МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ EN 1005-3— 2016

Безопасность машин. Физические возможности человека

Часть 3

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРЕДЕЛЫ УСИЛИЙ ПРИ РАБОТЕ НА МАШИНАХ

(EN 1005-3:2002+A1:2008, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Республиканским государственным предприятием «Казахстанский институт стандартизации и сертификации» на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Комитетом технического регулирования и метрологии Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации по результатам голосования в АИС МГС (протокол от 20 апреля 2016 г. № 87)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узбекское агентство по техническому регулированию

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 ноября 2025 г. № 1439-ст межгосударственный стандарт ГОСТ EN 1005-3—2016 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 декабря 2026 г.

5 Настоящий стандарт идентичен европейскому стандарту EN 1005-3:2002+A1:2008 «Безопасность машин. Физические возможности человека. Часть 3. Рекомендуемые пределы усилий при работе на машинах» («Safety of machinery — Human physical performance — Part 3: Recommended force limits for machinery operation», IDT).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных европейских стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Рекомендации 2
Приложение А (справочное) Процедура расчета для альтернативного варианта 2 8
Приложение В (справочное) Процедура расчета для альтернативного варианта 3 11
Приложение ZA (справочное) Соотношение между настоящим стандартом и Специальными требованиями директивы ЕС 98/37/ЕС, дополненной 98/79/ЕС 17
Приложение ZB (справочное) Соотношение между настоящим стандартом и Специальными требованиями директивы 2006/42/ЕС 18
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных европейских стандартов межгосударственным стандартам 19
Библиография 20

Введение

Для того чтобы переоснащать машину на протяжении ее жизненного цикла, требуются различные связанные с машиной действия, повторяющиеся с высокой частотой. Такие действия могут стать причиной скелетно-мускульных напряжений и, как следствие, риска утомления, дискомфорта и скелетно-мускульных расстройств. Производитель должен искать возможность минимизации этих рисков для здоровья, учитывая различные факторы риска, включая частоту действий, величину усилий, характер позы, длительность действия, недостаток времени на восстановление и другие дополнительные факторы. Цель порядка расчета и рекомендуемых предельных величин, приведенных в настоящем стандарте, — уменьшить риск для здоровья оператора, а также увеличить его приспособляемость и возможность использования машины более широким кругом населения, что увеличивает его эффективность и прибыльность.

Стандарт EN 1005 состоит из следующих частей под общим названием «Безопасность машин. Физические возможности человека»:

- Часть 1: Термины и определения;
- Часть 2: Составляющая ручного труда при работе с машинами и механизмами;
- Часть 3: Рекомендуемые пределы усилий при работе на машинах;
- Часть 4: Положение тела при работе с машинами и механизмами;
- Часть 5: Оценка риска для движений оператора, повторяющихся с высокой частотой. Приложения А и В только для информации.

Настоящий стандарт является продолжением серии стандартов EN 1005, охватывающей различные аспекты физических возможностей людей, работа которых связана с машинами, и соответствует основным требованиям безопасности Директив Европейского союза и связанным с ними нормам ЕАСТ.

Настоящий стандарт разработан в соответствии с [6] и дает пользователю возможность идентифицировать опасность причинения вреда через скелетно-мышечное расстройство, а также предлагает инструменты для качественной и, в значительной мере, количественной оценок риска. Инструменты для оценки риска включают также рекомендации, как этот риск уменьшить. Настоящий стандарт не рассматривает риски, связанные с несчастными случаями.

Рекомендации, которые приводятся в настоящем стандарте, основаны на доступных научных доказательствах, касающихся психологии и эпидемиологии физического труда. Знания, однако, недостаточны, и предлагаемые предельные значения должны стать предметом дальнейших научных исследований. В соответствии с правилами стандартов CEN/CENELEC, часть 2, пункт 4.9.3, европейские стандарты пересматриваются через интервалы, не превышающие пяти лет.

Данный стандарт является стандартом типа В согласно EN 1070. Положения настоящего стандарта могут быть дополнены или изменены стандартами типа С.

Примечание — Для машин, которые подпадают под область применения стандарта типа С и которые спроектированы и построены в соответствии с положениями такого стандарта, положения стандарта типа С приоритетны перед положениями стандарта типа В.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Безопасность машин.
Физические возможности человека

Часть 3

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРЕДЕЛЫ УСИЛИЙ ПРИ РАБОТЕ НА МАШИНАХ

Safety of machinery. Human physical performance. Part 3. Recommended force limits for machinery operation

Дата введения — 2026—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает руководство для производителей машин или их комплектующих частей, а также для разработчиков стандартов типа С по экспертной оценке и контролю рисков для здоровья и безопасности, причиной которых являются относящиеся к машине манипуляции, повторяемые с высокой частотой.

Настоящий стандарт устанавливает рекомендуемые ограничения по усилиям во время эксплуатации машин, включая конструирование, транспортировку и ввод в эксплуатацию (сборка частей, установка, регулировка), применение (работа, чистка, обнаружение неисправностей, техническое обслуживание, настройка, обучение или процесс замены), вывод из эксплуатации, списание и демонтаж. Настоящий стандарт применяется к машинам, которые были собраны после даты издания стандарта.

Настоящий стандарт может применяться, с одной стороны, к машинному оборудованию для профессионального использования взрослыми работающими специалистами — здоровыми работниками с обычными физическими возможностями, и с другой стороны — к машинному оборудованию для бытового применения, где задействован широкий круг населения, включая молодых и пожилых людей.

Примечание — Рекомендации получены на основе исследований, проведенных среди европейского населения.

Настоящий стандарт не применяется для машинного оборудования, которое было произведено до публикации настоящего стандарта.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

EN 614-1:2006, Safety of machinery — Ergonomic design principles — Part 1: Terminology and general principles (Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Термины и общие принципы)

EN 1005-1:2001, Safety of machinery — Human physical performance — Part 1: Terms and definitions (Безопасность машин. Физические возможности человека. Часть 1. Термины и определения)

EN 1070:1998, Safety of machinery — Terminology (Безопасность оборудования. Терминология)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по EN 614-1, EN 1005-1:2001 и EN 1070.

Издание официальное

4 Рекомендации

4.1 Общие рекомендации и информация

Производитель должен сначала принять во внимание [1] (приложение А), EN 614-1 и [2] и далее воспользоваться процедурой определения предельных значений усилия, представленной ниже.

Важно, чтобы оператор контролировал последовательность и темп выполнения операций на машине. Машины должны быть спроектированы таким образом, чтобы действия, требующие усилий, выполнялись с оптимальным учетом положения тела и его частей, а также направления приложения силы. В дополнение машины должны быть спроектированы так, чтобы создавать возможность для перемены в движениях и приложении усилий.

Процедура по оценке риска, изложенная в настоящем стандарте, должна формально проводиться для каждого действия, выполняемого во время работы с машинами. Также следует отметить, что нечастые и не требующие больших усилий действия могут оцениваться на какой-либо иной основе.

Действия, относящиеся к обращению с механизмами управления, рассмотрены в [3], также настоящий стандарт предоставляет дополнительную и важную информацию, связанную с физическими возможностями и безопасностью оператора.

4.2 Оценка риска от усилий воздействия

В настоящем стандарте оценка риска от прилагаемых усилий основана на возможности потенциальных пользователей создавать такие усилия и генерировать их последовательно в три этапа, как это показано на рисунке 1.

На этапе А в группах потенциальных пользователей определяются возможности создания максимальных изометрических усилий для совершения соответствующих действий. В очерченной области применения настоящего стандарта определение максимальных усилий может проводиться в соответствии с тремя альтернативными методами.

На этапе В усилия, созданные на этапе А, снижаются с учетом обстоятельств, под влиянием которых эти усилия возникают (скорость, частота и продолжительность деятельности). Снижение достигается при помощи введения коэффициентов. В основном результат — это усилие, которое может генерироваться без существенного утомления.

На этапе С оценивается риск, связанный с использованием машин. Оценивание риска осуществляется с использованием коэффициентов риска, снижая максимально достижимое усилие этапа В до значений, связанных с разными уровнями риска.

Оценка риска сосредоточивается на скелетно-мышечных нарушениях и основывается на предположении, что снижение усталости во время работы эффективно снижает такие расстройства.

Рекомендованные пределы усилий применимы к большинству мужчин и женщин общего народонаселения при оптимальных рабочих позах и оптимальной окружающей среде. Эти пределы рассчитаны для оптимального набора движений суставов, участвующих в соответствующих действиях.

Рекомендуется допускать ограничения для профессиональных пользователей, относящиеся к 15-му процентилю всего взрослого населения, т. е. к мужчинам и женщинам от 20 до 65 лет. Предельные усилия для машин, предназначенных для бытового применения, должны относиться к 1-му процентилю того же взрослого населения. Взрослое население участвует в качестве контрольной группы, поскольку данные по усилиям лиц молодого и пожилого возраста либо недостаточно надежны, либо вообще отсутствуют. Пределы, установленные в результате процедур, описанных в настоящем стандарте, будут значительно снижать опасности, по крайней мере, на 85 % от запланированного контингента потенциальных пользователей.

Производители должны быть в курсе, что оценка усилий, представленная в данном стандарте, может быть использована в качестве руководства при разработке инструкций по применению оборудования.



Рисунок 1 — Алгоритм оценки риска от усилий воздействия во время эксплуатации машин для стандартного контингента потенциальных пользователей

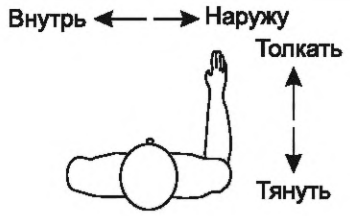
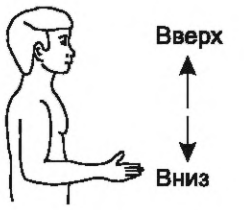
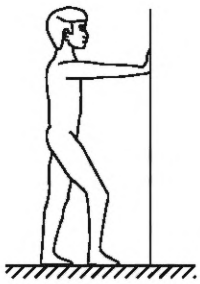
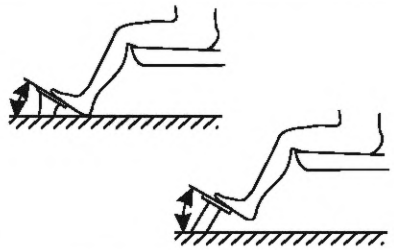
4.2.1 Этап А. Определение основного усилия, создающего нагрузку

Выходные данные: максимальное изометрическое усилие F_B для указанных действий с учетом предполагаемого контингента пользователей. Этап А может быть реализован при помощи одного из трех альтернативных вариантов.

Вариант 1

По таблице 1 выбирают предварительно рассчитанные значения F_B, если это возможно. Предельные значения представляют работающее население Европы в целом, без разделения по возрасту и полу [26]. Предварительные расчеты были сделаны по процедуре, описанной в приложении В. Эти значения рассчитаны для оптимальных поз работы, как это показано в таблице. Производитель должен знать, что физическое усилие, в частности, при работе руками, в значительной мере связано с рабочими позами и направлением применения силы.

Таблица 1 — Максимальное изометрическое усилие F_B, предварительно рассчитанные ограничения по нагрузкам на изометрическое усилие для определенных видов деятельности как для профессионального, так и для бытового применения. Значения применяются только к оптимальным рабочим условиям

Вид деятельности		Профессиональное использование F_B, Н	Домашнее использование F_B, Н
	Работа кистью (одной рукой). Силовой захват	250	184
	Работа одной рукой (в положении сидя):		
	- вверх	50	31
	- вниз	75	44
	- наружу	55	31
	- внутрь	75	49
	- толкание:		
	- с помощью рукоятки	275	186
	- без помощи рукоятки	62	30
	- вытягивание:		
	- с помощью рукоятки	225	169
	- без помощи рукоятки	55	28
	Работа всем телом (в положении стоя):		
	- толкание	200	119
	- вытягивание	145	96
	Работа ногой (в положении сидя, с помощью рукоятки):		
	- действие лодыжкой	250	154
	- действие всей ногой	475	308

Вариант 2

Расчет F_B проводится по простой процедуре, описанной в приложении А. Вариант 2 — это грубое приближение, предполагающее равное представительство мужчин и женщин, и может применяться:

- если предполагаемый контингент пользователей подобен общеевропейскому;
- если конкретные демографические характеристики предполагаемого контингента пользователя недоступны.

Второй вариант относится к силовым данным общего женского контингента.

Предельные значения могут быть рассчитаны при помощи выполнения следующих основных шагов:

- определение соответствующих действий и направлений усилий;
- получение распределения изометрического усилия среди взрослого здорового населения Европы при соответствующих видах действий;

- решение, предназначается ли оборудование для профессионального или бытового применения;
- определение F_B, т. е. 15-й процентиль для профессионального использования или 1-й процентиль для бытового применения.

Дальнейшая информация и процедура дополнительного расчета даны в приложении А. Следует помнить, что приложение А является справочным.

Вариант 3

Точный расчет F_B обеспечивается процедурой, описанной в приложении В.

Итоговое значение F_B в точности отражает предполагаемый целевой контингент. Следовательно, вариант 3 применим, если известно, что конкретный состав предполагаемого целевого контингента не разделен по возрасту и полу.

Вариант 3 относится к силовым данным определенной подгруппы населения — женщинам от 20 до 30 лет. Предельные значения могут рассчитываться при выполнении следующих основных операций:

- определение соответствующего вида действия и направления усилий;
- установление параметров распределения усилий (средних и нормативных отклонений) особой упомянутой группы (женщины от 20 до 30 лет);
- установление распределения потенциального контингента пользователей по возрасту и полу в соответствии с их демографическим описанием;
- определение F_B, т. е. 15-й процентиль силы для профессионального использования и 1-й процентиль для бытового применения.

Дальнейшая информация и предполагаемая процедура расчета даны в приложении В. Следует учитывать, что приложение В является справочным.

4.2.2 Этап В. Определение установленной мощности

Итог — максимальное усилие для контингента потенциальных пользователей с учетом скорости, частоты и длительности действия.

4.2.2.1 Коэффициент скорости перемещения m_v

Максимальное усилие, создающее нагрузку, уменьшается при быстром надежном захвате. Это устанавливается при помощи коэффициента скорости m_v, определяемого по таблице 2.

Таблица 2 — Коэффициент скорости m_v относительно скорости перемещения

Скорость	Нет. Воздействие не предполагает перемещений или предполагает слабое перемещение	Да. Воздействие предполагает заметное перемещение
m_v	1,0	0,8

4.2.2.2 Коэффициент частоты действия m_f

Часто повторяющиеся действия служат причиной развития усталости и тем самым снижают максимальное усилие, создающее нагрузку. Воздействие утомления зависит от соотношения между длительностью каждого отдельного действия (время действия) и частотой, с которой действие происходит во время работы с машиной. Коэффициент частоты m_f предназначен для учета этих факторов, как показано в таблице 3.

Таблица 3 — Коэффициент частоты m_f относительно длительности отдельных действий («время действия») и частоты их возникновения

Время действия, мин	Частота действия, мин$^{-1}$			
	≤ 0,2	> 0,2—2	> 2—20	> 20
≤ 0,05	1,0	0,8	0,5	0,3
> 0,05	0,6	0,4	0,2	не применим

4.2.2.3 Коэффициент продолжительности действия m_d

Усталость, т. е. снижение усилия, создающего нагрузку, развивается постепенно в течение времени выполнения работы. Добавить усталость могут и другие подобные действия, поскольку нагрузка ложится на то же самое тело. Следовательно, учитывать надо не только часы работы, но и длительность подобных действий. Под подобными понимаются действия, имеющие тот же самый характер

(т. е. толкание, давление или любое другое), и те, которые рассматриваются и выполняются в усредненной позиции рук и ног (в зависимости от того, что подходит). Коэффициент m_d в таблице 4 учитывает влияние продолжительности. Продолжительность в таблице относится ко времени выполнения работы, включая перерывы.

Таблица 4 — Коэффициент продолжительности m_d, учитывающий совокупную продолжительность (ч) подобных действий

Продолжительность, ч	≤ 1	> 1—2	> 2—8
m_d	1,0	0,8	0,5

4.2.2.4 Расчет сниженной нагрузки F_{Br}

Расчет усилия, создающего нагрузку, с учетом скорости, частоты и длительности действия, выполняется по следующей формуле:

$$F_{Br} = F_B \cdot m_v \cdot m_f \cdot m_d, \quad (1)$$

где F_B — максимальное изометрическое усилие;

m_v — коэффициент скорости;

m_f — коэффициент частоты;

m_d — коэффициент продолжительности.

4.2.3 Этап С. Оценка выносливости и риска

Результат: оценка риска от усилия, необходимого при обслуживании машин.

Оба предыдущих этапа касались нагрузки, возникающей под воздействием максимального изометрического усилия. Таким образом, значение F_{Br} показывает предельное значение силового напряжения. Риск для здоровья представляют даже значения усилий ниже максимальных. Коэффициент риска, установленный ниже, должен приниматься во внимание. Он включает в себя рассмотрение сопротивляемости ткани тела (в частности, мускулов, сухожилий и суставов), а также резервные возможности, рассматривающие переносимость. Коэффициент риска создает три зоны риска, которыми должен руководствоваться производитель при оценке риска для использования оборудования по назначению.

Оценку выносливости с учетом риска выполняют следующим образом:

- значение усилия, полученное на этапе В, умножают на коэффициент риска, указанный в таблице 5, согласно следующей формуле:

$$F_R = m_r \cdot F_{Br}, \quad (2)$$

где F_{Br} — усилие, полученное на этапе В, Н;

m_r — коэффициент риска, указанный в таблице 5.

Коэффициент риска m_r, указанный в таблице 5, учитывает выносливость тканей человеческого тела (в частности, мускулов, сухожилий и суставов) в той мере, в какой это приемлемо для пределов безопасности.

Коэффициент риска определяет три зоны риска, которыми должен руководствоваться производитель при оценке риска для использования оборудования по назначению.

Таблица 5 — Коэффициент риска m_r, определяющий зоны риска

Зона риска	
Рекомендованная	≤ 0,5
Нерекомендованная	> 0,5—0,7
Зона, которую следует избегать	> 0,7

Рекомендованная зона: риск заболевания или повреждения незначителен. Никакого вмешательства не требуется.

Нерекомендованная зона: риск заболевания или повреждения не может быть сведен к незначительному. Следовательно, необходимы дальнейшие оценка и анализ риска с учетом дополнительных факторов риска, а также тех, которые представлены в пункте 4.3. В результате этого анализа может оказаться, что коэффициент риска 0,7 может быть признан приемлемым. Если же, с другой стороны, результатом анализа будет заключение, что профессиональная эксплуатация машин связана с существенным риском, требуется изменение конструкции или принятие других мер по снижению другого риска.

Зона, которую следует избегать: риск заболевания или повреждения очевиден и не может считаться приемлемым. Следовательно, необходимо вмешательство с целью снижения риска.

Следует подчеркнуть, что предназначение машины для эксплуатации с высокой частотой силового воздействия заставляет предполагать значительное увеличение риска травматизма независимо от значения требуемого усилия воздействия. По дальнейшей информации следует обращаться к [5].

4.3 Факторы, влияющие на риск

4.3.1 Рабочая поза

Машины должны позволять неограниченные, частые и легко выполнимые изменения позы работающего во время обслуживания и эксплуатации, не допуская экстремального положения суставов. При рассмотрении рабочих поз следует обращаться к [4].

4.3.2 Ускорение и точность движения

Следует иметь в виду, что действия, требующие высокого ускорения, предполагают большую силовую нагрузку на ткани работающего и, следовательно, увеличение риска их повреждения и мускульно-скелетных расстройств. Следует также иметь в виду, что перемещения, требующие высокой точности, выполняются в медленном темпе и предполагают возрастание мускульных усилий.

4.3.3 Вибрация

Машины не должны приводить к какой-либо вибрации рук или тела оператора. Вибрация влияет на усилия, создающие нагрузку, и тем самым может вызывать мускульно-скелетные расстройства.

4.3.4 Взаимодействие человека с машиной

Следует обеспечить оператору возможность полностью контролировать темп работы. Во время работы машины он должен иметь возможность включать и выключать ее в любой момент. Производитель также должен учитывать риск мускульно-скелетных расстройств из-за монотонной, повторяющейся работы.

4.3.5 Средства индивидуальной защиты

Одежда и средства индивидуальной защиты (СИЗ) могут ограничивать движения оператора во время обслуживания машины. Стандартный набор СИЗ может включать в себя перчатки, комбинезоны, огнезащитные брюки, гетры, обувь, защищающую от скольжения и повреждения пальцев ног, защитные очки, маски или респираторы. Это должно быть предусмотрено конструкцией машины путем обеспечения достаточного оперативного пространства и учета уменьшения силы и подвижности оператора вследствие использования устройств индивидуальной защиты.

4.3.6 Условия окружающей среды

Необходимо принимать во внимание условия окружающей среды во время профессиональной эксплуатации машин. Особую заботу следует проявлять, если оборудование эксплуатируется при экстремальных температурах. Например, высокие температуры и влажность могут вызывать быстрое утомление; работа при низких температурах может вызывать онемение рук или требовать использования перчаток, что ведет к потере ловкости рук. Важно также учитывать условия освещения.

Приложение А
(справочное)

Процедура расчета для альтернативного варианта 2

А.1 Общие положения

Приложение А устанавливает ускоренную процедуру приблизительного определения ограничений усилия. Эта процедура выполняется при условии уравнивания мужчин и женщин и применяется:

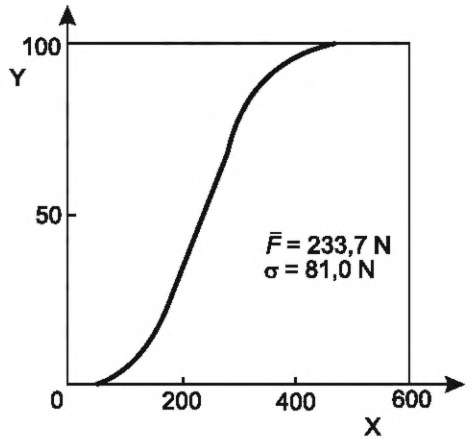
- если нет точных знаний о популяции пользователей;
- если оборудование спроектировано непосредственно для взрослого работающего населения.

Во втором случае приложение А может быть использовано взамен более изощренного метода, указанного в приложении В, который следует применять только в том случае, когда реально действующие усилия не достигают предельных значений, рассчитанных ниже.

А.2 Входные параметры

На первом этапе проводят анализ манипуляций, который должен выполнять оператор, чтобы точно определить наиболее опасные виды деятельности. Параметры распределения (среднее и допустимое отклонения) усилий человека можно найти в соответствующей литературе или в таблице, приведенной ниже. Эти силовые данные относятся только к взрослому работающему населению. В качестве приблизительных значений рекомендуется начать с параметров распределения, полученных исключительно для контрольных групп женщин. Эти параметры позволяют дать хорошо обоснованный прогноз предельных значений F_B, единых для обоих полов при следующих условиях:

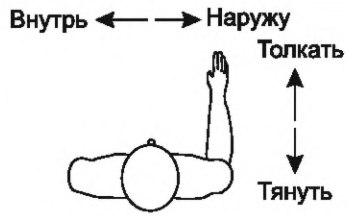
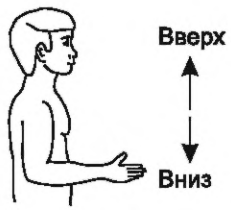
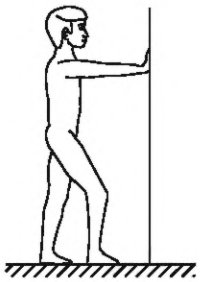
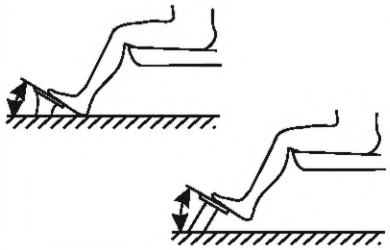
- потенциальный контингент пользователей: взрослое работающее население;
- контрольная группа: взрослое женское население;
- параметры распределения: среднее значение усилия F и стандартное отклонение σ в контрольной группе.



Условные обозначения:
X — F;
Y — %

Рисунок А.1 — Пример параметров распределения усилий

Таблица А.1 — Выбор параметров распределения усилий F и σ (контрольная группа: взрослое женское население)

Вид деятельности		$\bar{F}$, Н	σ, Н
	Работа кистью (одной рукой): силовой захват	278,0	62,2
	Работа одной рукой (в положении сидя):		
	- вверх	58,0	18,4
	- вниз	88,6	33,2
	- наружу	65,5	26,2
	- внутрь	85,6	24,6
	- толкание:		
	- с помощью рукоятки	312,0	84,8
	- без помощи рукоятки	78,0	42,7
	- вытягивание:		
	- с помощью рукоятки	246,0	45,7
	- без помощи рукоятки	67,9	33,5
	Работа всем телом (стоя):		
	- толкание	233,7	81,0
	- вытягивание	164,6	44,9
	Работа ногой (сидя, с упором):		
	- действие лодыжкой	293,4	104,7
	- действие всей ногой	542,5	156,2

Примечание — Приблизительно. Если нет никаких данных по контрольной группе, принимают в качестве приблизительных параметры распределения из приложения В — молодые женщины между 20 и 30 годами. Эти данные могут использоваться в качестве приблизительных.

А.3 Процедура расчета

А.3.1 Распределение усилий

Среднее значение и стандартное отклонение определяют функции распределения DF(x) всех ожидаемых усилий. Такое приблизительное значение по отношению к стандартному допускает легкий способ определения предельных значений усилий при практическом применении.

А.3.2 Логарифмическое преобразование

Предельные значения приближаются к действительным путем изменения номинальных значений распределения через логарифмическое преобразование:

$$\bar{F}_{\ln} = \ln\bar{F},$$

$$\sigma_{ln} = \ln\frac{\overline{F}+\sigma}{\overline{F}}.$$

Пример — толкание

$$\overline{F}_{ln} = \ln 233,7 = 5,45,$$

$$\sigma_{ln} = \ln\frac{233,7+81}{233,7} = 0,30.$$

A.3.3 Расчет процентилей усилий

Взяв за основу приведенные выше логарифмические параметры распределения F_{ln} и σ_{ln}, можно рассчитывать процентили логарифмического значения $F_{ln\%}$:

$$F_{ln\%} = \overline{F}_{ln} = z_{\%} \cdot \sigma_{ln}.$$

Для 15-го и 1-го процентилей целевой группы z% составляет[1)]:

Пример — $F_{ln15\%} = 5,45 - 0,5244 \cdot 0,30 = 5,30.$
$F_{ln1\%} = 5,45 - 2,0537 \cdot 0,30 = 4,84.$

Простой обратный переход к линейной шкале дает в итоге процентиль усилия $F_{\%}$:

$$F_{\%} = e^{F_{ln\%}}N.$$

Пример — $F_{15\%} = e^{5,35} = 200N,$
$F_{1\%} = e^{4,84} = 126N.$

A.4 Результаты

Оба процентиля $F_{15\%}$ и $F_{1\%}$ определяются как максимальное изометрическое усилие F_B:

$F_B =$ $F_{15\%}$ — для профессионального использования
$F_{1\%}$ — для бытового использования.

Пример — $F_B = 200$ N для профессионального использования.

Указанные предельные значения усилий позволяют от 85 % до 99 % взрослого работающего населения Европы выполнять работу без превышения своих физических возможностей.

[1)] Здесь предполагается:

$z_{15\%} = -0,5244;$

$z_{15\%}^{\text{общее население}} = z_{30\%}^{\text{женщины}} = -0,5244;$

$z_{1\%}^{\text{общее население}} = z_{2\%}^{\text{женщины}} = -2,0537;$

$z_{1\%} = -2,0537.$

Приложение В
(справочное)

Процедура расчета для альтернативного варианта 3

В.1 Общие положения

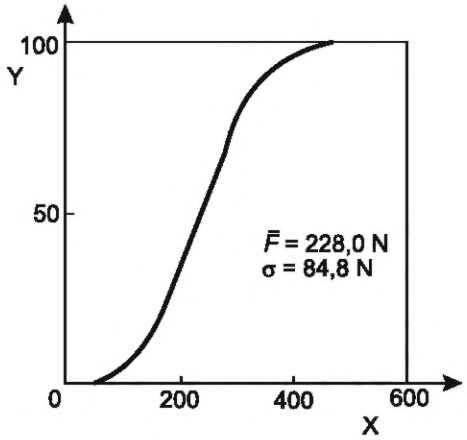
В пункте 4.2 вариант 3 определяет процедуру расчета максимального изометрического усилия F_B для достоверно известного контингента пользователей оборудования. Схема расчета включает два главных этапа, более подробно описанных ниже.

В.2 Параметры ввода

В.2.1 Сила

Процедура требует учитывать параметры распределения максимальных изометрических усилий, наблюдающиеся в отдельной контрольной группе:

- контрольная группа: женщины от 20 до 30 лет;
- параметры распределения: среднее значение усилия *F* и номинальное отклонение *a* по данной контрольной группе.

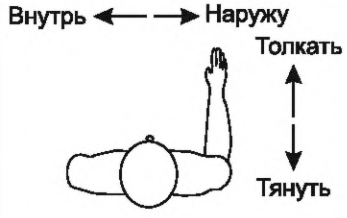
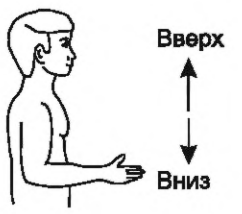


Условные обозначения:
X — *F*;
Y — %

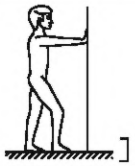
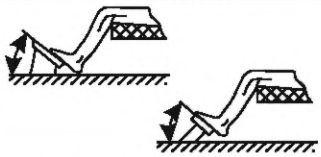
Рисунок В.1 — Пример параметров распределения усилий

Соответствующие значения усилий можно найти в литературе или в таблице, приведенной ниже.

Таблица В.1 — Выбор параметров распределения *F* и σ (контрольная группа: женщины от 20 до 30 лет)

Вид деятельности		$\bar{F}$, Н	σ, Н
	Работа кистью (одной рукой): силовой захват	270,0	54,1
	Работа одной рукой (в положении сидя):		
	- вверх	56,0	18,4
	- вниз	88,0	33,2
	- наружу	63,5	26,2
	- внутрь	83,4	24,6
	- толкание:		
	- с рукояткой	303,0	81,0
	- без рукоятки	75,5	42,7
	- вытягивание:		
	- с рукояткой	242,0	44,9
	- без рукоятки	65,7	33,5

Окончание таблицы В.1

Вид деятельности		$\bar{F}$, Н	σ, Н
	Работа всем телом (стоя): - толкание - вытягивание	 228,0 161,0	 84,8 45,7
	Работа ногами (сидя и с помощью опоры): - лодыжкой - ногой	 282,0 528,5	 96,5 157,6

Примечание — Если нет достоверных данных по контрольной группе, параметры распространения из приложения А — для взрослого женского населения — могут использоваться в качестве приблизительных.

В.2.2 Демографические данные пользователей

Далее анализируется популяция потенциальных пользователей. Этот анализ должен быть сконцентрирован на подгруппах, как это указано, по возрасту и полу в соответствии со следующими категориями:

женщины
- n_{f1}: возраст < 20 лет;
- n_{f2}: 20 лет ≤ возраст ≤ 50 лет;
- n_{f3}: возраст > 50 лет.

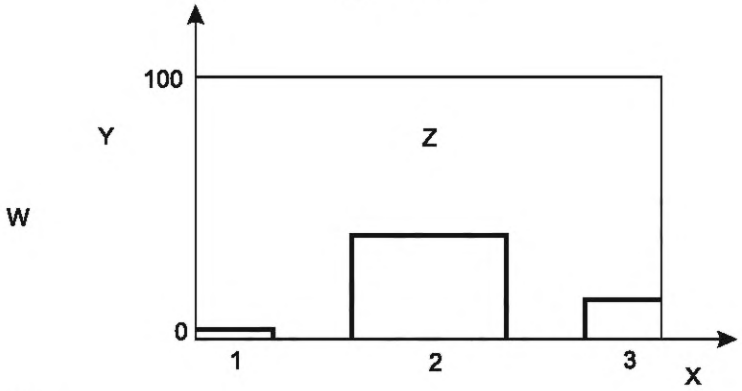
мужчины
- n_{m1}: возраст < 20 лет;
- n_{m2}: 20 лет ≤ возраст ≤ 50 лет;
- n_{m3}: возраст > 50 лет.

n_{fi}, n_{mi} — процентное соотношение для подгрупп, входящих в состав популяции потенциальных пользователей.

Пример — распределение в Европе по 12 статусам[1)].
Контроль: все n_{fi} и n_{mi} в сумме должны давать 100 %:

$$n_{f1} = 1{,}6\ \%$$
$$n_{f2} = 31{,}6\ \%$$
$$n_{f3} = 7{,}6\ \%$$

$$n_{m1} = 2{,}0\ \%$$
$$n_{m2} = 43{,}8\ \%$$
$$n_{m3} = 13{,}4\ \%.$$



Условные обозначения:
X — возраст групп;
Y — %;
Z — мужчины;
W — n_{ml}.

Рисунок В.2 — Пример демографических данных пользователей

[1)] Eur. 12. Europa der 12 — Подъем за счет рабочей силы, Статистическая служба Союза, Висбаден, 1993.

B.3 Процедура расчета

На втором этапе рассчитывают предельные значения усилий по специальной процедуре, установленной для контингентов пользователей, определенных выше. Процедуру выполняют, как описано ниже.

B.3.1 Синтетический параметр распределения подгрупп

Средние значения усилий и стандартные отклонения для всех подгрупп i упрощенно подсчитывают с помощью приведенных выше параметров (F, σ) и некоторых соответствующих коэффициентов (α_{xx}, s_{xx}), выражающих соотношение между возрастом и полом:

женщины - средние значения усилий: $\overline{F}_{fi} = \overline{F} \cdot \alpha_{fi}$

- стандартное отклонение: $\sigma_{fi} = \sigma \cdot s_{fi}$

мужчины - средние значения усилий: $\overline{F}_{mi} = \overline{F} \cdot \alpha_{mi}$

- стандартное отклонение: $\sigma_{mi} = \sigma \cdot s_{mi,}$

где i = 1…3 возрастные группы;

α_{xx}, s_{xx} — коэффициенты подгрупп;

$\overline{F}$ — среднее значение усилия контрольной группы, как это указано на этапе B.2;

σ — стандартное отклонение от контрольной группы, как это указано на этапе B.2.

Таблица B.2 — Пример демографических данных пользователей

Возрастная группа	1	2	3
$\overline{F}_{fi}$	172,8	180,0	167,4
σ_{fi}	61,8	60,0	57,6
$\overline{F}_{mi}$	351,0	388,8	306,0
σ_{mi}	94,2	99,0	108

Таблица B.3 — Коэффициенты подгруппы

Средние значения α_{xx}				Стандартные отклонения s_{xx}			
Возрастные группы	1	2	3	Возрастные группы	1	2	3
Женщины α_{fi}	0,96	1,00	0,93	Женщины s_{fi}	1,03	1,00	0,96
Мужчины α_{mi}	1,95	2,16	1,70	Мужчины s_{mi}	1,57	1,65	1,81

B.3.2 Логарифмическое распределение усилий

При более низких значениях усилия (например: F = 63,5 N, σ = 26,2 N) приведенный выше способ приближения к номиналу неизменно дает ухудшающийся результат для низких процентилей (1 %). В этом случае значительно ближе к истине логарифмические параметры распределения усилий. Простое преобразование обеспечивает новый набор логарифмических параметров распределения усилий:

женщины:

$$\overline{F_{fi}^{L}} = \ln(\overline{F}_{fi})$$

$$\sigma_{fi}^{L} = \ln\frac{\overline{F}_{fi} + \sigma_{fi}}{\overline{F}_{fi}}$$

мужчины:

$$\overline{F}_{mi}^{L} = \ln(\overline{F}_{mi})$$

$$\sigma_{mi}^{L} = \ln\frac{\overline{F}_{mi} + \sigma_{mi}}{\overline{F}_{mi}}.$$

Остальные расчеты этой процедуры применяют к упомянутым выше логарифмическим параметрам распределения усилий тем же способом, что и к стандартным линейным параметрам распределения.

В этом случае имеет место простая замена:

$\overline{F}^{L}_{fi} = \overline{F}_{fi}$ $\sigma^{L}_{fi} = \sigma_{fi}$ $x^{L} = x$,

$\overline{F}^{L}_{mi} = F_{mi}$ $\sigma^{L}_{mi} = \sigma_{mi}$

где x — это переменная сила в линейном представлении;

x^{L} — это переменная сила в логарифмическом представлении.

B.3.3 Создание новых функций распределения для женских и мужских подгрупп

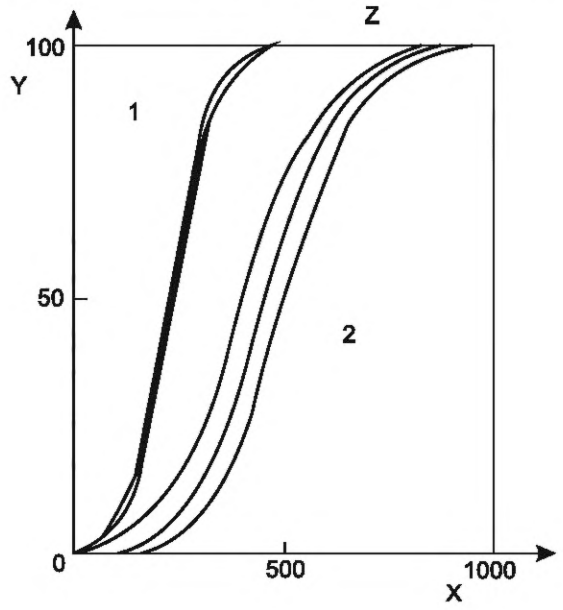
- женщины: $DF_{fi}(x) = \frac{1}{\sigma_{fi}\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-0.5 z_{fi}^2} dz_{fi}$

с $z_{fi} = \frac{x - \overline{F_{fi}}}{\sigma_{fi}}$

- мужчины: $DF_{mi}(x) = \frac{1}{\sigma_{mi}\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-0.5 z_{mi}^2} dz_{mi}$

с $z_{mi} = \frac{x - \overline{F_{mi}}}{\sigma_{mi}}$.

При использовании логарифмического распределения, тогда обратный переход к x = $e^{x^{L}}$.



Условные обозначения:

X — F;

Y — %;

Z — логарифмическое распределение;

1 — женщины;

2 — мужчины

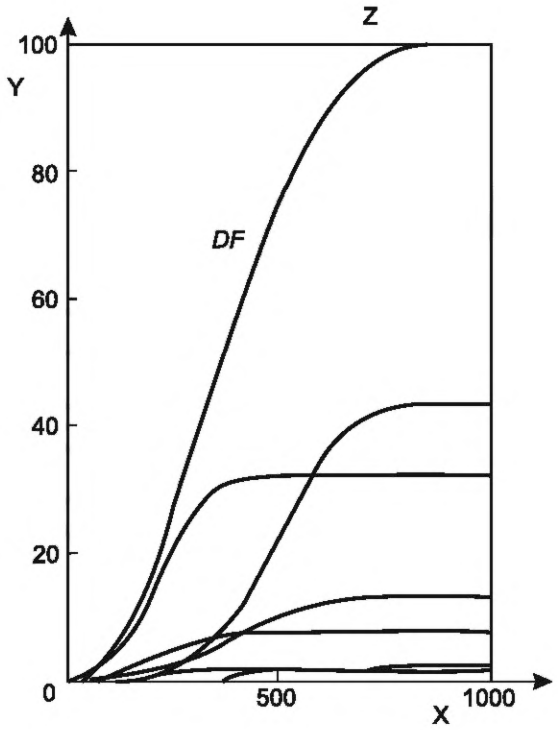
Рисунок B.3 — Пример функций распределения усилий для мужских и женских подгрупп

B.3.4 Оценка и комбинированное распределение всех подгрупп

$$DF(x) = \sum_{j} \frac{n_{fi} DF_{fi}(x) + n_{mi} DF_{fi}(x)}{100},$$

где DF — функция распределения;

n_{fi}, n_{mi} — процентное соотношение по всем подгруппам.



Условные обозначения:
X — *F*;
Y — %;
Z — логарифмическое распределение

Рисунок В.4 — Пример оценки значимости и обобщения по всем подгруппам

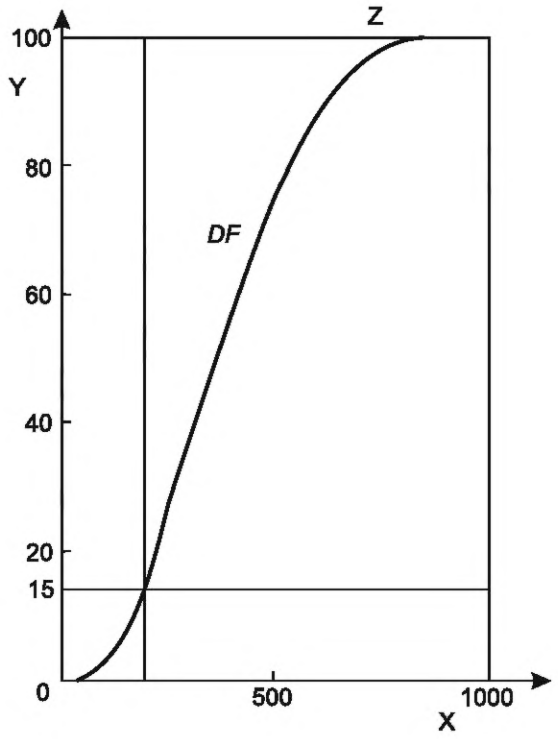
В.3.5 Расчет процентиля

DF(x) обобщенная функция распределения всех усилий *x* по всем подгруппам.

Таким образом, предельное значение усилия может быть найдено путем расчета 15-го или 1-го процентиля *DF(x)*:

DF(x) < 0,15 — для профессионального использования
0,01 — для бытового использования

→ сила *x*



Условные обозначения:
X — *F*;
Y — %;
Z — логарифмическое распределение

Рисунок В.5 — Пример расчета процентилей

В.4 Результат

Описанная выше процедура дает в результате предел необходимого усилия по формуле

$$F_B = x \cdot N.$$

Эти предельные значения усилия позволяют от 85 % до 99 % контингента пользователей выполнять работу без превышения своих физических возможностей.

Пример — F_B = 200,2 N.

Приложение ZA
(справочное)

Соотношение между настоящим стандартом и Специальными требованиями Директивы ЕС 98/37/ЕС, дополненной 98/79/ЕС

Настоящий стандарт подготовлен в соответствии с мандатом, выданным CEN Европейской комиссией и Европейской ассоциацией свободной торговли для предоставления средств, подтверждающих основные требования Директивы нового подхода 98/37/ЕС по машинному оборудованию, дополненный 98/79/ЕС.

Соблюдение нормативных пунктов стандарта, представленных в таблице ZA.1, в пределах области применения стандарта, предоставляет презумпцию соответствия установленным требованиям соответствующих Специальных требований Директивы и сопутствующих инструкций Европейской ассоциации свободной торговли, если упоминается ссылка на стандарт в Официальном бюллетене Европейского сообщества согласно Директиве и если он был реализован как национальный стандарт как минимум в одном государстве-участнике.

Таблица ZA.1 — Соотношение между настоящим стандартом и основными требованиями директивы ЕС 98/37/ЕС, дополненной 98/79/ЕС

Пункт(ы)/подпункт(ы) стандарта ЕН	Основные требования Директивы 98/37/ЕС, дополненной 98/79/ЕС	Уточняющие замечания/примечания
Все пункты	Приложение I: 1.1.2 d), 1.1.5	—

Примечание — Другие требования и другие Директивы ЕС могут применяться к изделию(ям), попадающим под область применения настоящего стандарта.

Приложение ZB
(справочное)

Соотношение между настоящим стандартом и Специальными требованиями Директивы 2006/42/ЕС

Настоящий стандарт подготовлен в соответствии с мандатом, выданным CEN Европейской комиссией и Европейской ассоциацией свободной торговли для предоставления средств, подтверждающих основные требования Директив нового подхода 2006/42/ЕС по машинному оборудованию.

Соблюдение нормативных пунктов стандарта, представленных в таблице ZB.1, в пределах области применения стандарта, предоставляет презумпцию соответствия установленным требованиям соответствующих Специальных требований Директивы и сопутствующих инструкций Европейской ассоциации свободной торговли, если упоминается ссылка на стандарт в Официальном бюллетене Европейского сообщества согласно Директиве и если он был реализован как национальный стандарт как минимум в одном государстве-участнике.

Таблица ZB.1 — Соотношение между настоящим стандартом и Специальными требованиями директивы 2006/42/ЕС

Пункт(ы)/подпункт(ы) стандарта EN	Основные требования Директивы 2006/42/ЕС	Уточняющие замечания/примечания
Все пункты	Приложение I: 1.1.5, 1.1.6	

Примечание — Другие требования и другие Директивы ЕС могут применяться к изделию(ям), попадающим под область действия настоящего стандарта.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных европейских стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение европейского стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
EN 614-1:2006	—	*, [1]
EN 1005-1:2001	—	*, [2]
EN 1070:1998	IDT	ГОСТ EN 1070—2003 «Электромагнитная совместимость технических средств. Станки металлообрабатывающие. Часть 2. Помехоустойчивость»

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного европейского стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта:

- IDT — идентичный стандарт.

[1] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ЕН 614-1—2003 «Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы», идентичный EN 614-1:1995.

[2] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ЕН 1005-1—2003 «Безопасность машин. Физические возможности человека. Часть 1. Термины и определения», идентичный EN 1005-1:2001.

Библиография

[1]	EN 292-2:1991	Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 2: Technical principles and specifications (Безопасность машин. Основные положения, общие принципы конструирования. Часть 2. Технические принципы и технические условия)
[2]	EN 614-2	Safety of machinery — Ergonomic design principles — Part 2: Interactions between the design of machinery and work tasks (Безопасность машин. Эргономические принципы конструирования. Часть 2. Взаимосвязь между конструкцией машины и ее работой)
[3]	EN 894-3	Safety of machinery — Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 3: Control actuators (Безопасность машин. Эргономические требования по конструированию средств отображения информации и органов управления. Часть 3. Исполнительные механизмы системы управления)
[4]	EN 1005-4	Safety of machinery — Human physical performance — Part 4: Evaluation of working postures and movements in relation to machinery (Безопасность машин. Физические возможности человека. Часть 4. Оценивание рабочих поз и движений при работе с машинами)
[5]	EN 1005-5	Safety of machinery — Human physical performance — Part 5: Risk assessment for repetitive handling at high frequency (Безопасность машин. Физические возможности человека. Часть 5. Оценка риска для движений, повторяющихся с высокой частотой)
[6]	EN 1050	Safety of machinery — Principles for risk assessment (Безопасность машин. Принципы для оценки риска)

УДК 621.9.02-434.5:006.354 МКС 13.110; 13.180 IDT

Ключевые слова: группа населения, демографические данные, длительность воздействия, контрольная группа, логарифмические параметры, рабочая поза, предельное усилие, частота воздействия

Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 21.11.2025. Подписано в печать 18.12.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,74.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru