ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 9355-3 — 2010

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДИСПЛЕЕВ И МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Часть 3

Механизмы управления

ISO 9355-3:2006
Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 3: Control actuators
(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 Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 201 «Эргономика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2010 г. № 529-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 9355-3:2006 «Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 3. Механизмы управления» (ISO 9355-3:2006 «Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 3: Control actuators»).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в 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 Процедура выбора. Общие положения 2
5 Оценка производственного задания и сбор информации 3
6 Первоначальный выбор групп механизмов управления 11
7 Идентификация типов пригодных механизмов управления 15
8 Дополнительная информация для проектирования механизмов ручного управления 27
Приложение А (справочное) Пример применения настоящего стандарта 29
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации 33
Библиография 34

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДИСПЛЕЕВ И МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Часть 3

Механизмы управления

Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators. Part 3. Control actuators

Дата введения — 2011 — 12 — 01

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ — положения настоящего стандарта необходимо принимать во внимание в тех случаях, когда работа механизмов управления непосредственно или в результате ошибки оператора может причинить ущерб или нанести вред здоровью персонала.

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает эргономические требования по выбору, разработке конструкции и размещению механизмов управления, адаптированных к потребностям оператора и особенностям выполняемых задач управления и учитывающих условия применения этих механизмов.

Настоящий стандарт распространяется на механизмы управления, используемые в машинах, находящихся как в промышленном, так и в индивидуальном применении.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 447 Оборудование машин. Руководство по работе элементов управления (ISO 447, Machine tools — Direction of operation of controls)

ИСО 9355-1:1999 Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 1. Взаимодействие с человеком (ISO 9355-1:1999, Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 1: Human interactions with displays and control actuators)

ИСО 9355-2:1999 Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 2: Дисплеи (ISO 9355-2:1999, Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 2: Displays)

МЭК 60447 Интерфейс человек-машина. Основные принципы безопасности, маркировка и идентификация. Принципы включения (IEC 60447, Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification — Actuating principles)

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **механизм управления** (control actuator): Часть системы управления, которую приводит в действие непосредственно оператор, например, с помощью нажатия клавиши.

[ИСО 9355-1:1999, 3.1]

3.2 **механизм ручного управления** (manual control actuator): Механизм управления, предназначенный для внесения необходимых изменений в работу системы и приводимый в действие оператором посредством ручного манипулирования.

Пример — Нажимная кнопка, ручка управления, штурвал.

Примечание — Сенсорные переключатели не учитываются.

3.3 **тип механизма управления** (control type): Набор механизмов управления с одинаковыми характеристиками движений и захвата оператором и выполняющих схожие функции.

3.4 **группа механизмов управления** (control family): Группа, состоящая из нескольких типов механизмов управления.

3.5 **оператор** (operator): Лицо, в обязанности которого входит установка, приведение в действие, управление, регулировка, техническое обслуживание, чистка машин и органов управления, их ремонт или транспортировка.

[ЕН 894-3:2000, 3.5]

3.6 **задача, производственное (рабочее) задание** (task, work task): Действия, включающие в себя один или несколько видов деятельности, необходимых для достижения запланированного результата работы рабочей системы.

[ЕН 894-3:2000, 3.6]

3.7 **задача управления** (control task): Деятельность, в которой механизм управления используют для достижения целей производственного задания.

4 Процедура выбора. Общие положения

Существует много типов механизмов ручного управления от обычных кнопок до ручных маховиков. Каждый тип подходит для определенных требований производственного задания, определенных возможностей и квалификации оператора. Следует учитывать также параметры окружающей среды (например, освещенность, вибрация) и организационные факторы (например, работа в команде, разделение рабочей станции).

Для обеспечения безопасной и эффективной работы системы самым важным фактором является правильный выбор механизмов управления. Следующие разделы настоящего стандарта определяют систематическую процедуру выбора этих механизмов, которая дает возможность разработчикам и изготовителям определить механизмы ручного управления, которые удовлетворяют установленным требованиям. В разделе 5 приведена информация, необходимая для выбора соответствующих механизмов управления. В разделах 6 и 7 установлен способ использования этой информации.

Процедура выбора включает три основных этапа, которые выполняют итерационным методом:

- оценка производственного задания и сбор информации (раздел 5);
- предварительный выбор групп механизмов управления (раздел 6);
- идентификация и выбор подходящего типа механизмов управления (раздел 7).

На рисунке 1 приведена процедура выбора в целом.

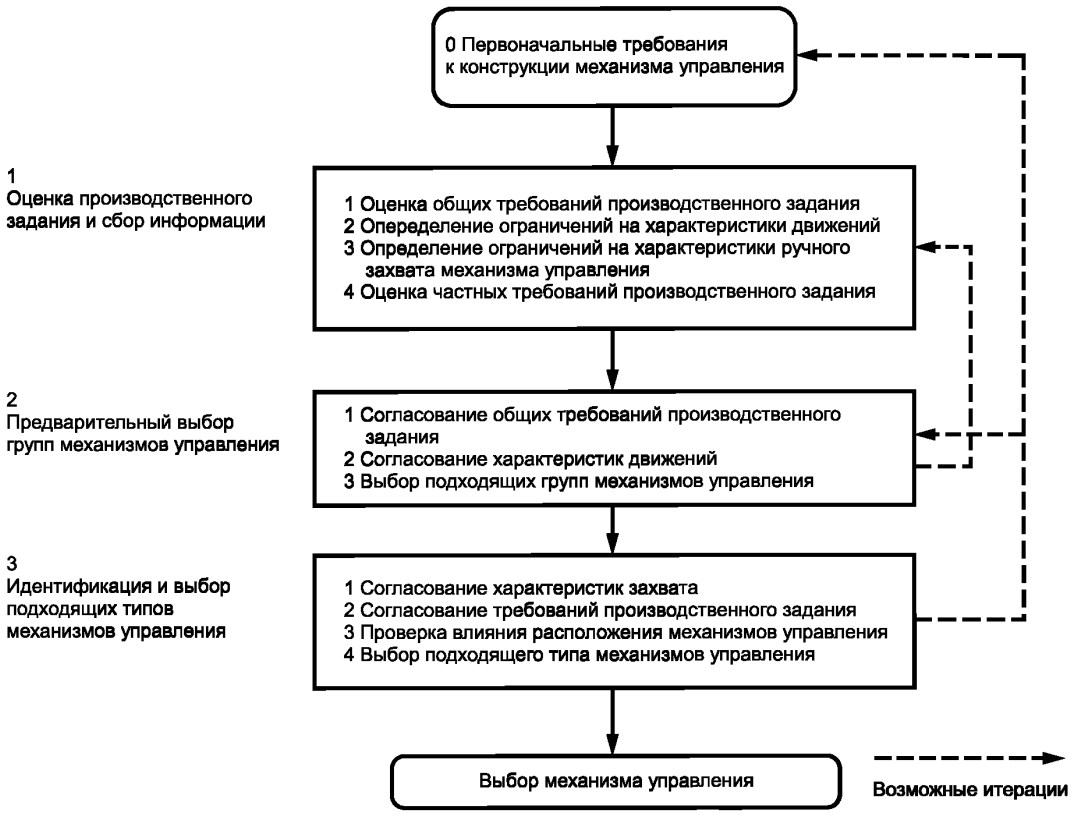


Рисунок 1 — Схема общей процедуры выбора ручного механизма управления

5 Оценка производственного задания и сбор информации

5.1 Характеристики и требования производственного задания

Разделение производственного задания на части, относящиеся к оператору и к оборудованию, должно быть определено на ранних этапах проектирования механизма управления в соответствии с рекомендациями ЕН 614-1 и ИСО 9355-1.

Существуют общие и частные требования, устанавливаемые производственным заданием, которые обычно не должны изменяться. Если для выполнения определенного производственного задания невозможно подобрать подходящий механизм управления, то размещение этого задания или само задание должны быть пересмотрены.

Требования производственного задания, рассмотренные в настоящем стандарте, на практике подтвердили свою значимость при выборе механизмов ручного управления. Требования приведены ниже.

Общие требования производственного задания:

a) требование необходимой точности позиционирования механизмов ручного управления (точность);

b) требование необходимой скорости установки механизма управления в определенное положение (скорость);

c) требование необходимого усилия/вращающего момента (усилие).

Частные требования производственного задания:

d) необходимость визуального контроля установки механизма ручного управления (визуальный контроль);

e) необходимость тактильного контроля установки механизма управления (тактильный контроль);

f) необходимость исключения случайного (из-за невнимательности оператора) или самопроизвольного (вследствие, например, вибрации и пр.) срабатывания механизма (случайное срабатывание);

g) необходимость исключения скольжения руки по поверхности механизма ручного управления (трение);

h) необходимость работы в перчатках (использование перчаток);

i) необходимость легкой очистки механизма управления (легкая чистка).

Общие требования производственного задания используют для идентификации групп пригодных механизмов управления. Частные требования производственного задания используют при выборе конкретных механизмов управления из класса. При оценке требований производственного задания необходимо использовать систему классификации в соответствии с таблицей 1. Производственные задания классифицируют по пяти уровням, от 0-го до 4-го.

На этом этапе нет необходимости производить оценку требований производственного задания с большой точностью. Детальный метод оценки, представляющий собой достаточно точную систему классификации, приведен в 5.2 и 5.3.

Таблица 1 — Схема классификации для оценки требований производственного задания

Код	Обозначение	Уровень требований
0	○	Незначительный
1	◔	Малый
2	◑	Средний
3	◕	Высокий
4	●	Очень высокий

Для определения вариантов выбора механизмов управления, отвечающих требованиям производственного задания, должны быть рассмотрены характеристики различных типов механизмов управления. В настоящем стандарте приведена информация как о характеристиках движений самих механизмов управления, так и о характеристиках захвата. Часто некоторые из этих характеристик могут быть заранее определены исходя из требований производственного задания.

Характеристики движений:

j) вид движения;

k) ось (координата) движения;

l) направление движения;

m) непрерывность движения;

n) угол поворота непрерывного вращательного движения > 180°.

Характеристики захвата:

o) вид захвата;

p) воздействующая часть руки;

q) направление приложения усилия.

Вышеприведенные категории от a) до q) использованы во всем настоящем стандарте.

Примечание — Краткие описания требований производственных заданий приведены в круглых скобках в названиях таблиц.

Пример формы регистрации, которая может быть использована для записи результатов оценки механизма управления, приведен на рисунке 2. В подразделах 5.2—5.5 установлена процедура заполнения формы регистрации, представленной на рисунке 2. Также приведен метод, позволяющий отнести каждое общее требование к определенному классу в соответствии с таблицей 1. Все допустимые требования производственного задания должны быть внесены в форму регистрации.

Вид информации	Соответствующие пункты и подразделы настоящего стандарта	Уровень требований (в соответствии с классификатором)					Примечание
		0	1	2	3	4	
		○	◔	◑	◕	●	
Общие требования:	5.2						
a) Точность	5.2.1						
b) Скорость	5.2.2						
c) Усилие	5.2.3						
Частные требования:	5.3						
d) Визуальный контроль	5.3.1						
e) Тактильный контроль	5.3.2						
f) Случайное срабатывание	5.3.3						
g) Трение	5.3.4						
h) Использование перчаток	5.3.5						
i) Легкая чистка	5.3.6						
Характеристики движений:	5.4						
j) Вид движения	5.4.2	Поступательное			Вращательное		
k) Ось движения	5.4.3	*X*	*Y*	*Z*	*X*	*Y*	*Z*
l) Направление движения	5.4.4	+/–	+/–	+/–	+/–	+/–	+/–
m) Непрерывность движения	5.4.5	Движение непрерывное			Движение дискретное		
n) Угол поворота > 180°	5.4.6	Да			Нет		
Характеристики захвата:	5.5						
o) Вид захвата	5.5.1	Касание	Надавливание		Сжатие		
p) Воздействующая часть руки	5.5.2	Палец			Кисть		
q) Направление приложения усилия	5.5.3	По нормали			По касательной		

Рисунок 2 — Форма для регистрации информации, используемой в процедуре выбора механизма ручного манипулирования. Пример

5.2 Определение общих требований производственного задания [см. 5.1, a) — c)]

5.2.1 Требование производственного задания к точности [см. 5.1, a) точность]

Требуемый класс точности должен быть установлен в соответствии с таблицей 1.

Точность, требуемая при работе механизма ручного управления должна соответствовать производственному заданию. На точность воздействует много факторов, самым важным из которых является требуемая степень непрерывности движения (дискретное или непрерывное движение механизма ручного управления).

Оператору необходима адекватная обратная связь, чтобы минимизировать ошибки при выборе механизма управления.

Следует учитывать, что высокая точность несовместима с необходимостью приложения к механизму значительных усилий. Следовательно, требования значительного усилия и высокой точности вместе не позволяют успешно выбрать подходящий механизм ручного управления.

Если механизм управления используют часто или в течение длительного времени, то требования к точности его работы возрастают.

Точность положения управляемых компонентов системы непосредственно зависит от точности расположения механизмов ручного управления. Точность положения компонента машины, управляемого с помощью механизма ручного управления, может быть повышена механическими средствами, например с помощью передаточного механизма. В этом случае высокая точность положения управляемого компонента может быть достигнута при помощи механизма ручного управления даже с относительно низкой точностью.

5.2.1.1 Дискретные движения механизмов ручного управления

Дискретное движение механизма ручного управления — это движение, в процессе которого механизм ручного управления может находиться только в определенных зафиксированных положениях (например, переключатель). Ошибка в выборе правильной позиции этого механизма увеличивается с увеличением числа возможных дискретных позиций. Таким образом, требование применения двухпозиционного дискретного механизма должно быть оценено как «незначительный уровень требований», в то время как требование применения 24-позиционного механизма должно быть оценено как «высокий уровень требований». Следует избегать механизмов ручного управления, у которых больше 24 дискретных позиций.

Точность управления может быть повышена, например, с помощью обратной связи, передающей оператору информацию о текущем значении регулируемой переменной или четкой маркировки позиции механизма ручного управления, и/или размещения механизма ручного управления там, где он может быть легко замечен и задействован.

Визуальная индикация функции, соответствующей каждой позиции механизма ручного управления (например, «Вкл./Выкл.»), должна быть обеспечена или соответствующими метками или отображением на дисплее.

Позиции ручного управления не должны быть обозначены номерами («1», «2» и т. д.) или буквами («А», «Б» и т. д.), так как в этом случае требуется, чтобы оператор помнил функции, соответствующие номерам (или буквам), что может привести к ошибкам. Метки 1, 2... могут использоваться, когда значение регулируемой переменной изменяется от позиции к позиции по крайней мере в порядковом масштабе. Это становится более важным, когда количество дискретных позиций возрастает. Конструкция меток и отображения на дисплее должны соответствовать ИСО 9355-2.

При выборе механизма управления, функционирование которого может нанести ущерб или вред здоровью персонала, особенно важно, чтобы вышеуказанные требования были выполнены.

5.2.1.2 Непрерывные движения механизма ручного управления

Если движение механизма ручного управления соответствует непрерывному изменению регулируемой переменной, то пределы, до которых эта переменная может отклоняться от заданного значения, являются критерием погрешности управления. Погрешность зависит, главным образом, от времени, в течение которого нужно завершить производственное задание (скорости), а также от доступности для оператора обратной связи и прилагаемого усилия для приведения в действие механизма управления.

При непрерывном движении механизма управления должна быть обеспечена обратная связь, например с помощью визуальной информации о направлении и скорости движения управляемого компонента. Это может быть достигнуто применением дисплея, перемещениями других объектов относительно оператора (например, перемещением окружающей среды при управлении транспортным средством, перемещением токарного резца) или другими подходящими способами.

Если управляющее воздействие для завершения некоторой операции производственного задания должно быть быстрым (например, при непрерывном визуальном слежении за обрабатываемой деталью при токарной обработке), то высокая точность управления может быть достигнута только в условиях применения слабого усилия управления, а также наличия визуальной обратной связи. Для производственных заданий, предусматривающих непрерывное слежение, требования к точности положения механизма ручного управления должны быть оценены как «очень высокие».

Направления движения механизмов ручного управления относительно управляемого компонента должны соответствовать требованиям стандарта ИСО 447 для станков, стандарта МЭК 60447 для электрооборудования и стандарта ИСО 9355-2.

5.2.2 Требование производственного задания к скорости [см. 5.1, b) скорость]

Необходимое быстродействие следует классифицировать в соответствии с таблицей 1.

Время для завершения движения механизма ручного управления состоит из двух частей: время, чтобы протянуть руку и захватить ею механизм ручного управления (рукоятку), и время выполнения движения механизма управления. Первая часть зависит от позиции механизма ручного управления относительно оператора и вида захвата, необходимого для выполнения операции ручного управления. Механизмы ручного управления, приводимые в действие касанием, являются более быстрыми по сравнению с механизмами ручного управления, приводимым в действие нажатием, которые в свою очередь являются более быстрыми, чем механизмы ручного управления, требующие для приведения в действие такого ручного воздействия, как охватывание рукой (см. 5.5.2). В случае аварийных ситуаций крайне необходимо, чтобы механизм мог быть приведен в действие настолько быстро, насколько это возможно. Механизм управления, имеющий грибовидную форму и управляемый с помощью ручного касания, рекомендуется для выполнения аварийной остановки оборудования.

Высокая скорость управления и необходимость приложения к механизму управления значительного усилия являются несовместимыми требованиями, самые высокие скорости могут быть получены только тогда, когда прилагаемое усилие самое низкое. Таким образом, для непрерывных производственных заданий, таких, как, например, работа на клавиатуре, когда необходима высокая скорость, сила воздействия должна быть небольшой. Требование высокой скорости управления (быстрого приведения в действие механизма управления) и одновременное требование необходимости приложения для этого значительного усилия не дают возможности выбора подходящего механизма ручного управления.

5.2.3 Требование производственного задания к усилию [см. 5.1, c) усилие]

Механизмы управления могут быть использованы для приведения в движение частей машины. В некоторых случаях для этого необходимо к механизму управления приложить большое усилие. Некоторые конструкции машин позволяют механическими средствами или с помощью компонента усиления минимизировать нагрузку на оператора при использовании им механизма управления. Если минимизировать эти усилия невозможно, величина усилия или вращающего момента, необходимого для управления с помощью механизма ручного управления, должна быть отнесена к определенному классу в соответствии с таблицей 2. Символы во второй колонке этой таблицы использованы далее при оценке, поэтому рекомендуется вести записи с применением этих символов. Если механизм управления используют часто или в течение длительного времени, требования к уровню прилагаемого усилия возрастают.

Таблица 2 — Классификация требований к усилиям/крутящим моментам для выбора механизма ручного управления

Код	Символ	Усилие, Н	Крутящий момент, Н·м	Уровень требований
0	○	До 10	До 0,5	Незначительный
1	◔	≥ 10 до < 25	≥ 0,5 до < 1,50	Низкий
2	◑	≥ 25 до < 50	≥ 1,50 до < 3,0	Средний
3	◕	≥ 50 до < 80	≥ 3,0 до < 5,0	Высокий
4	●	≥ 80 до < 120	≥ 5,0 до < 50	Очень высокий

5.3 Определение частных требований производственного задания [см. 5.1, d) — i)]

Некоторые из этих требований могут быть установлены на ранних этапах процесса разработки конструкции. Разработчик должен отметить в форме регистрации ранее определенные требования. Все требования, которые должны быть исключены на основании решения, принятого ранее в процессе разработки конструкции, должны быть отмечены в форме.

Присвоение высокого классификационного уровня одним требованиям может препятствовать назначению его некоторым другим требованиям. Например, статус «очень высокий», относящийся к требованию «трение», может быть несовместим со статусом «очень высокий», относящимся к требованию «легкость

чистки». В связи с этим важно гарантировать, чтобы требования, которые являются наиболее важными с точки зрения безопасности, были удовлетворены прежде рассмотрения менее критичных требований.

Если выявлены несовместимые требования, необходимо пересмотреть конструкцию механизма управления или, если это невозможно, понизить уровень менее важных требований.

Все допустимые уровни требований должны быть отражены в форме, представленной на рисунке 2.

5.3.1 Требование производственного задания к визуальному контролю [см. 5.1, d) визуальный контроль]

При работе с механизмами ручного управления оператору важно иметь обратную связь, которая должна сигнализировать о правильном выполнении управляющего воздействия. Для этого часто используют изображения на дисплее, визуальные и звуковые сигналы, отражающие состояние управляемого процесса. Удобно, если настройки механизма ручного управления могут быть визуально проверены, особенно, если перемещение механизма происходит дискретно, а обратная связь отсутствует.

Требование визуальной проверки настроек механизма ручного управления должно быть классифицировано в соответствии с таблицей 1.

5.3.2 Требование производственного задания к тактильному контролю [см. 5.1, e) тактильный контроль]

В некоторых ситуациях, когда взгляд оператора занят или механизм управления расположен вне поля зрения оператора, важно, чтобы позиции механизмов ручного управления легко могли быть идентифицированы с помощью касания. Идентификация касанием также может быть полезной как одна из форм информационной обратной связи, когда имеются критичные (с точки зрения безопасности) последствия ошибки.

Требование тактильного контроля настроек механизма ручного управления необходимо классифицировать в соответствии с таблицей 1.

5.3.3 Требование производственного задания к случайному срабатыванию [см. 5.1, f) случайное срабатывание]

Важность исключения случайного срабатывания механизма ручного управления зависит от тяжести последствий такого случайного включения. Особенно важно избегать таких ситуаций в тех случаях, когда следствием может быть материальный ущерб или нанесение вреда здоровью персонала. Настоящий стандарт содержит информацию о степени возникающих трудностей при самопроизвольном срабатывании механизма управления. Ситуациям с очень высоким риском следует уделять большое внимание. В таких случаях необходимо проводить следующие мероприятия:

- размещать механизм ручного управления в углублении;
- использовать защитный кожух для механизма ручного управления (например, кожух, предотвращающий доступ частей тела больших, чем рука);
- использовать механизм ручного управления, который приводят в действие перемещением в двух направлениях под прямым углом друг к другу;
- использовать системы блокировки;
- использовать двуручные органы управления (подробнее см. ЕН 574 [3]).

Требование недопустимости случайного срабатывания должно быть классифицировано в соответствии с таблицей 1.

5.3.4 Требование производственного задания к трению [см. 5.1, g) трение]

Если механизмы ручного управления используют непрерывно или часто, то для обеспечения надежной работы и безопасности очень важно, чтобы рука оператора не скользила по поверхности механизма ручного управления. Это особенно важно, если для перемещения частей механизма необходимо приложить большое усилие.

Требование предотвращения скольжения руки по поверхности механизма ручного управления должно быть классифицировано в соответствии с таблицей 1.

5.3.5 Требование производственного задания к использованию перчаток [см. 5.1, h) использование перчаток]

Требование использования при работе перчаток должно быть классифицировано в соответствии с таблицей 1.

Если нет необходимости в использовании перчаток, то требование h) может быть классифицировано как «незначительное» (см. таблицу 1). Если при работе необходимо носить постоянно толстые перчатки, например при частом или длительном соприкосновении с металлическими частями механизмов управления, то требование h) должно быть классифицировано как «очень высокое».

5.3.6 Требование производственного задания к легкой чистке [см. 5.1, i) легкая чистка]

При некоторых применениях, например, на оборудовании для обработки пищевых продуктов, важно обеспечить, чтобы все части, включая механизмы ручного управления, легко очищались.

Требование легкой очистки должно быть классифицировано в соответствии с таблицей 1. При рассмотрении гигиенических требований в зависимости от их значимости они могут быть отнесены как к категории «высокие», так и к категории «очень высокие».

5.4 Требования к характеристикам движений механизмов управления [см. 5.1, j) — n)]

5.4.1 Общие положения

Механизмы ручного управления могут быть расположены различным образом относительно оператора. Если оборудование предназначено для использования оператором в позе стоя, то для него имеется целый ряд стандартных позиций, в которых он может находиться, и предполагается, что любая из этих позиций может быть оценена с помощью настоящего стандарта. Для оператора, работающего в позе сидя, должна быть сделана оценка наиболее предпочтительной его позиции.

Рекомендации настоящего стандарта относятся к механизмам управления, размещенным непосредственно перед оператором. Применять настоящий стандарт вне указанной зоны необходимо с определенной осторожностью. При наличии сомнений должны быть проведены испытания с участием пользователей (см. ЕН 614-1).

На рисунке 3 приведена прямоугольная система координат, используемая при оценке.

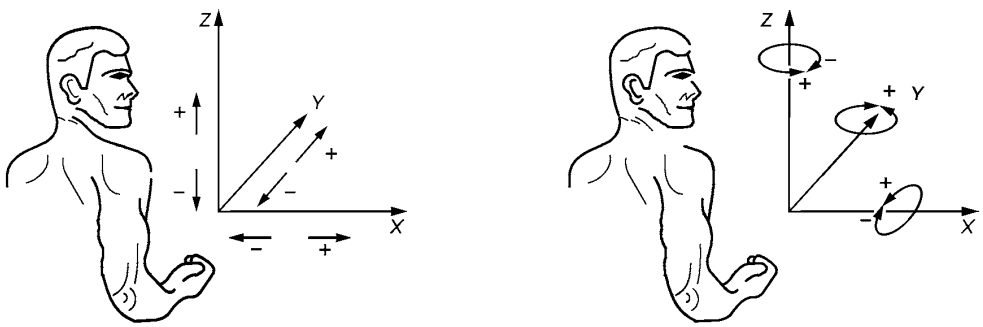


Рисунок 3 — Системы координатных осей для поступательных и вращательных движений

Пять характеристик движения (j, k, l, m, n) определяют конкретные движения оператора (и соответствующих механизмов ручного управления). Оценка этих характеристик требует описания движений в пространстве. В форме регистрации должны быть отражены только те движения, которые соответствуют начальным требованиям конструкции (см. рисунок 2).

Все допустимые характеристики движения должны быть приведены в форме регистрации.

5.4.2 Характеристика вида движения [см. 5.1, j) вид движения (поступательное или вращательное)]

Вид движения механизма ручного управления является поступательным или вращательным на доступном для движений руки расстоянии. В этом смысле, если плечо рычага длинное, то движение ручки рычага можно рассматривать как поступательное. Если требования конструкции или стесненность позы ограничивают движения механизма, то только одно из двух движений, поступательное или вращательное, должно быть внесено в форму регистрации (см. рисунок 2).

5.4.3 Характеристика оси движения [см. 5.1, k) ось (координата) движения]

Ось движения — это ось, вдоль или вокруг которой имеет место перемещение частей тела оператора (см. рисунок 3). Необходимо рассмотреть возможные позы, которые может принять оператор, и перемещения верхней части тела оператора при использовании механизма ручного управления. Если требования конструкции или стесненность позы ограничивают движения, допустимые координатные оси движений должны быть внесены в форму регистрации. Преобладающее перемещение должно быть отнесено к одной из осей, обозначенных как *X*, *Y* или *Z* на рисунке 3.

5.4.4 Характеристика направления движения [см. 5.1, l) направление движения]

Под направлением движения для приведения механизма в действие понимают направление движения относительно оси координат (см. рисунок 3). Обозначения «+» и «–» применяют как для поступательных, так и для вращательных движений. Если требования конструкции или стесненность позы ограничивают диапазон направлений движения, допустимые направления движения должны быть внесены в форму регистрации. Если оператору требуется передвигать механизм ручного управления в обоих направлениях, должна быть сделана запись «+/–».

5.4.5 Характеристика непрерывности/дискретности движения [см. 5.1, m) непрерывность движения]

Непрерывное или дискретное движение механизма управления зависит от того, непрерывна операция управления или она представляет собой последовательность отдельных шагов (например, многопозиционный переключатель). Если требования конструкции или стесненность позы ограничивают выбор механизмов управления (с непрерывным или дискретным управлением), то это должно быть отражено в форме регистрации.

Примечание — Обычно требование непрерывности движения определяют при формулировании таких общих требований производственного задания, как точность и скорость.

Если механизм ручного управления связан с применением визуального дисплея, движение механизма должно быть согласовано с перемещением маркера на экране дисплея (см. ИСО 9355-1 и ИСО 9355-2).

5.4.6 Характеристика угла поворота при непрерывном вращательном движении более 180° [см. 5.1, n) угол поворота непрерывного вращательного движения > 180°]

Для вращаемых механизмов ручного управления в требовании n) должно быть указано, что поворот на угол более 180° является непрерывным («Да») или дискретным («Нет»). Если требования конструкции или стесненность позы требуют поворота механизма на угол более 180°, то это требование должно быть внесено в форму регистрации.

5.5 Требования к характеристикам ручного захвата [см. 5.1, o) — q)]

Характеристики захвата определяют взаимодействие между рукой оператора и механизмом управления. Описаны три типа характеристик. В форму регистрации должны быть внесены только те ограничения на характеристики захвата, которые наложены в соответствии с начальными требованиями конструкции.

5.5.1 Характеристика вида ручного захвата [см. 5.1, o) вид захвата]

Существует три типа взаимодействия между рукой оператора и механизмом ручного управления (см. рисунок 4):

- контактное взаимодействие в виде нажатия или касания, когда однонаправленная сила прилагается к механизму управления указательным пальцем, большим пальцем или кистью;
- сжатие, когда механизм ручного управления удерживается указательным пальцем (и другими пальцами) и большим пальцем, не сжатыми в кулак;
- охват, когда четыре пальца и ладонь или все пальцы (сжатые в кулак) охватывают механизм ручного управления (см. рисунок 4).

Если требования конструкции или стесненность позы требуют применения определенного вида захвата, то допустимые характеристики захвата должны быть внесены в форму регистрации.

5.5.2 Характеристика воздействующей части руки [см. 5.1, p) воздействующая часть руки]

Воздействующая часть руки — это один палец, несколько пальцев или вся кисть, используемые для управления. Если требования конструкции или стесненность позы ограничивают возможности выбора воздействующей части руки, то в форме регистрации должны быть указаны допустимые для применения части руки.

5.5.3 Характеристика направления приложения усилия [см. 5.1, q) направление приложения усилия]

Способ приложения силы указывает на то, применена ли сила перпендикулярно или по касательной к поверхности механизма ручного управления. Применение первого способа (сила воздействия направлена перпендикулярно к поверхности) связано с формой механизма управления и взаимодействующих пальцев или кисти, тогда как применение второго способа (сила воздействия направлена по касательной к поверхности) предполагает наличие достаточного трения между поверхностью механизма и кожей руки. Если требования конструкции или стесненность позы делают невозможным применение одного из способов, то приемлемый способ должен быть указан в форме регистрации.



Обозначения:
1 — палец;
2 — два пальца;
3 — большой палец напротив указательного;
4 — большой палец под прямым углом к указательному;
5 — большой палец;
6 — три пальца;
7 — свободно расположенные пальцы;
8 — большой палец напротив остальных;
9 — пальцы;
10 — рука

Рисунок 4 — Виды ручного захвата

5.6 Регистрация информации

Форма на рисунке 2 приведена как средство регистрации собранной информации. Форма должна быть представлена в максимально завершенном виде до стадии регистрации. Полезно записывать требования, которые являются наиболее важными или критическими или не могут быть изменены. Это отражают в столбце комментариев.

6 Первоначальный выбор групп механизмов управления

Чтобы продолжить процесс отбора, необходимо задействовать информацию, приведенную в форме регистрации, следующим образом.

Используя рисунки 5 и 6, необходимо отобрать группу механизмов управления для поступательных и вращательных механизмов управления. Первый столбец таблиц — это нумерация строк L1—L41 и R1— R33. В следующих трех столбцах приведены обозначения возможных комбинаций требований к точности, скорости и силе (общие требования) с использованием обозначений (символов) системы классификации раздела 5. В пятом столбце приведены обозначения осей и направлений движений, для которых могут быть реализованы комбинации, указанные в предыдущих трех столбцах. В последних двух столбцах приведены группы механизмов управления, обозначенные номерами в соответствии с рисунком 7, и каждому номеру соответствуют несколько строк таблицы (несколько различных комбинаций символов). Один из последних столбцов используется для дискретных движений механизмов управления, другой для непрерывных движений. На рисунке 6 имеется добавочный столбец, который позволяет отобрать группы механизмов управления, предусматривающие поворот механизма управления на угол более 180°.

Если требования к проекту предполагают применение лишь одного типа механизмов управления из имеющихся двух типов (поступательного или вращательного), то необходимо использовать только один из рисунков (5 или 6).

Используя рисунок 5 и/или 6 следует:

- установить в форме регистрации необходимые комбинации скорости, точности и усилия (см. рисунок 2);
- сравнить их с комбинациями, приведенными в соответствующих столбцах на рисунках 5 и 6;
- выделить все строки на рисунках 5 и 6, соответствующие этим требованиям;
- для выбранных строк таблиц на рисунках 5 и 6 сравнить характеристики движения (k, l, m, n) с соответствующими характеристиками, представленными в форме регистрации;
- определить все группы механизмов управления, которые удовлетворяют всем установленным требованиям.

Характеристики движения должны быть затем проверены. Когда отдельные характеристики движений уже определены, их следует сравнить с допустимыми характеристиками движения в строках, которые были идентифицированы как удовлетворяющие общим требованиям (скорость, точность и усилие) производственного задания. Строки, которые содержат заданную ось (k) и направление (l) движения используют, чтобы выбрать возможные группы управления из последних двух столбцов. Если вид движения определен [дискретное или непрерывное движение (m)], то необходимо использовать соответствующий столбец.

Для каждой строки, которая удовлетворяет вышеупомянутым требованиям, должна быть сделана запись о номере группы механизмов управления.

Если нет строки, соответствующей всем общим требованиям производственного задания, то соответствующий механизм ручного управления не может быть идентифицирован, и тогда необходимо пересмотреть общие требования производственного задания. Описанная процедура должна повторяться до тех пор, пока по крайней мере одна из строк в таблицах на рисунках 5 или 6 не будет соответствовать всем установленным требованиям (общие требования и все требования к движениям).

Номер строки	Приемлемый уровень требований			Характеристики движений		Номер группы механизмов управления	
	a) Точность	b) Скорость	c) Усилие	k) и l) Оси и направления движений		m) Дискретные движения	m) Непрерывные движения
L1	◑	◑	◔	X + и Y –		6	14
L2	◑	◑	○	X +		4	12
L3	◑	◕	○	X +		1	10
L4	◑	◔	◔	X +		7	—
L5	◑	◕	○	X +		2	11
L6	◑	◔	○	X +		5	13
L7	◔	◔	◑	X + и Z +		8	15
L8	◑	◔	◑	X +		9	16
L9	◑	○	○	X –		1	10
L10	◑	◑	◔	X –		4	12
L11	◕	◑	○	X –		5	13
L12	◕	◕	◕	X –		2	11
L13	◕	◕	◑	X –		3	—
L14	◑	◑	◔	X –		8	15

Рисунок 5 — Выбор групп механизмов управления. Поступательное движение, лист 1

Номер строки	Приемлемый уровень требований			Характеристики движений		Номер группы механизмов управления	
	a) Точность	b) Скорость	c) Усилие	k) и l) Оси и направления движений		m) Дискретные движения	m) Непрерывные движения
L15	◑	◑	◔	X –		9	16
L16	◕	◕	◔	Y +/–		4	12
L17	◕	◕	○	Y +/–		1	10
L18	◑	◑	●	Y +/–		7	—
L19	●	◕	○	Y +		2	11
L20	◑	◑	◑	Y +		6	14
L21	◕	◕	◕	Y +		8	15
L22	◑	◑	◕	Y +		9	16
L23	◕	◑	◕	Y –		7	—
L24	●	●	○	Y – и Z –		2	11
L25	●	◕	○	Y –		5	13
L26	◕	◕	○	Y –		3	—
L27	◑	◕	◑	Y –		6	14
L28	◕	◑	◕	Y –		9	16
L29	◕	●	○	Z +/–		1	10
L30	◑	◕	◔	Z +		4	12
L31	◑	◕	○	Z +		5	13
L32	◔	◔	◔	Z +		6	14
L33	◑	◑	○	Z +		3	—
L34	◔	◔	◑	Z +		9	16
L35	◔	◔	◔	Z –		7	—
L36	◕	●	◔	Z –		4	12
L37	◑	●	○	Z –		5	13
L38	○	◔	◕	Z –		8	15
L39	◔	◑	◔	Z –		6	14
L40	◔	◑	◑	Z –		3	—
L41	◔	◔	◕	Z –		9	16

Рисунок 5, лист 2

Номер строки	Приемлемый уровень требований			Характеристики движений		Номер группы механизмов управления		
	a) Точность	b) Скорость	c) Усилие	k) и l) Оси и направления движений		m) Дискретные движения	m) Непрерывные движения	n) Подходит для вращения > 180°
R1	●	◕	○	X +/– Z +/–		21	30	
R2	◕	◑	◔	X +/– Z +/–		20	29	
R3	◕	◕	○	Y +/–		18	27	
R4	◑	●	◔	X +/– Y + Z +/–		23	33	
R5	◑	◑	◔	X +/– Y + Z –		25	36	
R6	◑	◔	◔	X +/–		24	35	
R7	○	◕	◕	X +/–		19	—	
R8	◕	◕	◔	X + Y –		20	28	Да
R9	◑	●	○	X + Y +/–		17	26	
R10	◑	◔	◑	X + Y –		22	32	
R11	◔	◑	◑	X +		22	31	Да
R12	◔	◔	●	X + Y –		24	34	Да
R13	◔	◑	◔	X – Y +		20	28	Да
R14	◔	●	○	X –		17	28	
R15	◑	◑	◑	X – Y + Z –		22	31	Да
R16	◑	◔	◔	X –		22	32	
R17	◔	◑	●	X – Y + Z –		24	34	Да
R18	◕	◑	◕	Y +/–		21	30	
R19	◑	◑	○	Y +/–		20	29	
R20	◔	●	○	Y +/–		18	27	
R21	◑	◔	○	Y +		24	35	
R22	◑	◔	◑	Y + Z –		25	36	
R23	◑	◔	◕	Y –		24	35	
R24	◔	◑	◔	Y –		25	36	
R25	◔	◔	◑	Y –		22	31	Да
R26	◕	◕	○	Z +/–		17	28	

Рисунок 6 — Выбор группы механизмов управления. Вращательное движение, лист 1

Номер строки	Приемлемый уровень требований			Характеристики движений		Номер группы механизмов управления		
	a) Точность	b) Скорость	c) Усилие	k) и l) Оси и направления движений		m) Дискретные движения	m) Непрерывные движения	n) Подходит для вращения > 180°
R27	◑	◔	○	Z +/–		18	27	
R28	◑	◔	●	Z +/–		22	32	
R29	○	◑	◕	Z +/–		19	—	
R30	●	◕	◔	Z +		20	28	Да
R31	◑	◔	●	Z +		24	34, 35	Да
R32	●	●	◔	Z –		20	28	Да
R33	◔	◔	●	Z –		24	35	

Рисунок 6, лист 2

7 Идентификация типов пригодных механизмов управления

На заключительном этапе выбора механизмов управления проводят сравнение частных требований производственного задания и характеристик захвата (касание, нажатие, сжатие, охват) тех групп механизмов управления, которые были идентифицированы как пригодные в соответствии с разделом 6. Для этого потребуется не использованная в разделе 6 информация формы регистрации рисунка 2.

На рисунке 7 приведена информация о характеристиках различных типов механизмов управления со следующими движениями:

- поступательные дискретные движения;
- поступательные непрерывные движения;
- вращательные дискретные движения;
- вращательные непрерывные движения;

Номер в первом столбце таблицы на рисунке идентифицирует группу аналогичных типов механизмов управления; этот номер используют для перекрестных ссылок между рисунками 5 и 6. Во втором столбце таблицы приведена информация о характеристиках захвата механизмов управления данного типа. В этом столбце определены вид захвата (o), воздействующая часть руки (p) и направление приложения усилия (q). В третьем столбце описаны отдельные типы механизмов управления, которые являются частью групп механизмов управления. Примеры механизмов управления каждого типа приведены в следующем столбце. В следующих шести столбцах описаны функции этих типов управления в терминах частных требований производственного задания d), e), f), g), h) и i). Последний столбец содержит построчные комментарии к представленной на рисунке информации.

7.1 Этап 1. Сравнение характеристик захвата

Следует для номеров всех групп механизмов управления, идентифицированных на рисунках 5 и 6, найти соответствующие номера в первом столбце таблицы на рисунке 7.

Если какие-либо характеристики захвата определены в форме регистрации (см. рисунок 2), то следует сравнить их с характеристиками захвата, соответствующими каждой выбранной группе механизмов управления.

Далее необходимо перейти к этапу 2 для тех групп механизмов управления, у которых есть совместимые характеристики захвата.

7.2 Этап 2. Сравнение частных требований производственного задания

Для каждого типа механизма управления из соответствующей группы, необходимо сопоставить частные требования производственного задания с присущими механизму характеристиками d), e), f), g), h) и i), приведенными на рисунке 7.

Если для характеристик классификации на рисунке 7 можно подобрать эквивалентные требования производственного задания, то необходимо отметить тот тип механизма управления, который является подходящим для дальнейшего рассмотрения.

Если для характеристик классификации на рисунке 7 нельзя подобрать эквивалентные требования производственного задания, то рассматриваемый тип механизма управления непригоден.

Каждую группу механизмов управления следует оценить установленным выше способом, пока не будет сформирован список пригодных типов механизмов управления.

Если невозможно найти соответствие между требованиями производственного задания и характеристиками рассматриваемых типов механизмов управления, то необходимо пересмотреть требования производственного задания или определить, могут ли отдельные аспекты требований быть изменены для успешного выбора типа механизма управления.

7.3 Проверка влияния расположения механизмов управления

При наличии сомнений относительно пригодности определенного размещения механизмов управления должны быть проведены испытания с участием пользователей.

Если требование визуального контроля не может быть выполнено, то должна быть рассмотрена возможность обеспечения дополнительной обратной связи, например, с помощью меток.

Если после того, как все вышеупомянутые критерии были рассмотрены, удовлетворительный механизм ручного управления не был найден, то производственное задание в части, касающейся размещения механизмов управления, должно быть пересмотрено.

После того как возможные типы механизмов управления идентифицированы, рекомендуется сначала выделить наиболее важные требования производственного задания, а затем выбрать механизмы управления, имеющие самую высокую значимость для выполнения этих выделенных требований.

Группа механизмов управления		Тип механизма управления	Типовой пример	Характеристики механизма управления (требования производственного задания)						Примечание
№	Захват			d	e	f	g	h	i	
	Характеристики o) вид захвата p) часть руки q) направление приложения усилия			Визуальный контроль	Тактильный контроль	Случайное срабатывание	Трение	Использование перчаток	Легкость чистки	
1	Нажатие пальцем по нормали к поверхности кнопки	Сдвоенные нажимные кнопки		◑	◑	◑	◔	◑	◕	
		Одинарная нажимная кнопка		○	○	●	◔	◑	◑	
		Клавишный переключатель (2-поз.)		◕	◕	◕	◔	◑	◑	Например, комнатный выключатель
2	Нажатие пальцем по касательной к поверхности выключателя	Ползунковый переключатель		○	○	◕	○	◔	◔	
		Встроенный ползунковый переключатель-ползунок		●	◕	●	○	○	○	Например, кнопка аварийного отключения

Рисунок 7 — Определение пригодных типов механизмов управления, лист 1

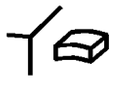
Группа механизмов управления		Тип механизма управления	Типовой пример	Характеристики механизма управления (требования производственного задания)						Примечание
№	Захват			d	e	f	g	h	i	
	Характеристики o) вид захвата p) часть руки q) направление приложения усилия			Визуальный контроль	Тактильный контроль	Случайное срабатывание	Трение	Использование перчаток	Легкость чистки	
3	Нажатие рукой по нормали к поверхности	Фигурный встроенный ползунковый переключатель		●	●	●	○	○	○	
		Грибовидный переключатель		● a	● a	○	◕	●	◕	
		Нажимная кнопка		●	●	○ a	◕	●	◕	
		Невыступающая нажимная кнопка		○	○	○ a	◕	●	●	
4	Сжатие пальцами с приложением усилия по нормали к поверхности	Тумблер штоковый		●	◕	○ a	◑	◕	◑	При некоторых ориентациях случайное включение маловероятно
		Тумблер плоский		●	◕	○ a	◕	◕	◑	При некоторых ориентациях случайное включение маловероятно
		Встроенный тумблер		◕ a	◕	●	●	○	○	
5	Сжатие и воздействие пальцами по касательной к поверхности	Вытяжной выключатель		◑	○	○ a	◔	◔	◕	Визуальный контроль зависит от осей
		Вытяжной выключатель		◑ a	○	○ a	○	◔	◕	Случайное включение зависит от позиции
		Выключатель с ребристой поверхностью		◑ a	○	○ a	○	◔	◔	

Рисунок 7, лист 2

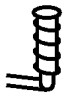
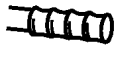
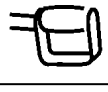
Группа механизмов управления		Тип механизма управления	Типовой пример	Характеристики механизма управления (требования производственного задания)						Примечание
№	Захват			d	e	f	g	h	i	
	Характеристики o) вид захвата p) часть руки q) направление приложения усилия			Визуальный контроль	Тактильный контроль	Случайное срабатывание	Трение	Использование перчаток	Легкость чистки	
6	Сжатие рукой с приложением усилия по нормали к поверхности	Фланцевая тяга		◑ a	○	○ a	◕	◕	◑	Выдвижная ручка
		Углубленная тяга		○	○	●	●	◔	○	Скрытая выдвижная ручка
7	Охватывание пальцами с приложением усилия по нормали к поверхности	Ручка, движимая в двух направлениях		◑	○	○ a	◑	◔	●	
		Кольцо для вытягивания		◑ a	○	◔	●	◔	◔	
		Штанга для вытягивания		◑ a	○	○	◔	●	◔	
		Т-образная ручка		◑ a	○	○	●	●	◔	
8	Сжатие рукой с приложением усилия по нормали к поверхности	Согнутая рукоятка		◑ a	○	○	● a	●	●	
		Согнутая ребристая рукоятка		◑ a	○	○	●	●	●	
		Гладкая тяга		◑ a	○	○	●	◔	◑	
9	Охватывание рукой с приложением усилия по касательной к поверхности	Гладкая коническая рукоятка		◑	○	○ a	◔	●	●	Предупреждение случайного включения зависит от позиции
		Ребристая рукоятка		◑	○	○ a	◑	●	●	
		Рукоятка с хомутом		◑	○	○ a	◔	◔	◑	

Рисунок 7, лист 3

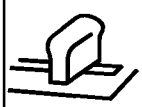
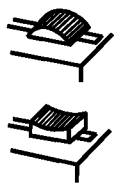
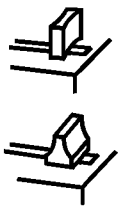
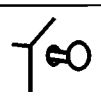
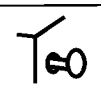
Группа механизмов управления		Тип механизма управления	Типовой пример	Характеристики механизма управления (требования производственного задания)						Примечание
№	Захват			d	e	f	g	h	i	
	Характеристики o) вид захвата p) часть руки q) направление приложения усилия			Визуальный контроль	Тактильный контроль	Случайное срабатывание	Трение	Использование перчаток	Легкость чистки	
10	Нажатие пальцем по нормали к поверхности	Ползунок с фигурной кромкой		◑ a	○	○ a	◕	◔	◔	Визуальный контроль зависит от направления
		Ползунок с указателем		● a	○	○ a	◕	◔	◔	Визуальный контроль зависит от направления
		Вытяжное кольцо		○	○	○ a	●	◔	◔	
11	Нажатие пальцем по касательной к поверхности	Плоский ползунок		◑ a	○	◕	○	○	○	Визуальный контроль зависит от направления
		Фигурный ползунок		◕ a	○	●	◔	○	○	
12	Сжатие пальцами по нормали к поверхности	Фигурный ползунок		◕	○	○ a	◕	◔	◔	Визуальный контроль и предупреждение случайного включения зависят от направления
		Ползунок в углублении		● a	◑	●	●	◔	○	Визуальный контроль зависит от направления
13	Сжатие пальцами с приложением усилия по касательной	Шарообразная ручка		◔	○	○	○	○	◑	Предупреждение случайного включения зависит от позиции
		Ручка с вогнутой поверхностью		◑ a	◕	◔ a	◔	○	◑	

Рисунок 7, лист 4

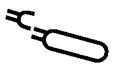
Группа механизмов управления		Тип механизма управления	Типовой пример	Характеристики механизма управления (требования производственного задания)						Примечание
№	Захват			d	e	f	g	h	i	
	Характеристики o) вид захвата p) часть руки q) направление приложения усилия			Визуальный контроль	Тактильный контроль	Случайное срабатывание	Трение	Использование перчаток	Легкость чистки	
14	Сжатие рукой с приложением усилия по нормали	Ползунок с шарообразной ручкой		◑ a	○	○ a	◑	◑	◑	
		Ползунок с овальной Т-образной ручкой		◑ a	○	○ a	◔	◕	◑	
15	Охватывание рукой с приложением усилия по нормали к поверхности	Ползунок с рукояткой		◕ a	○	○	●	◕	◕	
		Ползунок с разъединенной рукояткой		◕ a	○	●	●	◕	◕	
16	Охватывание пальцами с приложением усилия по касательной к поверхности	Гладкая цилиндрическая ручка		◑ a	○	○ a	○	◕	◕	
		Гладкая сужающаяся на концах ручка		◑ a	○	○ a	◔	◕	◕	
		Гладкая ручка с профилированными концами		◑ a	○	○ a	◑	◕	◕	
17	Нажатие пальцем по нормали к поверхности	Рычаг под палец		◕ a	◑	○ a	◔	◔	○	Например, рычаг переключения у мотоцикла
18	Нажатие пальцем по касательной к поверхности	Ролик		○ a	○	◑ a	○	◔	○	
		Кольцевой ползунок		◕	◔	◑ a	○	◔	○	

Рисунок 7, лист 5

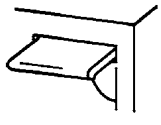
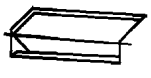
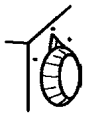
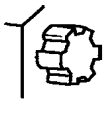
Группа механизмов управления		Тип механизма управления	Типовой пример	Характеристики механизма управления (требования производственного задания)						Примечание
№	Захват			d	e	f	g	h	i	
	Характеристики o) вид захвата p) часть руки q) направление приложения усилия			Визуальный контроль	Тактильный контроль	Случайное срабатывание	Трение	Использование перчаток	Легкость чистки	
19	Нажатие пальцами с приложением усилия по нормали к поверхности	Вдавливаемая ручка		◕ a	◔	○	◔	●	●	Например, доска в качестве рычага для приведения в действие требует нажатия
		Плоская ручка								
		Створка		◕ a	●	○ a	◔	◕	◑	
20	Сжатие пальцами с приложением силы по нормали к поверхности	Утопленная ручка		● a	◕	●	◕	◔	○	
		Переключатель с указателем		● a	●	○ a	◕	●	◕	
		Ключ запуска		● a	◕	◔ a	◕	●	◕	
21	Сжатие пальцами с приложением силы по касательной к поверхности	Рифленая круглая ручка		◕ a	◔	◕	◑	◑	◔	
	Касание пальцами с приложением силы по касательной к поверхности	Гладкая ручка с юбкой		◕ a	○	◕ a	◑	◑	◔	
		Гребенчатая ручка		○	○	◕	◕	◑	○	

Рисунок 7, лист 6

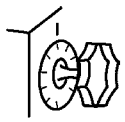
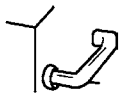
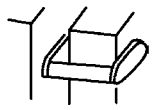
Группа механизмов управления		Тип механизма управления	Типовой пример	Характеристики механизма управления (требования производственного задания)						Примечание
№	Захват			d	e	f	g	h	i	
	Характеристики o) вид захвата p) часть руки q) направление приложения усилия			Визуальный контроль	Тактильный контроль	Случайное срабатывание	Трение	Использование перчаток	Легкость чистки	
22	Сжатие рукой с приложением усилия по нормали к поверхности	Рычаг с круглой ручкой		● a	●	◔	◑	●	●	
		Т-образная ручка		● a	◕	◔ a	●	●	◕	
		Утопленная ручка		● a	◕	●	●	●	◑	Визуальный контроль зависит от направления
23	Сжатие пальцами с приложением усилия по нормали к поверхности	Гребнеобразная ручка		○	○	◑	◑	◕	○	Исключение случайного включения зависит от позиции
		Трехгранная ручка		○	○	◑	◑	◕	◑	
		Шестигранная ручка с юбкой и шкалой		◑ a	○	◑	◑	◕	◑	
24	Охватывание рукой с приложением усилия по нормали к поверхности	Рычаг переключения		● a	●	◔	●	●	●	
		Дверная ручка		● a	◕	◔ a	●	●	●	
		Ручка прямоугольного типа		◕ a	◕	◔ a	●	●	●	

Рисунок 7, лист 7

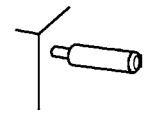
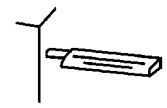
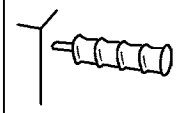
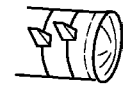
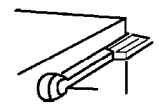
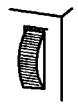
Группа механизмов управления		Тип механизма управления	Типовой пример	Характеристики механизма управления (требования производственного задания)						Примечание
№	Захват			d	e	f	g	h	i	
	Характеристики o) вид захвата p) часть руки q) направление приложения усилия			Визуальный контроль	Тактильный контроль	Случайное срабатывание	Трение	Использование перчаток	Легкость чистки	
25	Сжатие пальцами с приложением усилия по касательной к поверхности	Гладкая рукоятка		○	○	◕	◑	○	●	
		Квадратная рукоятка		○	○	◕	◕	○	●	
		Рукоятка с профилированной поверхностью		○	○	◕	◑	○	◕	
26	Нажатие пальцами с приложением усилия по нормали к поверхности	Ручка с выемкой для пальца		◕ a	○	◕	●	○	◑	
		Кольцевой ползунок		● a	◕	○ a	◔	○	◔	
		Ручка с указателем		◔	◕	○	◔	◔	◔	
27	Касание пальцами с приложением усилия по касательной к поверхности	Колесико для большого пальца		◕ a	○	◕	○	◔	◔	
		Колесико, вращаемое пальцем		◕ a	○	●	○	○	◔	
		Шаровой манипулятор		○	○	◕	○	○	◕	

Рисунок 7, лист 8

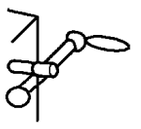
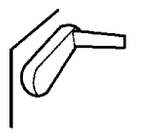
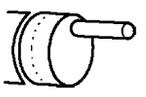
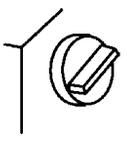
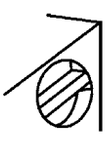
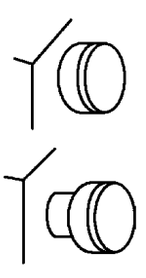
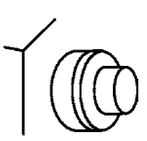
Группа механизмов управления		Тип механизма управления	Типовой пример	Характеристики механизма управления (требования производственного задания)						Примечание
№	Захват			d	e	f	g	h	i	
	Характеристики o) вид захвата p) часть руки q) направление приложения усилия			Визуальный контроль	Тактильный контроль	Случайное срабатывание	Трение	Использование перчаток	Легкость чистки	
28	Сжимание пальцами с приложением усилия по нормали к поверхности, угол поворота > 180°	Коленчатый рычаг		○	○	◔ a	◑	◑	◕	
		Коленчатая рукоятка		○	○	◔	◕	◕	◕	
		Коленчатая круглая ручка со шкалой		◕ a	○	◔ a	◑	◑	◕	
29	Сжимание пальцами с приложением усилия по нормали к поверхности, угол поворота > 180°	Круглая ручка для вращения большим и указательным пальцем		◕ a	◕	◑	◑	◕	◕	
		Утопленная круглая ручка		◑ a	◕	●	◕	◔	○	
		Переключатель барашкового типа		◑ a	◕	◑	◕	◕	◑	
30	Сжатие и воздействие пальцами по касательной к поверхности	Вращаемая ручка управления		○	○	◕	◑	◑	◔	
		Спаренная кнопка		○	○	◕ a	◑	◔	◔	

Рисунок 7, лист 9

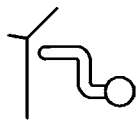
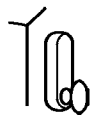
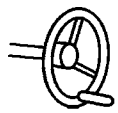
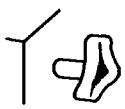
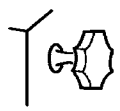
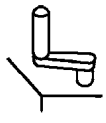
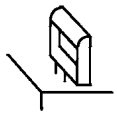
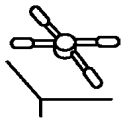
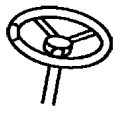
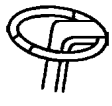
Группа механизмов управления		Тип механизма управления	Типовой пример	Характеристики механизма управления (требования производственного задания)						Примечание
№	Захват			d	e	f	g	h	i	
	Характеристики o) вид захвата p) часть руки q) направление приложения усилия			Визуальный контроль	Тактильный контроль	Случайное срабатывание	Трение	Использование перчаток	Легкость чистки	
31	Сжимание рукой с приложением усилия по нормали к поверхности, угол поворота > 180°	Коленчатая рукоятка с шарообразной головкой		○	○	○ a	◑	◕	●	
		Мотальная ручка								
		Рулевое колесо с ручкой		○	○	○ a	◕	●	●	
32	Сжимание пальцами с приложением усилия по нормали к поверхности, угол поворота > 180°	Т-образная ручка		● a	◕	◑ a	◕	◕	●	Визуальный контроль зависит от позиции ручки
		Фигурная трехгранная ручка		◕ a	◔	◔ a	●	◕	◑	
		Фигурная четырехгранная ручка								
33	Сжатие рукой и воздействие по касательной к поверхности	Рифленая вращаемая ручка		○	○	◑	◑	◕	◑	
		Восьмигранная вращаемая ручка		○	○	◑	◑	◕	◑	
		Ручка с внутренним фигурным профилем		○	○	◑	◑	◕	◑	

Рисунок 7, лист 10

Группа механизмов управления		Тип механизма управления	Типовой пример	Характеристики механизма управления (требования производственного задания)						Примечание
№	Захват			d	e	f	g	h	i	
	Характеристики o) вид захвата p) часть руки q) направление приложения усилия			Визуальный контроль	Тактильный контроль	Случайное срабатывание	Трение	Использование перчаток	Легкость чистки	
34	Сжимание рукой с приложением усилия по нормали к поверхности, угол поворота > 180°	Вращаемая ручка коленчатого вида		○	○	○	●	●	●	
		Колесо с коленчатой ручкой		○	○	◕	●	●	●	Свертывается рукой
		Выдвижная коленчатая ручка		○	○	●	◕	●	●	Визуальный контроль слабее, когда механизм устанавливается на уровне выше грудной клетки
35	Сжимание рукой с приложением усилия по нормали к поверхности, угол поворота > 180°	Прямоугольная вращаемая ручка		◕ a	◕	◑	●	◕	◕	
		Вращаемый рычаг		● a	◕	○	◕	●	●	
		Ворот		◕ a	◔	○	◕	●	●	
36	Сжимание рукой с приложением усилия по касательной к поверхности, угол поворота > 180°	Гладкое колесо управления		○	○	◔	◑	●	◕	
		Колесо управления с направляющим выступом		○	○	◔	◔	●	◕	

a — Классификация характеристик, отмеченных этим знаком, в большей степени зависит от расположения механизма ручного управления относительно оператора. Для механизмов управления такого типа необходимо тщательно рассмотреть их расположение. Плохое расположение означает, что классификация, приведенная здесь, не может быть удовлетворительной.

Рисунок 7, лист 11

8 Дополнительная информация для проектирования механизмов ручного управления

8.1 Общие положения

В случаях, когда ошибка оператора при использовании механизма ручного управления может привести к ущербу или нанести вред здоровью, следует использовать механизмы ручного управления, удовлетворяющие требованиям настоящего раздела. Решение о том, необходимо ли применение рекомендаций настоящего раздела, должно быть принято на основе оценки риска, выполненной в соответствии с ЕН 1050 [2].

В разделе 5 механизмы ручного управления сгруппированы в соответствии с видом захвата, необходимого для приведения их в действие: нажатие (касание), сжатие и охват (рисунок 4).

8.2 Размеры

Рекомендуемые минимальные размеры механизмов ручного управления приведены в таблице 3.

Таблица 3 — Рекомендуемые минимальные размеры механизмов ручного управления

Вид захвата	Воздействующая часть руки	Ширина или диаметр механизма ручного управления r, мм	Длина механизма ручного управления вдоль оси движения или вращения s, мм
Нажатие	Палец Большой палец Кисть (ладонь)	$r = 7$ $r = 20$ $r = 40$	$s = 7$ $s = 20$ $s = 40$
Сжатие	Указательный палец/большой палец Кисть/большой палец	$7 \leq r = 80$ $15 \leq r = 60$	$7 \leq s = 80$ $60 \leq s = 100$
Охват	Палец/кисть	$15 \leq r = 35$	$s = 100$

Для охвата приведены размеры меньше, чем требуются человеку для приложения максимального усилия.

8.3 Усилие или вращающий момент для приведения механизма в действие

Рекомендуемые максимальные рабочие усилия для приведения в действие механизмов ручного управления с поступательным движением и максимальные вращающие моменты для приведения в действия механизмов ручного управления с вращательным движением приведены в таблице 4.

Приведенные значения получены с учетом оптимальных усилий для легкого приведения механизма в действие. Они учитывают требования частого или непрерывного использования.

Примечание — При определении рабочих усилий или вращающего момента необходимо принимать во внимание скорость, частоту использования и время срабатывания механизма (см. ЕН 1005-3 [3]).

Чтобы предотвратить случайное приведение механизма в действие, рабочее усилие не должно быть меньше, чем 5 Н. Однако одно только ограничение на рабочее усилие снизу не может служить надежным средством предотвращения случайного приведения механизма в действие и, таким образом, эту меру следует применять только вместе с другими (защитный кожух, правильное размещение, правильный отбор и т. д.).

Таблица 4 — Рекомендуемые максимальные значения рабочего усилия/момента вращения механизма ручного управления

Вид захвата	Воздействующая часть руки	Другие показатели	Рекомендуемый максимум воздействующего усилия, Н	Рекомендуемый максимум воздействующего вращающего момента, Н·м
Нажатие	Палец	Любое направление	10	0,5
	Большой палец		10	0,5
	Рука		20	0,5
Сжатие	Палец/ одна рука	Любое направление	10	1
		Направление *X*	10	2
		Направление *Y*	20	2
		Направление *Z*	10	2
Охват	Одна рука	Направление *X*	35	—
		Направление *Y*	55	—
		Направление *Z*	35	—
		радиус 0,25 м	—	20
	Обе руки	радиус 0,25 м	—	30

8.4 Расположение относительно оператора

Каждый механизм ручного управления должен быть установлен так, чтобы оператор мог управлять им, сохраняя четкое представление об информации любого вида, поступающей в данный момент, при этом оператор не должен находиться в неудобной позе. Удобство рабочей позы должно быть обеспечено для операторов с различными размерами тела, для этого необходимо наличие средств корректировки, позволяющих каждому оператору так менять расположение своего рабочего места, чтобы оно было удобным для работы. Это особенно важно тогда, когда оператор использует механизм ручного управления часто или непрерывно.

Рекомендации настоящего стандарта применимы, когда механизмы ручного управления размещены непосредственно перед оператором. Если механизмы ручного управления установлены вне этого пространства, информации, определенной в процедуре выбора механизма управления, может быть недостаточно для адекватного выбора. В частности, классификация различных механизмов ручного управления, показанная на рисунке 7, для визуального контроля d) и случайного срабатывания f), вероятно, будет неточна. Тактильный контроль e) может иметь в этом случае большую значимость.

8.5 Расположение относительно визуального дисплея

В случае, когда механизм ручного управления информационно связан с визуальным дисплеем, необходимо соблюдать рекомендации ИСО 9355-2 для расположения и размера визуального дисплея. Механизм ручного управления должен быть расположен в пределах легкой досягаемости оператора.

Если механизмы ручного управления сгруппированы в соответствии с их функциями или последовательностью операций управления, их размещение должно быть таким же, как и размещение связанных с этими механизмами визуальных дисплеев.

8.6 Совместимость и согласованность

Взаимосвязь между движением механизма ручного управления и изображением на дисплее должна осуществляться в соответствии с правилами, установленными в ИСО 9355-1.

Следует выполнять требования стандарта ИСО 447, устанавливающего требования к управлению станками, и стандарта МЭК 60447, устанавливающего общие требования для электрических элементов управления на машинах.

Приложение А
(справочное)

Пример применения настоящего стандарта

А.1 Общие положения

Настоящее приложение иллюстрирует применение настоящего стандарта для выбора механизмов управления.

А.2 Оценка производственного задания и сбор информации (раздел 5)

Механизм управления применяется для регулировки уровня звука аудиометра.

Управление должно осуществляться безошибочно, чтобы точную информацию об уровнях шума можно было передать субъекту. Принято решение об установлении низких требований к скорости без установки требований к усилию. Эти общие требования вводят в форму регистрации (см. рисунок 2).

При рассмотрении требований производственного задания установлены низкие требования к визуальному и тактильному контролю, средние требования к предотвращению случайного срабатывания и не установлены требования к трению, использованию перчаток и легкости очистки. Эти требования также внесены в форму регистрации.

Поскольку необходимо изменять уровень звука, как от высокого к низкому, так и наоборот, необходимы перемещения регулятора в обоих направлениях. Также необходимо, чтобы уровень звука можно было изменять непрерывным способом. Оба этих требования внесены в форму регистрации; другие факторы не рассматривались. Заполненная форма регистрации показана на рисунке А.1 (были добавлены соответствующие комментарии).

Вид информации	Соответствующие пункты и подразделы настоящего стандарта	Уровень требований (в соответствии с классификатором)					Примечание
		0	1	2	3	4	
		○	◔	◑	◕	●	
Общие требования:	5.2						
a) Точность	5.2.1					●	Очень высокий
b) Скорость	5.2.2		◔				Низкий
c) Усилие	5.2.3	○					Нет требований
Частные требования:	5.3						
d) Визуальный контроль	5.3.2		◔				Низкий
e) Тактильный контроль	5.3.3		◔				Низкий
f) Случайное срабатывание	5.3.4			◑			Средний
g) Трение	5.3.5	○					Нет требований
h) Использование перчаток	5.3.6	○					Нет требований
i) Легкость очистки	5.3.7	○					Нет требований

Рисунок А.1 — Заполненная форма регистрации для выбора механизма управления уровнем звука, лист 1

Вид информации	Соответствующие пункты и подразделы настоящего стандарта	Уровень требований (в соответствии с классификатором)					Примечание
		0	1	2	3	4	
		○	◔	◑	◕	●	
Характеристики движений:	5.4						
j) Вид движения	5.4.2	Поступательное			Вращательное				Возможны оба
k) Ось движения	5.4.3	*X*	*Y*	*Z*	*X*	*Y*	*Z*	Возможна любая
l) Направление движения	5.4.4	+/–	+/–	+/–	+/–	+/–	+/–	Требуются оба
m) Непрерывность движения	5.4.5	Непрерывное			Дискретное			
n) Угол поворота при непрерывном вращении > 180°	5.4.6	Да			Нет			Нет требований
Характеристики захвата:	5.5						
o) Вид захвата (см. рисунок 4)	5.5.2	Нажатие		Сжатие		Охват		Нет требований
p) Часть руки, прилагающей усилие	5.5.3	Палец			Кисть			Нет требований
q) Направление приложения усилия	5.5.4	По нормали			По касательной			Нет требований

Рисунок А.1, лист 2

А.3 Первоначальный выбор группы механизмов управления

Значения для a), b) и c) из формы регистрации сравнивают со значениями в соответствующих столбцах таблицы на рисунке 5 для механизмов управления с поступательными движениями и на рисунке 6 для механизмов управления с вращательными движениями.

Уровень требований		
a) Точность	b) Скорость	c) Усилие
●	◔	○

На этих рисунках выбраны строки со значениями, соответствующими или превышающими требования, зафиксированные в форме регистрации. Для этого примера строки L19, L24, L25, R1, R30 и R32 удовлетворяют этим требованиям; они представлены на рисунке А.2.

Номер строки	Приемлемый уровень требований			Характеристики движений		Номер группы механизмов управления		
	a) Точность	b) Скорость	c) Усилие	k) и l) Оси и направления движений		m) Дискретные движения	m) Непрерывные движения	n) Подходит для углов поворота > 180°
L19	●	◕	○	Y+		2	11	
L24	●	●	○	Y– и Z–		2	11	
L25	●	◕	○	Y–		5	13	
R1	●	◕	○	X+/– Z+/–		21	30	
R30	●	◕	◔	Z+		20	28	Да
R32	●	●	◔	Z–		20	28	Да

Рисунок А.2 — Первоначальный выбор группы механизмов управления

Строки таблицы на рисунке А.2 соответствуют высокой точности и низкому уровню скорости на данном этапе; допустимо практически любое значение уровня усилия.

Затем проверяют характеристики движения. Для примера, представленного на рисунке А.1, установлено требование движений в обоих направлениях. Ограничения на выбор оси движения отсутствуют. Установлены требования непрерывности движения без дискретных перемещений и, таким образом, необходимо рассмотреть только группы механизмов управления в столбце непрерывного движения.

Анализ таблицы рисунка А.2 показывает, что строка R1 подходит для осей X и Z в обоих направлениях. В столбце «номер группы механизмов управления» группа 30 соответствует этим требованиям и непрерывному движению.

Завершающая проверка показывает, что строка L19 соответствует перемещениям в направлении Y+, но не соответствует перемещениям в направлении Y–. Строка L24 соответствует перемещениям в направлении Y–, но не соответствует перемещениям в направлении Y+. Обе эти строки приводят к отбору группы механизмов управления 11 для непрерывного движения. Таким образом, указанные строки показывают, что группа 11 отвечает критериям выбора для обоих направлений по оси Y.

Аналогично строки R30 и R32 вместе соответствуют перемещению по оси Z в обоих направлениях. Они определяют группу 28, являющуюся пригодной для непрерывного движения.

Строка L25 исключается из дальнейшего рассмотрения, поскольку она не обеспечивает необходимый уровень требований.

Таким образом, пригодными являются группы механизмов управления: 11, 30, 28.

А.4 Идентификация пригодных типов механизмов управления (раздел 7)

Все группы механизмов управления рассматривают поочередно, используя рисунок 7. Это позволяет исследовать характеристики соответствующих групп и сопоставить их с требованиями производственного задания (d, e, f, g, h, i) и характеристиками захвата (o, p, q), представленными на рисунке А.1.

Группа 11 содержит поступательно перемещаемый ползунок, который передвигается нажатием (касанием) пальца.

Группа 30 содержит круглые ручки, которые вращают, сжимая их пальцами.

Группа 28 содержит изогнутые в виде небольшого колена ручки, допускающие поворот на угол более 180°, которые вращают, сжимая их пальцами.

Рассмотрение требований производственного задания показывает, что:

- группа 11 (поступательно передвигаемые ползунки) является пригодной за исключением требования в тактильном контроле;
- группа 30 не является пригодной ни для визуального, ни для тактильного контроля;
- группа 28 не является пригодной для требования тактильного контроля и только механизм управления в виде «коленчато-изогнутой ручки со шкалой» является пригодным для визуального контроля.

Эта оценка предполагает, что, для того, чтобы достигнуть успешного отбора, необходимо или понизить уровень требований тактильного контроля и использовать ползунок, или применить какой-либо другой способ увеличения точности (как предложено в 5.2.1.2) и повторить оценку.

При выборе ползунков из группы механизмов управления 11 они должны быть установлены так, чтобы перемещение происходило по оси *X*. Эта ориентация обеспечивает заданную точность и подходит для визуального контроля.

Дальнейшее рассмотрение рисунка 7 и группы 11 показывает, что у ползунков с профилированной вершиной лучшие свойства для выполнения требований визуального контроля, исключения случайного срабатывания и трения, чем у ползунков с плоской вершиной. Анализ показывает также, что визуальный контроль зависит от ориентации ползунка, поэтому располагать приборы необходимо с учетом ориентации регулировок.

Заключение: группа механизмов управления 11 является лучшим компромиссом при выборе такого механизма управления, который соответствует требованиям корректировки уровня шума на аудиометре машины. Группа 28 дает немного менее соответствующий вариант при условии, что выбрана коленчато-изогнутая ручка со шкалой.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ЕН 447:1984	—	*
ИСО 9355-1:1999	IDT	ГОСТ Р ИСО 9355-1—2009 «Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 1. Взаимодействие с человеком»
ИСО 9355-2:1999	IDT	ГОСТ Р ИСО 9355-2—2009 «Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 2. Дисплеи»
МЭК 60447:2004	IDT	ГОСТ Р МЭК 60447—2000 «Интерфейс человеко-машинный. Принципы приведения в действие»

* 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.

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

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

[1] EN 574, Safety of machinery — Two-hand control devices — Functional aspects — Principles for design
[2] EN 1050, Safety of machinery — Principles for risk assessment[1)]
[3] EN 1005-3, Safety of machinery — Human physical performance — Part 3: Recommended force limits for machinery operation
ISO 12100-1, Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 1: Basic terminology, methodology[2)]
ISO 12100-2, Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design — Part 2: Technical principles[3)]
EN 614-1, Safety of machinery — Ergonomic design principles — Part 1: Terminology and general principles[4)]
EN 894-3, Safety of machinery — Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators — Part 3: Control actuators

---

[1)] Стандарт ЕН 1050-96 соответствует ГОСТ Р 51344—99 «Безопасность машин. Принципы оценки и определения риска».

[2)] Стандарт ИСО 12100-1:2003 соответствует ГОСТ Р ИСО 12100-1—2007 «Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 1. Основные термины, методология».

[3)] Стандарт ИСО 12100-2:2003 соответствует ГОСТ Р ИСО 12100-2—2007 «Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 2. Технические принципы».

[4)] Стандарт ЕН 614-1-1995 соответствует ГОСТ Р ЕН 614-1—2003 «Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы».

УДК 331.41:006.354 ОКС 13.180 Э65

Ключевые слова: эргономика, механизмы ручного управления, оценка производственного задания, общие и частные требования задания, выбор механизмов управления, сбор информации

Редактор *И. В. Меньших*
Технический редактор *Н. С. Гришанова*
Корректор *С. И. Фирсова*
Компьютерная верстка *Т. Ф. Кузнецовой*

Сдано в набор 24.10.2011. Подписано в печать 23.11.2011. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,35. Тираж 109 экз. Зак. 1310

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано и отпечатано в Калужской типографии стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru