ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ЕН 1005-3— 2010

Безопасность машин

ФИЗИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Часть 3

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРЕДЕЛЫ УСИЛИЙ ПРИ РАБОТЕ НА МАШИНАХ

EN 1005-3:2002
Safety of machinery — Human physical performance — Part 3: Recommended force limits for machinery operation (IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2011

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков» (ОАО «ЭНИМС») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 70 «Станки»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2010 г. № 774-ст

4 Настоящий стандарт идентичен европейскому региональному стандарту ЕН 1005-3:2002 «Машины. Безопасность. Физические характеристики человека. Часть 3. Рекомендуемые предельные значения усилий для функционирования машин» (EN 1005-3:2002 «Safety of machinety — Human physical performance — Part 3: Recommended force limits for machinery operation»).

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2011

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 2
4 Рекомендации 2
4.1 Общие сведения и рекомендации 2
4.2 Оценка риска от усилий воздействия 2
4.3 Факторы, влияющие на риск 7
Приложение А (справочное) Процедура расчета для альтернативного варианта 2 8
Приложение В (справочное) Процедура расчета для альтернативного варианта 3 11
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных европейских региональных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам 17
Библиография 18

Введение

В пределах жизненного цикла станка от создания до демонтажа различные связанные со станком действия требуют определенных мускульных усилий. Мускульные усилия заставляют напрягаться скелетно-мышечную систему. Неблагоприятные скелетно-мышечные усилия соответствуют рискам утомления, дискомфорта и расстройства скелетно-мышечной системы.

Производитель станка должен контролировать такие риски для здоровья путем оптимизации требуемых усилий с учетом частоты, длительности и разнообразия усилий.

Цель порядка расчета и рекомендуемых предельных величин, приведенных в настоящем стандарте, — уменьшить риск для здоровья оператора, а также увеличить его приспособляемость и возможность использования станка более широким кругом населения, что увеличивает его эффективность и прибыльность.

Настоящий стандарт подготовлен как гармонизированный по смыслу с Директивами по станкам и ассоциированный с правилами EFTA.

Настоящий стандарт соответствует европейскому региональному стандарту ЕН 1005-3 и дает пользователю возможность идентифицировать опасность причинения вреда через скелетно-мышечное расстройство, а также 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, предусмотренные настоящим стандартом, базируются на имеющихся в распоряжении научных доказательствах, касающихся физиологии и эпидемиологии ручной работы. Однако эти знания недостаточны, и предлагаемые предельные значения должны стать предметом дальнейших научных исследований. Согласно требованиям стандартов CEN/CENELEC. Часть 2, пункт 4.9.3, европейские стандарты следует пересматривать с интервалом не более пяти лет.

Настоящий стандарт относится к типу В согласно ЕН 1070.

Положения настоящего стандарта могут быть дополнены или изменены стандартами типа С.

Примечание — Для станков, которые подпадают под область применения какого-либо стандарта типа С и которые разработаны и построены в соответствии с положениями такого стандарта, положения стандарта типа С приоритетны перед положениями стандарта типа В.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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 — 2011—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт представляет собой руководство для изготовителя оборудования или его составных частей и предписание для стандарта типа С в части контроля рисков для здоровья из-за мускульных усилий, имеющих отношение к станку.

Настоящий стандарт определяет рекомендуемые ограничения для действий в процессе операций с оборудованием, включая:

- создание, транспортирование и подготовку к работе (сборку, установку, наладку);
- эксплуатацию (работу, чистку, обнаружение недостатков, техническое обслуживание, регулирование, обучение, переналадку);
- вывод из рабочего состояния, снятие с опоры и демонтаж.

Настоящий стандарт применим в первую очередь к оборудованию для профессионального использования, осуществляемого взрослым работающим населением, каковым являются здоровые рабочие с обычными физическими возможностями, а во вторую очередь — к оборудованию для бытового применения, осуществляемого всем населением, включая молодежь и стариков.

Настоящий стандарт применим к тем станкам, которые были изготовлены после даты его издания, и не применим к оборудованию, изготовленному до даты его публикации.

Рекомендации, приведенные в настоящем стандарте, установлены на основе исследований европейского населения.

2 Нормативные ссылки

Настоящий стандарт включает датированные и недатированные ссылки на положения из других публикаций. Эти нормативные ссылки размещены в соответствующих местах текста, а сами публикации перечислены после текста стандарта. Для датированных ссылок последующие изменения или пересмотр любой из этих публикаций применимы к настоящему стандарту только после того, как они включены в него путем изменений или пересмотра. Для недатированных ссылок применимо только последнее издание, включая изменения.

ЕН 614-1 Безопасность машин. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Термины и общие положения (EN 614-1, Safety of machinery. Ergonomic design principles. Part 1. Terminology and general principles)

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

ЕН 1070 Безопасность машин. Терминология (EN 1070, Safety of machinery. Terminology)

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ЕН 614-1, ЕН 1005-1 и ЕН 1070.

4 Рекомендации

4.1 Общие сведения и рекомендации

Производитель должен сначала принять во внимание стандарты ЕН 292-2, приложение А, ЕН 614-1 и ЕН 614-2, а затем воспользоваться процедурой определения предельных значений усилия, представленной ниже.

Крайне важно, чтобы оператор контролировал последовательность и темп выполнения операций на машине. Затем машины должны быть сконструированы таким образом, чтобы действия, требующие усилий, выполнялись с оптимальным учетом позы тела и его частей, а также направления приложения силы. Кроме того, конструкцией машины должна быть предусмотрена возможность обеспечения различных перемещений и усилий.

Порядок оценки риска, изложенный в настоящем стандарте, формально может быть применен к любому действию, возникающему при обращении с машинами. Однако 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 ЕН 614, однако настоящий стандарт предоставляет дополнительную важную информацию, относящуюся к физическим возможностям и безопасности оператора.

4.2 Оценка риска от усилий воздействия

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

На этапе А в пределах определенных групп потенциальных пользователей определяются возможности создания максимальных изометрических усилий для соответствующих действий. В настоящем стандарте приведены три альтернативных метода, по которым может определяться максимальное изометрическое усилие.

На этапе В значения максимальных изометрических усилий, определенные на этапе А, снижаются с учетом обстоятельств, под влиянием которых эти усилия возникают (скорости, частоты и продолжительности действия), путем введения соответствующих коэффициентов. Результатом являются усилия, которые можно осуществлять без существенного утомления.

На этапе С риск, связанный с использованием машин по назначению, оценивается путем использования коэффициентов риска, снижающих максимально достижимые усилия, полученные на этапе В, до значений, соответствующих различным уровням риска.

Оценка риска сосредоточивается на скелетно-мышечных расстройствах 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 идеальной окружающей среде. Эти пределы рассчитаны для оптимального набора движений суставов, участвующих в соответствующих действиях.

Предельные усилия для профессиональных пользователей рекомендуется относить к 15-му процентилю всего взрослого населения, т. е. к мужчинам и женщинам в возрасте от 20 до 65 лет.

Предельные усилия для машин, предназначенных для бытового применения, должны относиться к 1-му процентилю того же взрослого населения. В качестве контрольной группы используют все взрослое население, поскольку данные по усилиям для лиц молодого и пожилого возраста либо недостаточно надежны, либо вообще отсутствуют. Пределы, установленные в результате процедур, описанных в настоящем стандарте, существенно снижают опасность, по меньшей мере, для 85 % контингента потенциальных пользователей.

Производитель должен быть в курсе того, что оценка усилий, представленная в настоящем стандарте, может быть использована в качестве руководства при разработке инструкции по использованию оборудования.

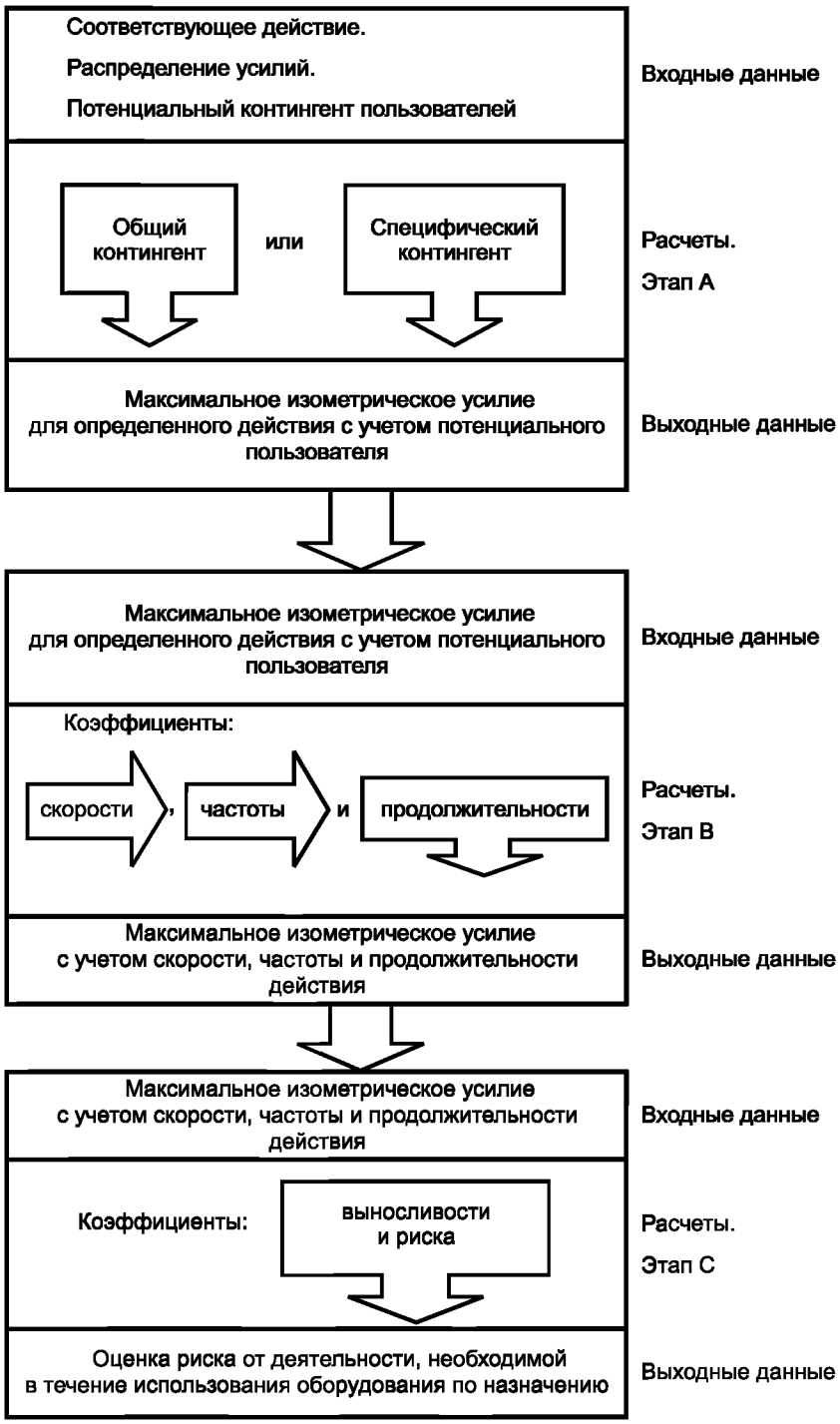


Рисунок 1 — Алгоритм оценки риска от усилий воздействия во время эксплуатации машин для стандартного контингента потенциальных пользователей

4.2.1 Этап А: Определение основного усилия, создающего нагрузку

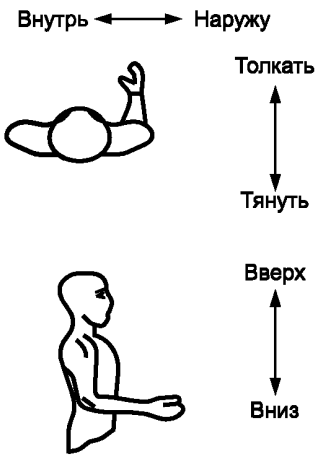
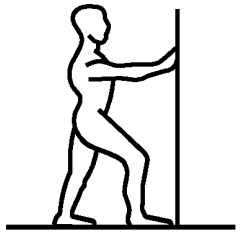
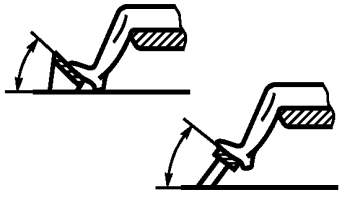
Выходные данные: максимальное изометрическое усилие F_B для номинальных действий с учетом контингента потенциальных пользователей.

Этап А может быть реализован одним из трех альтернативных вариантов.

Вариант 1

По таблице 1 выбирают предварительно рассчитанные значения F_B, если это возможно. Эти предельные значения представляют работающее население Европы в целом, без разделения по возрасту и полу (Евр.12, 1993).

Таблица 1 — Максимальное изометрическое усилие F_B для оптимальных условий работы, предварительно рассчитанное для определенных видов деятельности, общих как для профессионального, так и для бытового применения

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

Производитель должен знать, что физическое усилие, в частности при работе руками, в значительной мере зависит от поз работающих и направления приложения силы.

Предварительные расчеты F_B для оптимальных поз работающих, показанных в таблице 1, были проведены по процедуре, описанной в приложении В.

Вариант 2

F_B рассчитывают по процедуре более легкой, чем описанная в приложении А.

Вариант 2 представляет собой грубое приближение, уравнивающее мужчин и женщин, и может быть применен, если:

- контингент потенциальных потребителей подобен общеевропейскому;
- демографические особенности потенциального потребителя неизвестны.

Вариант 2 относится к силовым данным общего женского контингента.

