо соблюдать следующие меры предосторожности при обращении с ними.

При измерении показателя преломления твердых тел поверхности призм и образцов должны быть тщательно очищены от пыли и грязи, промыты эфиром или спиртом и протерты чистой мягкой салфеткой. Оставшиеся на поверхности пылинки смахивают мягкой кисточкой.

Так же тщательно призмы очищают перед исследованием показателя преломления жидкостей.

Не допускается измерение показателей преломления кислот и щелочей, так как они разъедают поверхности призм.

Удалить защитную пленку бесцветного лака с измерительных и осветительных призм.

## I. Назначение

Рефрактометр ИРФ-22 предназначен для непосредственного измерения преломления жидких и твердых тел для линий D и определения средней дисперсии этих тел.

Прибор применяется в лабораториях предприятий пищевой, химической и фармацевтической промышленности, а также в научно-исследовательских институтах и высших учебных заведениях, где используется для быстрого определения концентраций водных, спиртовых, эфирных и других растворов по показателю преломления  $n_D$ .

## II. Основные технические данные

Пределы измерений показателя преломления:	
в проходящем свете	1,3 — 1,7
в отраженном свете	1,3 — 1,57
Погрешность показания прибора при многократных измерениях:	
показателя преломления	$\pm 2 \cdot 10^{-4}$
средней дисперсии	$\pm 1,5 \cdot 10^{-4}$
Увеличение зрительной трубы	$\frac{2^x}{2^x}$
Поле зрения зрительной трубы	$7^{\circ} 2^x$
Увеличение отчетной системы	5,2
Линейное поле зрения, мм	$4,7 \times 5,9$
Габаритные размеры прибора, мм:	
длина	280
ширина	180
высота	230
Вес прибора, кг.	5,4

### III. Принцип действия и оптическая схема прибора

Принцип действия прибора основан на явлении полного внутреннего отражения при прохождении светом границы раздела двух сред с разными показателями преломления.

На приборе можно исследовать вещества, показатель преломления которых меньше показателя преломления измерительной призмы.

Все измерения на приборе проводятся в белом свете.

Определение показателя преломления прозрачных жидкостей производится в проходящем свете. Несколько капель исследуемой жидкости помещают между двумя гипотенузными гранями призм I и II (рис. 1). Призма I с хорошо отполированной плоской гранью АВ является измерительной, а призма II с матовой гранью А<sub>1</sub>В<sub>1</sub> — осветительной.

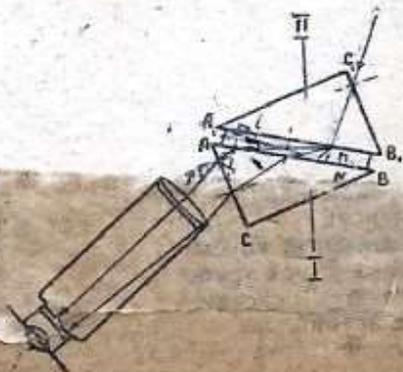


Рис. 1.

От источника света лучи падают на грань С, В<sub>1</sub>, отражаются и попадают на матовую поверхность А<sub>1</sub>В<sub>1</sub>, вследствие рассеивания света матовой поверхностью исследуемую жидкость входят лучи различных направлений. Далее они проходят слой исследуемой жидкости и падают на поверхность АВ призмы I. Так как показатель преломления исследуемой жидкости меньше показателя преломления измерительной призмы I, то лучи всех направлений, преломившись на границе жидкости и стекла, войдут в призму I.

По закону преломления имеем:

$$n \cdot \sin i' = N \cdot \sin i, \quad (1)$$

$n$  — показатель преломления исследуемой жидкости;

$i'$  — угол падения луча;

$N$  — показатель преломления измерительной призмы;

$i$  — угол преломления луча.

Из уравнения (1) следует:

$$\sin i = \frac{n \cdot \sin i'}{N}$$

Из него видно, что с увеличением угла  $i'$  угол  $i$  также увеличивается, достигая максимального значения при угле падения  $i' = 90^\circ$ , то есть, когда падающий луч скользит по поверхности АВ.

Максимальное значение угла преломления луча, соответствующее углу падения  $90^\circ$ , называется предельным углом преломления.

Так как зазор между призмами I и II мал, то можно приблизительно считать, что лучи с наибольшим углом падения являются скользкими. Тогда, подставляя значение  $90^\circ$  в формулу (2), получим:

$$\sin i = \frac{n}{N}$$

$$n = N \cdot \sin i.$$

В действительности формула для определения показателя преломления несколько сложнее, так как выходящие из призмы 1 лучи преломляются на грани AC.

Если на пути лучей, выходящих из призмы, поставить зрительную трубу, то нижняя часть ее поля зрения будет освещена, а верхняя останется темной. Получающаяся граница света и тени определяется лучом, выходящим из призмы под предельным углом  $\varphi$ .

Наблюдая в зрительную трубу, совмещают границу раздела с перекрестием зрительной трубы и непосредственно по шкале прибора снимают отсчет величины показателя преломления. Для совмещения границы раздела с перекрестием призмы могут поворачиваться вокруг оси, перпендикулярной плоскости рисунка.

Установку шкалы прибора производят по эталонному образцу с известным показателем преломления.

Оптическая схема прибора состоит из визирной и отсчетной систем.

**Визирная система.** Лучи света от зеркала 1 (рис. 2) направляются в осветительную призму 2, проходят тонкий слой исследуемой жидкости, измерительную призму 3, защитное стекло 4, компенсатор 5 и попадают в объектив 6; далее, преломляясь призмой 7, проходят пластину 8 с перекрестием и через окуляр 9 попадают в глаз наблюдателя.

**Отсчетная система.** Осветительное зеркало 10 подсвечивает шкалу 11, изображение которой призмой 12 микрообъективом 13 через призмы 14 и 15 проецируется в фокальную плоскость окуляра 9.

Таким образом, в поле зрения окуляра можно одновременно наблюдать границу раздела, проектируемую визирной системой, перекрестие пластинки 8 и штрихи шкалы 11, проектируемые отсчетной системой.

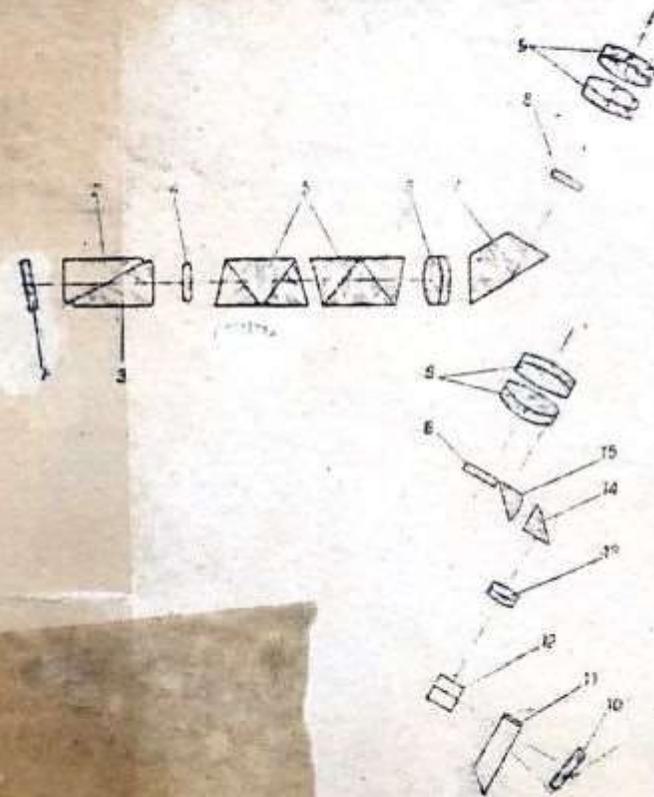


Рис. 2

#### IV. Конструкция прибора

Рефрактометр ИРФ-22 состоит из следующих основных частей: корпуса 1 (рис. 3), измерительной головки и зрительной трубы 16 с отсчетным устройством.

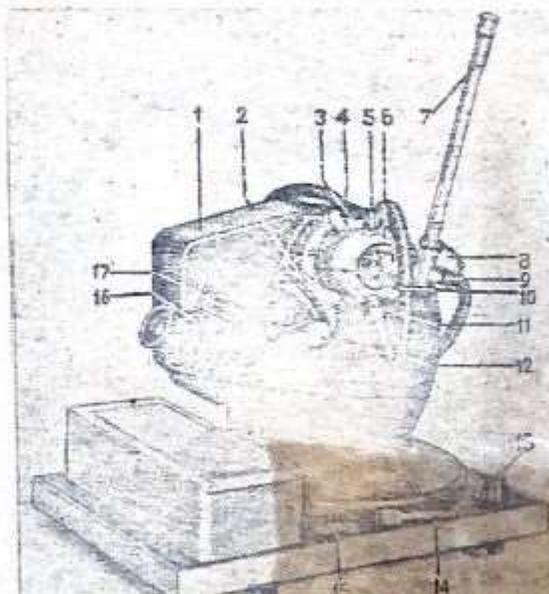


Рис. 3

Измерительная головка, смонтированная на корпусе прибора, представляет собой два литых призмы, которые служат оправой измерительной и осветительной призм. Так как показатель преломления исследуемого вещества (особенно жидкости) в значительной мере зави-

от температуры, при измерениях она должна поддерживаться постоянной. Для этого в оправе призм предусмотрены камеры, через которые пропускается вода. Подача и отвод ее осуществляется через резиновые шланги 4; надеваемые на штуцеры 3, 5, 9 и 11.

Для наблюдения за постоянством температуры в оправу призм ввинчивается термометр 7.

Измерительная головка жестко соединена со шкалой отсчетного устройства, расположенного внутри корпуса прибора.

Чтобы найти границу раздела и совместить ее с перекрестием сетки, нужно, вращая маховичок 5 (рис. 4), наклонить измерительную головку до нужного положения.

Для устранения окрашенности наблюдаемой границы раздела при измерении в белом свете и определения средней дисперсии вещества служит компенсатор, состоящий из двух призм прямого зрения (призм Амичи). Маховичком 12 (рис. 3) можно вращать призмы одновременно в разные стороны, меняя при этом дисперсию компенсатора и устраняя цветную кайму границы раздела. Вместе с компенсатором вращается барабан 2 со шкалой, по которой определяют среднюю дисперсию вещества.

Исследуемое вещество подсвечивается зеркалом 8, а шкала показателей преломления — зеркалом 3 (рис. 4).

#### V. Методика работы

##### 1. Измерение показателя преломления прозрачных жидкостей

Перед работой откидывают верхнюю часть измерительной головки. На поверхность измерительной призмы стеклянной палочкой наносят несколько капель исследуемой жидкости и осторожно закрывают головку. Через окно 1 (рис. 4) наблюдают, полностью ли исследуемая жидкость заполнила зазор между измерительной и осветительной призмами.

Осветительное зеркало 8 (рис. 3) устанавливают так, чтобы свет от источника через окно 1 (рис. 4) поступал в осветительную призму и равномерно освещал поле зрения.

Наблюдая в окуляр зрительной трубы и вращая маховичок 5, находят границу раздела света и тени. Вращением маховичка 12 (рис. 3) устраняют ее окрашенность. Затем маховичком 5 (рис. 4) точно совмещают границу раздела с перекрестием сетки и снимают отсчет по шкале показателей преломления.

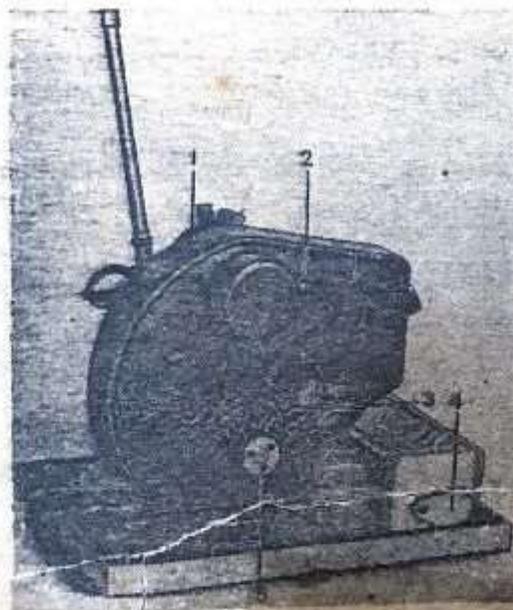


Рис. 4

Индексом для отсчета служит неподвижный горизонтальный штрих сетки. Целые, десятые, сотые и тысячные доли значения показателя преломления отсчитываются по шкале, десятичные доли оцениваются на глаз.

Шкала показателей преломления приведена для температуры 20°C. При работе с жидкостями необходимо поддерживать температуру в пределах  $20 \pm 0,2^\circ\text{C}$ . Следует иметь в виду, что для разных жидкостей допустимые колебания температуры будут неодинаковы из-за различия их температурных коэффициентов, концентрации и химического состава.

Если измерения проводятся при температуре отличной от комнатной и требуются точные значения  $n_{\frac{t}{d}}$ , то к отсчету по шкале нужно ввести поправку на температуру по формуле:

$$\delta n = \sin \alpha (t-20) \frac{\Delta N_D}{\Delta t},$$

где  $\frac{\Delta N_D}{\Delta t}$  — температурный коэффициент показателя преломления стекла измерительной призмы.

Приняв для призм Аббе ИРФ-22 среднее значение  $\frac{\Delta N_D}{\Delta t} = 0,084 \cdot 10^{-4}$ ,  $\sin \alpha \approx 0,87$ , получим:

$$\delta n \approx 0,073 (t-20) \cdot 10^{-4}.$$

По этой формуле вычисляют температурные поправки в пределах от 5 до 35°C. При температурах, сильно отличающихся от комнатной, учет температурных поправок затруднен, так как величина  $\delta n$  зависит не только от температурного коэффициента показателя преломления стекла измерительной призмы, но также от дисперсии вещества и призмы и температуры компенсатора.

## 2. Измерение показателя преломления твердых тел

Исследуемый образец должен быть оптически однородным и иметь две взаимно перпендикулярные грани. Плоскостность грани, которая соприкасается с поверхностью измерительной призмы, не должна превышать 0,6 микрон, то есть двух интерференционных полос, боковые грани должны быть матовыми, а ребра между нижней и боковыми гранями не должны иметь фасок. Толщина исследуемого образца может быть различной, но не менее 0,15 мм.

Перед работой откидывают верхнюю часть измерительной головки. Соприкасающиеся поверхности образца и призмы промывают эфиром или спиртом и протирают чистой салфеткой. На полированную поверхность образца стеклянной палочкой наносят небольшую каплю промежуточной жидкости так, чтобы при наложении образца, измерительную призму и умеренном нажиме на образец жидкость распределялась по всей поверхности равномерно и не выступала по краям, так как это мешает прохождению скользящих лучей.

Промежуточная жидкость должна быть однородной и прозрачной. Ее показатель преломления должен быть выше показателя преломления исследуемого образца, но не выше показателя преломления измерительной призмы. Для веществ, показатель преломления которых не превышает 1,65, применяется монобромнафталин ( $n_D = 1,66$ ). Для веществ с более высоким показателем преломления можно употреблять раствор ртутно-иодисто-калневой соли ( $n_D = 1,72$ ). Так как концентрация этого раствора меняется в зависимости от содержания влаги в воздухе, то его следует всегда хранить в закрытом сосуде. Жидкость ядовитая, поэтому обращаться с ней следует весьма осторожно.

Накладывают исследуемый образец полированной гранью на измерительную призму так, чтобы матовая грань

образующая с полированной гранью острое ребро, была обращена к источнику света.

При наложении образца на поверхность призмы слой промежуточной жидкости может образоваться клином, который в значительной степени искажает результат измерения, причем величина погрешности будет зависеть от величины и направления клина. О величине и направлении клина можно судить по числу и направлению цветных интерференционных полос, наблюдаемых сквозь образец.

Установка образца с призмой примет одноцветную окраску. Если этого достигнуть не удастся, то слегка нажимая на образец, располагают интерференционные полосы параллельно падающему свету, причем их должно быть не более трех.

В процессе измерения необходимо следить за интерференционной картиной и в случае наклона полос снять и заново установить образец.

Перед измерением следует убедиться, что в поле зрения находится действительная граница раздела, а не изображение края зеркала или другого предмета, ограничивающего источник света. Действительная граница раздела при повороте зеркала сохраняет свое положение, ложная граница перемещается. Далее измерение производится аналогично измерению показателя преломления жидкостей.

При измерении показателя преломления стекла колебания температуры в пределах  $\pm 3^\circ\text{C}$  не учитываются.

## 3. Измерение показателя преломления окрашенных или мутных проб

Измерение должно производиться в отраженном свете. Для этого открывают крышку 10 (рис. 3), вставляют диафрагму 13 и осветительным зеркалом направляют свет через диафрагму и измерительную призму, при этом поле зрения должно быть освещено равномерно.

Граница раздела, наблюдаемая в поле зрения менее контрастной, чем при измерении в проходящем свете, так как в силу законов отражения все поле зрения получает некоторую освещенность.

В остальном измерение показателя преломления окрашенных или мутных проб производится так же, как измерение показателя преломления прозрачных жидкостей.

#### 4. Измерение средней дисперсии

Для определения средней дисперсии жидких или твердых тел исследуемый образец или пробу устанавливают так же, как при измерении показателя преломления.

Мерой дисперсии служит поворот одной призмы компенсатора относительно другой, осуществляемый вращением маховичка 12 (рис. 3) до полного устранения окрашенности границы раздела. Отсчет производят по барабану, разделенному на 120 частей. При повороте барабана на 60 (60 делений) дисперсия компенсатора пройдет все значения от нуля до двойного значения дисперсии одной призмы. Следовательно, если устранить окрашенность границы раздела и вращать маховичок в ту же сторону до противоположного, но равного значения отсчета, то граница раздела вторично получится бесцветной.

При измерении следует производить не менее пяти отсчетов с двух сторон барабана и найти среднее арифметическое  $Z$ . Величину средней дисперсии  $(n_F - n_c)$  определяют по приведенной таблице в зависимости от  $Z$  и показателя преломления  $n_c$  исследуемого вещества.

Для измеренного значения показателя преломления  $n_c$  находят по таблице величины  $A$  и  $B$ . Если такого значения показателя преломления в таблице не окажется, то величины  $A$  и  $B$  получают интерполированием, пользуясь пропорциональными частями таблицы.

Для получения значения  $Z$  находят величину  $\sigma$ . Для данных значений  $Z$  значение  $\sigma$  определяют также интерполированием, пользуясь той же таблицей.

Необходимо учитывать, что для значения  $Z$  больше 30 величина  $\sigma$  принимает отрицательное значение.

По найденным величинам  $A$ ,  $B$  и  $\sigma$  вычисляют значение средней дисперсии:

$$n_F - n_c = A + B\sigma$$

Пример записи результатов измерения при определении средней дисперсии воды.

Дата при 20° С,  $n_D = 1,3330$ .

Расчеты по барабану компенсатора:

По одной стороне	По другой стороне
41,7	42,1
41,7	42,2
41,6	42,0
42,0	41,9
41,8	41,9

Среднее 41,8                      42,0

Большее среднее  $Z = 41,9$

Из таблицы имеем:

для  $n_D = 1,3330$              $A = 0,02418$

$B = 0,03120$

для  $Z = 41,0$                  $\sigma = -0,584$

$n_F - n_c = A + B\sigma = 0,02418 - 0,01822 = 0,00596$

$$\tau = \frac{n_D - 1}{n_F - n_c} = \frac{0,3330}{0,00596} = 55,8$$

## VI. Подготовка к работе и уход за прибором

Прибор со всеми принадлежностями помещают в укладочный ящик (футляр). Распаковку производят в следующем порядке:

1. Прибор устанавливают на заранее подготовленное место.
2. Осторожно снимают футляр, предварительно открыв замки у его основания.
3. Открывают крышку 4 (рис. 4) ящика с принадлежностями, вынимают термометр и ввинчивают в опра-тку призм.

После транспортировки прибора необходимо проверить его юстировку. Для этого в комплекте имеется специальная юстировочная пластинка 15 (рис. 3), на боковой поверхности которой указан ее показатель преломления.

Пластинку устанавливают на приборе и несколько раз измеряют ее показатель преломления, причем каждую пластинку устанавливают заново. Среднее из полученных значений сравнивают с показателем, указанным на пластинке. Если оба числа совпадают с точностью  $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ , то юстировка прибора не нарушилась. Если же несовпадение выходит за пределы указанной величины, то устанавливают по шкале отсчет, соответствующий показателю преломления пластинки, и, поворачивая ключом 14 винт с четырехгранной головкой, расположенной на нижней стороне фланца, совмещают границу раздела с перекрестием сетки.

До начала измерений следует обратить внимание на чистоту поверхностей призм и соприкасающихся поверхностей измерительной головки.

После измерений нельзя оставлять образец на приборе, так как от продолжительного действия промежуточ-

жидкости поверхность призмы портится. Перед тем, как снять образец, на поверхность измерительной призмы нужно нанести каплю эфира, чтобы нарушить контакт между образцом и призмой.

По окончании измерения нужно протереть поверхности измерительной и осветительной призм чистой мягкой салфеткой, смоченной эфиром или спиртом, и просушить.

Для предохранения отделки прибора от разъедания и при исследовании жидкостей рекомендуется под измерительную головку помещать стеклянную ювету.

По окончании работы прибор должен быть закрыт футляром.

## VII. Комплект поставки

Рефрактометр ИРФ-22

Термометр в оправе для температуры от  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $+45^{\circ}\text{C}$  с ценой деления  $0,5^{\circ}\text{C}$

Пластинка юстировочная

Ключ юстировочный

Флакон с монобромнафталином

Диафрагма

Укладочный ящик

Чехол

Описание

Выпускной аттестат

## О Г Л А В Л Е Н И Е

I. Назначение	3
II. Основные технические данные	3
III. Принцип действия и оптическая схема прибора	4
IV. Конструкция прибора	8
V. Методика работы	9
1. Измерение показателя преломления прозрачных жидкостей	9
2. Измерение показателя преломления твердых тел	12
3. Измерение показателя преломления окрашенных или мутных проб	13
4. Измерение средней дисперсии	14
VI. Подготовка к работе и уход за прибором	16
VII. Комплект поставки	17

Таблица для определения средней дисперсии

	Δ	B	Δ	пр	A	Δ	B	Δ	
1,300	0,02437	-8	0,03168	-13	1,510	0,02356	-2	0,02558	-49
1,310	0,02431	-5	0,03155	-14	1,520	0,02354	-1	0,02509	-52
1,320	0,02425	-5	0,03141	-16	1,530	0,02353	-1	0,02457	-54
1,330	0,02420	-5	0,03125	-17	1,540	0,02352	0	0,02403	-57
1,340	0,02415	-5	0,03108	-19	1,550	0,02352	0	0,02346	-59
1,350	0,02410	-5	0,03089	-20	1,560	0,02352	0	0,02287	-62
1,360	0,02405	-4	0,03069	-22	1,570	0,02352	+1	0,02225	-65
1,370	0,02401	-5	0,03047	-24	1,580	0,02353	+1	0,02160	-68
1,380	0,02396	-4	0,03023	-25	1,590	0,02354	+2	0,02092	-71
1,390	0,02392	-4	0,02998	-27	1,600	0,02356	+2	0,02021	-74
1,400	0,02388	-4	0,02971	-29	1,610	0,02358	+3	0,01947	-78
1,410	0,02384	-4	0,02942	-30	1,620	0,02361	+4	0,01869	-83
1,420	0,02380	-4	0,02912	-32	1,630	0,02365	+5	0,01786	-88
1,430	0,02376	-3	0,02880	-34	1,640	0,02370	+6	0,01698	-93
1,440	0,02373	-3	0,02846	-36	1,650	0,02376	+7	0,01605	-99
1,450	0,02370	-3	0,02810	-37	1,660	0,02383	+8	0,01506	-106
1,460	0,02367	-3	0,02773	-39	1,670	0,02391	+9	0,01400	-116
1,470	0,02364	-2	0,02734	-41	1,680	0,02400	+11	0,01286	-124
1,480	0,02362	-3	0,02693	-43	1,690	0,02411	+14	0,01162	-137
1,490	0,02359	-2	0,02650	-45	1,700	0,02425		0,01025	
1,500	0,02357	-1	0,02605	-47					

Z	σ	Δ	Z	Z	σ	Δ	Z
0	1,000	-1	60	16	0,669	-40	44
1	0,999	-4	59	17	0,629	-41	43
2	0,995	-7	58	18	0,588	-43	42
3	0,988	-10	57	19	0,545	-45	41
4	0,978	-12	56	20	0,500	-46	40
5	0,966	-15	55	21	0,454	-47	39
6	0,951	-17	54	22	0,407	-49	38
7	0,934	-20	53	23	0,358	-49	37
8	0,914	-23	52	24	0,309	-50	36
9	0,891	-25	51	25	0,259	-51	35
10	0,866	-27	50	26	0,208	-52	34
11	0,839	-30	49	27	0,156	-52	33
12	0,809	-32	48	28	0,104	-52	32
13	0,777	-34	47	29	0,062	-52	31
14	0,743	-36	46	30	0,000		30
15	0,707	-38	45				

Пропорциональные части таблицы

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
2	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
3	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6
4	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8
5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
6	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,2
7	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
8	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	7,2	8,0	8,8	9,6
9	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	9,9	10,8
10	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
11	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5	6,6	7,7	8,8	9,9	11,0	12,1	13,2
12	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6	10,8	12,0	13,2	14,4
13	1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10,4	11,7	13,0	14,3	15,6
14	1,4	2,8	4,2	5,6	7,0	8,4	9,8	11,2	12,6	14,0	15,4	16,8
15	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0
16	1,6	3,2	4,8	6,4	8,0	9,6	11,2	12,8	14,4	16,0	17,6	19,2
17	1,7	3,4	5,1	6,8	8,5	10,2	11,9	13,6	15,2	16,9	18,6	20,3
18	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0	10,8	12,6	14,4	16,2	18,0	19,8	21,6
19	1,9	3,8	5,7	7,6	9,5	11,4	13,3	15,2	17,1	19,0	20,9	22,8
20	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0
21	2,1	4,2	6,3	8,4	10,5	12,6	14,7	16,8	18,9	21,0	23,1	25,2
22	2,2	4,4	6,6	8,8	11,0	13,2	15,4	17,6	19,8	22,0	24,2	26,4
23	2,3	4,6	6,9	9,2	11,5	13,8	16,0	18,2	20,4	22,6	24,8	27,0
24	2,4	4,8	7,2	9,6	12,0	14,4	16,8	19,2	21,6	24,0	26,4	28,8
25	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	27,5	30,0
26	2,6	5,2	7,8	10,4	13,0	15,6	18,0	21,0	23,6	26,2	28,8	31,2
27	2,7	5,4	8,1	10,8	13,5	16,2	18,6	21,6	24,2	27,0	29,6	32,4
28	2,8	5,6	8,4	11,2	14,0	16,8	19,2	22,2	24,8	27,4	30,0	33,6
29	2,9	5,8	8,7	11,6	14,5	17,4	19,8	22,8	25,4	28,0	30,6	34,8
30	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0	20,4	23,4	26,0	28,6	31,2	36,0
31	3,1	6,2	9,3	12,4	15,5	18,6	21,0	24,0	26,6	29,2	31,8	37,2
32	3,2	6,4	9,6	12,8	16,0	19,2	21,6	24,6	27,2	29,8	32,4	38,4
33	3,3	6,6	9,9	13,2	16,5	19,8	22,2	25,2	27,8	30,4	33,0	39,6
34	3,4	6,8	10,2	13,6	17,0	20,4	22,8	25,8	28,4	31,0	33,6	40,8
35	3,5	7,0	10,5	14,0	17,5	21,0	23,4	26,4	29,0	31,6	34,2	42,0
36	3,6	7,2	10,8	14,4	18,0	21,6	24,0	27,0	29,6	32,2	34,8	43,2
37	3,7	7,4	11,1	14,8	18,5	22,2	24,6	27,6	30,2	32,8	35,4	44,4
38	3,8	7,6	11,4	15,2	19,0	22,8	25,2	28,2	30,8	33,4	36,0	45,6
39	3,9	7,8	11,7	15,6	19,5	23,4	25,8	28,8	31,4	34,0	36,6	46,8
40	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0	24,0	26,4	29,4	32,0	34,6	37,2	48,0
41	4,1	8,2	12,3	16,4	20,5	24,6	27,0	29,8	32,6	35,2	37,8	49,2
42	4,2	8,4	12,6	16,8	21,0	25,2	27,6	30,2	33,2	35,8	38,4	50,4
43	4,3	8,6	12,9	17,2	21,5	25,8	28,2	30,8	33,8	36,4	39,0	51,6
44	4,4	8,8	13,2	17,6	22,0	26,4	28,8	31,4	34,4	37,0	39,6	52,8
45	4,5	9,0	13,5	18,0	22,5	27,0	29,4	32,0	35,0	37,6	40,2	54,0
46	4,6	9,2	13,8	18,4	23,0	27,6	30,0	32,6	35,6	38,2	40,8	55,2
47	4,7	9,4	14,1	18,8	23,5	28,2	30,6	33,2	36,2	38,8	41,4	56,4
48	4,8	9,6	14,4	19,2	24,0	28,8	31,2	33,8	36,8	39,4	42,0	57,6
49	4,9	9,8	14,7	19,6	24,5	29,4	31,8	34,4	37,4	39,8	42,6	58,8
50	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	32,4	35,0	38,0	40,2	43,2	60,0
51	5,1	10,2	15,3	20,4	25,5	30,6	33,0	35,6	38,6	40,8	43,8	61,2
52	5,2	10,4	15,6	20,8	26,0	31,2	33,6	36,2	39,2	41,4	44,4	62,4
53	5,3	10,6	15,9	21,2	26,5	31,8	34,2	36,8	39,8	42,0	45,0	63,6
54	5,4	10,8	16,2	21,6	27,0	32,4	34,8	37,4	40,4	42,6	45,6	64,8
55	5,5	11,0	16,5	22,0	27,5	33,0	35,4	38,0	41,0	43,2	46,2	66,0
56	5,6	11,2	16,8	22,4	28,0	33,6	36,0	38,6	41,6	43,8	46,8	67,2
57	5,7	11,4	17,1	22,8	28,5	34,2	36,6	39,2	42,2	44,4	47,4	68,4
58	5,8	11,6	17,4	23,2	29,0	34,8	37,2	39,8	42,8	45,0	48,0	69,6
59	5,9	11,8	17,7	23,6	29,5	35,4	37,8	40,4	43,4	45,6	48,6	70,8
60	6,0	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0	38,4	41,0	44,0	46,2	49,2	72,0
61	6,1	12,2	18,3	24,4	30,5	36,6	39,0	41,6	44,6	46,8	49,8	73,2
62	6,2	12,4	18,6	24,8	31,0	37,2	39,6	42,2	45,2	47,4	50,4	74,4
63	6,3	12,6	18,9	25,2	31,5	37,8	40,2	42,8	45,8	48,0	51,0	75,6
64	6,4	12,8	19,2	25,6	32,0	38,4	40,8	43,4	46,4	48,6	51,6	76,8
65	6,5	13,0	19,5	26,0	32,5	39,0	41,4	44,0	47,0	49,2	52,2	78,0
66	6,6	13,2	19,8	26,4	33,0	39,6	42,0	44,6	47,6	49,8	52,8	79,2
67	6,7	13,4	20,1	26,8	33,5	40,2	42,6	45,2	48,2	50,4	53,4	80,4
68	6,8	13,6	20,4	27,2	34,0	40,8	43,2	45,8	48,8	51,0	54,0	81,6
69	6,9	13,8	20,7	27,6	34,5	41,4	43,8	46,4	49,4	51,6	54,6	82,8
70	7,0	14,0	21,0	28,0	35,0	42,0	44,4	47,0	50,0	52,2	55,2	84,0
71	7,1	14,2	21,3	28,4	35,5	42,6	45,0	47,6	50,6	52,8	55,8	85,2
72	7,2	14,4	21,6	28,8	36,0	43,2	45,6	48,2	51,2	53,4	56,4	86,4
73	7,3	14,6	21,9	29,2	36,5	43,8	46,2	48,8	51,8	54,0	57,0	87,6
74	7,4	14,8	22,2	29,6	37,0	44,4	46,8	49,4	52,4	54,6	57,6	88,8
75	7,5	15,0	22,5	30,0	37,5	45,0	47,4	50,0	53,0	55,2	58,2	90,0
76	7,6	15,2	22,8	30,4	38,0	45,6	48,0	50,6	53,6	55,8	58,8	91,2