

---

---

**Молоко. Определение и оценивание  
общей точности альтернативных  
методов анализа молока.**

Часть 2.

**Калибровка и контроль качества  
в лаборатории по анализу молочной  
продукции**

*Milk — Definition and evaluation of the overall accuracy of alternative  
methods of milk analysis —*

Part 2: [ISO 8196-2:2009](#)

<https://standards.iteh.ai/758bfd9961c6/iso-8196-2-2009> Calibration and quality control in the dairy laboratory

[758bfd9961c6/iso-8196-2-2009](https://standards.iteh.ai/758bfd9961c6/iso-8196-2-2009)

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R  
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO



Ссылочные номера  
ISO 8196-2:2009(R)  
IDF 128-2:2009(R)

### Отказ от ответственности при работе в PDF

Настоящий файл PDF может содержать интегрированные шрифты. В соответствии с условиями лицензирования, принятыми фирмой Adobe, этот файл можно распечатать или смотреть на экране, но его нельзя изменить, пока не будет получена лицензия на установку интегрированных шрифтов в компьютере, на котором ведется редактирование. В случае загрузки настоящего файла заинтересованные стороны принимают на себя ответственность за соблюдение лицензионных условий фирмы Adobe. Центральный секретариат ISO не несет никакой ответственности в этом отношении.

Adobe — торговый знак Adobe Systems Incorporated.

Подробности, относящиеся к программным продуктам, использованным для создания настоящего файла PDF, можно найти в рубрике General Info файла; параметры создания PDF оптимизированы для печати. Были приняты во внимание все меры предосторожности с тем, чтобы обеспечить пригодность настоящего файла для использования комитетами – членами ISO. В редких случаях возникновения проблемы, связанной со сказанным выше, просим информировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 8196-2:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cb088315-7f51-4a89-bec6-758bfd9961c6/iso-8196-2-2009>



### ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ

© ISO и IDF 2009

Все права сохраняются. Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO или IDF, которое должно быть получено после запроса о разрешении, направленного по адресу, приведенному ниже.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

International Dairy Federation  
Diamant Building • Boulevard Auguste Reyers 80 • B-1030 Brussels  
Tel. + 32 2 733 98 88  
Fax + 32 2 733 04 13  
E-mail [info@fil-idf.org](mailto:info@fil-idf.org)  
Web [www.fil-idf.org](http://www.fil-idf.org)

Опубликовано в Швейцарии

## Содержание

Страница

Предисловие .....	iv
Предисловие .....	v
Введение .....	vi
1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины, определения и обозначения .....	1
3.1 Термины и определения .....	1
3.2 Обозначения .....	2
4 Калибровка приборов .....	3
4.1 Общие принципы .....	3
4.2 Общая процедура .....	3
4.3 Частота контроля калибровки .....	10
4.4 Централизованная калибровка .....	10
5 Контроль качества в обычных лабораториях по анализу молочной продукции .....	11
5.1 Верификация повторяемости .....	11
5.2 Ежедневная проверка кратковременной стабильности контрольно-измерительного прибора .....	11
5.3 Верификация систематической погрешности между лабораториями .....	14
5.4 Верификация расхождения между результатами стандартного и альтернативного метода .....	14
5.5 Верификация соответствия результатов альтернативного метода требованиям к составу .....	16
6 Примеры .....	18
6.1 расчет статистических значений .....	18
6.2 Определение повторяемости .....	20
6.3 Верификация точности калибровки .....	21
6.4 Определение точности .....	22
6.5 Проверка разности между результатами стандартного и альтернативного методов .....	22
6.6 Заключение .....	23
6.7 Верификация соответствия искомым значениям и верхнему и нижнему пределам .....	23
Библиография .....	25

## Предисловие

**Международная организация по стандартизации (ISO)** является всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации (комитетов-членов ISO). Разработка международных стандартов обычно осуществляется техническими комитетами ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в деятельности, для которой был создан технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные правительственные и неправительственные организации, имеющие связи с ISO, также принимают участие в этой работе. ISO работает в тесном сотрудничестве с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Проекты международных стандартов разрабатываются в соответствии с правилами, приведенными в Директивах ISO/IEC, Часть 2.

Основная задача технических комитетов — разработка международных стандартов. Проекты международных стандартов, принятые техническими комитетами, рассылаются комитетам-членам на голосование. Их опубликование в качестве международных стандартов требует одобрения не менее 75 % комитетов-членов, принимающих участие в голосовании.

Следует иметь в виду, что, возможно, некоторые элементы настоящего документа могут быть объектом патентных прав. ISO не несет ответственности за определение некоторых или всех таких патентных прав.

ISO 8196-2|IDF 128-2 был подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 34, *Пищевые продукты*, Подкомитетом SC 5, *Молоко и молочные продукты*, и Международной федерацией молочной промышленности (IDF). Стандарт опубликован ISO совместно с IDF

Настоящее второе издание ISO 8196-2|IDF 128-2 отменяет и заменяет первое издание (ISO 8196-2:2000), которое прошло технический пересмотр.

ISO 8196|IDF 128 состоит из следующих частей под общим заголовком *Молоко. Определение и оценка общей точности альтернативных методов анализа молока*:

- *Часть 1. Аналитические признаки альтернативных методов*
- *Часть 2. Калибровка и контроль качества в лаборатории по анализу молочной продукции*
- *Часть 3. Протокол оценки и валидации альтернативных количественных методов анализа молока*

## Предисловие

**Международная федерация молочной промышленности (IDF)** является всемирной федерацией предприятий молочной отрасли, каждый член которой представлен в ней своим национальным комитетом. Каждый национальный комитет имеет право быть представленным в постоянных комитетах IDF, осуществляющих техническую работу. IDF сотрудничает с ISO и AOAC International по вопросам разработки стандартных методов анализа и отбора проб молока и молочных продуктов.

Проекты международных стандартов, принятые постоянными комитетами и рабочими группами, рассылаются национальным комитетам для голосования. Их опубликование в качестве международных стандартов требует одобрения не менее 50 % национальных комитетов IDF, принимающих участие в голосовании.

Следует иметь в виду, что, возможно, некоторые элементы настоящего документа могут быть объектом патентных прав. ISO не несет ответственности за определение некоторых или всех таких патентных прав.

ISO 8196-2|IDF 128-2 был разработан Международной федерацией молочной промышленности (IDF) и Техническим комитетом ISO/TC 34, *Пищевые продукты*, Подкомитетом SC 5, *Молоко и молочные продукты*. Он публикуется совместно ISO и IDF..

Вся работа была выполнена Совместной рабочей группой IDF-ISO по *Автоматизированным методам* Постоянного комитета по *Контролю качества, статистике данных анализа и отбору проб* под эгидой руководителя проекта, г-на О. Лерея (FR).

Настоящее издание ISO 8196-2|IDF 128-2, наряду с ISO 8196-1|IDF 128-1 и ISO 8196-3|IDF 128-3, отменяет и заменяет IDF 128:1985, который прошел технический пересмотр.

ISO 8196|IDF 128 состоит из следующих частей под общим заголовком *Молоко. Определение и оценка общей точности альтернативных методов анализа молока*:

- *Часть 1. Аналитические признаки альтернативных методов*
- *Часть 2. Калибровка и контроль качества в лаборатории по анализу молочной продукции*
- *Часть 3. Протокол оценки и валидации альтернативных количественных методов анализа молока*

## Введение

Основной задачей настоящей части ISO 8196|IDF 128 является предоставление практических деталей и рекомендаций в отношении калибровки контрольно-измерительных приборов и контроля качества в лабораториях по анализу молока и молочной продукции, включая проверки соответствия значениям или пределам, установленным в технических условиях.

ISO 8196-1|IDF 128-1 предназначен, главным образом, для оценки пользователями альтернативных методов анализа, и дает руководство для обычных лабораторий, использующих эти методы.

Настоящая часть ISO 8196|IDF 128 непосредственно связана с ISO 8196-1|IDF 128-1 в отношении определения релевантных рабочих характеристик с целью количественной оценки общей точности и установления соответствующих стандартных предельных значений для согласования с описанным обеспечением качества анализа. Общие концепции применимы ко всем аналитическим методам, однако особое ударение делается на быстрые физико-химические методы, которые в настоящее время используются для определения состава молока.

ISO 8196|IDF 128 (все части) устанавливает только одну модель линейной регрессии, в качестве упрощенного подхода, чтобы позволить пользователям определить эквивалентность альтернативного метода и стандартного метода. Тем не менее, применение линейной регрессии эффективно, поскольку определение равноценности метода получается только в ограниченных условиях или при высокой корреляции между результатами стандартного метода и повседневного метода. Если высокой степени корреляции не достигается, необходимо обратиться к другой технике моделирования обработки данных и погрешности измерений. Сами способы моделирования, хотя и широко используются, в международном стандарте ISO 8196|IDF 128 (все части) не устанавливаются.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cb088315-7f51-4a89-bec6-758bfd9961c6/iso-8196-2-2009>

# Молоко. Определение и оценка общей точности альтернативных методов анализа молока.

## Часть 2.

## Калибровка и контроль качества в лаборатории по анализу молочной продукции

### 1 Область применения

Настоящая часть ISO 8196|IDF 128 дает руководство по калибровке приборов и процедурам контроля качества для анализа молока в специальных лабораториях.

### 2 Нормативные ссылки

Следующие нормативные документы необходимы для применения настоящего международного стандарта. Для жестких ссылок применяется только то издание, на которое дается ссылка. Для плавающих ссылок применяется самое последнее издание нормативного ссылочного документа (включая любые изменения).

ISO 8196-1|IDF 128-1:2009, *Молоко. Определение и оценка общей точности альтернативных методов анализа молока. Часть 1. Аналитические признаки альтернативных методов*

ISO 8196-3|IDF 128-3:2009, *Молоко. Определение и оценка общей точности альтернативных методов анализа молока. Часть 3. Протокол оценки и валидации альтернативных количественных методов анализа молока*

### 3 Термины, определения и обозначения

#### 3.1 Термины и определения

Применительно к данному документу используются термины и определения, приведенные в ISO 8196-1|IDF 128-1, а также следующие.

##### 3.1.1

#### **стандартизация контрольно-измерительного прибора** **standardization of an instrument**

экспериментальная оценка точности калибровки контрольно-измерительного прибора по истинным значениям, выполняемая либо стандартным методом, либо с использованием стандартных образцов, либо с помощью стандартного прибора

##### 3.1.2

#### **калибровка контрольно-измерительного прибора** **calibration of an instrument**

регулировка сигнала от прибора, таким образом, чтобы на каждом уровне содержания компонента среднее значение отдельных результатов испытания, получаемых на калибруемом приборе,

приближалось к истинному значению концентрации этого компонента

**ВНИМАНИЕ!** — Даже когда термин “калибровка” часто используется для обозначения и стандартизации и калибровки приборов (см. Раздел 4), настоятельно рекомендуется применять эти слова в соответствии с определениями, данными в 3.1.1 и 3.1.2.

### 3.2 Обозначения

$b$	(угловой) коэффициент или наклон линейной регрессии
$\bar{d}$	среднее разностей $d_i$ или средняя систематическая погрешность
$d_i$	разность между средними двух параллельных результатов (двух повторностей) $x_i$ и $y_i$
$\bar{d}_{rel}$	относительная систематическая погрешность
$L_{\bar{d}}$	предел систематической погрешности $\bar{d}$
$L_{\bar{d}_{rel}}$	предел относительной систематической погрешности
$m_0$	опорное значение для контрольной таблицы
$n$	число параллельных экспериментов (повторностей)
$P_{xy}$	сумма произведений $x$ и $y$
$q$	объем выборки (количество проб)
$r$	предел повторяемости
$r_{xy}$	коэффициент корреляции
$R$	предел воспроизводимости
$S_d$	сумма квадратов $d$
$S_x$	сумма квадратов $x$
$S_y$	сумма квадратов $y$
$s_b$	стандартное отклонение углового коэффициента
$s_{x_0}$	стандартная погрешность оценки $x_0$
$s_y$	оценка стандартного отклонения $y$
$s_{yx}$	оценка стандартного отклонения точности
$t_{obs}$	наблюдаемое значение критерия Стьюдента
$t_{1-\alpha/2}$	$t$ -значение распределения Стьюдента для двусторонней вероятности $1 - \alpha$
$t_{1-\alpha}$	$t$ -значение распределения Стьюдента для односторонней вероятности $1 - \alpha$
$u_{1-\alpha/2}$	значение стандартного нормального распределения для двусторонней вероятности $1 - \alpha$
$\bar{x}$	среднее арифметическое $\bar{x}_i$
$\bar{x}_i$	среднее двух параллельных результатов (двух повторностей) $x_i$
$\bar{y}$	среднее арифметическое $\bar{y}_i$
$\bar{y}_i$	среднее двух параллельных результатов (двух повторностей) $y_i$
$\bar{y}(\bar{x})$	прогнозируемые (ожидаемые) значения по $\bar{x}$ методом линейной регрессии.
$\nu$	степень свободы
$\sigma_r$	стандартное отклонение повторяемости

$\sigma_R$	стандартное отклонение воспроизводимости
$\sigma_y$	стандартное отклонение $y$
$\sigma_{yx}$	стандартное отклонение точности
$\sigma_{y,rel}$	относительное стандартное отклонение точности

## 4 Калибровка приборов

### 4.1 Общие принципы

В данном разделе рассматриваются только общие принципы калибровки, которые применимы к любому альтернативному методу анализа молока.

Подробные и конкретные инструкции по методу калибровки, также по предварительным проверкам, касающимся каждой группы методов, должны даваться в конкретном документе.

Описанная здесь калибровка основана на допущении существования линейной зависимости между альтернативным методом и стандартным методом. Рекомендуется применение обычного метода наименьших квадратов модели линейной регрессии (OLS) со стандартным методом в качестве зависимой переменной (ось  $y$ ), поскольку это целесообразно и надежно:

- Измеренное остаточное стандартное отклонение структурно является самым наименьшим и не зависит от точности калибровки, следовательно, его можно использовать для контроля калибровки как характеристику точности метода (см. ISO 8196-1|IDF 128-1);
- Прогнозирование истинных значений по значениям альтернативного метода и расчет связанных с ним погрешностей упрощается;
- Разности между результатами измерений по сравнению с применением других моделей линейной регрессии не значительны.

### 4.2 Общая процедура

#### 4.2.1 Предварительные проверки

**4.2.1.1 Проверки прибора:** все функциональные проверки и наладки (установка нуля) контрольно-измерительного прибора, установленного соответствующим международным стандартом или изготовителем, должны осуществляться до выполнения анализа.

**4.2.1.2 Линейность:** если нет иных указаний, зависимость между показаниями приборов и концентрацией компонента является линейной в установленном диапазоне концентрации. Обычно, для альтернативных методов требуется только проверить и отрегулировать линейность новых приборов или приборов после технического обслуживания основных частей (например, испытательной камеры (кюветы) или системы автоматического регулирования) или их замены.

**4.2.1.3 Поправки на помехи (взаимокоррекции):** там где компенсация приборов на мешающие компоненты применяется для оптимизации точности, компенсацию необходимо проверить и отрегулировать до анализа.

**4.2.1.4 Проверки повторяемости и точности:** повторяемость и точность прибора должны соответствовать спецификациям соответствующего международного стандарта.

**4.2.1.5 Линейность и поправки на помехи на одной матрице.** Чтобы проверить одновременно линейность (4.2.1.2) и поправки на мешающие элементы (4.2.1.3), можно приготовить серию проб на одной молочной матрице, таким образом, чтобы охватить диапазон концентраций какого-либо

компонента, оставляя концентрации других компонентов постоянными. Для проверки линейности диапазон концентрации компонента относят к измеряемой концентрации и проверяют линеаризацию результатов измерения против теоретического соотношения компонентов или соответствующей концентрации, рассчитанной в предыдущих анализах. Для поправки на мешающие элементы диапазон концентраций должен относиться к мешающему элементу, также требуется проверка отсутствия соответствующей индуцированной систематической погрешности для измеряемой концентрации.

## 4.2.2 Стандартизация контрольно-измерительного прибора

### 4.2.2.1 Испытуемые пробы

#### 4.2.2.1.1 Общие требования

Пробы молока, отобранные специально для этой цели, или, где имеются, стандартные образцы с аналогичными характеристиками, можно использовать для стандартизации прибора.

Чтобы получить наиболее точную оценку штриха на шкале прибора, необходимо выполнить два следующих основных требования:

- a) пробы должны охватывать весь диапазон концентраций искомого компонента;
- b) остаточное стандартное отклонение из регрессии должно быть минимальным.

В зависимости от измеряемого компонента, наилучшим образом этого можно достичь путем объединения в пул отдельных проб молока, выбранных на различных уровнях концентрации при максимальном количестве проб, выбранных для значений, близких к экстремальным точкам диапазона, или путем разделения и перегруппировки компонентов молока, либо путем внесения меток (маркировки) и/или путем разбавления водой. Перед использованием необходимо подтвердить эквивалентность альтернативных калибровочных образцов для искомого компонента путем сопоставления с обычными пробами молока.

#### 4.2.2.1.2 Свойства проб

Для калибровки большое значение имеет то, чтобы калибровочные пробы являлись представительными по отношению к обычно испытываемым пробам, т.е. молоко одного и того же типа (например, молоко от отдельных животных, сборное молоко от стада коров, молоко из одной емкости, переработанное молоко), подвергнутое одинаковой обработке и консервированию, и происходящее из одной и той же зоны отбора проб, производимого в одни и те же периоды времени. Период времени, в течение которого калибровочные образцы остаются действительными, устанавливается экспериментальным путем, с учетом изменений факторов молочного производства, связанных с сезонной и региональной практикой животноводства.

Молоко очевидно плохого физического качества бракуют, чтобы гарантировать ввод гомогенной пробы в прибор и надлежащее функционирование прибора (достаточная скорость течения молока).

Стандартный метод следует применять к свежему калибровочному образцу, т.е. до того, как, в конечном счете, обрабатывать выборки в форме подвыборок.

#### 4.2.2.1.3 Диапазон измеряемой величины

Отобранные пробы должны охватывать весь диапазон концентраций измеряемого компонента. Чем больше диапазон, используемый для калибровки, тем более точно можно произвести выверку калибровочного штриха. В этом отношении рекомендуется, чтобы стандартное отклонение контрольных значений,  $s_y$ , соответствовало неравенству (1):

$$s_y \geq 5s_{yx} \tag{1}$$

или, равноценно, коэффициент корреляции,  $r_{xy}$ , соответствовал выражению (2)

$$r_{xy} \geq 0,98 \quad (2)$$

Альтернативно, там где точность и/или диапазон измеряемой величины не удовлетворяет указанному условию, можно рассмотреть подходящие альтернативные калибровочные образцы (4.2.2.1.1).

**ПРИМЕЧАНИЕ** Эквивалентно объединение проб в пулы (4.2.2.1.1), объединение в пулы отдельных данных может послужить средством получения набора подходящих виртуальных калибровочных данных, если нельзя достичь достаточной корреляции физическими средствами (см. ISO 8196-3|IDF 128-3:2009, 5.2.2.2.3.2).

#### 4.2.2.1.4 Количество проб

**4.2.2.1.4.1** Количество проб зависит от цели, преследуемой лабораторией, точности метода и гетерогенности множества проб в отношении измеряемой величины.

**4.2.2.1.4.2** Выбирают некоторое количество проб в соответствии с представительностью состава в отношении основных компонентов.

Определяют число необходимых проб в отношении различного происхождения испытываемых проб и степени их репрезентативности, достигнутой их объединением. Например, при анализе состава количество представительных проб, рекомендованное для использования как минимальное число проб, приведено в Таблице 1.

Таблица 1 — Происхождение и число представительных проб

Тип молока	Количество представительных проб
От одного животного	100
От одного стада	40
Из одной емкости	6
Переработанное	Набор проб молока, полученный из молока из одной емкости или молока из оптовой тары, используемого для переработки, с соответствующими уровнями концентрации измеряемой величины

В другом случае готовят и используют серию альтернативных калибровочных образцов равной представительности из не менее девяти равномерно распределенных по диапазону концентраций измеряемого компонента, соответствующему соединенным пробам молока.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Минимальное число – девять – уровней концентрации для альтернативных калибровочных образцов позволяет равномерно охватить основные компоненты молока (т.е. жиры, белки и лактозу) и одновременно достаточное число комбинаций компонентов, чтобы проверить параметры прибора (линейность, мешающие элементы).

**4.2.2.1.4.3** Обеспечивают точность калибровки по всему диапазону концентраций, т.е. как указано в 4.2.2.1.4.4 и 4.2.2.1.4.5.

**4.2.2.1.4.4** Для среднего уровня концентрации выбирают минимальное число образцов, так чтобы систематическая погрешность при калибровке (т.н. средняя систематическая погрешность  $\bar{d}$ ), превышающая пределы  $\pm L_{\bar{d}}$ , установленные пользователем, была статистически значима для риска погрешности  $\alpha$ . Из этого предварительного условия следует, что пределы неопределенности оцененной систематической погрешности не должны превышать установленные калибровочные пределы.

Из стандартного отклонения точности,  $\sigma_{yx}$ , оцененного по  $s_{yx}$  в последнем уравнении (см. ISO 8196-1|IDF 128-1 и ISO 8196-3|IDF 128-3), и заранее установленных пределов систематической

погрешности калибровки  $\pm L_d^-$ , число  $q$  должно удовлетворять условию (3):

$$L_d^- \geq \frac{u_{1-\alpha/2} \sigma_{yx}}{\sqrt{q}} \Leftrightarrow q \geq \frac{u_{1-\alpha/2}^2 \sigma_{yx}^2}{L_d^2} \Leftrightarrow q \geq \frac{3,84 \times \sigma_{yx}^2}{L_d^2} \quad (3)$$

Или, используя пределы  $\pm L_{drel}^-$  относительной средней систематической погрешности  $\bar{d}_{rel}$  и относительного стандартного отклонения точности  $\sigma_{yxrel}$ :

$$q \geq \frac{u_{1-\alpha/2}^2 \sigma_{yxrel}^2}{L_{drel}^2} \Leftrightarrow q \geq \frac{3,84 \times \sigma_{yxrel}^2}{L_{drel}^2} \quad (4)$$

где

$u_{1-\alpha/2}$  значение стандартного нормального распределения для уровня вероятности  $1 - \alpha$ ,

при

$$\bar{d} = \bar{x} - \bar{y} = \bar{x} - \bar{y}(\bar{x})$$

$$\bar{d}_{rel} = \bar{d} \times 100 / \bar{y}$$

$$\sigma_{yxrel} = (\sigma_{yx} / \bar{y}) \times 100$$

$$\alpha = 0,05$$

ПРИМЕР

Жир:  $\sigma_{yx} = 0,07$  % жира по массе при  $L_d^- = 0,02$  % принятого жира по массе  $\Rightarrow q \geq 49$

Число соматических клеток:  $\sigma_{yxrel} = 10$  % при  $L_{drel}^- = 3$  % принятых  $\Rightarrow q \geq 43$

**4.2.2.1.4.5** Для калибровочной характеристики пределы относительной неопределенности углового коэффициента  $b$  не должны превышать максимального значения  $\delta b_{rel}$ , определенного предварительно пользователем для систематической погрешности углового коэффициента, так чтобы погрешность, превышающая это значение, являлась значимой. Таким образом, при наличии множества проб уже известных в отношении  $\sigma_{yx}$  и  $\sigma_y$  или обычного коэффициента корреляции,  $r_{xy}$ , число  $q$  должно удовлетворять условию (5):

$$q \geq u_{1-\alpha/2}^2 \times 100^2 \left( \frac{\sigma_{yx}^2}{\sigma_y^2 - \sigma_{yx}^2} \right) \frac{1}{\delta b_{rel}^2} \Leftrightarrow q \geq 38\,400 \left( \frac{\sigma_{yx}^2}{\sigma_y^2 - \sigma_{yx}^2} \right) \frac{1}{\delta b_{rel}^2} \quad (5)$$

Или эквивалентно

$$q \geq u_{1-\alpha/2}^2 \times 100^2 \left( \frac{1}{r_{xy}^2} - 1 \right) \frac{1}{\delta b_{rel}^2} \Leftrightarrow q \geq 38\,400 \left( \frac{1}{r_{xy}^2} - 1 \right) \frac{1}{\delta b_{rel}^2} \quad (6)$$

с

$$\delta b_{rel} \geq u_{1-\alpha/2} \sigma_b \times 100 / b = u_{1-\alpha/2} \times 100 [\sigma_{yx} / (\sigma_y \sqrt{q})]$$

$$\alpha = 0,05$$

ПРИМЕР