Предельные значения могут быть рассчитаны путем выполнения следующих основных операций:

- определение соответствующего вида действия и направление усилия;
- получение распределения изометрического усилия среди взрослого здорового населения Европы при соответствующих видах действия;
- 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 предполагаемый целевой контингент не разделен по возрасту и полу.

Вариант 3 относится к силовым данным определенной подгруппы населения — женщины в возрасте от 20 до 30 лет.

Предельное значение F_B может быть рассчитано путем выполнения следующих основных операций:

- определение соответствующего вида действия и направление усилия;
- установление параметров распределения усилий (средних и нормативных отклонений) особой упомянутой группы (женщин в возрасте 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 предлагаемая процедура расчета даны в приложении В. Следует помнить, что приложение В является справочным.

4.2.2 Этап В: Определение допустимой нагрузки

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

4.2.2.1 Коэффициент скорости перемещения

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

Таблица 2 — Коэффициент изменения скорости m_v относительно скорости перемещения

Наличие скорости	Нет. Воздействие предполагает либо очень слабое перемещение, либо вообще никакого перемещения	Да. Воздействие предполагает заметное перемещение
m_v	1,0	0,8

4.2.2.2 Коэффициент частоты действия

Часто повторяющиеся действия служат причиной развития усталости, и тем самым они снижают максимальное усилие, создающее нагрузку.

Воздействие утомления зависит от соотношения между частотой, с которой данное действие имеет место во время работы машины, и его продолжительностью (временем действия). Коэффициент частоты действия m_f предназначен учитывать эти факторы, как показано в таблице 3.

Таблица 3 — Коэффициент частоты действия m_f относительно его продолжительности (времени действия) и частоты возникновения

Время действия, мин	Коэффициент частоты действия m_f при частоте воздействия, 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

Усталость, т. е. снижение усилия, создающего нагрузку, развивается постепенно с течением времени выполнения работы. Добавить усталости могут и другие подобные действия, поскольку нагрузка ложится на то же самое тело. Следовательно, учитывать нужно не только часы работы, но и длительность подобных действий. «Подобные» определяются как действия, имеющие тот же самый характер, что и одно из ранее рассмотренных (толкание, давление или любое другое), и выполняемые в усредненной позиции рук и ног (в любом соотношении).

Коэффициент m_d, приведенный в таблице 4, учитывает влияние продолжительности. Понятие «продолжительность» относится ко времени выполнения работы, включая перерывы.

Таблица 4 — Коэффициент продолжительности действия m_d, учитывающий совокупную продолжительность (в часах) подобных действий

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

4.2.2.4 Расчет сниженной нагрузки

Усилие F_{Br}, создающее нагрузку, с учетом скорости, частоты и продолжительности воздействия вычисляют по формуле

$$F_{Br} = F_B \cdot m_v \cdot m_f \cdot m_d,$$

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 возможного силового напряжения. Однако риск для здоровья представляют даже значения усилий ниже максимальных.

Оценку выносливости с учетом риска выполняют следующим образом.

Значение усилия F_{Br}, полученное на этапе В, умножают на коэффициент риска, указанный в таблице 5.

Усилие F_R, учитывающее оценку риска, вычисляют по формуле

$$F_R = F_{Br} m_r,$$

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, определяющий зоны риска

Зона риска	m_r
Рекомендованная зона	≤ 0,5
Нерекомендованная зона	> 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 дальнейшая оценка и анализ риска с учетом дополнительных факторов риска, включая те, что представлены в 4.3. В результате таких анализов может оказаться, что коэффициент риска 0,7 может быть признан приемлемым.

Если же, с другой стороны, результатом анализов будет заключение, что профессиональная эксплуатация машины связана с существенным риском для здоровья оператора, требуется изменение конструкции или принятие других мер по снижению этого риска.

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

Имея сведения о зонах риска, производитель может оценивать конструкцию проектируемого оборудования и/или добиваться высокого качества руководящих указаний в инструкции по эксплуатации оборудования.

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 ЕН 1005-5.

4.3 Факторы, влияющие на риск

4.3.1 Поза работающего

Оборудование должно позволять неограниченные, частые и легко выполнимые изменения позы работающего во время обслуживания и эксплуатации, не допуская экстремального положения суставов. По поводу соответствующих поз работающего следует обращаться к ЕН 1005-4.

4.3.2 Ускорение и точность перемещения

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

Оборудование не должно приводить к какой-либо вибрации рук или тела оператора. Вибрация воздействует на усилие, создающее нагрузку, и может тем самым вызывать мускульно-скелетные расстройства.

4.3.4 Взаимодействие человека с машиной

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

4.3.5 Снаряжение индивидуальной защиты

Одежда и устройства индивидуальной защиты могут ограничивать движения оператора во время обслуживания машины. Типовой набор устройств индивидуальной защиты может включать перчатки, фартуки, 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 путем учета уменьшения силы и подвижности оператора вследствие использования устройств индивидуальной защиты.

4.3.6 Окружающая среда

Необходимо принимать во внимание ожидаемые условия окружающей среды во время профессиональной эксплуатации оборудования. Особую заботу следует проявлять, если оборудование эксплуатируется при экстремальных температурах. Например, высокие температуры или влажность могут вызывать быстрое утомление; работа при низких температурах может вызывать онемение рук или требовать использование 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 приемлемо точных знаний о популяции пользователей;
- если оборудование спроектировано непосредственно для взрослого работающего населения Европы.

Во втором случае приложение А может быть использовано взамен более изощренного метода, перечисленного 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 с точностью определить наиболее опасные виды деятельности. Параметры распределения (средние и номинальные) усилий человека можно найти в соответствующей литературе или в таблице А.1. Эти силовые данные относятся к взрослому работающему населению Европы в целом. 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 Европы;
- контрольная группа — взрослое женское население;
- параметры распределения — среднее значение усилия $\bar{F}$ и номинальное отклонение σ в контрольной группе.

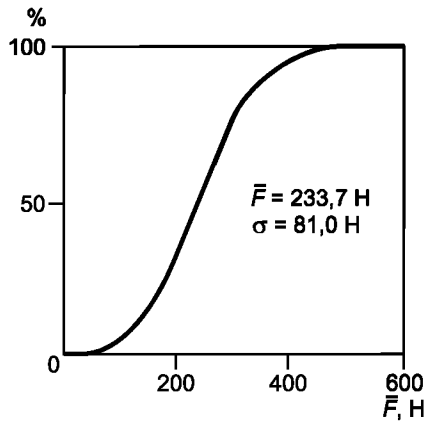
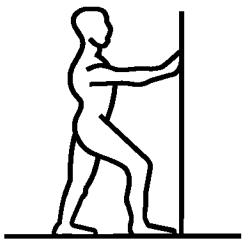
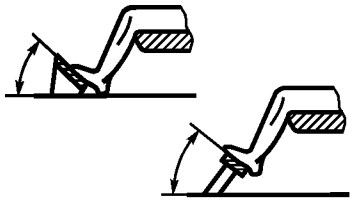


Рисунок А.1 — Пример параметров распределения усилий

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

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

Примечание — Если нет никаких данных по контрольной группе, принимают в качестве приблизительных параметры распределения из приложения В для молодых женщин в возрасте от 20 до 30 лет.

А.3 Процедура расчета

А.3.1 Распределение усилий

Среднее значение требуемого усилия и номинальное отклонение определяют функцию распределения $DF(x)$ всех ожидаемых усилий. На практике допускается применять облегченный путь определения предельных значений усилия в качестве некоторого приближения к номиналу.

А.3.2 Логарифмическое преобразование

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

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

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

Пример: **толкание**

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

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

А.3.3 Расчет процентилей усилий

Взяв за основу приведенные выше логарифмические параметры распределения $\overline{F}_{ln}$ и σ_{ln}, можно рассчитать процентили логарифмического значения усилия $\overline{F}_{ln\,\%}$ по формуле

$$\overline{F}_{ln\,\%} = \overline{F}_{ln} + z_{\%}\,\sigma_{ln}.$$

Для 15-го и 1-го процентилей контрольной группы $z_{\%}$ составляет[1)]:

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

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

Пример: $F_{ln\ 15\,\%} = 5{,}45 - 0{,}5244 \cdot 0{,}30 = 5{,}30;$

$F_{ln\ 1\,\%} = 5{,}45 - 2{,}0537 \cdot 0{,}30 = 4{,}84.$

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

$$F_{\%} = e^{F_{ln\%}},\ \text{Н}.$$

А.4 Результаты

Оба процентиля определяются как максимальное изометрическое усилие F_B:

F_B — $F_{15\,\%}$ — для профессионального использования;

F_B — $F_{1\,\%}$ — для бытового применения.

Пример: $F_B = 200$ Н — *для профессионального использования.*

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

[1)] Здесь предполагается, что:

$Z^{общ}_{15\,\%} = Z^{жен}_{30\,\%} = -0{,}5244$ и $Z^{общ}_{1\,\%} = Z^{жен}_{2\,\%} = -2{,}0537.$

Пример: $F_{15\,\%} = e^{5{,}3} = 200$ Н;

$F_{1\,\%} = e^{4{,}84} = 126$ Н.

Приложение В
(справочное)

Процедура расчета для альтернативного варианта 3

В.1 Общие положения

В 4.2 вариант 3 определяет процедуру расчета максимального изометрического усилия F_B для достоверно известного контингента пользователей оборудованием. Схема расчета включает два главных этапа, более подробно описанных в следующих пунктах.

В.2 Входные параметры

В.2.1 Усилие

Для процедуры расчета прежде всего требуется установить параметры распределения максимальных изометрических усилий, наблюдавшиеся в отдельной контрольной группе:

- состав контрольной группы: женщины в возрасте от 20 до 30 лет;
- параметры распределения: среднее значение усилия $\bar{F}$ и номинальное отклонение σ по данной контрольной группе.

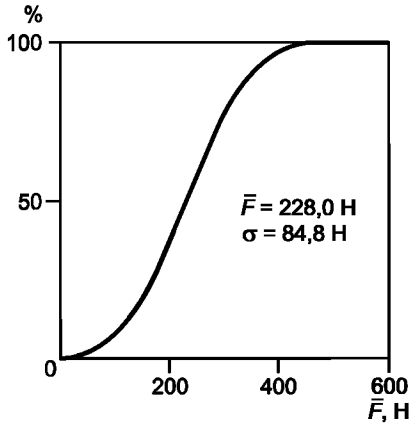


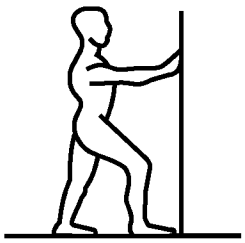
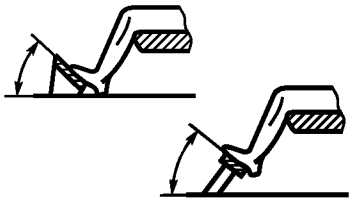
Рисунок В.1 — Пример параметров распределения усилий

Соответствующие значения усилия можно найти в литературе или в приведенной таблице В.1.

Таблица В.1 — Выбор параметров распределения $\bar{F}$ и σ (контрольная группа: женщины в возрасте от 20 до 30 лет)

Вид деятельности		$\bar{F}$, Н	σ, Н
Внутрь ⟷ Наружу	Работа кистью (одной руки): - силовой захват	270,0	54,1
 Толкать ↕ Тянуть	Работа одной рукой (в положении сидя): - вверх - вниз - наружу - внутрь Толкание: - с рукоятками - без рукояток Вытягивание: - с рукоятками - без рукояток	 56,0 88,0 63,5 83,4 303,0 75,5 242,0 65,7	 18,4 33,2 26,2 24,6 81,0 42,7 44,9 33,5
 Вверх ↕ Вниз			

Окончание таблицы В.1

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

Примечание — Если нет достоверных данных по контрольной группе, для приближенного представления следует использовать параметры распределения усилий из приложения А — для взрослого женского населения.

В.2.2 Демографические данные пользователей

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

женщины:

- n_{f1}: возраст до 20 лет;
- n_{f2}: возраст от 20 до 50 лет;
- n_{f3}: возраст свыше 50 лет,

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

мужчины:

- n_{m1}: возраст до 20 лет;
- n_{m2}: возраст от 20 до 50 лет;
- n_{m3}: возраст свыше 50 лет,

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

Контроль

Все n_{fi} и n_{mi} в сумме должны давать 100 %:

$$n_{f1} = 1{,}6\ \%;$$

$$n_{f2} = 31{,}6\ \%;$$

$$n_{f3} = 7{,}6\ \%;$$

$$n_{m1} = 2{,}0\ \%;$$

$$n_{m2} = 43{,}8\ \%;$$

$$n_{m3} = 13{,}4\ \%.$$

Пример распределения по статусу Евр.12[2)].

[2)] Евр. 12 — Europa der 12 — Erhebung über Arbeitskrafte, Statistisches Bundesamt Wiesbaden,1993 (Подъем за счет рабочей силы, Статистическая служба Союза, Висбаден, 1993).

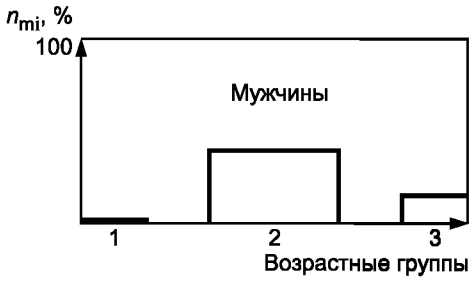


Рисунок В.2 — Пример демографических данных пользователей

В.3 Процедура расчета

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

В.3.1 Обобщенные параметры распределения усилий по подгруппам

Средние значения усилия и номинальные отклонения по всем подгруппам *i* упрощенно рассчитывают с помощью приведенных выше параметров ($\bar{F}$, σ) и соответствующих коэффициентов (α_{xx}, s_{xx}), выражающих соотношения между возрастом и полом:

женщины:

- средние значения усилия: $\bar{F}_{fi} = \bar{F} \cdot \alpha_{fi}$,
- номинальное отклонение: $\sigma_{fi} = \sigma \cdot s_{fi}$;

мужчины:

- средние значения усилия: $\bar{F}_{mi} = \bar{F} \cdot \alpha_{mi}$,
- номинальное отклонение: $\sigma_{mi} = \sigma \cdot s_{mi}$,

где i — 1, 2, 3 — возрастная группа;

α_{xx}, s_{xx} — коэффициенты для соответствующей подгруппы;

$\bar{F}$ — среднее значение усилия для контрольной группы, определенной на этапе В.2;

σ — номинальное отклонение для контрольной группы, определенной на этапе В.2.

Таблица В.2 — Пример демографических данных пользователей

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

Таблица В.3 — Коэффициенты для подгруппы

Для среднего значения усилия α_{xx}				Для номинального отклонения s_{xx}			
Возрастная группа	1	2	3	Возрастная группа	1	2	3
Для женщин α_{fi}	0,96	1,00	0,93	Для женщин s_{fi}	1,03	1,00	0,96
Для мужчин α_{mi}	1,95	2,16	1,70	Для мужчин s_{mi}	1,57	1,65	1,81

В.3.2 Логарифмические параметры распределения усилий

При более низких значениях усилия (например, $\bar{F}$ = 63,5 Н и σ = 26,2 Н) приведенный выше способ приближения к номиналу дает неизменно 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:

$$\bar{F}_{fi}^{L} = \ln(\bar{F}_{fi}), \quad \sigma_{fi}^{L} = \ln\frac{\bar{F}_{fi} + \sigma_{fi}}{\bar{F}_{fi}};$$

мужчины:

$$\bar{F}_{mi}^{L} = \ln(\bar{F}_{mi}), \quad \sigma_{mi}^{L} = \ln\frac{\bar{F}_{mi} + \sigma_{mi}}{\bar{F}_{mi}}.$$

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

В данном случае имеет место простая замена:

$$\bar{F}_{fi}^{L} = \bar{F}_{fi}; \quad \sigma_{fi}^{L} = \sigma_{fi}; \quad x^{L} = x;$$

$$F_{mi}^{L} = \bar{F}_{mi}; \quad \sigma_{mi}^{L} = \sigma_{mi},$$

где x — переменная силы в линейном представлении;

x^{L} — переменная силы в логарифмическом представлении.

В.3.3 Образование новых функций распределения усилий для мужских и женских подгрупп

- женщины:

$$DF_{fi}(x) = \frac{1}{\sigma_{fi}\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-0,5z_{fi}^{2}} dz_{fi} \quad \text{при } z_{fi}, \text{ равном } \frac{x - \bar{F}_{fi}}{\sigma_{fi}};$$

- мужчины:

$$DF_{mi}(x) = \frac{1}{\sigma_{mi}\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-0,5z_{mi}^{2}} dz_{mi} \quad \text{при } z_{mi}, \text{ равном } \frac{x - \bar{F}_{mi}}{\sigma_{mi}}.$$

При использовании логарифмических параметров распределения усилий обратный переход осуществляется по формуле:

$$x = e^{x^{L}}.$$

Логарифмические параметры распределения

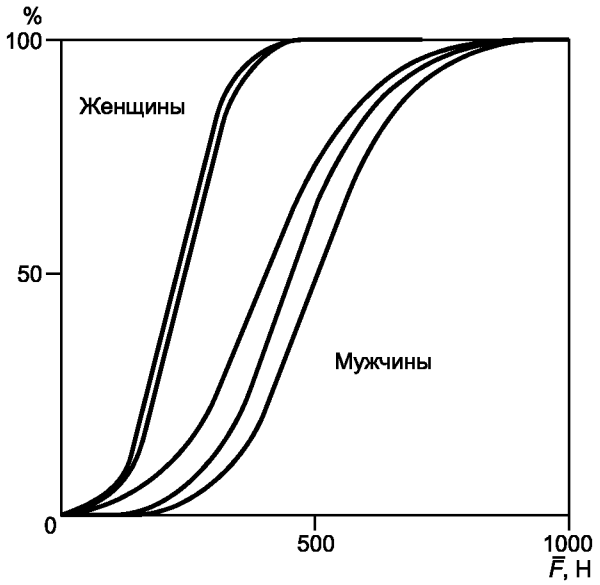


Рисунок В.3 — Пример функций распределения усилий для мужских и женских подгрупп

В.3.4 Оценка значимости и обобщение распределений усилий по всем подгруппам

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

где DF — функция распределения;

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

Логарифмические параметры распределения

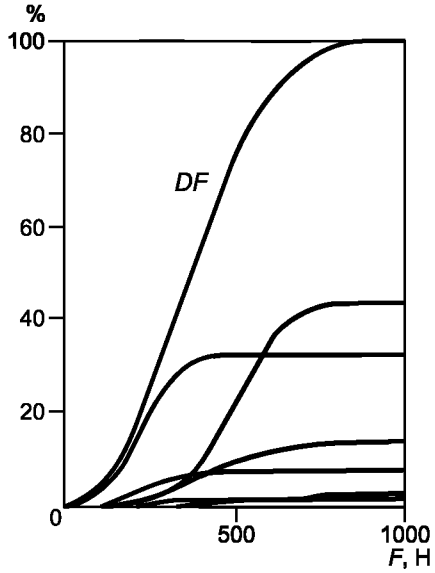


Рисунок В.4 — Пример оценки значимости и обобщения по всем подгруппам

В.3.5 Расчет процентилей

DF(*x*) — обобщенная функция распределения 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;

DF(*x*) = 0,01 — для бытового применения.

Логарифмические параметры распределения

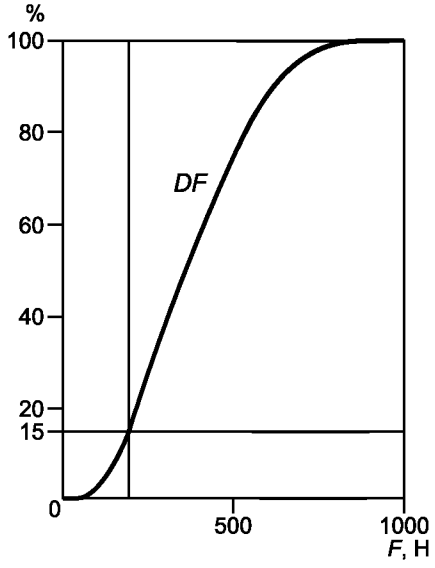


Рисунок В.5 — Пример расчета 15-го процентиля

В.4 Результат

Описанная выше процедура дает в результате предел необходимого основного усилия по формуле

$$F_{в} = x, \text{ Н}.$$

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

Пример: $F_{в}$ = 200,2 Н для 15-го процентиля, как показано на рисунке В.5.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных европейских региональных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ЕН 292-2	—	*
ЕН 614-1	—	*
ЕН 1005-1	—	*
ЕН 1005-4	—	*
ЕН 1005-5	—	*
ЕН 1070	—	*

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Библиография

[1]	ЕН 292-1	Безопасность машин. Основные положения, общие принципы конструирования. Часть 1. Основные термины, методология
	EN 292-1	Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 1: Basic terminology, methodology
[2]	ЕН 292-2	Безопасность машин. Основные положения, общие принципы конструирования. Часть 2. Технические принципы и технические условия
	EN 292-2	Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 2: Technical principles and specifications
[3]	ЕН 614-1	Безопасность машин. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Термины и общие положения
	EN 614-1	Safety of machinery — Ergonomic design principles — Part 1: Terminology and general principles
[4]	ЕН 614-2	Безопасность машин. Эргономические принципы конструирования. Часть 2. Взаимосвязь между конструкцией машины и ее работой
	EN 614-2	Safety of machinery — Ergonomic design principles — Part 2: Interactions between the design of machinery and work tasks
[5]	ЕН 894-3	Безопасность машин. Эргономические требования по конструированию средств отображения информации и органов управления. Часть 3. Исполнительные механизмы системы управления
	EN 894-3	Safety of machinery — Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 3: Control actuators
[6]	пр ЕН 1005-2	Безопасность машин. Физические возможности человека. Часть 2. Составляющая ручного труда при работе с машинами и механизмами
	pr EN 1005-2	Safety of machinery — Human physical performance — Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery
[7]	пр ЕН 1005-4	Безопасность машин. Физические возможности человека. Часть 4. Положение тела при работе с машинами и механизмами
	pr EN 1005-4	Safety of machinery — Human physical performance — Part 4: Evaluation working postures and movements in relation to machinery
[8]	ЕН 1050	Безопасность машин. Принципы оценки и определения риска
	EN 1050	Safety of machinery — Principles for risk assessment
[9]	ЕН 1070	Безопасность машин. Терминология
	EN 1070	Safety of machinery — Terminology

УДК 621.9.02—434.5:006.354 ОКС 13.110 13.180 Г 81 ОКП 38 1000

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

Редактор *Р.Г. Говердовская*
Технический редактор *Н.С. Гришанова*
Корректор *А.С. Черноусова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 14.11.2011. Подписано в печать 08.12.2011. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,45. Тираж 116 экз. Зак. 1209.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru